

> Retouradres Postbus 20401 2500 EK Den Haag

De Voorzitter van de Eerste Kamer
der Staten-Generaal
Kazernestraat 52
2514 CV DEN HAAG

**Directoraat-generaal Klimaat
en Energie**

Bezoekadres
Bezuidenhoutseweg 73
2594 AC Den Haag

Postadres
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

Overheidsidentificatienr
00000001003214369000

T 070 379 8911 (algemeen)
F 070 378 6100 (algemeen)
www.rijksoverheid.nl/ezk

Ons kenmerk
KGG_DGKE / 108332372

Bijlage(n)
13

Datum 15 september 2026
Betreft Aanbiedingsbrief Prinsjesdag Klimaat en Energie

Geachte Voorzitter,

1. Inleiding

Voor een land waar mensen, ook in de toekomst, goed kunnen wonen, werken en ondernemen moeten we aan de slag. Daarom vernieuwen en verduurzamen we onze economie, leefomgeving en ons energiesysteem. We willen een economie die toekomstbestendig en minder afhankelijk is van landen buiten de EU. Een land dat strategisch sterk staat, samen met sterke Europese burens. Kortom, een weerbaar, duurzaam en concurrerend Nederland.

Het is hard nodig dat we daarin investeren. Want de wereld om ons heen verandert snel. De energiecrises door oorlog in Oekraïne en het Midden-Oosten laten in korte tijd zien hoe kwetsbaar we zijn als we veel fossiele brandstoffen van ver weg moeten halen. Ook zien we de gevolgen van klimaatverandering steeds duidelijker. Extremer weer, langere periodes van droogte, hitte en hevige regenval. Daarmee zetten de drie krachten geopolitieke spanningen, economische afhankelijkheden en klimaatverandering onze welvaart onder druk. Door nu te investeren in eigen schone energie en een duurzame, circulaire economie wordt ons land weerbaarder en onze lucht schoner, en blijft ons bedrijfsleven concurrerend. Daarbij moet iedereen in Nederland mee kunnen komen: mensen moeten thuis regie kunnen nemen over hun energierekening en maatschappelijke organisaties en bedrijven, groot en klein, moeten kunnen ondernemen én verduurzamen. We kunnen dit echter niet alleen, samenwerking met andere Europese landen is noodzakelijk.

We hebben al veel bereikt

In deze grote verbouwing hebben we al veel stappen gezet. In de strijd tegen klimaatverandering is de uitstoot van broeikasgassen in Nederland sinds 1990 met ruim een derde gedaald. Richting 2030 gaan we naar verwachting richting de helft. Dat zien we op allerlei plekken in Nederland. Zo wordt meer dan de helft van onze elektriciteit duurzaam opgewekt. De afgelopen tien jaar is de productie van windenergie op zee verviervoudigd. Zonnepanelen op daken zie je overal in Nederland. Elektrische auto's en bedrijfswagens bepalen steeds vaker het

straatbeeld en zorgen voor een schonere en stillere omgeving.¹ Veel woningen worden al goed geïsoleerd, wat zorgt voor meer comfort en een structureel lagere energierekening.² Ondertussen wordt er hard gewerkt aan de uitbreiding van ons elektriciteitsnet. Dat is ook hard nodig, want elektrificatie is een belangrijke route in de noodzakelijke overstap van fossiele naar duurzame bronnen van energie. Hierdoor staan veel bedrijven en huishoudens in de rij staan voor meer ruimte. De transitie is wereldwijd ingezet en is inmiddels onomkeerbaar. Ondertussen groeide de Nederlandse economie in 2025 met 1,8%.³

Stappen zetten voor huishoudens

Elektrisch vervoer voor iedereen, een warme en comfortabele woning, gezond en duurzaam eten en een betaalbare energierekening. Deze eindbeelden zijn de inspanning waard. Nederlanders zetten thuis al stappen, groot en klein. Veel huishoudens kiezen voor isoleren of voor een warmtepomp. Of voor een groene energieleverancier, deelvervoer of (deels) elektrisch rijden. Maar we zijn er nog niet. Er is ook een groep huishoudens die deze stappen nog niet (zelf) kan zetten en te veel afhankelijk blijft van dure fossiele brandstof, bijvoorbeeld omdat ze in een slecht geïsoleerd huis wonen.

Onderzoek van het Sociaal Cultureel Planbureau (SCP) laat (wederom) zien dat de meeste Nederlanders het belangrijk vinden dat Nederland blijft bijdragen aan de aanpak van klimaatverandering.⁴ Voor veel klimaat- en energiematregelen bestaat steun in de maatschappij. Tegelijkertijd is de transitie nog niet binnen bereik voor iedereen en maken mensen zich zorgen over de (financiële) gevolgen van het klimaatbeleid. Ook wordt de verdeling van kosten en baten vaak als oneerlijk ervaren. Het gevoel dat de lasten beter moeten worden verdeeld naar draagkracht, waarbij grote vervuilers meer moeten bijdragen en mensen in minder sterke financiële positie moeten worden beschermd, spelen volgens het SCP-onderzoek daarbij een rol. Er zijn ook zorgen over de vele bosbranden in Europa deze zomer en over de gevolgen van geopolitieke ontwikkelingen voor een hoge prijs aan de pomp. In 2025 leefde 6% van alle huishoudens in energiearmoede.⁵ Dit percentage is gelijk aan een jaar eerder, maar ligt gezien huidige prijsontwikkelingen lager dan voor de energiecrisis van 2022/2023. Stijgende energieprijzen op de wereldmarkt kunnen zorgen voor een stijgende energierekening.⁶ Met gerichte maatregelen om woningen te verduurzamen bij huishoudens met een lager inkomen, zoals in het pakket Acties Weerbaarheid Energieschok, maakt het kabinet deze huishoudens structureel weerbaarder tegen prijsstijgingen.⁷

¹ Klimaatdashboard: <https://dashboardklimaatbeleid.nl/>

² Klimaatdashboard: <https://dashboardklimaatbeleid.nl/> en Kamerstukken II, 2025-26, 32 813 nr. 1401

³ <https://www.cbs.nl/nl-nl/longread/de-nederlandse-economie/2026/de-nederlandse-economie-in-2025/samenvatting>

⁴ Klimaat en Samenleving 2026 (SCP): <https://www.scp.nl/publicaties-scp/2026/05/klimaat-en-samenleving-2026.-nederlanders-over-klimaat-energie-natuur-en-duurzaamheid>

⁵ Energiearmoede in Nederland 2019-2025 (TNO): <https://energy.nl/publications/energiearmoede-in-nederland-2019-2025/>

⁶ CPB: cMEV 2026

⁷ Kamerstukken II 2025/26 36933, nr. 1

Het besef van de noodzaak en draagvlak voor de transitie is er. De overgang naar een weerbare, duurzame en concurrerende maatschappij vraagt iets van ons allemaal. De overheid is er om groepen in de samenleving te ondersteunen, zodat ze meekunnen in de transitie en we de kosten zo eerlijk mogelijk verdelen. Daarvoor is nog werk te verzetten. Onder andere door zo snel mogelijk duidelijkheid te bieden. Bijvoorbeeld of mensen in de wijk een warmtenet krijgen of een andere verduurzamingsoptie beter past. Of bijvoorbeeld met een goedkoper tarief in de daluren van ons stroomgebruik, waarmee mensen meer regie krijgen over hun energierekening. Daarbij blijkt in de praktijk dat voor een deel van de huishoudens, naast financiële ondersteuning, vooral de praktische ontzorging van groot belang is. Ten slotte zijn er ook veel initiatieven in de samenleving waarbij mensen zelf slimme oplossingen bedenken. Zoals via energiecorporaties die lokaal energie opwekken én gebruiken, bijdragen aan energieonafhankelijkheid en het beperken van netcongestie. Daarbij past een overheid die meedenkt en helpt, op elk niveau.

Onze eigen kracht benutten voor onze bedrijven

Een concurrerende innovatieve industrie met goed en toekomstbestendig werk, herbruikbaar en duurzaam materiaal, draaiend op schone energie van eigen bodem. Steeds meer bedrijven zijn actief bezig met verduurzaming om deze eindbeelden te realiseren. Ze investeren in efficiëntere processen, elektrificatie en flexibiliteit in hun energiegebruik. Zo verlagen ze hun uitstoot, en tegelijkertijd de druk op het stroomnet. Nederland loopt voorop in de circulaire economie, met veel bedrijven die werken aan innovaties, uiteenlopend van gerecycled katoen in jeans, chemische verwerking van afval en biograndstoffen voor herbruikbare plastics tot smartphones die makkelijker te repareren zijn. Nieuwe technologieën leveren nieuwe welvaart op: de energiesector zorgt tot en met 2030 naar verwachting voor zo'n 423 extra arbeidsjaren in Nederland.⁸ De overheid ondersteunt dit door de drempels voor investeringen in verduurzaming te verlagen, onder andere via de Versnelde klimaatinvesteringen industrie (VEKI).

Tegelijkertijd staan energie-intensieve bedrijven voor grote uitdagingen. De concurrentiekracht staat onder druk door gesubsidieerde import van buiten de EU en hoge energiekosten in Nederland ten opzichte van omliggende landen. Elektrificatie zou die kosten kunnen verlagen, maar netcongestie remt investeringen af, omdat bedrijven op een aansluiting wachten en hele woonwijken zonder ingrijpen niet gebouwd kunnen worden. Het kabinet zet samen met netbeheerders, medeoverheden en bedrijven vol in op het oplossen van de knelpunten.

Juist daarom is het belangrijk om zuinig en slim om te gaan met energie, grondstoffen en producten. Door te investeren in infrastructuur, innovatie en een gelijk speelveld voor onze bedrijven in Europa, waarbij de overheid het

⁸ Labour demand in the energy transition (CE Delft): https://ce.nl/wp-content/uploads/2026/02/CE_Delft_250253_Labour_demand_energy_transition_Def.pdf

bedrijfsleven bijstaat door obstakels op te ruimen en te zorgen voor marktcondities waardoor duurzame oplossingen kunnen opschalen. Speciale aandacht is ook van belang voor het mkb. Deze groep bedrijven staat ook voor een belangrijke transitie, en veel investeringen hebben een positieve businesscase. Ook zij worden echter geraakt door netcongestie, of hebben praktische ondersteuning nodig in het beoordelen van wat voor hen de juiste weg is om de overstap te maken.

De klimaat- en energietransitie doen we samen door koers te houden, duidelijke keuzes te maken en te zorgen dat iedereen mee kan doen. De transitie biedt kansen om te komen tot een moderne, schone en efficiënte economie. Als we dit proces slim organiseren, bouwen we aan een weerbaar, duurzaam en concurrerend Nederland.

2. Aangeboden stukken

Het pakket met stukken dat het kabinet u vandaag aanbiedt over klimaat en energie bestaat uit twee delen. Het eerste deel bestaat uit reguliere stukken in het kader van de jaarlijkse klimaat- en energiecyclus, zoals de Klimaat- en Energienota (K&E-nota), de Klimaat- en Energieverkenning (KEV) van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) en het Meerjarenprogramma 2027 van het Klimaat- en energiefonds. Het tweede deel bevat een aantal belangrijke analyses die de context vormen voor toekomstige beleidskeuzes.

Terugblik met de Klimaat- en Energienota en KEV

Net zoals afgelopen jaren biedt het kabinet met Prinsjesdag de K&E-nota aan.⁹ Hierin legt het kabinet verantwoording af over het gevoerde klimaat- en energiebeleid en specifiek over de voortgang die het afgelopen jaar is geboekt. Daarbij wordt onder andere gekeken in hoeverre Nederland op koers ligt om de nationale klimaat- en energiedoelen te halen en te voldoen aan de nationale verplichtingen die volgen uit het Europese klimaat- en energiebeleid. De K&E-nota geeft hierbij een reflectie op de jaarlijkse KEV van het PBL, die ik als bijlage van deze brief ook aan uw Kamers aanbied. Die bevat voor het eerst een raming van de nationale uitstoot van broeikasgassen in 2040 en laat zien dat de geraamde uitstoot in Nederland, met aanvullend beleid, uitkomt op een reductie van 61-72% ten opzichte van 1990. Voor 2030 koerst Nederland op een uitstootreductie van

⁹ Met de Klimaat- en Energienota 2026 doet het kabinet de volgende moties en toezeggingen af: Motie van het lid Jumelet C.S. (Kamerstukken II 2025/26, 36800, nr. 37) over het structureel en expliciet aandacht besteden aan analyse van randvoorwaarden en knelpunten in de energietransitie en hierin de beleidsreactie op de KEV op in te gaan; Motie van het lid Schalk C.S. (Kamerstukken I 2020/21, 35668, I) over gecertificeerde houtige biomassa als bij- en meestook als voorwaarde voor subsidie middels SDE++; Motie lid Oosterhout (Kamerstukken II 2025/26, 29023, nr. 655) over het opdracht geven aan provincies, gemeenten en netbeheerders tot het opstellen van energiebeelden; Motie van leden Dassen en Kröger (Kamerstukken II 2025/26, 33043, nr. 126) over het meesturen van een beleidsplan voor de periode 2030-2040 met noodzakelijke stappen per sector; Motie van Lid Eerdmans, Kamerstukken II 2025/26, 29023, nr. 543 over het niet verstrekken van aanvullende middelen aan het Nationaal Burgerberaad Klimaat; Toezegging TZ202404-064: Tijdens het Commissiedebat Energieraad op 10 april 2024 is toegezegd aan de Kamer om in gesprek te gaan met de financiële sector over differentiatie tussen duurzame en niet-duurzame projecten.

naar verwachting 47-54%. Op dit moment heeft Nederland reeds 36% reductie bewerkstelligd ten opzichte van 1990.

Toekomstbeeld van het energiesysteem

Het is belangrijk om terug te kijken om te weten waar Nederland staat en lessen te trekken uit de stappen die al gezet zijn in de transitie. Tegelijkertijd is het belangrijk dat Nederland, naast het voortvarend uitvoeren van bestaand beleid voor 2030, periodiek vooruitkijkt naar de toekomst, en maatregelen tijdig invoert zodat bedrijven, maatschappelijke organisaties en huishoudens in Nederland zich geleidelijk aan kunnen passen richting klimaatneutraal in 2050. De KEV laat zien dat we hiervoor nog niet op koers liggen. In de Klimaat- en Energienota wordt dit jaar voor het eerst ook vooruitgekeken met de eerste contouren van de transitiepaden richting 2040/2050 per sector.

Het kabinet schetst het toekomstbeeld van het energiesysteem richting 2040 en verder in de actualisatie van het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE) en de Visie op Opschaling Aanbod Duurzame Koolstofdragers (VOADK). Het NPE, dat reeds in 2023 is vastgesteld, is de visie van het kabinet voor de ontwikkeling van het energiesysteem voor de toekomst. Met de actualisatie van het NPE wil het kabinet recht doen aan recente ontwikkelingen zoals het nieuwe EU-klimaatdoel voor 2040 en nieuwe inzichten rondom hernieuwbare waterstof. Daarnaast voegt het kabinet onderdelen toe die in het NPE 2023 onderbelicht waren zoals de impact van netcongestie, de opkomst van datacenters, de rol van Carbon Capture and Storage (CCS), het internationale perspectief en de beschikbaarheid van voldoende fossiele energiebronnen tijdens de transitie.¹⁰

Met de Visie op Opschaling Aanbod Duurzame Koolstofdragers geeft het kabinet verdere uitwerking aan één van de uitgangspunten uit het NPE voor de koolstofketen: maximaliseer het aanbod van duurzame koolstofdragers (binnenlands en import). Het gaat hierbij om dragers zoals groen gas, bio-methanol en synthetische kerosine, maar ook om grondstoffen die nodig zijn voor de productie ervan. De Visie beschrijft de inzet die nodig is om toeleveringsketens te ontwikkelen en zo in de vraag naar duurzame koolstofdragers te voorzien. Samenhangend met de Visie op Opschaling Aanbod Duurzame Koolstofdragers zal het kabinet in het vierde kwartaal van 2026 de Nationale Biograndstoffenstrategie (minister van LNV) en de Visie Brandstoffen- en Chemiegrondstoffenproductie naar de Kamer sturen.

Met de kabinetsreactie op het rapport *Autonoom en Veilig* van Energy Innovation NL (voorheen Topsector Energie) geeft het kabinet weer wat het doet voor een weerbaar energiesysteem.¹¹ De brief valt uiteen in drie delen: 1) een weerbaar

¹⁰ Met de actualisatie van het NPE doet het kabinet de volgende moties en toezeggingen af: Motie van het lid Klaver C.S. (kamerstukken II, 23432 nr. 673) over een nationaal versnellingsplan voor energie-onafhankelijkheid; Motie van het lid Jumelet C.S. (kamerstukken II, 29023 nr. 677) over een openbare consultatie met het veld voor de actualisatie van het Nationaal Plan Energiesysteem; Motie van het lid Kröger C.S. (kamerstukken II, 82813 nr. 1484) over afbouwen van fossiele brandstoffen; Motie De Groot, Grinwis (kamerstukken II, 82813 nr. 1325) over gevolgen voor Nederland van de conclusies van COP28.

¹¹ Op verzoek van de Commissie voor Klimaat en Groene Groei 26 maart jl., zie: 2026D14033

ontwerp van het energiesysteem, 2) de uitwerking hiervan op maatregelen gericht op fysieke, digitale en economische weerbaarheid, 3) crisisvoorbereiding en -respons.

Daarnaast geeft het kabinet met de kabinetsreactie op de 'Prognose energierekening van huishoudens 2026-2031' en het onderzoek naar de effecten van het voorgestelde tijdsafhankelijke nettatarief voor elektriciteit, een reflectie op de verwachte ontwikkeling van de gemiddelde energierekening voor de komende jaren. In de kabinetsreactie op de 'Monitor Energiearmoede 2025' gaat het kabinet verder in op het huidige beleid gericht op de groep huishoudens met een lager inkomen, die moeite hebben om de energierekening te betalen. Het kabinet houdt ten slotte, als onderdeel van de bredere koopkrachtontwikkelingen, onverminderd aandacht voor de betaalbaarheid van het energiesysteem en de energierekening.

Klimaat- en energiefonds

Conform de reguliere cyclus heeft het kabinet besloten over het definitieve Meerjarenprogramma 2027 en bijbehorende Klimaat- en Energiefondsbegroting voor 2027.¹² Op 27 maart heeft de Kamer reeds het ontwerp-Meerjarenprogramma 2027 van het Klimaat- en Energiefonds ontvangen. Een aantal maatregelen is verder uitgewerkt en er worden nieuwe middelen overgeheveld voor maatregelen die op korte termijn doorgang kunnen vinden. In de bijlages bij deze stukken vindt u ook de reflecties van het PBL en TNO die gebruikt zijn voor de onderbouwing van de verdeling van middelen alsmede alle voorstellen die ingediend zijn.

3. Uitkomsten augustusbesluitvorming

Afgelopen augustusbesluitvorming heeft het kabinet besloten over een aantal (fiscale) dossiers die raken aan de klimaat- en energietransitie.

Afvalverbrandingsinstallaties

Zoals afgelopen voorjaar aangekondigd heeft het kabinet een besluit genomen over de technische dekking voor de afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) uit het belastingplan 2026. Als gevolg van de technische dekking werd de sector geconfronteerd met een forse lastenverzwaring door de voorgenomen verhogingen van de afvalstoffenbelasting (ASB) en de CO₂-heffing voor AVI's. Het kabinet stelt voor de verhogingen gedeeltelijk terug te draaien, door een verlaging van het ASB-tarief en een vertraagde aanscherping van de CO₂-heffing voor AVI's ten opzichte van het voorstel uit het Belastingplan 2026. De voorgestelde

¹² Met het Meerjarenprogramma 2027 KEF doet het kabinet de volgende toezeggingen af, horende bij de Eerste Kamer behandeling van de Begrotingsstaat Klimaatfonds 2026 op 6 juli 2026: Toezegging T04232 over een transparantere verantwoording en inzicht in de middelen van het KEF en Toezegging T04233 om in het Meerjarenprogramma inzichtelijk te maken welke specifieke middelen uit het fonds bijdragen aan Europese samenwerking. Verder doet het kabinet de toezegging aan de Eerste Kamer met het nummer T03431 af over subsidiebeleid bij verplichte investeringen.

maatvoering voor de ASB en de CO₂-heffing voor AVI's is te vinden in de Memorie van Toelichting van het wetsvoorstel Belastingplan 2027.

Ons kenmerk
KGG_DGKE / 108332372

Glastuinbouw

Om naast het restemissiedoel van 4,3 Mton in 2030 ook een transitiepad richting 2040 te ontwikkelen heeft het kabinet besloten het besluit over de herijking van het CO₂-tarief voor de glastuinbouw in het gesprek over 2040 te betrekken. Zo krijgt de sector voldoende langetermijn zekerheid voor de aanzienlijke investeringen die de transitie vergt. Tweemaal binnen korte tijd een nieuw tarief vaststellen geeft ongewenste onzekerheid. Conform het besluit uit voorjaar 2025 zal de AMvB voor de ETS2 opt-in worden voorbereid om voor het eind van het jaar in het Staatsblad te publiceren.¹³ Het kabinet heeft wel besloten om, conform eerdere afspraken, de glastuinbouwsector in 2027 gemiddeld genomen volledig te compenseren voor de meerkosten van de bijmengverplichting groen gas via een verlaging van de energiebelasting.¹⁴ De komende maanden, maar uiterlijk in het voorjaar van 2027 met het oog op 2028, zal besloten worden over de compensatie voor de ETS2 opt-in tot de hoogte van het te herijken CO₂-tarief en zal bezien worden in welke vorm de compensatie voor de bijmengverplichting het beste doorgezet kan worden.

Verduurzaming industrie en uitrol noodzakelijke infrastructuur

Om bedrijven in staat te stellen om te investeren in verduurzaming wil het kabinet een gelijk Europees speelveld creëren en een stabiel langetermijnbeleid voeren. Met het Coalitieakkoord zijn per 2028 t/m 2035 middelen vrijgemaakt om de elektriciteitskosten voor de industrie te verlagen, en daarmee het speelveld te verbeteren. Het kabinet voorziet besluitvorming over besteding van de envelop per 2028 in het voorjaar van 2027.¹⁵ Dit najaar zal het kabinet een kamerbrief sturen over de verschillende opties die tot nu toe in kaart zijn gebracht.

¹³ Kamerstuk 33043-114

¹⁴ Deze fiscale compensatie is in het wetgevingsproces als voorwaarde gesteld voor de invoering van de bijmengverplichting groen gas per 2027. Deze invoeringsdatum is afhankelijk van de behandeling in beide Kamers. Als de bijmengverplichting pas per 2028 inwerking treedt, dan vindt er in 2027 geen fiscale compensatie plaats en zal dit budgettair worden gecorrigeerd in de VJN2027. Hierbij is gerekend met een maximale meerprijs van groen gas op basis van de buy-out prijs die energieleveranciers in 2027 moeten betalen als ze (deels) niet aan de bijmengverplichting kunnen voldoen. In werkelijkheid zullen de kosten voor de glastuinbouwsector naar verwachting iets lager liggen. Op bedrijfsniveau zal de hoogte van de compensatie verschillen doordat het belaste energieverbruik verschilt per verbruiker.

¹⁵ Conform toezegging T007730 aan het lid Bontenbal tijdens het debat over de maatregelen die het kabinet neemt inzake de hoge energie- en brandstofprijzen van 22 april jl., heeft het kabinet gekeken of de envelop vervroegd kan worden naar 2027. Het kabinet heeft niet besloten om deze middelen naar voren te halen en doet daarmee de toezegging af.

Het kabinet heeft met deze augustusbesluitvorming middelen beschikbaar gesteld voor een nieuwe openstellingsronde van de Versnelde klimaatinvesteringen industrie (VEKI) voor 2027 en voor intensivering van de DEI+ regeling voor innovatieve klimaattechnologieën in de industrie. De € 77 miljoen voor de VEKI wordt gedekt door een ramingsbijstelling van de Indirecte Kostencompensatie (IKC-ETS), de middelen voor DEI+ worden overgeheveld vanuit het Klimaat- en Energiefonds.

Het kabinet maakt daarnaast middelen vrij voor een doorbraak in de ontwikkeling van de noodzakelijke infrastructuur die nodig is voor de energietransitie. Aramis is een belangrijk infrastructuurproject voor de opslag van CO₂ onder de Noordzee en levert een essentiële bijdrage aan de emissiereductie van de Nederlandse industrie en de uitrol van CCS-capaciteit. Door de onzekerheid in de markt over de tarieven en het moment van realisatie hebben verschillende bedrijven eerder hun SDE-beschikking ingeleverd, en is er op dit moment onvoldoende gecontracteerde vraag naar CO₂-opslag om een investeringsbesluit te nemen. Toch geven veel bedrijven aan dat CCS voor hen op de korte termijn de enige kosteneffectieve route naar CO₂-reductie is. De huidige situatie, waarin de emittenten en de opslag- en transportpartijen naar elkaar kijken om een besluit te nemen, is een kenmerk van een nieuwe complexe markt. Zonder overheidsingrijpen zijn de risico's voor alle partijen te groot voor een Final Investment Decision (FID). Om een finaal investeringsbesluit in de tweede helft van 2027 mogelijk te maken wordt aanvullend maximaal € 1,3 miljard gereserveerd voor de volloopgarantie van het transportgedeelte van de CCS-waardeketen. Deze volloopgarantie dekt het risico af dat de transportinfrastructuur in de eerste jaren onvoldoende wordt benut, waardoor de voorwaarden worden gecreëerd voor een positieve FID en de realisatie van het project. Een deel van de SDE-risicobuffer wordt ingezet om het vollooprisico af te dekken.

Daarnaast werkt het kabinet aan maatregelen voor de aanleg van het waterstofnetwerk. Voor een goed werkend waterstofsysteem heeft het kabinet de wens om extreem hoge transporttarieven in de beginjaren te voorkomen. Het spreiden van de kosten in de tijd, door middel van amortisatie, voorkomt (te) hoge transportkosten in de beginjaren. Hiervoor is een overheidsgarantie inclusief begrotingsreserve nodig. Het kabinet zal hiervoor komende periode verschillende maatregelen bezien, en hier dit najaar een besluit over nemen. Een andere randvoorwaarde voor een betrouwbaar waterstofnetwerk is het hebben van voldoende opslagcapaciteit. Daarom wordt uit het Klimaat- en energiefonds geld beschikbaar gesteld (€ 245 miljoen) voor de ontwikkeling van negen zoutcavernes voor de opslag van waterstof in Zuidwending Oost. Deze investering loopt samen met een positief besluit over de amortisatie van het netwerk.

Stikstofmaatregelen industrie

Als onderdeel van het aangekondigde maatregelpakket om Nederland weer in beweging te brengen heeft het kabinet € 125 mln. beschikbaar gesteld voor

stikstofmaatregelen in de industrie.¹⁶ € 84 mln. daarvan wordt beschikbaar gesteld om de bestaande tenderregeling voor nageschakelde technieken voort te zetten. Het doel is om daarmee met bovenwettelijke projecten ten minste 210.000 kg ammoniak te reduceren, uiterlijk in 2031. Daarnaast wordt € 41 mln. beschikbaar gesteld voor een tenderregeling die tot doel heeft om de uitstoot van stikstofoxiden bij bedrijven die zich in een zone rond een Natura 2000 gebied bevinden te verminderen. Het gaat daarbij om de zones die in kader van het brede stikstofpakket worden aangewezen. Doel van de regeling is om in 2031 400.000 kg NOx extra te reduceren en om daarmee een bijdrage te leveren aan de aanpak binnen de zones.

Tot slot is besloten om de prijsrisicobuffer van de SDE bij te stellen naar 10% in de meerjarenperiode. Dit heeft geen effect op de SDE-openstelling.

4. Voorjaar 2027

Het kabinet heeft zich gecommitteerd aan de klimaat- en energieopgave richting 2030, 2040 en 2050 en heeft aangegeven om in het voorjaar van 2027, indien nodig, aanvullende nationaal geborgde maatregelen hiervoor te nemen. Daarbij hebben we oog voor betaalbaarheid en handelingsperspectief. Eind dit jaar is er een beter beeld van de contouren van het Europese Beleid voor 2040, inclusief de herziening van het emissiehandelssysteem (ETS). Het kabinet spant zich in voor een ambitieus Europees klimaatpakket, omdat we zo negatieve klimaateffecten effectief bestrijden en weglek zoveel mogelijk voorkomen en weerbaarheid te vergroten. In het nationale beleid sluit het kabinet hier zoveel mogelijk bij aan. In deze kabinetsperiode moeten verschillende cruciale stappen worden gezet om op koers te blijven richting klimaatneutraliteit: om ondernemers, huishoudens en instellingen in staat te stellen om te verduurzamen, noodzakelijke infrastructuur tot stand te brengen en hierbij oog te houden voor kwetsbare huishoudens zodat die het kunnen meemaken én kunnen betalen. Daarbij put het kabinet ook uit de adviezen van het Nationaal Burgerberaad Klimaat.

Het kabinet heeft begin september goed gesproken in het Catshuis over hoe we Nederland weerbaar, concurrerend en duurzaam maken. Hierbij moeten we rekening houden met de huidige kaders, zoals de uitvoerbaarheid van maatregelen en budgettaire ruimte die nu beschikbaar is. Dit maakt scherpe keuzes noodzakelijk – niet alles kan direct, niet alles kan gelijktijdig, en niet voor alles zijn publieke middelen beschikbaar. Het kabinet zal komende tijd samen bepalen welke stappen verstandig zijn om nu te nemen. De recente Catshuissessie was hier een eerste stap in. Om als Europa en Nederland zowel weerbaarder als duurzamer te worden en kansen te benutten werkt het kabinet aan het langetermijn perspectief om op korte termijn knopen door te hakken.

5. Klimatrechtszaak Bonaire

¹⁶ Kamerstukken II 2025-2026, 36800-XIV nr. 87.

Op 28 januari 2026 heeft de rechtbank Den Haag uitspraak gedaan in de door Greenpeace Nederland aangespannen procedure over klimaatverandering op Bonaire.¹⁷ Het vonnis gaat over zowel klimaatmitigatie in Europees Nederland als klimaatadaptatie op Bonaire. Ten aanzien van mitigatie in Europees Nederland heeft de rechtbank de Staat bevolen om bindende emissiereductiedoelen voor de gehele economie in nationale regelgeving op te nemen, waaronder tussentijdse doelstellingen en trajecten voor de gehele periode tot 2050, en om de (resterende) emissieruimte voor Nederland inzichtelijk te maken. Voor zowel het opnemen van bindende emissiereductiedoelen in nationale regelgeving als het inzichtelijk maken van de (resterende) emissieruimte heeft de rechtbank een termijn van achttien maanden gesteld, dus uiterlijk 28 juli 2027.

De Staat heeft hoger beroep ingesteld tegen deze uitspraak bij het gerechtshof Den Haag (hierna: hof). Het vonnis is uitvoerbaar bij voorraad verklaard. Dit betekent dat de bevelen uit het vonnis direct moeten worden uitgevoerd, ondanks het ingestelde hoger beroep en het verzoek dat de Staat bij het hof heeft gedaan om de uitvoerbaar bij voorraadverklaring van het mitigatiebevel te schorsen. Het kabinet zet daarom de benodigde stappen om uitvoering te geven aan de rechterlijke bevelen.

Op het gebied van klimaatmitigatie in Europees Nederland betekent dit concreet dat het kabinet momenteel een wetsvoorstel voorbereidt tot wijziging van de Klimaatwet dat voldoet aan het vonnis. Uit het vonnis volgt dat het wetsvoorstel moet voorzien in bindende emissiereductiedoelen voor de gehele economie, waaronder tussentijdse emissiereductiedoelen voor de periode tot 2050, die voldoen aan de in VN-verband gemaakte afspraken. Gelijktijdig met het wetsvoorstel wordt de (resterende) emissieruimte inzichtelijk gemaakt. Bij de voorbereiding van het wetsvoorstel worden de effecten voor burgers, maatschappelijke organisaties en bedrijven meegewogen. Ook wordt bezien hoe het wetsvoorstel zo goed mogelijk aan kan sluiten bij de voorstellen van de Europese Commissie voor het klimaat- en energiepakket voor 2040. Zoals gebruikelijk bij het opstellen van wet- en regelgeving, wordt voorzien in een internetconsultatie, zodat iedereen de gelegenheid krijgt een zienswijze naar voren te brengen over het conceptwetsvoorstel. Het kabinet streeft ernaar om het conceptwetsvoorstel tot wijziging van de Klimaatwet in het vierde kwartaal van 2026 in consultatie te brengen.

Op het gebied van klimaatadaptatie zet het kabinet de nodige stappen om uiterlijk in 2030 een nationaal klimaatadaptatieplan te hebben en te implementeren om Nederland, waaronder Bonaire, weerbaarder te maken tegen de gevolgen van klimaatverandering. Het streven is om dit jaar de Nationale Klimaatadaptatiestrategie 2026 (NAS'26) vast te stellen. Deze omvat ook Caribisch Nederland. Recent heeft de ontwerp-NAS'26 ter inzage gelegen. De zienswijzen op dit ontwerp worden nu verwerkt. Het streven van het kabinet is om

¹⁷ Rb. Den Haag 28 januari 2026, ECLI:NL:RBDHA:2026:1344, ro. 12.2; Rb. Den Haag 18 maart 2026, ECLI:NL:RBDHA:2026:5739, ro. 2.3.

tegelijk met of kort na vaststelling van de definitieve NAS'26 met een nationaal uitvoeringsprogramma klimaatadaptatie te komen met daarin een overzicht van de Rijkinspanningen in Caribisch Nederland de komende jaren. Bij de totstandkoming van het uitvoeringsprogramma zal ook het Klimaatplan Bonaire worden meegenomen. Uw Kamer wordt hierover nader geïnformeerd door de minister van Infrastructuur en Waterstaat bij de aanbidding van de definitieve NAS'26.

Tot slot

Het Nederland van de toekomst gaat ons veel brengen. En we kunnen het waarmaken. Samen als land. Vanuit optimisme én realisme. Dit doen we door het doel voor ogen te houden, duidelijke keuzes te maken en te zorgen dat iedereen mee kan doen. Grote bedrijven, kleine ondernemers, maatschappelijke organisaties, mensen thuis en jongeren. Niet alles zal meteen overal lukken en soms vraagt het van het kabinet en de Kamer scherpe keuzes. Maar zolang we aan de slag blijven en bijsturen waar nodig, komen we stap voor stap dichterbij ons eindbeeld: een weerbaar, duurzaam en concurrerend Nederland.

Hoogachtend,

Stientje van Veldhoven-van der Meer
Minister van Klimaat en Groene Groei

Jo-Annes de Bat
Staatssecretaris van Klimaat en Groene Groei



Visie Opschaling Aanbod Duurzame Koolstofdragers

Inhoud

Samenvatting	3
Overzicht acties	6
1 Doel en afbakening	11
1.1 Aanleiding en doelstelling	12
1.2 Urgentie en onderbouwing rol van de Rijksoverheid	13
1.3 Scope en opbouw	14
2 Koolstofbehoefte richting 2050	16
2.1 Totale koolstofbehoefte	17
2.2 Vraag per type duurzame koolstofbron	20
2.3 Vraag per type duurzame koolstofdrager	21
3 Beschikbaarheid duurzame koolstofbronnen	25
3.2 Biograndstoffen	27
3.3 Koolstofhoudend recyclebaar afval	34
3.4 Niet-fossiele CO ₂	37
4 Binnenlandse productiecapaciteit duurzame koolstofdragers	42
4.1 Huidige situatie productiecapaciteit in Nederland	43
4.2 Gewenste ontwikkelrichting productiecapaciteit in Nederland	45
4.3 Bestaand beleid gericht op opschaling productiecapaciteit	47
4.4 Knelpunten en beleidsinzet voor de opschaling van binnenlandse productiecapaciteit	49
5 Verbeteren van importmogelijkheden	51
5.1 Visie op import van duurzame koolstofdragers	52
5.2 Huidige situatie en kansen voor import richting 2050	56
5.3 Bestaand beleid	63
5.4 Inzet op het verbeteren van importmogelijkheden	65
6 Borging energie- en grondstoffenzekerheid	69
Bijlagen	71
Bijlage 1 - Overzicht huidig beleid per sector	72
Bijlage 2 - Toelichting aannames koolstofbehoefte per sector	74
Bijlage 3 - Toelichting aannames aanbod duurzame koolstofbronnen	80
Bijlage 4 - Overzicht productieroutes duurzame koolstofdragers	82
Bijlage 5 - Productiefaciliteiten voor hernieuwbare brandstoffen in Nederland	83
Bijlage 6 - Standaarden en certificering	84
Bijlage 7 - Lijst van gebruikte termen	86



Samenvatting

Duurzame koolstofdragers vormen een essentieel onderdeel van de energie- en grondstoffentransitie, omdat zij het gebruik van fossiele grondstoffen verminderen. Hoewel het energiesysteem verschuift naar koolstofvrije energiedragers zoals elektriciteit, warmte en waterstof, blijft er in bepaalde sectoren – met name de luchtvaart, scheepvaart en chemische industrie – een structurele vraag naar koolstof bestaan. Daarnaast ontwikkelt koolstofverwijdering zich als een nieuwe vraagsector voor duurzame koolstof. Door koolstof uit duurzame bronnen zoals duurzame biogrondstoffen, secundaire grondstoffen en niet-fossiele CO₂ te benutten, wordt bijgedragen aan de transitie naar een klimaatneutrale en circulaire economie. Tegelijkertijd versterkt dit de strategische autonomie door de afhankelijkheid van fossiele brand- en grondstoffen te verkleinen.

De Visie Opschaling Aanbod Duurzame Koolstofdragers is een uitwerking van het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE). Het NPE hanteert voor de koolstofketen twee uitgangspunten:

1. Beperk de totale omvang van de vraag naar duurzame koolstofdragers, door waar mogelijk in te zetten op alternatieven.
2. Maximaliseer het aanbod aan duurzame koolstofdragers (binnenlands en import).

Voor veel energetische toepassingen zal in de toekomst overgestapt worden op koolstofvrije energiedragers, met name elektriciteit en in mindere mate waterstof en warmte. Het kabinet zet onverminderd in op de ontwikkeling van de elektriciteits-, warmte- en waterstofketen: in het Nationaal Plan Energiesysteem wordt deze inzet nader toegelicht. Zo wordt invulling gegeven aan het eerste uitgangspunt.

Met deze visie geeft het kabinet richting aan het tweede uitgangspunt: het opschalen van het aanbod aan duurzame koolstofdragers. Daarbij gaat het om dragers als groen gas, bio-methanol en synthetische kerosine, maar ook om de grondstoffen die nodig zijn voor de productie ervan. De koolstofketen kenmerkt zich door een grote heterogeniteit van koolstofbronnen, verwerkingsstappen en eindproducten. Deze visie beschrijft hoe het benodigde aanbod aan duurzame koolstofdragers in samenhang kan worden vergroot. Welke dragers precies waar en in welke mate zullen worden ingezet, is voornamelijk onzeker en wordt door de voorgestelde acties de komende jaren steeds concreter in beeld gebracht.

Deze visie biedt een overzicht van lopende en aanvullende beleidsinzet op onderdelen van de koolstofketen. In het najaar van 2026 verschijnen de *Nationale Biograndstoffenstrategie* en de *Toekomstvisie Brandstoffen- en Chemiegrondstoffenproductie*, die beiden belangrijke bouwstenen van deze visie vormen. Voor biograndstoffen, op korte en middellange termijn de belangrijkste bron van duurzame koolstof, is het Duurzaamheidskader Biograndstoffen richtinggevend: het kabinet streeft naar een zo hoogwaardig mogelijke toepassing van biograndstoffen; voor laagwaardige toepassingen wordt gestuurd op afbouw. Daarnaast wordt voortgebouwd op verschillende beleidstrajecten, zoals het *Nationaal Programma Circulaire Economie*, het *Circulair Materialen Plan*, de *Visie op Duurzame Koolstof in de Chemische Industrie* en de *Routekaart Koolstofverwijdering*.

Het kabinet voorziet dat er vanuit verschillende sectoren vraag zal zijn naar duurzame koolstofdragers. Daarbij gaat het in de eerste plaats om de vraag naar duurzame koolstofdragers voor energetische inzet, zoals de inzet voor brandstoffen voor (internationale) mobiliteit. Daarnaast wordt gekeken naar de vraag naar duurzame koolstofdragers als

grondstof voor de verwerkende industrie, waaronder de raffinagesector en de chemie. Ook komt ook de vraag naar niet-fossiele CO₂ aan bod, zowel voor de productie van synthetische koolstofdragers en het gebruik als meststof in de glastuinbouw, als voor de invulling van de behoefte aan koolstofverwijdering via uiteenlopende routes zoals BioCCS en DACCS.

Het ontwikkelen van toeleveringsketens die kunnen voorzien in de stijgende vraag naar duurzame koolstofdragers vergt een actieve rol van de overheid. Het kabinet beschouwt het creëren van de vraag als een cruciale randvoorwaarde, maar erkent dat er meer nodig is om het aanbod op een verantwoorde manier op te schalen. Deze visie brengt daarom in kaart welke inzet op de verschillende schakels van de keten nodig is. Het gaat hierbij om:

1. **Het mobiliseren en vergroten van het binnenlandse aanbod aan duurzame koolstofbronnen**, zoals duurzame biograndstoffen, secundaire grondstoffen en niet-fossiele CO₂. Het kabinet beoogt hierbij binnen de bandbreedte te blijven van het aanbod dat duurzaam in Europa beschikbaar is¹.
2. **Het vergroten van de binnenlandse productiecapaciteit van duurzame koolstofdragers**, zodat duurzame koolstofbronnen of duurzame energierijke bouwstenen kunnen worden omgezet in eindproducten.
3. **Het verbeteren van importmogelijkheden** van duurzame koolstofbronnen, duurzame energierijke bouwstenen en eindproducten en het aanjagen van internationaal aanbod.

Voor **(1) het mobiliseren en vergroten van het binnenlands aanbod aan duurzame koolstofbronnen**, constateert het kabinet dat gezien beperkte beschikbaarheid voorlopig alle bronnen van duurzame koolstof (biograndstoffen, koolstofhoudend recyclebaar afval en niet-fossiele CO₂) nodig zijn om in de stijgende behoefte te kunnen voorzien.

Biograndstoffen zijn nodig voor voedsel, materialen én energie en overstijgen daarmee de scope van het energiesysteem. Een integrale aanpak is noodzakelijk: vraag en aanbod moeten in samenhang worden gezien, over alle toepassingen heen. De *Nationale Biograndstoffenstrategie* biedt hiervoor het kader en vormt de basis voor het Nederlandse beleid om het aanbod aan biograndstoffen stap voor stap beter af te stemmen op een veranderende vraag. Duurzaamheid en cascadering, zoals uitgewerkt in het Duurzaamheidskader Biograndstoffen (2020), staan daarbij centraal. In deze visie wordt in hoofdstuk 3 toegelicht hoe de Biograndstoffenstrategie zich verhoudt tot het energiesysteem.

¹ PBL (2024) gaat er vanuit dat qua volumes Europa in zijn eigen vraag naar biograndstoffen moet kunnen voorzien (wat niet betekent dat er geen handel tussen EU en derde landen plaats kan vinden). Een fair share berekening op basis van GDP (in termen van Purchasing Power Parity) laat zien dat de EU28 recht heeft op ongeveer 10% van de wereldwijd beschikbare biograndstoffen (7,3 tot 19,4 J), wat binnen dezelfde range ligt als het duurzame potentieel uit de EU zelf (9 tot 16 EJ). [Beschikbaarheid biograndstoffen in Nederland en de Europese Unie](#).

Met onder andere het *Nationaal Programma Circulaire Economie* en het *Circulair Materialen Plan* wordt stevig ingezet op het vergroten van de beschikbaarheid van **koolstofhoudend recyclebaar afval**, dat via mechanische en chemische recycling tot circulaire grondstoffen kan worden verwerkt. Er wordt onder andere ingezet op verbetering van het inzamelsysteem, op ambitieuze Europese eisen aan recyclelaar en recyclebaarheid, en door te pleiten voor Europese einde-afvalcriteria.

Naast biograndstoffen en secundaire koolstofdragers wordt **niet-fossiele CO₂** richting 2050 een belangrijke bron van duurzame koolstof. Hieronder vallen biogene CO₂, afgevangen bij de verbranding of verwerking van biograndstoffen, atmosferische CO₂ uit de lucht (DAC) en oceanische CO₂ uit water (DOC). Het kabinet zet in op het creëren van randvoorwaarden voor maximale afvang van biogene CO₂ bij processen waar deze anders direct in de atmosfeer zou verdwijnen. Daarnaast wordt ingezet op de ontwikkeling en opschaling van technologie voor CO₂-afvang uit lucht en water.

Ten aanzien van **(2) het vergroten van de binnenlandse productiecapaciteit voor duurzame koolstofdragers** concludeert het kabinet dat duurzame koolstofbronnen en duurzame energierijke bouwstenen via diverse routes kunnen worden omgezet in een breed scala aan duurzame koolstofdragers. Het kabinet is van mening dat de ontwikkeling van verwerkingscapaciteit in Nederland essentieel is om de weerbaarheid en het toekomstige verdienvermogen van de keten te versterken, en daarmee de leveringszekerheid voor eindgebruikers in de mobiliteits- en transportsector – met name de internationale lucht- en scheepvaart – te waarborgen. Daarnaast biedt deze opbouw synergieën voor de verduurzaming van het grondstoffengebruik in de chemische industrie. Het kabinet stimuleert de opschaling van productiecapaciteit onder meer door de productie van geavanceerde bio- en e-SAF te ondersteunen met middelen uit het Klimaatfonds, en onderzoekt of de productie van hernieuwbare brandstoffen voor de internationale sectoren kan worden opgenomen in de SDE++.

Tot slot wordt **(3) het verbeteren van importmogelijkheden van duurzame koolstofbronnen, duurzame energierijke bouwstenen en eindproducten** noodzakelijk geacht, omdat zelfs met grote inspanningen om het binnenlandse aanbod te vergroten dit naar verwachting onvoldoende zal zijn om aan de toekomstige vraag te voldoen. Nederland beschikt immers over beperkte binnenlandse biograndstoffen en ook het aanbod aan recyclebaar afval schiet tekort. Bovendien ligt grootschalige productie van synthetische koolstofdragers op basis van CO₂ en waterstof in Nederland niet voor de hand, terwijl e-SAF productie op basis van geïmporteerde methanol wel kansrijk wordt geacht. Het is dan ook waarschijnlijk dat de invulling van de duurzame koolstofvraag, net als de huidige fossiele koolstofvraag, grotendeels op import zal steunen. Daarbij kiest het kabinet voor diversificatie en het spreiden van herkomst, om de leveringszekerheid te vergroten en afhankelijkheden te beperken. De diversiteit aan biograndstoffen (waaronder reststromen, landbouwresiduen,

afval) maakt bevoorradingsketens robuuster. Daarnaast kunnen duurzame koolstofbronnen en -dragers geïmporteerd worden uit een bredere groep aan landen, wat fundamenteel anders is dan de huidige concentratie op een beperkt aantal olieproducerende landen.

Hoewel de ontwikkeling van importketens primair een taak is voor private partijen, heeft de overheid een belangrijke rol in het borgen van publieke belangen als betaalbaarheid, duurzaamheid en strategische autonomie. Daarnaast dient de overheid de juiste randvoorwaarden te scheppen, onder meer op het gebied van standaarden en certificering om duurzaamheid te borgen. Nederland heeft een goede uitgangspositie om duurzame koolstofdragers te importeren, te verwerken en te distribueren. Ons land vervult een unieke rol in internationale energie- en chemische toeleveringsketens, dankzij omvangrijke havenfaciliteiten, sterke industriële clusters en een diepe verwevenheid met internationale handelsstromen. Met deze visie zet het kabinet stappen om de gunstige uitgangspositie te benutten en versterken en de importketens voor duurzame koolstofdragers verder te ontwikkelen.



Overzicht acties

Onderstaande tabel geeft een overzicht van alle acties uit deze visie. Nieuwe acties zijn onderhevig aan besluitvorming en dienen binnen de budgettaire kaders te passen.

Paragraaf 3.2: Acties gericht op het aanpassen en vergroten van de beschikbaarheid van biograndstoffen.			
	Knelpunt	Actie	Termijn (startdatum)
1	In nationaal beleid is er nog onvoldoende sturing op hoogwaardige, intelligente inzet van biograndstoffen en het aanpassen en vergroten van het aanbod.	Vertaal de Nationale Biograndstoffenstrategie naar een uitvoeringsagenda met concrete doelen en beleidsinterventies waarop het kabinet de komende jaren wil inzetten.	2027
2	Er is onvoldoende zicht op de ontwikkeling van het Europese aanbod aan duurzame biograndstoffen en de vraag vanuit EU-lidstaten.	Onderzoek de mogelijkheden voor monitoring van het aanbod van en de vraag naar biograndstoffen in Europees verband.	Nader te bepalen.
3	Er is geen overkoepelend beeld van het biograndstoffengebruik in Europa, waardoor het onbekend is of het EU biograndstoffenbeleid optelt tot het aandeel dat Europa volgens <i>fair share</i> principes naar zich toe mag trekken.	Roep de Europese Commissie op om bij het ontwikkelen van nieuw biograndstoffenbeleid de check te doen of dit past binnen de bandbreedtes van het aanbod dat op basis van <i>fair share</i> principes voor Europa beschikbaar is.	2026

Paragraaf 3.3: Acties gericht op het vergroten van het aanbod koolstofhoudend recyclebaar afval.			
	Knelpunt	Actie	Termijn (startdatum)
4	Nog relatief veel (potentieel recyclebaar) afval eindigt in verbrandingsinstallaties.	Maatregelen verkennen om het Nederlandse inzamelsysteem verder te verbeteren en te standaardiseren.	2026
5	Nog niet alle producten zijn ontworpen om gerecycled te kunnen worden (circulair ontwerp).	Ambitieuze inzet op recycclaats- en recyclebaarheidseisen onder de Ecodesign Verordening en Europese productspecifieke wetgeving.	Lopend
6	Onvoldoende specifieke kaders voor de afvalstatus-beoordeling om te komen tot circulair gebruik voor de bedrijven die afvalstoffen als grondstof willen gebruiken.	Inzet op Europese einde-afvalcriteria, onder andere in aanloop naar de <i>Circular Economy Act</i> .	Lopend
7	Afvalstromen zijn vaak onvoldoende beschikbaar als feedstock voor mechanische, fysische en/of chemische recyclers, zowel wat betreft consistente kwaliteit als volume.	Op Europees niveau inzetten op het realiseren en faciliteren van afvalstromen met voldoende consistente kwaliteit én volume als feedstock voor recycling.	Lopend

Paragraaf 3.4: Acties gericht op het vergroten van het aanbod aan niet-fossiele CO ₂ .			
	Knelpunt	Actie	Termijn (startdatum)
8	SDE++-subsidie stelt eisen aan de toepassing van CO ₂ gedurende de looptijd. Gebrek aan flexibiliteit kan belemmerend werken.	Voor de openstelling van 2027 wordt PBL gevraagd advies te geven over het bieden van meer flexibiliteit om (gedurende de looptijd) te variëren in de verhouding tussen levering aan de glastuinbouw en CCS.	2027
9	DAC en DOC zijn nog in ontwikkeling en kennen vooralsnog een relatief hoog energie- en ruimtegebruik, en mede daardoor hoge kosten.	Openstellingen van de DEI+ en MOOI in 2026 (beschikking subsidies eind 2026) om technologieontwikkeling te stimuleren.	Lopend

	Knelpunt	Actie	Termijn (startdatum)
10, 11	Onzekerheid over of er voldoende aanbod aan koolstofverwijdering zal ontstaan.	Onderzoek naar het realistisch potentieel van verschillende koolstofverwijderingsmethoden in Nederland in 2040.	2026
		Mogelijk aanvullend beleid koolstofverwijdering bij de voorjaarsbesluitvorming klimaat.	2027
12	Binnen de ETS-regelgeving is administratieve toerekening van de biogene CO ₂ -fractie uit gemengde stromen niet mogelijk, wat een belemmering oplevert voor de opschaling van het aanbod aan niet-fossiele CO ₂ en bijbehorende infrastructuur.	Inzet op EU niveau om de bioswap mogelijk te maken zonder integriteit ETS aan te tasten.	Lopend
13	AVI's worden geconfronteerd met investeringsonzekerheid rondom verduurzaming, als gevolg van onduidelijkheid over de technische uitwerking van de plastic heffing (structureel ca. €567 miljoen vanaf 2028 ²).	Besluitvorming over de alternatieve invulling van de huidige technische dekking voor het niet doorgaan van de plastic heffing.	Prinsjesdag 2026

Hoofdstuk 4: Acties gericht op het opschalen van de binnenlandse productiecapaciteit voor biogene, synthetische en secundaire koolstofdragers.

	Knelpunt	Actie	Termijn (startdatum)
14	Europese productie kan moeilijk concurreren met goedkopere import van elders.	Via Europees beleid inzetten op een gelijk speelveld.	Lopend
15, 16	De technologieën voor geavanceerde biobrandstoffenproductie zijn nog niet op commerciële schaal beschikbaar en kennen bovendien een hoog risicoprofiel.	Ondersteun de verdere ontwikkeling en opschaling van technologieën voor de productie van duurzame koolstofdragers via innovatiesubsidies zoals de DEI+.	Lopend
		Onderzoek de mogelijkheid om de NIKI te verruimen naar duurzame brandstofproductie.	Nader te bepalen.
17	Het mobiliseren van private financiële middelen gaat moeizaam, niet door gebrek aan privaat kapitaal, maar vanwege de risico's op projectfinanciering.	Onderzoek de mogelijkheden voor het benutten van de nieuwe Nationale Investeringsinstelling.	Nader te bepalen.
18	Investerings in nieuwe fabrieken voor duurzame brandstoffen komen moeilijk van de grond door de hoge ontwikkelkosten en CAPEX, met name voor innovatieve fabrieken voor geavanceerde biobrandstoffen en synthetische brandstoffen.	Stimuleer de opschaling van geavanceerde bio-SAF en e-SAF met middelen uit het Klimaatfonds (300 miljoen euro).	2026
19	Op dit moment kan er alleen SDE++-subsidie verstrekt worden voor de productie van hernieuwbare brandstoffen voor binnenlandse mobiliteit, waardoor de productie van geavanceerde hernieuwbare brandstoffen voor de internationale lucht- en zeevaart niet in aanmerking komt.	Verken de haalbaarheid en wenselijkheid van uitbreiding van de SDE++ voor de productie van geavanceerde hernieuwbare brandstoffen voor de lucht- en zeevaart.	2026

	Knelpunt	Actie	Termijn (startdatum)
20	De luchtvaartsector is terughoudend met het afsluiten van afnamecontracten voor SAF, als gevolg van prijsonzekerheden en investeringsrisico's.	Verken binnen de eSAF Early Movers Coalition de mogelijkheden voor een gezamenlijke pilot met dubbelzijdige veilingen. Dit mechanisme bevordert prijstransparantie en verlaagt de drempel voor afnamecontracten, waardoor vraag en aanbod beter op elkaar kunnen worden afgestemd.	2026
21	Er ontbreken geharmoniseerde criteria voor toegestane biograndstoffen voor de productie van geavanceerde brandstoffen.	Pleit op Europees niveau voor realistische criteria voor biograndstoffen waar deze nog ontbreken, om zo verschillen tussen de inzetbaarheid van grondstoffen tussen lidstaten zoveel mogelijk te beperken.	Lopend
22	De beschikbaarheid van binnenlandse biograndstofstromen is beperkt. Daarnaast zijn productie- en verwerkingstechnologieën voor geavanceerde biograndstoffen nog onvoldoende ontwikkeld.	Onderzoek als uitwerking van de Nationale Biograndstoffenstrategie de mogelijkheid om een grondstofontwikkelprogramma voor brandstoffen op te zetten, gericht op het ontwikkelen van waardeketens voor nieuwe grondstofstromen (waaronder tussengewassen en energiegewassen).	Nader te bepalen.

Hoofdstuk 5: Acties gericht op het verbeteren van importmogelijkheden.

	Knelpunt	Actie	Termijn (startdatum)
23, 24	Een liquide (mondiale) markt voor duurzame koolstofdragers kan alleen ontstaan als wereldwijd ook de vraag naar duurzame koolstofdragers toeneemt.	Roep de Europese Commissie op om duurzame koolstof te stimuleren via vraagcreatie-instrumenten en geef hier verder vorm aan, onder meer door voorstellen te formuleren binnen de <i>Critical Chemicals Alliance</i> .	Lopend
		Geef vorm aan mondiale samenwerking ter bevordering van het gebruik van duurzame koolstof in de chemische industrie (gestart op COP30).	Lopend
25	Een samenhangend overzicht van potentiële exportlanden en een strategische aanpak voor energiediplomatie gericht op duurzame koolstofdragers ontbreken nog.	Inzetten op energiediplomatie voor duurzame koolstofdragers door dit mee te nemen in een verbreding van de bestaande inzet op importbeleid voor waterstof.	2026
26	Duurzame opschaling van biograndstoffen wordt bemoeilijkt door de geografische versnippering van het aanbod, de lage intrinsieke waarde en het ontbreken van biogebaseerde commodities.	Zet op Europees en mondiaal niveau in op commodityvorming middels standaardisering en certificering van biogene grondstoffen, duurzame energierijke bouwstenen en eindproducten.	Lopend
27	De Europese interne markt voor groen gas wordt belemmerd doordat Europese regelgeving en lidstaten niet eenduidig omgaan met de emissiestatistiek van groen gas.	Zet in op het harmoniseren van nieuwe beleidsinstrumenten op het gebied van emissiestatistiek (bijv. de <i>Effort Sharing Regulation</i> na 2030) en op een Europese aanpak voor de uitwisseling van groen gas-certificaten tussen lidstaten (via de <i>Union Database (UDB)</i>), zodat het risico op dubbeltellingen vermindert en lidstaten de emissiestatistiek voor groen gas op dezelfde manier verwerken.	2026

	Knelpunt	Actie	Termijn (startdatum)
28	Door het ontbreken van fysieke traceerbaarheid kan SAF die vervoerd wordt door het CEPS nog niet worden meegeteld voor de verduurzamingsdoelstellingen in de luchtvaartsector.	Ga na publicatie van de wetswijziging van de Europese Commissie na in hoeverre de aanbevelingen uit het onderzoek naar de implementatie van een administratief systeem aansluiten bij deze wetswijziging.	2026

Hoofdstuk 6: Acties gericht op borging energie- en grondstoffenzekerheid.

	Knelpunt	Actie	Termijn (startdatum)
29	Transitie van fossiele naar duurzame koolstofdragers vraagt om nieuwe inzet voor het borgen van energiezekerheid.	Verkennen per wanneer vitale functies afhankelijk worden van enkel duurzame koolstofdragers, waardoor op termijn mogelijk back-up voorzieningen gewenst zijn.	Nader te bepalen.



ALL
THE TO ZERO
WAY

1

Doel en afbakening

1.1 Aanleiding en doelstelling

Duurzame koolstofdragers zijn cruciaal voor een klimaat-neutraal energiesysteem. Het Nationaal Plan Energiesysteem beschrijft de kabinetsvisie om te komen tot een klimaat-neutraal energiesysteem in 2050, met als streven het fossiele koolstofgebruik te minimaliseren. Dit betekent dat er een substantiële behoefte blijft aan duurzame koolstof voor sectoren die in 2050 nog niet kunnen overstappen op koolstofvrije alternatieven zoals elektriciteit, warmte en waterstof. Zowel biogene, secundaire als synthetische koolstofdragers spelen een rol. De beschikbaarheid van biogene en secundaire koolstofdragers is beperkt. Voor synthetische koolstofdragers bestaat grote onzekerheid over de ontwikkeling van beschikbaarheid en kosten, zowel binnen het energiesysteem als op de wereldmarkt. Dit hangt immers sterk af van de beschikbaarheid van niet-fossiele CO₂ en waterstof, waar synthetische koolstofdragers uit geproduceerd worden. Het NPE laat zien dat als sluitstuk voor een klimaatneutraal Nederland in 2050 enige mate van koolstofverwijdering noodzakelijk zal zijn. Dit wordt toegelicht in de Routekaart Koolstofverwijdering³. Koolstofverwijdering kan via diverse routes worden gerealiseerd, maar omdat het potentieel van natuurlijke routes (zoals bossen en bodems) in Nederland beperkt is, is er een belangrijke rol weggelegd voor de vastlegging (bijv. door ondergrondse opslag) van niet-fossiele CO₂. Niet-fossiele CO₂ kan vrijkomen als restproduct bij de verbranding of verwerking van biograndstoffen, of worden afgevangen uit de lucht en water.

Vanwege de toenemende behoefte aan duurzame koolstofdragers voor zowel het energiesysteem als ten behoeve van koolstofverwijdering zijn in het NPE de volgende uitgangspunten geformuleerd:

1. Beperk de totale omvang van de vraag naar (duurzame) koolstofdragers

- Stuur op efficiënte inzet van duurzame koolstofdragers door koolstofhoudende energiedragers te vervangen met koolstofvrije energiedragers wanneer koolstof niet essentieel is.
- Reduceer en verduurzaam blijvende vraag naar koolstofdragers voor (bunker)brandstoffen en de chemische industrie.
- Ga door met het reduceren van fossiele uitstoot, en beperk daarmee de hoeveelheid restemissies en de bijbehorende noodzaak tot koolstofverwijdering (mede door het gebruik van fossiele grondstoffen te minimaliseren).

2. Maximaliseer het aanbod aan duurzame koolstofdragers

- Maximaliseer zowel het binnenlandse productiepotentieel aan duurzame koolstofdragers als de benutting van het potentieel.
- Stel een importstrategie op.

Deze visie geeft invulling aan het tweede uitgangspunt en beantwoordt daarmee de vraag hoe de Rijksoverheid streeft naar het maximaliseren van het aanbod aan duurzame koolstofdragers. Via de ontwikkeling van de elektriciteits-, waterstof- en warmteketen wordt gewerkt aan het beperken van de omvang van de vraag naar (duurzame) koolstofdragers. Ook energiebesparing en het beperken van de hoeveelheid restemissies en daarmee de behoefte aan koolstofverwijdering is onverminderd belangrijk om het gebruik van fossiele koolstofdragers richting 2050 te kunnen minimaliseren, maar is niet de focus van dit document.

Wat zijn duurzame koolstofdragers?

Duurzame koolstofdragers is de verzamelnaam voor een heterogene groep koolstofhoudende grondstoffen en energiedragers. Binnen de koolstofketen spreken we van koolstofdragers als verzamelnaam voor allerlei typen koolwaterstoffen (bevatten zowel koolstof (C) als waterstof (H)), maar ook CO en CO₂. Voorbeelden zijn diesel, benzine, kerosine, methanol, ethanol, groen gas, pyrolyseolie en houtpellets, allemaal met een eigen chemische samenstelling en andere eigenschappen. Afhankelijk van de herkomst van de energie in deze dragers onderscheiden we fossiele, biogene, secundaire en synthetische varianten. Zo bestaat er fossiele methanol op basis van fossiele grondstoffen, biogene methanol op basis van biograndstoffen, secundaire methanol op basis van afval, en synthetische methanol op basis van niet-fossiele CO₂ en hernieuwbare waterstof. Aan biogene koolstofdragers ligt bovendien een grote diversiteit aan biograndstoffen ten grondslag, waaronder houtige biomassa, suikers, gebruikte oliën en vetten, evenals mest, gft en andere reststromen. Om te kunnen sturen op aanbodontwikkeling van duurzame koolstofdragers is het van belang om onderscheid te maken in de behoefte aan verschillende dragers en het aanbod aan de verschillende typen grondstoffen waaruit deze koolstofdragers geproduceerd kunnen worden.

3 [Routekaart Koolstofverwijdering](#)

1.2 Urgentie en onderbouwing rol van de Rijksoverheid

Het vergroten van het aanbod aan duurzame koolstofdragers is essentieel voor de transitie naar een klimaatneutrale en circulaire economie én draagt bij aan het afbouwen van risicovolle strategische afhankelijkheden van olieproducerende landen.

De opschaling van het aanbod aan duurzame koolstofdragers komt echter onvoldoende tot stand via marktwerking alleen. Het kabinet kiest daarom voor een sturende rol bij de opschaling van het aanbod. Deze keuze wordt hieronder onderbouwd, evenals de wijze waarop de overheid haar rol opvat.

De blokkade van de Straat van Hormuz en de oorlog in het Midden-Oosten hebben opnieuw blootgelegd hoe kwetsbaar Europa is door haar afhankelijkheid van geïmporteerde fossiele brand- en grondstoffen. Voor veel energetische toepassingen zal in de toekomst overgestapt worden op koolstofvrije energiedragers, met name elektriciteit en in mindere mate waterstof en warmte. Desondanks zal in een klimaatneutraal 2050 ook nog een aanzienlijke vraag bestaan naar koolstofdragers, die dan zoveel mogelijk met duurzame in plaats van fossiele bronnen moet worden ingevuld. Met haar sterke industriële clusters heeft Nederland een goede uitgangspositie om een leidende rol te spelen in de Europese voorziening van duurzame brandstoffen en chemiegrondstoffen.

Duurzame koolstofdragers kennen een diverse grondstoffenbasis (waaronder biogene reststromen, landbouwresiduen, recyclebaar afval), wat de bevoorradingsketen inherent robuuster maakt. Lokale productie op basis van Europese reststromen verkleint de import-afhankelijkheid direct. Wat lokaal geproduceerd wordt, is niet vatbaar voor geopolitieke verstoringen elders. Import van duurzame energierijke bouwstenen uit een brede groep landen spreidt het resterende importrisico. Dit is fundamenteel anders dan de huidige concentratie op een beperkt aantal olieproducerende landen.

Opschaling van het aanbod aan duurzame koolstofdragers komt echter onvoldoende tot stand, onder andere doordat vraag en aanbod niet vanzelf op elkaar aansluiten.

Producenten investeren pas bij voldoende vraag, terwijl gebruikers pas overstappen bij voldoende aanbod. Dit klassieke kip-ei-probleem zorgt ervoor dat beperkt aanbod de vraag doet afnemen of verschuiven — wat in veel gevallen betekent dat er langer op fossiele brand- en grondstoffen wordt geleund, al dan niet in combinatie

met CCS. Omgekeerd kan onzekerheid over de vraag leiden tot onvoldoende investeringen in productiecapaciteit.

Zonder voldoende opschaling van het aanbod lopen de lucht- en scheepvaartsector het risico de bijmeng- en emissiereductieverplichtingen niet na te kunnen komen.

ReFuelEU Aviation en FuelEU Maritime verplichten het gebruik van duurzame brandstoffen in de luchtvaart en het reduceren van emissies in de scheepvaart. Op korte termijn is er voldoende aanbod om aan de mandaten te voldoen, maar zonder voldoende opschaling van productiecapaciteit of import van duurzame koolstofdragers kunnen deze sectoren de snel oplopende bijmengpercentages en emissiereductieverplichtingen op middellange termijn niet halen en hun internationale klimaatverplichtingen niet nakomen.

De opbouw van aanbodketens vergt, zowel voor binnenlandse productie als voor import, een langdurige voorbereiding. Tot 2035 kan de verwachte vraag op basis van huidige beleid worden ingevuld met relatief eenvoudige productieroutes. Daarna zijn de geavanceerdere routes voor biogene en synthetische koolstofdragers nodig, waarvoor de opschaling meer tijd vergt.

Zonder voldoende vraag schaalst het aanbod niet op; vraagcreatie staat daarom voorop. In het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE) is vraagcreatie voor duurzame koolstofdragers als belangrijke voorwaarde gepresenteerd. Wanneer er voldoende prikkel ontstaat om fossiele brand- en grondstoffen te vervangen door duurzame alternatieven, geeft dat ook een impuls aan de opschaling van het aanbod. Doordat de Nederlandse, Europese én mondiale vraag naar duurzame koolstofdragers momenteel nog beperkt is, blijft ook het aanbod laag. Dit wordt geïllustreerd door het recente uitstel en afstel van meerdere initiatieven voor biobrandstoffenproductie⁴. Het kabinet blijft daarom inzetten op instrumentarium dat de vraag stimuleert, onder meer door op Europees niveau te pleiten voor vraagcreatie in de chemie, omdat hiervan momenteel nog maar zeer beperkt sprake is⁵.

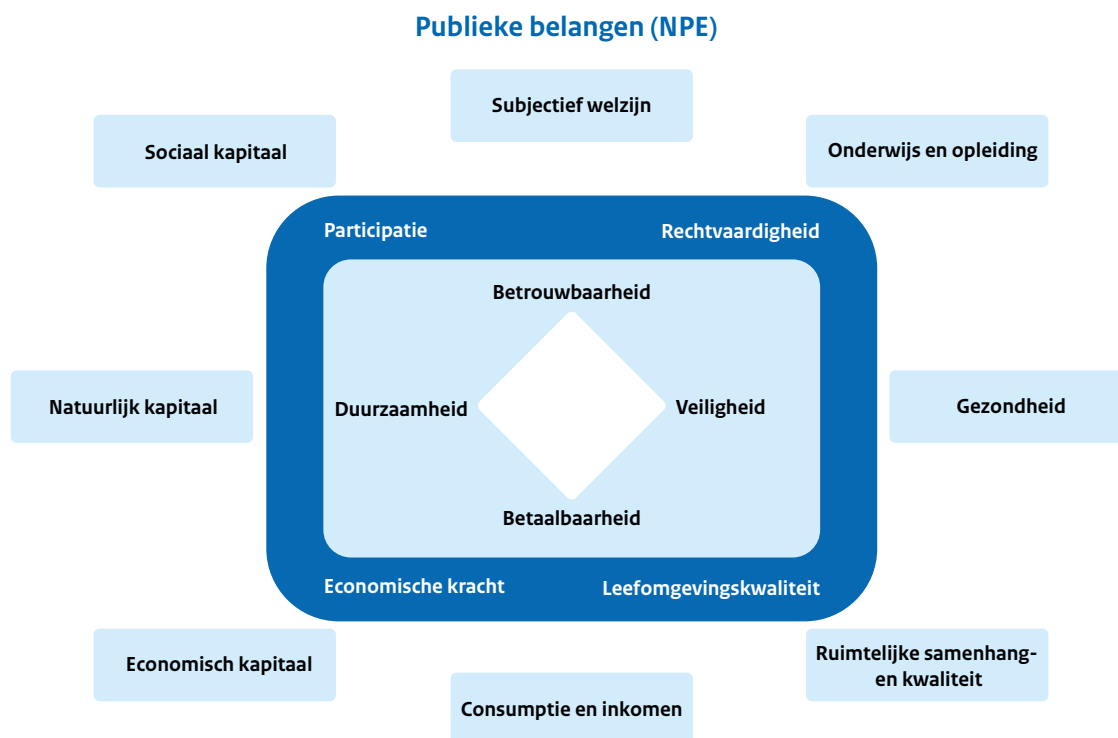
Tot slot heeft de Rijksoverheid de taak om de juiste randvoorwaarden te scheppen zodat de markt optimaal kan functioneren én publieke belangen worden geborgd. De publieke belangen die in het Nationaal Plan Energiesysteem centraal staan⁶ (waaronder leveringszekerheid, strategische autonomie, klimaatdoelen en circulaire ambities – zie figuur 1) zijn met vraagcreatie alleen niet gewaarborgd. Zo leiden vraagnormering en beprijzing niet noodzakelijkerwijs tot opschaling van productiecapaciteit in Nederland of Europa, omdat de vraag ook kan worden ingevuld met import. Een verordening als ReFuelEU Aviation biedt dan ook geen garantie voor Europese strategische autonomie.

4 [NRC \(2025\). BP stopt ontwikkelingen biobrandstoffabriek Rotterdam](#)

5 Nederland pleit samen met enkele andere landen bij de Europese Commissie voor het instellen van Europese regels en verplichtingen voor het gebruik van duurzame koolstof in de chemie, om zo een gelijk speelveld en voldoende vraag te creëren.
[Joint Statement on a European Sustainable Carbon Policy Package](#)

6 [Nationaal Plan Energiesysteem \(2023\) verdiepingsdocument A – Uitgangspunten en afbakening energiesysteem – publieke belangen en ontwerpprincipes](#)

Figuur 1: Publieke belangen zoals gedefinieerd in het NPE in relatie tot aspecten van brede welvaart.
Zie voor toelichting verdiepingsdocument A bij het NPE (2023).



In de komende hoofdstukken wordt per onderdeel beschreven wat het bestaande beleid inhoudt, waar het kabinet een aanvullende rol ziet voor de Rijksoverheid en welke concrete acties daaruit volgen.

1.3 Scope en opbouw

Deze visie focust op de ontwikkeling van toeleveringsketens die nodig zijn om te voorzien in de vraag naar duurzame koolstofdragers voor diverse sectoren binnen het energiesysteem. Daarbij wordt gekeken naar de benodigde toeleveringsketens voor:

- De finale vraag⁷ naar duurzame koolstofdragers voor energetische inzet in de gebouwde omgeving, (internationale) mobiliteit, de industrie en de landbouw;
- De primaire vraag naar duurzame koolstofdragers als grondstof voor verwerkende industrie (raffinagesector en chemie);
- De vraag naar niet-fossiele CO₂ voor de productie van synthetische koolstofdragers, voor inzet als meststof voor de glastuinbouw, en voor de invulling van de behoefte aan koolstofverwijdering via diverse routes, zoals BioCCS of DACCS.

Buiten scope zijn overige toepassingen van biograndstoffen, bijvoorbeeld voor bouw, textiel, papier, voedsel en veevoer. De Nationale Biograndstoffenstrategie kijkt wel in den brede naar alle toepassingen van biograndstoffen, zowel binnen als buiten het energiesysteem (zie ook hoofdstuk 3.2).

Er zijn drie bronnen van duurzame koolstof die kunnen worden benut om de vraag naar duurzame koolstofdragers in te vullen: duurzame biograndstoffen, secundaire grondstoffen (ook wel recyclaat genoemd) en niet-fossiele CO₂. Dit beleidsstuk kijkt echter niet alleen naar het mobiliseren en vergroten van het aanbod aan koolstofbronnen, maar ook naar de verwerkingscapaciteit die nodig is om duurzame koolstofbronnen te verwerken in 'inzetbare' duurzame koolstofdragers (vanaf nu: duurzame productiecapaciteit). Afhankelijk van welke typen en de mate waarin duurzame productiecapaciteit zich in Nederland ontwikkelt, zal in meer of mindere mate import plaatsvinden van koolstofbronnen (bijvoorbeeld biograndstoffen), duurzame energierijke bouwstenen (bijvoorbeeld biomethanol⁸) of eindproducten (bijvoorbeeld biokerosine). Import zal onvermijdelijk zijn om de verwachte vraag naar duurzame koolstofdragers voor het energiesysteem te kunnen invullen. Tot slot is het van belang om naast het vergroten van het aanbod te bekijken wat er nog meer nodig is om leveringszekerheid van duurzame koolstofdragers te borgen.

⁷ Finaal energieverbruik is gedefinieerd als het verbruik van energie door eindgebruikerssectoren (zoals industrie, gebouwde omgeving, landbouw en (internationale mobiliteit).

⁸ Biomethanol kan als duurzame energierijke bouwsteen worden benut (bijvoorbeeld als het vervolgens wordt omgezet in biokerosine of als grondstof voor chemische processen), maar ook als eindproduct (bijvoorbeeld als brandstof voor de zeevaart).

In scope zijn daarom de volgende thema's:

- **Het mobiliseren en vergroten van het potentiële binnenlandse aanbod aan duurzame koolstofbronnen**, zoals duurzame biograndstoffen en secundaire grondstoffen en niet-fossiele CO₂. Dit wordt uitgewerkt in **hoofdstuk 3**.
- **Het vergroten van de duurzame productiecapaciteit**, zodat duurzame koolstofbronnen of duurzame energierijke bouwstenen kunnen worden omgezet in eindproducten. Dit wordt uitgewerkt in **hoofdstuk 4**.
- **Het verbeteren van importmogelijkheden** en het aanjagen van internationaal aanbod, uitgewerkt in **hoofdstuk 5**.
- Overige inzet om energiezekerheid (leveringszekerheid) van duurzame koolstofdragers te borgen. Dit is toegelicht in **hoofdstuk 6**.

De verwachte vraag naar duurzame koolstofdragers vanuit de diverse sectoren vormt het uitgangspunt voor de uitwerking van deze visie. Dit is toegelicht in **hoofdstuk 2**.

Figuur 2: Schematisch overzicht van samenhang hoofdstukken.





2

Koolstofbehoefte richting 2050

Sturing op aanbodontwikkeling van duurzame koolstofdragers vergt goed inzicht in de omvang en type vraag naar koolstofdragers vanuit de verschillende sectoren. Tegelijkertijd blijft de omvang van de vraag onzeker en afhankelijk van vele factoren. Daarom is het uitgangspunt om zo goed mogelijk rekening te houden met de verwachte koolstofbehoefte van de Nederlandse vraagsectoren⁹, en tegelijkertijd voornamelijk acties te formuleren die, ongeacht de uiteindelijke vraagontwikkeling, een stap in de goede richting zijn. In dit hoofdstuk wordt een inschatting gegeven van de verwachte behoefte aan duurzame koolstofdragers in 2050.

2.1 Totale koolstofbehoefte

In 2024 bedroeg de totale vraag naar duurzame koolstofdragers circa 160 PJ, welke volledig ingevuld werd met biograndstoffen. In tabel 1 is de vraag vanuit de verschillende sectoren uitgesplitst. Het grootste deel van de vraag kwam voor rekening van elektriciteitsproductie. De niet-energetische inzet in de chemie was nagenoeg nihil.

Tabel 1: vraag naar duurzame koolstofdragers binnen het energiesysteem (incl. feedstocks voor de chemie)¹⁰.

Sector	Vraag 2024
Elektriciteitsproductie	82,9 PJ
Binnenlandse mobiliteit	35,4 PJ
Gebouwde omgeving	16,2 PJ
Industrie	3,5 PJ
Internationale mobiliteit	15,3 PJ
Landbouw	5,3 PJ
Niet-energetische inzet chemie	0,2 PJ
Totale finale vraag duurzame koolstofdragers (PJ), volledig ingevuld met biograndstoffen	159 PJ

In het NPE 2023¹¹ is de verwachte resterende behoefte aan koolstofdragers in 2050 in beeld gebracht en geschat op 1000-1400 PJ. Hoewel een groot deel van de huidige inzet van fossiele koolstofdragers zal worden vervangen door koolstofvrije energiedragers zoals hernieuwbare elektriciteit, waterstof en warmte, blijft er nog een substantiële vraag naar koolstofdragers over. De totale vraag naar koolstofdragers binnen Nederland is op basis van de sectorale transitiepaden in het NPE geschat tussen de 1000-1400 petajoules (PJ) in 2050.¹² Een klein aandeel hiervan is bestemd voor binnenlandse energetische toepassingen. De grootste resterende koolstofvraag is afkomstig uit brandstoffen voor internationale mobiliteit en de vraag naar grondstoffen voor de chemie. In grote lijnen lijkt de inschatting uit het NPE 2023 nog actueel. Voor sommige sectoren is de omvang van de vraag en de energiemix waarmee deze vraag zal worden ingevuld wel sterk onzeker, zoals voor de zeevaart¹³. PBL schat de energievraag voor de zeevaart op 200-400 PJ¹⁴, terwijl in het NPE 480 PJ is aangenomen als bovenkant van

de bandbreedte. De omvang van de vraag naar brandstoffen voor de zeevaart kan impact hebben op de bunkerpositie van met name de haven van Rotterdam¹⁵. Voor de actualisatie van het NPE¹⁶ zijn de inschattingen per sector herijkt. Deze herijkte vraagcijfers vormen ook het uitgangspunt voor deze visie.

Welk aandeel van de vraag naar koolstofdragers zal worden ingevuld met duurzame koolstofdragers is nog onzeker en sterk afhankelijk van de internationale beleidscontext.

Het kabinet streeft naar een volledig circulaire economie in 2050. Het streven is dan ook om de inzet van fossiele koolstofdragers zoveel mogelijk te minimaliseren richting 2050. Bestaand beleid stuurt aan op klimaatneutraal in 2050, maar laat daarmee ruimte voor resterende inzet van fossiele koolstofdragers in combinatie met CCS of koolstofverwijdering. Daarnaast stuurt het internationale beleid voor de luchtvaart, zeevaart en de chemie nog niet aan op het volledig uitfasen van fossiele brand- en grondstoffen in 2050. Hoe groot het resterende aandeel fossiele koolstofdragers in 2050 zal zijn, hangt dan ook sterk af van de internationale context. Nederland zet zich in voor ambitieus beleid dat gericht is op het minimaliseren de inzet van fossiele koolstofdragers richting 2050.

Voor de luchtvaart geldt dat er concrete oplopende mandaten zijn die de vraag naar duurzame koolstofdragers afdwingen (ReFuelEU Aviation). Voor de zeevaart leiden de opname in het EU-ETS, de FuelEU Maritime-verordening¹⁷ en de nationale brandstoftransitieverplichting tot een toenemende vraag naar hernieuwbare brandstoffen. In IMO verband zijn in 2023 de klimaatdoelen voor de internationale zeevaart aangescherpt, waarbij een netto nul doel in of rond 2050 is aangenomen. Aanneمة van zogenoemde *mid-term measures* door IMO zal grote invloed hebben op het tempo waarin de vraag zich ontwikkelt. De doelstellingen van FuelEU Maritime en de broeikasgasstrategie van IMO kunnen in de beginfase deels worden gerealiseerd met fossiele brandstoffen met een lagere broeikasgasintensiteit, zoals LNG. Richting 2040 zal echter een verdere opschaling van hernieuwbare brandstoffen noodzakelijk zijn om aan de verplichtingen te voldoen.

De behoefte aan duurzame koolstofdragers voor energie en chemie voor 2050 wordt op dit moment geschat op circa 410 – 1280 PJ (zie tabel 2). De onderkant van de bandbreedte reflecteert het scenario waarin de totale vraag naar energiedragers relatief laag uitvalt en daarnaast nog in hogere mate sprake is van inzet van fossiele grondstoffen.

9 Koolstofbehoefte voor Nederlandse vraagsectoren is inclusief de vraag naar bunkerbrandstoffen voor lucht- en scheepvaart die in Nederland worden getankt, maar exclusief eventuele export van brandstoffen naar het buitenland. Voor de chemie wordt de vraag naar grondstoffen voor de chemie in Nederland wel volledig meegenomen, ook al geldt voor die sector ook dat een groot deel van de basischemicaliën en eindproducten worden geëxporteerd.

10 CBS, Energiebalans.

11 [Nationaal Plan Energiesysteem \(2023\) - Verdiepingsdocument B – Ontwikkelpaden ketens van het energiesysteem](#)

12 Dit is ongeveer gelijk aan 19-26 Mton koolstof (C), zie Verdiepingsdocument B – Ontwikkelpaden ketens van het energiesysteem – hoofdstuk 3 voor verdere toelichting.

13 In Bijlage 2 wordt naast de zeevaart ook de situatie voor de binnenvaart nader toegelicht.

14 [PBL \(2024\). Klimaatneutrale zeescheepvaart in 2050.](#)

15 Dit wordt verder in kaart gebracht in de Visie verduurzaming bunkerbrandstoffen.

16 De actualisatie van het NPE verschijnt gelijktijdig met de Visie opschaling aanbod duurzame koolstofdragers.

17 Met FuelEU Maritime verordening wordt ingezet op 80% broeikasgasreductie in 2050 van de aan boord gebruikte energie.

Tabel 2: Overzicht verwachte behoefte aan duurzame koolstofdragers (in PJ).

Sector	2040 (geschat)	2050 (geschat)
Chemie	Beperkt – 195 PJ	Beperkt – 390 PJ
Luchtvaart	54 – 73 PJ	100 – 205 PJ
Zeevaart	41 – 87 PJ	100 – 300 PJ
Binnenvaart	2 – 4 PJ	35 PJ
Wegtransport	12 – 84 PJ	0 – 30 PJ
Glastuinbouw	8 PJ	8 PJ
Piekvoorziening elektriciteit (excl. groen gas)	70 PJ	0 PJ
Methaanvraag voor: • Gebouwde omgeving (inclusief piekvoorziening warmtenetten) • Industrie • Piekvoorziening elektriciteit Hiervan zal een deel met groen gas worden ingevuld ¹⁸	295 – 350 PJ	165 – 310 PJ
Totale finale vraag (PJ)¹⁹	~474 – 871	~408 – 1278 PJ

Voor de chemiesector is de inzet van duurzame koolstofdragers nog nauwelijks geïnstrumenteerd. Daarom wordt aan de onderkant van de bandbreedte uitgegaan van een beperkte vraag. Dit sluit echter niet aan bij de kabinetsambitie om in 2050 een volledig circulaire economie te realiseren, noch bij de ambities uit de Visie op duurzame koolstof in de chemische industrie²⁰. De onderkant van de bandbreedte weerspiegelt dan ook het meest ongunstige scenario. De bovenkant van de bandbreedte gaat uit van een relatief hoge vraag, waarbij deze volledig wordt ingevuld met duurzame koolstofdragers. Fossiele grondstoffen zijn in dat geval vrijwel volledig uitgefaseerd. Zie voor meer informatie over de aannames per sector Bijlage 2.

De hoeveelheid primaire energie en koolstofdragers die nodig zijn om te voldoen aan de finale vraag naar duurzame koolstofdragers zal hoger zijn, vanwege de aanzienlijke verliezen bij de omzetting van koolstofbronnen in eindproducten. Hoe hoog deze verliezen zijn verschilt sterk per productieroute en de grondstoffen die worden gebruikt²¹. PBL komt in de Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050 uit op een gemiddeld conversieverlies van ongeveer 50% voor de omzetting van houtige biograndstoffen naar biogene koolstofdragers.²² Ook de omzetting van afval in secundaire koolstofdragers gaat gepaard met verliezen. Vaak kan de energie die vrijkomt bij de omzetting nog wel worden benut. Ook de CO₂ die vrijkomt bij de omzetting van biograndstoffen

of afval kan worden ingezet of opgeslagen (zie ook hoofdstuk 3.4 over aanbod niet-fossiele CO₂ en onderstaande paragraaf). Bij synthetische koolstofdragers zitten de energieverliezen in het feit dat er veel meer energie in de vorm van elektriciteit nodig is (om eerst waterstof te maken en CO₂ af te vangen), dan dat er uiteindelijk in de synthetische koolstofdrager terecht komt. Ook bij import van duurzame energierijke bouwstenen en eindproducten moet rekening worden gehouden met de primaire grondstoffenvraag die hieraan ten grondslag ligt en het beslag dat deze productie legt op het mondiale en Europese aanbod. Dit is schematisch weergegeven in figuur 3.

De totale vraag naar duurzame koolstof in Nederland wordt mede bepaald door de omvang van de binnenlandse productie van brandstoffen en chemische producten inclusief de productie die bestemd is voor export.

De primaire vraag naar duurzame koolstofdragers kan verder oplopen wanneer deze dragers in Nederland worden verwerkt ten behoeve van de export van brandstoffen²³. Hiermee wordt in het vervolg van deze visie in kwalitatieve zin rekening gehouden. Voor de berekening van de totale behoefte aan duurzame koolstofdragers (zoals opgenomen in tabel 2) is alleen de finale vraag naar brandstoffen die in Nederland worden gebruikt of gebunkerd meegeteld.

18 Dit betreft de totale behoefte aan methaan. Welk deel met groen gas kan worden ingevuld is afhankelijk van verschillende factoren, wat ertoe leidt dat mogelijk een deel van deze vraag nog ingevuld wordt met fossiel. In bijlage 2 wordt de methaanvraag vanuit de verschillende vraagsectoren toegelicht.

19 Bovenkant bandbreedte is inclusief 100% vervanging van methaan door groen gas, dit wordt echter niet realistisch geacht omdat een deel van de methaanvraag ook op andere manieren kan worden verduurzaamd.

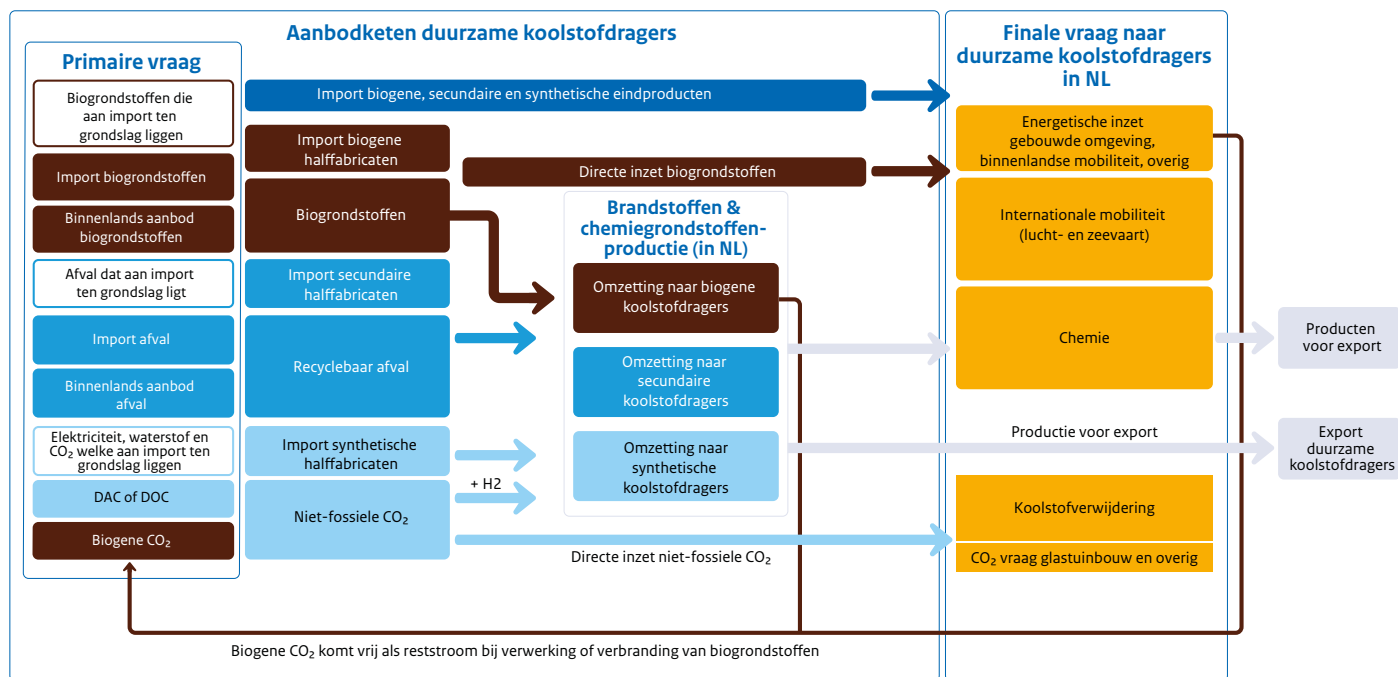
20 [Visie op duurzame koolstof in de chemische industrie](#).

21 Hoe meer de grondstof moet worden afgebroken om tot de gewenste duurzame energierijke bouwsteen of eindproduct te komen, hoe hoger doorgaans de verliezen. Als de biograndstoffen redelijk intact blijven, zoals bij de omzetting van suikers of zetmeel in polyesters het geval is, zijn de conversieverliezen lager ([Biobased Circular, 2025](#)).

22 [PBL \(2024\). Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050](#).

23 In de actualisatie van het NPE (2026) wordt de input die in 2050 nodig is voor de productie van biobrandstoffen voor de export ingeschat op 175 PJ.

Figuur 3: Schematische weergave vraag en aanbod duurzame koolstofdragers. Figuur illustreert verschil tussen primaire en finale vraag naar duurzame koolstofdragers. Om finale vraag (geel) in te kunnen vullen is meer primair aanbod nodig.



Ook voor de chemische sector geldt dat een deel van de output bestemd is voor export. Anders dan bij brandstoffen wordt deze output echter volledig meegeteld als finaal gebruik, in lijn met de methodiek van de energiebalans van het CBS. Figuur 3 geeft het bovenstaande schematisch weer.

Naast vraag naar duurzame koolstofdragers voor energie en chemie zal er behoefte zijn aan niet-fossiele CO₂ voor koolstofverwijdering en als meststof in de glastuinbouw. Het kabinet houdt rekening met een behoefte aan koolstofverwijdering van 20-25 Mton per jaar voor de periode 2040-2050, waarbij de exacte behoefte sterk afhangt van sturing op de hoeveelheid restemissies. Een deel hiervan zal ingevuld kunnen worden met zogeheten biologische routes (zoals herbebossing²⁴), maar het potentieel hiervan in Nederland is beperkt. Uitgaande van een behoefte van 20-25 Mton aan koolstofverwijdering, zal het grootste deel dus moeten worden gerealiseerd via permanente opslag van niet-fossiele CO₂, wat een vraag oplevert naar zuivere stromen niet-fossiele CO₂. Voor verdere toelichting, zie de Routekaart Koolstofverwijdering²⁵. De vraag naar CO₂ als meststof voor de glastuinbouw betreft maximaal 2,7 Mton per jaar. Deze vraag zal voor een deel kunnen worden ingevuld vanuit de reststroom niet-fossiele CO₂ die vrijkomt bij de omzetting van primaire koolstofdragers naar finale koolstofdragers (zie hoofdstuk 3.4).

De vraag naar niet-fossiele CO₂ voor koolstofverwijdering en glastuinbouw concurreert wel met de vraag naar niet-fossiele CO₂ voor de productie van synthetische koolstofdragers. In deze visie wordt de productie van synthetische brandstoffen op basis van CO₂ en groene waterstof in Nederland niet kansrijk geacht (zie hoofdstuk 4)²⁶. Wat mogelijk wel kansrijk is, is om de opbrengsten van bioraffinageprocessen te verhogen door externe groene waterstof toe te voegen aan het proces, waardoor er hogere opbrengsten kunnen worden gehaald (verrijking met waterstof). Dit houdt in dat een deel van de koolstof die zonder toevoeging van groene waterstof zou zijn vrijgekomen als reststroom CO₂, in het proces gelijk wordt benut om synthetische koolstofdragers te produceren. In het scenario waarin in Nederland veel bioraffinage plaatsvindt en het aantrekkelijk is om de opbrengsten te verhogen door externe toevoeging van groene waterstof, kan een substantieel deel van de vrijkomende CO₂ worden gebruikt voor de productie van synthetische koolstofdragers. Of dit in Nederland tot stand komt is sterk afhankelijk van de waterstofprijzen en concurrentiepositie van Nederland (zie ook hoofdstuk 4). Daarbij is het van belang in acht te nemen dat verrijking met waterstof (en dus een hogere opbrengst aan duurzame koolstofdragers) de potentie voor koolstofverwijdering via deze route verkleint. Mede vanwege de mogelijke concurrentie tussen de verschillende toepassingen is de behoefte aan CO₂ onderdeel van dit stuk. Tabel 3 bevat een overzicht van de verwachte behoefte aan niet-fossiele CO₂ per sector. Zie Bijlage 2 voor een toelichting op de aannames.

24 Ook biologische routes resulteren in een vraag naar biograndstoffen en landgebruik.

25 [Routekaart koolstofverwijdering](#)

26 De verwachting is dat er in Nederland in 2050 wel kleinschalige productie van minder energie-intensieve vormen van CCU zal plaatsvinden. De mogelijk vraag naar CO₂ die hieruit voortkomt is niet meegenomen in tabel 3.

Tabel 3: Overzicht verwachte behoefte aan niet-fossiele CO₂ in Mton per sector in 2050.

Behoefte niet-fossiele CO ₂ per sector	2030	2040 (geschat)	2050 (geschat)
Glastuinbouw	2 Mton	max. 2,7 Mton	Max. 2,7 Mton
Koolstofverwijdering	0 – 3,5 Mton	20 – 25 Mton	20 – 25 Mton
Productie synthetische koolstofdragers (op basis van verrijking met waterstof)	0	0 – 8 Mton	0 – 12,5 Mton
Totale vraag CO ₂ (Mton)	2 – 5,5 Mton	20 – 36 Mton	20 – 40 Mton

Daarnaast zal er vraag zijn naar biograndstoffen voor toepassingen buiten het energiesysteem, zoals bouwmaterialen, textiel, voedsel en veevoer.

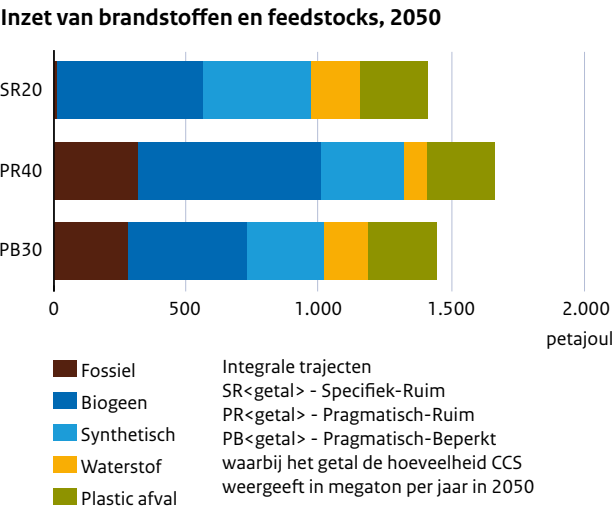
Deze toepassingen vallen buiten de scope van dit stuk, maar zijn wel relevant omdat ook hier concurrentie om biograndstoffen kan ontstaan. In de Nationale Biograndstoffenstrategie²⁷ wordt integraal gekeken naar de behoefte en het aanbod aan biograndstoffen voor al deze toepassingen, inclusief toepassing voor het energiesysteem.

2.2 Vraag per type duurzame koolstofbron

Gegeven de verwachte vraag naar koolstofdragers in 2050 zijn biogene, secundaire én synthetische koolstofdragers nodig om de inzet van fossiele koolstofdragers te kunnen minimaliseren. Het is aannemelijk dat een significant aandeel van de totale koolstofvraag van het energiesysteem met biogene koolstofdragers zal worden ingevuld, aangevuld met secundaire en synthetische koolstofdragers. Figuur 4 geeft op basis van de Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050 het aandeel van de verschillende soorten koolstofbronnen weer in drie scenario's in 2050²⁸. In verschillende scenario-studies²⁹ waarin wordt gestuurd op kostenoptimalisatie, wordt het aangenomen beschikbare potentieel voor biograndstoffen volledig benut. Daaruit blijkt dat het invullen van de duurzame koolstofbehoefte met biogene koolstofdragers voorlopig goedkoper is dan invulling met synthetische koolstofdragers. Omdat een gelimiteerde beschikbaarheid aan biograndstoffen wordt aangenomen - vanuit de gedachte dat Nederland niet onbeperkt beslag kan leggen op de mondiale beschikbaarheid aan biograndstoffen - wordt een deel van de resterende behoefte ingevuld met synthetische koolstofdragers. De rol van secundaire koolstofdragers verschilt sterk tussen de verschillende scenario's. De Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050 rekent op een aanzienlijke import van

plastic afval, waardoor recycalaat in die scenario's een aanzienlijke rol speelt als grondstof (228 PJ)³⁰. In de scenario's van TNO³¹ is alleen het binnenlandse aanbod van plastic afval als uitgangspunt genomen en wordt geen rekening gehouden met import van plastic afval, waardoor het aanbod beperkt blijft. Import van secundaire grondstoffen kan de druk op schaarse biograndstoffen verminderen, maar het is vooralsnog onzeker in hoeverre import van afval en secundaire duurzame energierijke bouwstenen, zoals pyrolyse-olie, naar Nederland op grote schaal voor de hand ligt. In lijn met de ambitie om in 2050 een volledig circulaire economie te hebben, is het doel om de hoeveelheid afval juist te verkleinen en niet te vergroten. Hierdoor is de beschikbaarheid van afval voor recycling inherent beperkt.

Figuur 4: Verdeling tussen fossiele, biogene, synthetische en secundaire koolstofdragers (en waterstof) in de drie standaardscenario's uit de Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050 van PBL.³²



27 Verschijnt in het najaar van 2026.

28 SR20 staat voor Specifiek Ruim met 20 Mton CCS-capaciteit per jaar. PR40 staat voor Pragmatisch Ruim met 40 Mton CCS-capaciteit per jaar en PB30 staat voor Pragmatisch Beperkt met 30 Mton CCS-capaciteit per jaar. "Ruim" staat voor ruimte beschikbaarheid van o.a. biograndstoffen ten opzichte van "beperkt". "Specifiek" stelt meer eisen aan o.a. de mate waarin fossiele grondstoffen worden uitgefaseerd ten opzichte van "pragmatisch". Zie voor nadere toelichting het achtergrondrapport van PBL.

29 PBL (2024). Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050; TNO (2024). Towards a sustainable energy system for the Netherlands in 2050.

30 PBL (2024). Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050.

31 TNO (2024). Towards a sustainable energy system for the Netherlands in 2050. Scenario update and scenario variants for industry.

32 Figuur is een bewerking van figuur 6.15, pagina 153 van PBL (2024) Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050

Het verschilt per sector in hoeverre er op dit moment wordt aangestuurd op een verdeling tussen biogene, synthetische en secundaire koolstofdragers. Voor luchtvaart geldt vanuit ReFuelEU Aviation vanaf 2030 een oplopend submandaat voor de inzet van synthetische brandstoffen (of waterstof). Voor zeevaart wordt de inzet van synthetische brandstoffen (hernieuwbare brandstoffen van niet-biologische oorsprong, RFNBO's) vooralsnog beperkt gestimuleerd, waardoor het voor de hand ligt dat in eerste instantie vooral bio-brandstoffen worden ingezet en de inzet van synthetische brandstoffen op zijn vroegst vanaf 2040 zal toenemen. Voor de chemie wordt momenteel vooral gestuurd op het gebruik van secundaire koolstofdragers; de herziene EU Bioeconomy Strategy pleit echter voor een betere integratie van biogene koolstofdragers binnen het circulaire verpakking-kader (Packaging and Packaging Waste Regulation, PPWR).

2.3 Vraag per type duurzame koolstofdrager

Welke koolstofdragers een rol zullen spelen is voor sommige sectoren al vrij duidelijk, terwijl dit voor andere sectoren nog zeer onzeker is. Zo weten we dat verreweg het grootste aandeel duurzame brandstoffen voor de **luchtvaart** zal worden ingevuld met SAF, omdat de samenstelling hiervan sterk lijkt op fossiele kerosine. Wel kan SAF uit veel verschillende grondstoffen worden gemaakt (bio-SAF en e-SAF). Ook is het duidelijk dat er vraag is naar niet-fossiele CO₂ als meststof voor de **glastuinbouw** en ten behoeve van koolstofverwijdering. Voor de **zeevaart** weten we dat methanol een kansrijke brandstof is, maar het is nog erg onzeker welk marktaandeel deze brandstof zal innemen naast andere opties, zoals biodiesel, bio- of e-LNG en ammoniak (een koolstofvrije brandstof), en – voor kortere afstanden – elektriciteit en waterstof³³. Voor de **binnenvaart** geldt dat met name voor de grootste schepen methanol een kansrijk transitiepad lijkt, met name voor schepen waarvoor elektrificatie of varen op waterstof niet haalbaar is.

Voor de **chemie** is nog erg onzeker welk aandeel van de vraag via welke route (en dus ook met welke type koolstofdragers) zal worden ingevuld. In de Visie op Duurzame Koolstof in de Chemische Industrie wordt onderscheid gemaakt tussen directe vervanging van fossiele met duurzame grondstoffen (drop-ins, wat vraagt om duurzame nafta), alternatieve routes (onder andere vergassing) via platformmoleculen zoals methanol en ethanol en nieuwe chemie op basis van bio-grondstoffen en CO en CO₂³⁴. In tabel 4 wordt per koolstofdrager aangegeven waar deze mogelijk en rol gaat spelen³⁵. Het doel hiervan is inzicht te bieden in welke dragers naar verwachting in de toekomst een belangrijke rol zullen spelen.

Aan de verschillende typen koolstofdragers ligt een grote diversiteit aan duurzame grondstoffen ten grondslag, die via diverse conversieroutes kunnen worden omgezet in duurzame energierijke bouwstenen en eindproducten.

Zie bijlage 3 voor een overzicht van productieroutes (biogeen, synthetisch en secundair) om duurzame koolstofbronnen om te zetten in diverse duurzame koolstofdragers. Vanwege de verwachte schaarste aan duurzame koolstof is het van belang om in te zetten op zo efficiënt mogelijke omzettingen van koolstofbron naar koolstofdrager.³⁶ Daarbij is het van belang om te kijken naar de gehele keten. In het geval van biograndstoffen start de keten bij de teelt van de gewassen die als grondstof dienen. Ook de toepassing heeft effect op de hoeveelheid benodigde grondstof. Ter illustratie: voor de chemie is het benodigde grondgebruik voor de productie van een eenheid biopolyesters (zoals PEF, PLA) veel lager dan het benodigde grondgebruik dat nodig is voor de productie van eenzelfde eenheid drop-in bio-polyolefinen (PE en PP)³⁷.

33 Binnen verschillende subsidieregelingen van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat bestaat de mogelijkheid om steun aan te vragen voor aandrijflijnen die varen op onder meer hernieuwbare methanol.

34 [Visie Duurzame Koolstof in de Chemische Industrie](#)

35 Niet alle dragers zijn hier weergegeven. Bijv. bio-benzine, bio-propanol, bio-butanol.

36 Position paper G. Kramer t.b.v. rondetafelgesprek Integrale visie op de toekomst van de Nederlandse industrie richting 2050 d.d. 4 september 2025

37 Biobased Circular, 2025. [Een bewuste keuze voor biopolyesters.](#)

Tabel 4: Overzicht van koolstofdragers die naar verwachting een rol spelen binnen de sectoren.

Duurzame koolstofdragers ¹ voor finale inzet	Gebouwde omgeving	Piekvraag elektriciteit en warmtenetten	Industrie energetisch	Glastuinbouw (energetisch)	(Zwaar) wegtransport	Binnenvaart	Luchtvaart	Zeevaart	Chemie	Glastuinbouw (CO ₂)	Koolstofverwijdering (CO ₂)
Duurzame methanol (bio- en e-methanol)											
Duurzame methaan (groen gas, e-methaan, bio-LNG, e-LNG)											
Duurzame ethanol (bio- en e-ethanol)											
Duurzame diesel (bio- en e-diesel) en varianten											
Duurzame kerosine (bio- en e-SAF, excl. waterstof)											
Duurzame nafta (bio, secundaire en e-nafta)											
Niet-fossiele CO ₂ (biogene, atmosferische en oceanische CO ₂)											
Houtpellets- en snippers ²											
Directe inzet van voorbewerkte biograndstoffen voor nieuwe chemie (bijv. suikers)											

Donkerblauw: drager speelt naar verwachting een substantiële rol in het eindbeeld.

Lichtblauw: drager speelt mogelijk nog beperkte rol in het eindbeeld, beleidsinzet gericht op afbouw / beperken van de inzet van duurzame koolstofdragers.

Geel: drager is tevens halffabricaat voor de productie van andere koolstofdragers die kan worden ingezet in deze sector.

¹ Op basis van biograndstoffen (biogeen), recyclaat (secundair) of CO₂ en hernieuwbare waterstof (synthetisch, e-drager).

² Ook houtpellets en snippers kunnen worden ingezet als duurzame energierijke bouwsteen voor diverse andere duurzame koolstofdragers, dat is in dit overzicht niet weergegeven.

2.4 Inzet op vraagcreatie

Vraagnormerend instrumentarium (vraagcreatie) leidt indirect tot een toename van het aanbod aan duurzame koolstofbronnen en -dragers. Wanneer er voldoende prikkels ontstaan om fossiele grondstoffen te vervangen door duurzame alternatieven, stimuleert dit ook de opschaling van het aanbod. Een structurele en voorspelbare vraag is daarmee een belangrijke randvoorwaarde voor investeringen in productiecapaciteit.

In Nederland geldt sinds 2007 een verplichting tot het leveren van hernieuwbare energie voor de vervoerssector.

Op grond van de Wet milieubeheer en het Besluit energie vervoer zijn brandstofleveranciers voor het wegvervoer verplicht een jaarlijks oplopend percentage hernieuwbare energie waardoor een steeds groter aandeel van de fossiele brandstofplas vervangen wordt door hernieuwbare energie. Per 2026 is deze systematiek vervangen door een brandstoftransitieverplichting. Brandstofleveranciers voor het wegvervoer, de zeevaart en de binnenvaart worden daarbij verplicht een minimumpercentage broeikasgasreductie te realiseren via inzet van duurzame energie. Deze verplichting loopt in 2030 op tot 28,4% voor de wegsector, 14,5% voor de binnenvaart en 8,2% voor de zeevaart.

Voor de luchtvaart geldt op EU-niveau de ReFuelEU-verordening, die vanaf 2025 een oplopende bijmengverplichting voor duurzame luchtvaartbrandstoffen (SAF) introduceert, oplopend tot 70% in 2050.

De verordening bevat daarnaast subverplichtingen voor synthetische brandstoffen. Voor de zeevaart is de FuelEU Maritime-verordening van kracht, die de broeikasgasintensiteit van door schepen gebruikte energie stapsgewijs verlaagt: met 2% in 2025 en 6% in 2030, waarna het reductietempo wordt versneld richting een reductie van 80% in 2050. Tegelijkertijd stimuleert de *Alternative Fuels Infrastructure Regulation* (AFIR) de aanleg van de infrastructuur die nodig is om duurzame brandstoffen daadwerkelijk te kunnen afnemen. In de zeevaart en binnenvaart dragen daarnaast diverse subsidieregelingen bij aan de vraagcreatie naar duurzame koolstofdragers.

Voor groen gas is het streven om per 1 januari 2027 een bijmengverplichting in te voeren. Deze verplichting houdt in dat energieleveranciers een toenemend percentage groen gas moeten bijmengen in het aardgas dat zij aan huishoudens en bedrijven leveren.

Voor de chemische industrie bestaat vooralsnog geen vergelijkbare wettelijke verplichting om een minimum-aandeel duurzame koolstof – zoals biograndstoffen, recycalaat of afgevangen CO₂ – toe te passen in de productie van chemicaliën en materialen. De vraagcreatie in deze sector beperkt zich daarmee tot de aangekondigde verplichting tot inzet van recycalaat voor specifieke productgroepen, zoals plastic verpakkingen, vanaf 2030.³⁸

Ook beprijzend instrumentarium als ETS1 en 2 geeft indirect een beperkte stimulans voor het vervangen van fossiele koolstofdragers als energiebron door duurzame alternatieven, waaronder duurzame koolstofdragers.

Door het beprijzen van fossiele CO₂ uitstoot ontstaat een prikkel om emissies te reduceren en daardoor om de fossiele dragers te vervangen door een duurzaam alternatief zoals elektrificatie, of de vrijkomende CO₂ af te vangen en ondergronds op te slaan (CCS), indien dit een kostenvoordeel oplevert. Inzet van duurzame koolstofdragers is één van de mogelijkheden die kunnen bijdragen aan het reduceren van fossiele emissies, maar er kan ook gekozen worden voor andere opties. Bij raffinage en kraakprocessen komt slechts een klein deel van de (duurzame) koolstof terecht in de schoorsteenemissies, waardoor de prikkel voor het gebruik van duurzame koolstofdragers vanuit ETS1 beperkt is. Daar staat tegenover dat normeringen in de mobiliteit wel zorgen voor het verlagen van de vraag naar brandstoffen uit de fossiele raffinage. Beprijzing draagt zo (beperkt) bij aan vraagcreatie, wat indirect een prikkel biedt om het aanbod op te schalen. Naast de beprijzingsprikkel voorziet het ETS-systeem in een geleidelijke afbouw van het totale aantal beschikbare emissierechten, met als uiteindelijk doel dat bepaalde sectoren op een vastgesteld moment geen fossiele CO₂ meer mogen uitstoten. Dit geeft een kwalitatief andere en sterkere prikkel dan beprijzing alleen. Waar een hogere CO₂-prijs bedrijven in principe de keuze laat tussen betalen of verduurzamen, dwingt het wegvallen van rechten tot daadwerkelijke emissiereductie. Voor het vervangen van fossiele koolstofdragers door duurzame alternatieven, waaronder duurzame koolstofdragers, betekent dit dat de vraag naar die alternatieven structureel toeneemt naarmate de deadline dichterbij komt.

Hoewel het vergroten van de vraag buiten de directe focus van deze visie valt, vormt voldoende marktvraag wel een randvoorwaarde voor opschaling van het aanbod.

Tabel 5 geeft per sector weer welke (aanvullende) inzet Nederland pleegt om vraagcreatie te bevorderen.

38 Vanuit de EU zijn er wel de End-of-Life Vehicle Regulation, de Single Use Plastic Directive en de Plastic Packaging and Waste Regulation die bijmenging van een percentage recycalaat verplichten voor specifieke productgroepen. Deze omvatten maar een klein aandeel van de totale chemische sector en worden pas vanaf 2030 van kracht.

Tabel 5: overzicht per sector welke (aanvullende) inzet Nederland pleegt om vraagcreatie te bevorderen.

Knelpunt	Actie
Chemie: te lage marktvraag voor duurzame materialen ten opzichte van goedkopere fossiele producten.	Op Europees niveau inzet op hogere mandaten voor het gebruik van recyclelaat en biogroundstoffen (en op termijn CO ₂) in materialen.
Luchtvaart: op korte termijn te lage marktvraag duurzame luchtvaartbrandstoffen; hoge productiekosten voor met name geavanceerde biokerosine en synthetische kerosine (e-SAF).	In 2027 zal de Europese Commissie de werking van de ReFuelEU verordening evalueren. Het kabinet ziet dat deze evaluatie kansen biedt voor verbeteringen, zal vroegtijdig bij de evaluatie betrokken zijn en hierin een proactieve rol innemen.
Zeevaart: vooralsnog is de beschikbaarheid van betaalbare duurzame koolstofdragers in de zeevaart beperkt, en bestaat er nog onvoldoende markt. Er speelt een kip-ei-problematiek tussen vraag en aanbod.	Voor de zeevaart zet Nederland in op een Europees en mondiaal pakket van normerings- en prijszingsmaatregelen, gericht op een klimaatneutrale zeevaart rond 2050, zonder dat hierbinnen een specifiek brandstoftype wordt voorgeschreven.
	Vanuit het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat zijn en komen diverse subsidieregelingen beschikbaar ter ondersteuning van de doorontwikkeling en vroege opschaling van aandrijflijnen voor varen op hernieuwbare energiedragers.
Binnenvaart: vooralsnog is de beschikbaarheid van betaalbare duurzame koolstofdragers in de binnenvaart beperkt, en bestaat er nog onvoldoende markt. Er speelt een kip-ei-problematiek tussen vraag en aanbod.	Voor binnenvaart inzet op normerings- en prijszingsmaatregelen (RED III en ETS2), zodat de brandstofleveranciers een CO ₂ -reductie realiseren door de inzet van hernieuwbare energie(dragers) en op termijn gasolie duurder wordt dan hernieuwbare energiedragers.
Binnenvaart: voor methanol geldt bovendien dat motoren die hierop kunnen varen nog niet voldoen aan de geldende wet- en regelgeving voor de binnenvaart ¹ .	IenW stelt subsidies beschikbaar voor het doorontwikkelen en in gebruik nemen van technieken voor varen op hernieuwbare energiedragers, waaronder methanol.
Koolstofverwijdering: enkel nog sprake van een vrijwillige markt, maar nog geen gereguleerde markt.	Europese inzet op marktcreatie koolstofverwijdering.

¹ De Non-Road Mobile Machinery (NRMM) Verordening die specifieke emissiegrenswaarden voor verontreinigende stoffen vaststelt en beschrijft de typegoedkeuringsprocedure voor verbrandingsmotoren van mobiele machines die niet voor gebruik op de openbare weg bestemd zijn.



3

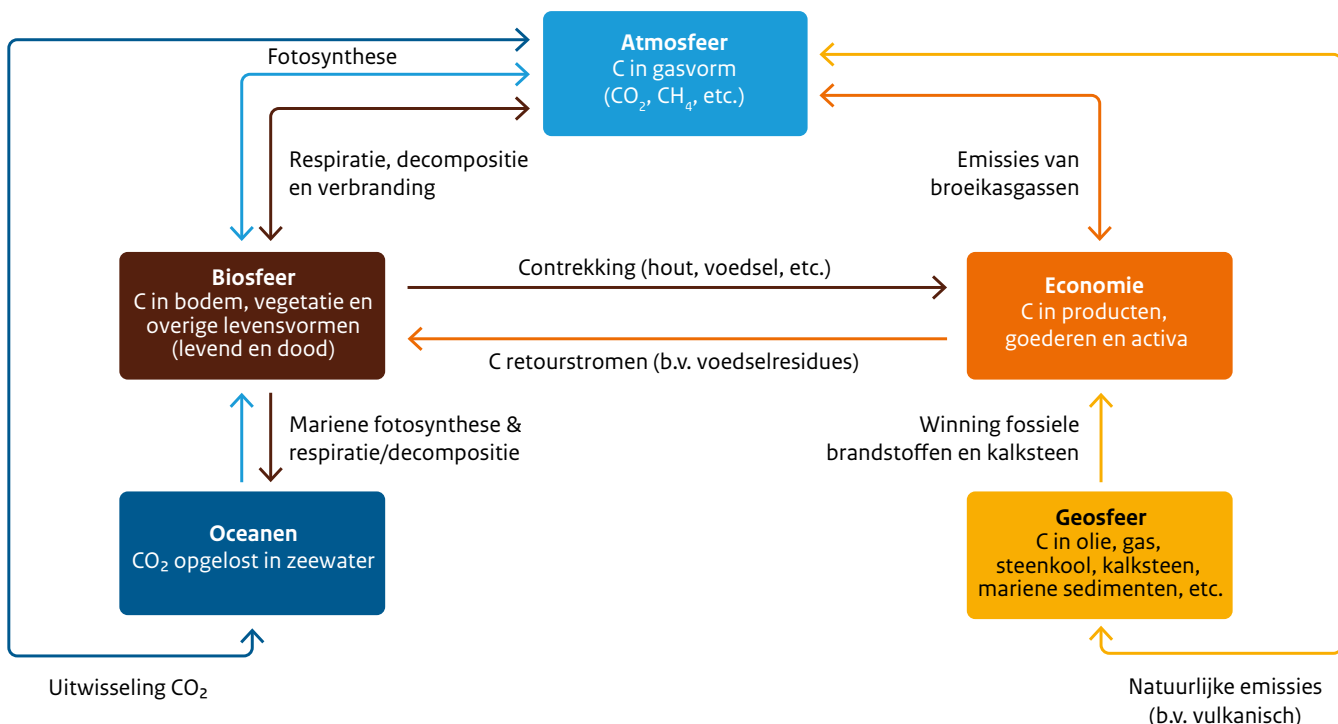
**Beschikbaarheid
duurzame
koolstofbronnen**

Duurzame koolstofdragers zijn gedefinieerd als 'niet primair fossiele koolstofdragers'. Duurzame koolstof omvat alle koolstofbronnen die het gebruik van extra fossiele koolstof uit de geosfeer vermijden of vervangen en die voldoen aan de geldende duurzaamheidseisen. Dit betekent dat duurzame koolstof afkomstig kan zijn uit de biosfeer, atmosfeer of economie. Duurzame koolstof circuleert tussen de biosfeer, atmosfeer of economie en creëert daarmee een circulaire koolstofkringloop, zie figuur 5.³⁹ Duurzame koolstofbronnen en -dragers zijn in te delen in drie categorieën:

1. **Duurzame biograndstoffen** die kunnen worden omgezet in diverse biogene koolstofdragers
 - Primaire productie
 - Reststromen (primair, secundair of tertiair)
2. **Recyclebaar afval** wat kan worden omgezet naar secundaire koolstofdragers
3. **Niet-(primair)-fossiele CO₂** wat in combinatie met hernieuwbare waterstof kan worden omgezet naar synthetische koolstofdragers. Daarbij valt onderscheid te maken tussen:
 - CO₂ van biogene oorsprong die vrijkomt bij verbranding of raffinage van biograndstoffen.
 - Atmosferische of oceanische CO₂ (Direct Air Capture, Direct Ocean Capture)
 - Hergebruikte CO₂ uit fossiele processen⁴⁰, dit is wel fossiele CO₂, maar leidt niet tot extra winning van koolstof uit de geosfeer.

Het opschalen van de beschikbaarheid van fossiele CO₂ ten behoeve van hergebruik wordt in dit stuk buiten beschouwing gelaten. De hoeveelheid uitstoot van fossiele CO₂ willen we immers juist beperken en het opschalen van aanbod voor hergebruik kan een perverse prikkel creëren. Tegelijkertijd wordt erkend dat ook hergebruik van CO₂ die vrijkomt uit fossiele processen in de transitiefase een rol kan spelen in het realiseren van emissiereductie. In het vervolg van dit document wordt daarom met de term niet-fossiele CO₂ verwezen naar biogene, atmosferische of oceanische CO₂. Voor biogene CO₂ geldt dat dit strikt genomen geen bron van duurzame koolstof is, maar een reststroom bij de verwerking of verbranding van biograndstoffen. Ook in het geval van biogene CO₂ moet worden voorkomen dat er prikkels ontstaan waardoor biograndstoffen onnodig worden omgezet in CO₂, omdat dit in feite inefficiënt gebruik van biograndstoffen impliceert. Het beleid is hier dan ook primair gericht op het mobiliseren van reststromen biogene CO₂.

Figuur 5: Circulaire koolstofkringloop



³⁹ [Visie Duurzame Koolstof in de Chemische Industrie](#)

⁴⁰ Het recycleren van fossiele CO₂ leidt tot emissiereductie, maar niet tot klimaatneutraliteit. Daarmee is benutting van fossiele CO₂ als grondstof voor brandstoffen of als meststof alleen logisch gedurende de transitiefase.

Tabel 6: Overzicht potentieel aanbod koolstofbronnen in Nederland.

Bron	Potentieel aanbod 2030	Potentieel aanbod 2040	Potentieel aanbod 2050
Biograndstoffen ⁴¹	419 – 572 PJ	551 – 938 PJ ⁴²	682 – 1304 PJ
Plastic afval			860 – 1400 kton ⁴³ ~30-50 PJ ⁴⁴ - 20-30 PJ - 10-20 PJ
- Waarvan geschikt voor mechanische recycling - Waarvan geschikt voor chemische recycling			
Niet-fossiele CO ₂ [Mton] ^{45 46}	2,5 – 5 Mton	4 – 18 Mton	5,5 – 29 Mton

Duurzame koolstofbronnen zijn beperkt beschikbaar (zie paragraaf 3.2.1, 3.3.1 en 3.4.1). **Vanwege deze beperkte beschikbaarheid zijn voorlopig alle bronnen van duurzame koolstof nodig om in de behoefte te kunnen voorzien en is opschaling van alle routes gewenst.** Wel zijn er grote verschillen tussen routes, onder andere wat betreft ruimtevraag en energieverbruik voor de winning van de koolstofbron (denk aan Direct Air Capture) of conversie van de koolstofbron in inzetbare koolstofdragers. In sommige gevallen worden deze factoren ook gereflecteerd in de kosten, waardoor er marktprikkels ontstaan om te kiezen voor de meest efficiënte routes: bronnen met hogere kosten worden dan pas aangewend op het moment dat goedkopere alternatieven volledig zijn benut. Wanneer kostenverschillen onvoldoende weerspiegelen welke routes de minst negatieve of meest positieve impact hebben op publieke belangen, is aanvullende sturing van de overheid nodig. Dit vraagt om doorlopende monitoring, en waar nodig, bijsturen van het instrumentarium.

In de komende paragrafen wordt per duurzame koolstofbron toegelicht hoeveel duurzame koolstof er potentieel beschikbaar is, met welk bestaand beleid al wordt ingezet op het mobiliseren van dit potentieel en welke aanvullende acties het kabinet voorziet om hierop in te zetten. In tabel 6 is een overzicht gegeven van het potentiële aanbod per koolstofbron.

3.2 Biograndstoffen

Biograndstoffen is een verzamelnaam voor een grote diversiteit aan stromen van biogene oorsprong.

Het kan gaan om (rest)stromen uit de landbouw, zoals landbouwgewassen of reststromen daarvan en mest, houtige biograndstoffen uit de bosbouw, maar ook andersoortige reststromen zoals gft, rioolslib en gebruikt frituurvet (vaak aangeduid als Used Cooking Oil of UCO). Elke stroom heeft andere kenmerken, waardoor ook een grote diversiteit aan conversieroutes nodig is om de stromen om te zetten in inzetbare biogene koolstofdragers. Niet elke stroom is geschikt voor elke toepassing. Bij het beoordelen van de beschikbaarheid van biograndstoffen dient dan ook rekening te worden gehouden met de specifieke eigenschappen van de verschillende stromen en de toepassingen waarvoor zij kunnen worden ingezet.

Alleen duurzame biograndstoffen kunnen een bijdrage leveren in een klimaatneutraal energiesysteem.

Het Duurzaamheidskader Biograndstoffen beschrijft het kabinetsstandpunt ten aanzien van het gebruik van biograndstoffen, waarbinnen duurzaamheid en het cascaderingsprincipe centraal staan⁴⁷. De duurzaamheid van biograndstoffen voor energetische toepassingen wordt op dit moment gewaarborgd door middel van duurzaamheidscriteria in de Europese Richtlijn voor Hernieuwbare Energie (REDIII) en de Regeling conformiteitsbeoordeling vaste biomassa voor energietoepassingen. Stromen die niet gecertificeerd zijn op basis van deze criteria komen niet in aanmerking om bij te dragen aan de hernieuwbare energiedoelstellingen. Er wordt op dit moment gewerkt aan een universeel toepasbaar wettelijk stelsel dat de duurzame herkomst van biograndstoffen borgt, te beginnen met gereguleerde en gesubsidieerde toepassingen die vallen onder het Duurzaamheidskader Biograndstoffen: energie, chemie en bouw.

41 Aanbod aan Europese duurzame biograndstoffen voor energie en chemie beschikbaar voor Nederland, afkomstig uit PBL (2024),

[Beschikbaarheid biograndstoffen in Nederland en de Europese Unie](#)

42 Interpolatie van de potentiële voor 2030 en 2050.

43 Zie hoofdstuk 3.3 voor toelichting.

44 Zie bijlage 3 voor toelichting.

45 CE Delft (2025). [Duurzame CO₂-levering aan de glastuinbouw](#). NB: de CO₂ komt in NL vrij, maar kan afkomstig zijn uit geïmporteerde grondstoffen.

46 Exclusief mogelijk aanbod uit verbranding voor elektriciteits- en warmteproductie, DAC en DOC. Zie voor toelichting hoofdstuk 3.4 en bijlage 3.

47 [Duurzaamheidskader Biograndstoffen](#).

De duurzaamheidseisen worden gebaseerd op de eisen in de REDIII en geborgd door middel van privaatrechtelijke certificering en publiekrechtelijk toezicht. Een onafhankelijke adviescommissie zal toetsen of private certificatieschema's voldoen aan de gestelde eisen. De Nederlandse Emissie-autoriteit (NEa) wordt aangewezen als publiek toezichthouder.

Het Duurzaamheidskader Biograndstoffen bevat een richtinggevend kader waarin per toepassing wordt bepaald of deze als laagwaardig, hoogwaardig of als overbruggingstoepassing wordt beschouwd.

Energetische toepassingen gelden als laagwaardig, zoals basislast elektriciteitsproductie en lage-temperatuurwarmte. Toepassingen als pieklast voor elektriciteits- en warmte-productie en brandstoffen voor zwaar wegtransport, luchtvaart en scheepvaart vallen onder de overbruggings-categorie. De inzet van biograndstoffen in de chemische sector en voor materialen wordt als hoogwaardig beschouwd. Het beleid is erop gericht de inzet van biograndstoffen voor laagwaardige toepassingen af te bouwen, voor overbruggings-toepassingen om te bouwen en voor hoogwaardige toepassingen op te bouwen. De overbruggingscategorie is gebaseerd op de aanname dat er op termijn redelijke alternatieven beschikbaar komen.

Overbruggingstoepassingen zijn toepassingen waarvoor op de middellange termijn geen duurzame alternatieven tijdig en tegen een redelijke prijs beschikbaar zijn. Voor biobrandstoffen in het langeafstandstransport geldt dit vermoedelijk tot ten minste na 2050. Ook groen gas blijft naar verwachting een rol spelen, bijvoorbeeld als sluitstuk in de gebouwde omgeving op locaties waar alternatieven moeilijk realiseerbaar zijn. Daarnaast kunnen biograndstoffen tijdelijk nog bijdragen aan het verduurzamen van de pieklast in de warmte- en elektriciteitsvoorziening. Het beleid is erop gericht voor al deze overbruggingstoepassingen duurzame alternatieven te ontwikkelen, zodat biograndstoffen elders ingezet kunnen worden. De belangrijkste alternatieven zijn elektrificatie, waterstof en op waterstof gebaseerde syn-thetische koolstofdragers. Het kabinet zet onverminderd in op de ontwikkeling van de elektriciteits- en waterstofketen; in het Nationaal Plan Energiesysteem wordt deze inzet nader toegelicht.⁴⁸ Daarnaast is de Wetenschappelijke Klimaatraad (WKR) voornemens een advies uit te brengen over duurzame koolstof⁴⁹. Daarin wordt onder andere gekeken naar de tijdige en effectieve inzet van biograndstoffen in de verschillende fasen van de energie- en materialentransitie en het beleid dat nodig is om overbruggingstoepassingen af te bouwen en hoogwaardige toepassingen te stimuleren.

Energie-inhoud van biograndstofstromen

In het Nationaal Plan Energiesysteem wordt de energie-inhoud van een energiedrager uitgedrukt in petajoules. Volumes biograndstoffen worden doorgaans uitgedrukt in gewichtseenheid (ton) aan droge stof. Verschillende biograndstoffenstromen bevatten verschillende hoeveelheden energie per gewichtseenheid droge stof. Onderstaand wordt voor enkele biograndstoffen-stromen weergegeven wat de energie-inhoud is in GJ/t en is vervolgens het gewicht van 100PJ berekend als referentie. Het laat zien dat er grote verschillen zijn in energie-inhoud, met aan de ene kant oliën en vetten als meest energiedichte stroom, en aan de andere kant mest met maar weinig energie per ton. Daarnaast laat het zien dat ook verschillende typen houtstromen verschillen wat betreft energie-inhoud.

Type	Energie-inhoud GJ/t (gelijk aan PJ/Mton)	Gewicht van 100PJ in Mton
Houtsnippers	11	9
Snoei- en dunningshout	9	11
Houtpellets	17	59
B-hout	13	77
Dierlijk vet	39	2,5
Mest	0,57	175

[Op basis van PBL – Eindadvies basisbedragen SDE++ 2025](#)

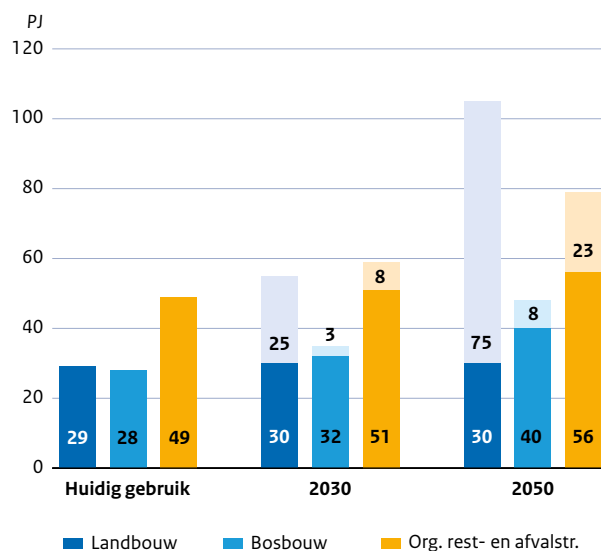
48 Nationaal Plan Energiesysteem (2023). Een actualisatie van het NPE zal worden gepubliceerd tijdens Prinsjesdag 2026.

49 Wetenschappelijke Klimaatraad - 'Actuele projecten'. [Systeemaanpak duurzame koolstof](#).

3.2.1 Huidige beschikbaarheid in Nederland en Europa en potentieel richting 2050

Duurzame biograndstoffen uit Nederland die geschikt zijn voor energetische toepassingen of als grondstof voor de chemische industrie zijn beperkt beschikbaar. Het PBL heeft de potentiële beschikbaarheid in kaart gebracht, uitgesplitst naar energetische toepassingen, toepassingen als chemische grondstof en toepassingen als materiaal. Het huidige gebruik voor energie en grondstoffen voor de chemie ligt op 106 PJ aan duurzame biograndstoffen (2020)⁵⁰. Het PBL schat de beschikbaarheid van duurzame biograndstoffen afkomstig uit Nederland in 2050 als volgt in: 125–231 PJ voor gebruik in energie en grondstoffen voor de chemie en 18–26 PJ voor materialen⁵¹. Van de 125–231 PJ beschikbaar voor gebruik en energie en grondstoffen in de chemie is 30–105 PJ afkomstig vanuit de landbouw, 40–48 PJ vanuit bosbouw en 56–79 PJ uit organische rest- en afvalstromen, zoals papierpulp, slib en gft (zie figuur 6). TNO hanteert in haar scenariostudies een binnenlandse beschikbaarheid van duurzame biograndstoffen van 209–241 PJ in 2050⁵². Hierbij is het van belang op te merken dat Nederland een exportgerichte productie kent. Om die reden is het relevant ook naar het Europese potentieel aan duurzame biograndstoffen te kijken.

Figuur 6: (verwachte) beschikbaarheid biograndstoffen voor energie en feedstocks afkomstig uit Nederland (bron: PBL, 2024). Lichte kleur representeert onzekerheidsmarge.



Het Europese aanbod aan duurzame biograndstoffen voor energie en chemie neemt naar verwachting tegen 2050 met een factor 2 tot 4 toe, waardoor er 682–1.304 PJ beschikbaar zal zijn voor Nederland.⁵³

Het PBL schat in dat er in 2050 binnen de EU28 9.100–16.300 PJ aan duurzame biograndstoffen beschikbaar zal zijn voor energie en chemie (zie figuur 7). Op basis van een opsplitsing naar bbp tussen de EU27 en het Verenigd Koninkrijk concludeert het PBL dat voor de EU27 7.600–13.800 PJ beschikbaar zal zijn, waarvan 5.900–11.500 PJ verhandelbaar is. Via de door het PBL gehanteerde verdeelsleutel⁵⁴ komt hiervan 682–1.304 PJ toe aan Nederland. Ter vergelijking: in 2020 was volgens dezelfde verdeelsleutel 298 PJ van het Europese biograndstoffenaanbod beschikbaar voor Nederland. Het verwachte aanbod neemt dus met een factor 2 tot 4 toe tegen 2050. De brede bandbreedte weerspiegelt de onzekerheid over een aantal factoren: de veronderstelde land- en bosbouwproductiviteit ten opzichte van de potentiële productiviteit (de zogenoemde yield gap), de beschikbaarheid van land (mede gekoppeld aan het areaal marginale gronden en natuurgebieden), de hoeveelheid biograndstoffen die op het land moet achterblijven, en sociaaleconomische ontwikkelingen. Gegeven deze aanzienlijke onzekerheidsmarges wordt gekoerst op een middelhoge ambitie. Op basis van de PBL-inschatting komt dit uit op circa 1.000 PJ in 2050. Dit middenpad doet recht aan zowel de kansen die de verwachte groei van het biograndstoffenaanbod biedt, als aan de onzekerheden die de brede bandbreedte weerspiegelt.

Het PBL beschrijft per sector (landbouw, bosbouw en houtsector, en afval- en overige stromen) hoe het potentiële aanbod de komende 25 jaar kan stijgen. Voorbeelden zijn de benutting van verlaten en marginale landbouwgronden voor energiegewassen, uitbreiding van het bosareaal met snelgroeiende soorten, en betere inzameling en verwerking van secundaire reststromen uit de voedselverwerkende en houtverwerkende industrie, zoals olijfpitten, notendoppen en zaagafval.

50 PBL (2024). [Beschikbaarheid biograndstoffen in Nederland en de Europese Unie](#)

51 PBL (2024). [Beschikbaarheid biograndstoffen in Nederland en de Europese Unie](#)

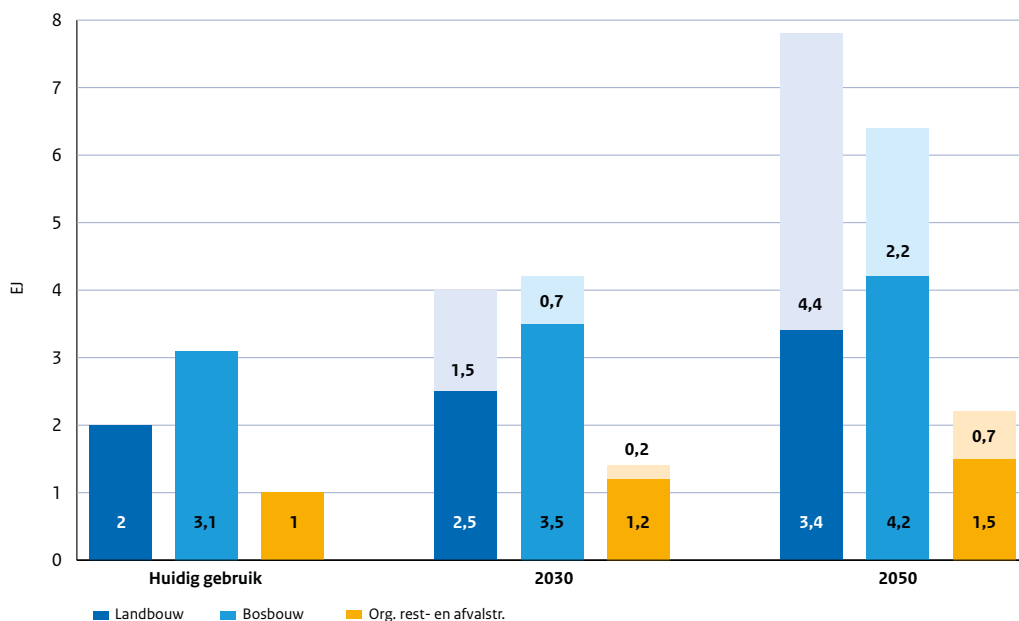
52 TNO (2024). [Towards a sustainable energy system for the Netherlands in 2050](#)

53 PBL (2024). [Beschikbaarheid biograndstoffen in Nederland en de Europese Unie](#)

54 Bij de toepassing van biograndstoffen voor de productie van primaire koolwaterstoffen (biobrandstoffen en biobased chemie) is aangenomen dat bedrijven die hierop overschakelen waarschijnlijk ook het best in staat zijn de benodigde biograndstoffen te verwerven. Op basis hiervan is een verdeling afgeleid van de in Europa beschikbare biograndstoffen over de lidstaten (en daarmee ook de toewijzing aan Nederland) naar rato van de verwachte productieomvang van die primaire koolwaterstoffen. Hiervoor is gebruikgemaakt van het 'EU Reference Scenario 2020' van de Europese Commissie. Voor biograndstoffen bestemd voor directe energetische toepassingen is gekozen voor een verdeling over de lidstaten naar rato van het bruto nationaal product (bnp).

Figuur 7: (verwachte) beschikbaarheid biograndstoffen voor energie en feedstocks afkomstig uit Europa (EU28) (bron: PBL, 2024).

Lichte kleur representeert onzekerheidsmarge.



De mondiale beschikbaarheid van biograndstoffen wordt geschat op een zeer brede bandbreedte van 100 tot meer dan 500 EJ per jaar richting 2050.⁵⁵ PBL laat import van landen buiten de EU bewust buiten beschouwing, omdat ervan uit wordt gegaan dat qua volumes Europa in zijn eigen vraag moet kunnen voorzien (wat niet betekent dat er geen handel tussen EU en derde landen plaats kan vinden). Een *fair share* berekening op basis van GDP (in termen van Purchasing Power Parity) laat zien dat de EU28 recht heeft op ongeveer 10% van de beschikbare biograndstoffen (7,3 tot 19,4 EJ), wat binnen dezelfde range ligt als het duurzame potentieel uit de EU zelf (9 tot 16 EJ). Desalniettemin is het goed een beeld te hebben van het mondiale potentieel. Dit wordt in 2050 geschat op 100 tot meer dan 500 EJ per jaar. Deze grote spreiding in schattingen komt doordat het potentieel sterk afhankelijk is van verschillende factoren, zoals verbeteringen in landbouwproductiviteit, het gebruik van marginale en gedegradeerde gronden, de mate van mobilisatie van landbouw- en bosbouwresiduen, en de toepassing van duurzaamheidseisen op het gebied van landgebruik, broeikasgasbalans, biodiversiteit en sociaaleconomische impact. Vooral de balans tussen voedselproductie en het telen van biomassagewassen, waterbeschikbaarheid en het beschermen van ecosystemen zijn bepalend voor het daadwerkelijk duurzaam inzetbare volume. Hierdoor blijven schattingen van het wereldwijde biograndstoffenaanbod onzeker en sterk uiteenlopend.

De beschikbaarheid van biograndstoffen voor energie en chemie hangt sterk af van welke stromen als inzetbaar worden beschouwd. Het PBL heeft in haar analyse van de beschikbaarheid rekening gehouden met het feit dat het grootste deel van de stromen elders een toepassing kent (bijvoorbeeld als voedsel, veevoer of bodemverbeteraar) en hiervoor gecorrigeerd. Desalniettemin geldt voor sommige van de resterende stromen die wel beschikbaar worden geacht voor het energiesysteem, dat ook deze technisch inzetbaar zijn voor alternatieve toepassingen. Op dit moment bestaan er voor de klimaat- en energietransitie relatief veel beleidsprikkelers voor de inzet van biograndstoffen ter vervanging van fossiele grondstoffen en ontbreken prikkels voor andere toepassingen van biograndstoffen. Naarmate de prikkels voor andere toepassingen van biograndstoffen toenemen, kan dit speelveld verschuiven. Dit kan leiden tot verschuivingen binnen het energiesysteem, bijvoorbeeld van energetische toepassing naar gebruik als grondstof in de chemie, maar ook tot verschuivingen tussen het energiesysteem en andere sectoren. Zo ontbreken momenteel nog prikkels voor regeneratieve landbouw, wat er in de toekomst mogelijk toe leidt dat meer organische stof voor bodemherstel nodig is en de vraag naar (reststromen van) biograndstoffen toeneemt. Tegelijk bieden tussengewassen zoals Camelina een kans om beide doelen te verenigen: ze kunnen gelijktijdig worden ingezet voor energietoepassingen én bodemherstel, zodat de ene toepassing de andere niet hoeft uit te sluiten. De uiteindelijke beschikbaarheid van biograndstoffen voor het energiesysteem is daarmee niet alleen een technische of economische kwestie, maar wordt in belangrijke mate bepaald door de beleidskeuzes en prikkels die de concurrentie tussen verschillende toepassingen vormgeven.

55 Faaij (2022). [Repairing What Policy Is Missing Out on: A Constructive View on Prospects and Preconditions for Sustainable Biobased Economy Options to Mitigate and Adapt to Climate Change](#)

Een integrale blik op vraag en aanbod is onmisbaar bij de inzet op het vergroten van de beschikbaarheid aan duurzame biograndstoffen voor energie en chemie.

De Nationale Biograndstoffenstrategie hanteert daarom een aanpak die zowel het vergroten en aanpassen van het aanbod als het optimaliseren van het gebruik voor alle toepassingen omvat. Deze benadering brengt zowel kansen als uitdagingen aan het licht. Zo kan de eiwittransitie (de verschuiving van dierlijk naar meer plantaardig eiwit in het dieet) leiden tot besparingen op biograndstoffen buiten het energiesysteem, waardoor grondstoffen vrijkomen voor niet-voedseltoepassingen zoals energie en materialen. Het potentieel hiervan dient echter op korte termijn niet overschat te worden, aangezien aanzienlijke delen van de wereld nog met eiwittekorten kampen. Daarnaast volgt uit deze integrale benadering dat de vraag naar biograndstoffen voor uiteenlopende toepassingen sterk zal toenemen. Dit vergroot de druk op het biograndstoffensysteem en maakt de uitdaging aanzienlijk om aan de vraag te kunnen voldoen binnen ecologische grenzen. Hoofdstuk 3.2.3 vat de inzet uit de Nationale Biograndstoffenstrategie kort samen. Voor meer informatie wordt verwezen naar de Nationale Biograndstoffenstrategie die in het najaar van 2026 verschijnt.

3.2.2 Bestaand beleid

Het Duurzaamheidskader Biograndstoffen (2020) borgt de duurzaamheid van biograndstoffen voor energie, chemie en materialen en omvat een richtinggevend kader voor de inzet van biograndstoffen.

In het Duurzaamheidskader Biograndstoffen benadrukt het kabinet dat biograndstoffen een belangrijke rol spelen in de transitie naar een klimaatneutrale en circulaire economie, maar alleen als ze duurzaam worden geproduceerd en zo hoogwaardig mogelijk worden ingezet, vanwege de beperkte beschikbaarheid en de mogelijke milieueffecten. Hierbij hanteert het kabinet een cascaderingsprincipe: biograndstoffen worden bij voorkeur eerst ingezet voor hoogwaardige toepassingen, zoals materialen en chemische producten, vervolgens voor transportbrandstoffen, en pas als laatste voor energietoepassingen zoals elektriciteit en warmte. Op deze manier wordt de beschikbare biomassa zo efficiënt mogelijk benut.

Op dit moment is het beleid dat specifiek gericht is op het mobiliseren van biograndstoffen anders dan voor voedsel- en voedergewassen in Nederland nog beperkt.

Het huidige klimaat- en energiebeleid (waaronder subsidies voor het gebruik van biograndstoffen voor energetische toepassingen en vraagnormerend beleid (zie hoofdstuk 2.4)) zorgt er echter indirect voor dat biograndstoffenstromen worden benut die eerder mogelijk nog geen toepassing kenden.

Voor sommige specifieke biograndstoffenstromen is er wel beleidsinzet voorzien, zoals het vergroten van de inzameling van gft (ook wel bioafval). Zo wordt verkend hoe gemeenten financieel kunnen worden ondersteund bij het uitrollen van bioafvalinzamelsystemen in combinatie met het schrappen van de uitzonderingsgronden uit het Besluit gescheiden inzameling huishoudelijke afvalstoffen (GIHA). Het beleidspakket moet ertoe leiden dat in elke gemeente een dekkend inzamelsysteem voor bioafval wordt gerealiseerd.⁵⁶

Ook in Europees verband wordt ingezet op het vergroten van de aanvoer van biograndstoffen. In de herziening van de EU Bioeconomy Strategy⁵⁷ zet de Europese Commissie in op het vergroten van de beschikbaarheid van biograndstoffen door het beter benutten van zowel primaire als secundaire biomassastromen en het versterken van de veerkracht van biomassaketens. Een goed functionerende interne EU-markt voor secundaire biograndstoffen staat hierbij centraal. Door duidelijke marktsignalen en voldoende verwerkingscapaciteit te stimuleren, wordt ingezet op het beschikbaar maken van onderbenutte stromen zoals bioafval, dierlijke mest en industriële bijproducten. De strategie zet daarnaast in op de opschaling van de inzameling en valorisatie van bioafval via onder meer de Circular Economy Act. Verbeterde modellering en dataverzameling dienen het inzicht in het potentieel van duurzame biograndstoffen en de zekerheid van de aanvoer te versterken. Tot slot beoogt de EU via het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid duurzame en regeneratieve productie te stimuleren.

3.2.3 Inzet op het aanpassen en vergroten van de beschikbaarheid van biograndstoffen in Nederland

De Nationale Biograndstoffenstrategie richt zich op (a) het beperken van de behoefte, (b) de intelligente inzet en (c) het aanpassen van het aanbod van biograndstoffen.

In onderstaande paragrafen worden de hoofdlijnen uit de Nationale Biograndstoffenstrategie toegelicht en geduid hoe deze de beschikbaarheid van biograndstoffen voor het energiesysteem beïnvloeden.

A. Beperken van de behoefte aan biograndstoffen

Stevige inzet blijft nodig om de behoefte aan biograndstoffen voor het energiesysteem waar mogelijk te beperken, gezien de toenemende vraag vanuit verschillende sectoren. Hoewel dit niet de focus is van deze visie, wordt binnen het bredere energiebeleid onverminderd ingezet op de ontwikkeling van voldoende duurzame alternatieven, zoals elektriciteit, waterstof en warmte. Deze inzet dient twee doelen. Enerzijds wordt het beslag dat het Nederlandse energiesysteem op de (mondiale) beschikbaarheid legt beperkt. Anderzijds wordt geanticipeerd op de verwachte

⁵⁶ Kamerbrief 32 583 Nr. 397

⁵⁷ EU Bioeconomy Strategy

prijsstijging op het moment dat de vraag vanuit verschillende sectoren toeneemt, wat op termijn een risico kan vormen voor de betaalbaarheid van energie. De Nationale Biograndstoffen-strategie benadrukt het belang van deze aanpak. Ook het hergebruik van (bio)grondstoffen vormt een belangrijke pijler van zowel de Biograndstoffenstrategie als het circulaire-economiebeleid. Door grondstoffen opnieuw in te zetten wordt de behoefte aan nieuwe aanvoer beperkt. Dit sluit aan bij de inzet uit deze visie om secundaire grondstoffen zo goed mogelijk te benutten (zie ook hoofdstuk 3.3).

B. Intelligente inzet van biograndstoffen

Het kabinet beoogt te sturen op de intelligente inzet van biograndstoffen (waardebehoud, cascadering en total use), zodat deze zo optimaal mogelijk worden benut.

Het Duurzaamheidskader Biograndstoffen concretiseert dit al door onderscheid te maken tussen hoogwaardige, laagwaardige en overbruggingstoepassingen voor materialen en energie. Door te sturen op waardebehoud ontstaan er nieuwe mogelijkheden om biograndstoffen optimaal te benutten. Het gaat dan om behoud van waarde (efficiënte conversie waarbij elke stroom een toepassing vindt), genereren van nieuwe waarde voor een volgende toepassing (regeneratie) en om het zo volledig mogelijk benutten van de grondstof (total use). Voor energetische toepassingen van biograndstoffen betekent dit dat bij voorkeur reststromen worden ingezet die overblijven na cascadering voor andere toepassingen. Wanneer primaire gewassen worden benut, is het doel om de verschillende fracties van deze gewassen optimaal in te zetten voor verschillende doeleinden.

Het streven naar waardebehoud van biograndstoffen is één van de redenen waarom het kabinet ook aandacht heeft voor tijdelijke routes van koolstofverwijdering.

Bepaalde toepassingen van biograndstoffen kunnen langdurig koolstof vastleggen, en daarmee tijdelijk koolstof uit de atmosfeer verwijderen. Hiermee houden de biograndstoffen waarde in het systeem als toepassing (bijvoorbeeld als bouw materiaal), naast de waarde van het vastleggen van de koolstof. Het kabinet bepleit dan ook op Europees niveau om internationaal te komen tot een boekhoudkundige systematiek waarin, naast houtproducten, ook andere bouwmaterialen waarin biogene koolstof langdurig wordt vastgelegd kunnen worden beloond. Des te meer omdat bijvoorbeeld vlas als tussengewas leidt tot weinig aanvullend landgebruik en een lagere koolstofschuld heeft.

Toekomstig beleid moet de balans zoeken tussen efficiënt landgebruik en de bredere voor- en nadelen van verschillende grondstoffen, met behoud van voedselzekerheid als prioriteit. Voor de chemie is nog geen beleidskader van kracht over het al dan niet toestaan van het gebruik van

voedselgewassen voor de productie van biogebaseerde chemicaliën. Uit onderzoek van het Nova Institute⁵⁸ blijkt dat routes waarbij suikers uit voedselgewassen worden ingezet voor sommige toepassingen efficiënter zijn dan routes op basis van houtige grondstoffen, waardoor potentieel minder landoppervlak nodig is om in dezelfde vraag naar eindproducten op basis van biograndstoffen te voorzien. Door bioraffinage kunnen eiwitten en suikers gescheiden worden uit voedselgewassen waardoor de eiwitten voor voedsel beschikbaar blijven. Omdat er voor chemie en materialen nog geen Europees beleidskader van kracht is waarin voedselgewassen toegestaan of uitgesloten worden, dient in de toekomst een afweging te worden gemaakt of voedselgewassen onder voorwaarden kunnen worden toegestaan voor toepassing in de chemie.

C. Aanpassing van het aanbod biograndstoffen

Het kabinet zet in op de aanpassing van het aanbod zodat dit beter aansluit bij de veranderende vraag, waaronder de vraag afkomstig uit het energiesysteem. Dit begint bij de inzet op het mobiliseren van bestaande stromen die nu nog onderbenut zijn, bijvoorbeeld via lokale inzameling en verwerking van o.a. groenafval, gft en afvalhout. Daarnaast betreft het inzet op andere teelten en teeltmethoden, zowel op nationaal als op Europees niveau. Het gaat hierbij zowel om het kiezen van gewassen die passen bij de bodem, de omgeving (rekening houden met kwetsbare natuur) en de waterhuishouding, maar ook om de toepassing van weerbare, regeneratieve en andere innovatieve teeltmethoden zoals voedselbossen, strokenlandbouw, vezelgewassen, tussengewassen en rotatiegewassen. Het kabinet ziet kansen om met deze teeltmethoden bij te dragen aan het herstellen van onder andere marginale gronden, biodiversiteit en klimaatadaptatie, terwijl tegelijkertijd de hoeveelheid (oogstbare) biograndstoffen zou kunnen toenemen.⁵⁹ Daarnaast is er potentie voor aquateelt.

58 Renewable Carbon Initiative (2023). The Use of Food and Feed Crops for Bio-Based Materials and the Related Effects on Food Security: Promoting Evidence-Based Debates and Recognising Potential Benefits.

59 Faaij (2022). [Repairing What Policy Is Missing Out on: A Constructive View on Prospects and Preconditions for Sustainable Bio-based Economy Options to Mitigate and Adapt to Climate Change](#)

Een voorbeeld van een kansrijke innovatie is het telen van olieaadhoudende planten als tussengewas. Oliezaadhoudende planten die als tussengewas worden geteeld, kunnen een belangrijke rol spelen als grondstof voor bio-brandstoffen in de energietransitie, zonder dat hiervoor extra landbouwgrond nodig is. Deze tussengewassen kunnen bovendien een positief effect hebben op de bodemgezondheid en biodiversiteit en boeren een extra inkomstenbron bieden. Momenteel lopen er in Nederland verschillende pilotprojecten waarin zowel de duurzame toepassing als de technische haalbaarheid wordt onderzocht.

Met name op Europees niveau liggen er kansen om de productie van biograndstoffen te vergroten (zie schattingen in hoofdstuk 3.2.1) en beter af te stemmen op de veranderende vraag, wat tevens een belangrijke bijdrage kan leveren aan de strategische autonomie.

Om deze ontwikkeling mogelijk te maken, is inzet op EU-niveau noodzakelijk, onder meer via het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB). Gerichte stimulering kan bijdragen aan het heractiveren van braakliggende gronden en aan een substantiële uitbreiding van de duurzame biograndstoffenproductie richting 2050. Het kabinet roept de Europese Commissie daarom op een integrale benadering te hanteren en te onderzoeken hoe het GLB hieraan kan bijdragen.

Zowel het bevorderen van de intelligente inzet van biograndstoffen als het aanpassen van teelt en teeltmethoden vraagt om de opbouw van nieuwe ketens, het stimuleren van innovatie, het bevorderen van Europese samenwerking en maatschappelijk draagvlak. Onvoldoende toegang tot biograndstoffen, of onzekerheid daarover, vormt voor de productie van biogene koolstofdragers een grote belemmering. Nieuwe ketens, van grondstof tot eindproduct, zullen moeten worden ontwikkeld. De overheid heeft hierin een rol door, in nauwe samenwerking met de ketenactoren, te komen tot een gezamenlijke actieagenda op ketenniveau. Dit wordt verder uitgewerkt als onderdeel van de uitvoeringsagenda van de Nationale Biograndstoffenstrategie. Innovatie is integraal onderdeel van deze ketenaanpak, waarbij technische knelpunten kunnen worden geïdentificeerd en aangepakt met het beschikbare instrumentarium en de juiste marktcondities. Europese samenwerking is cruciaal, omdat veel relevante bevoegdheden op het gebied van landbouw op EU-niveau zijn belegd. Tot slot is breed maatschappelijk draagvlak voor de transitie naar een bio-economie van groot belang.

De Nationale Biograndstoffenstrategie wordt de komende tijd vertaald naar een uitvoeringsagenda met concrete doelen en beleidsinterventies waarop het kabinet de komende jaren wil inzetten. Het gaat daarbij zowel om beleid waarvoor Nederland direct zelf verantwoordelijk is, als om de behartiging van Nederlandse belangen binnen de Europese Unie en het biograndstoffenbeleid dat op Europese schaal wordt ontwikkeld. Daarbij acht het kabinet het van belang om op Europees niveau aan te sturen op een zorgvuldig gebruik van biograndstoffen, en de Europese Commissie te verzoeken erop toe te zien dat het gezamenlijke EU-biograndstoffenbeleid niet meer beslag legt op biograndstoffen dan Europa volgens het *fair share*-principe toekomt.⁶⁰

Knelpunt	Actie	Termijn
In nationaal beleid is er nog onvoldoende sturing op hoogwaardige, intelligente inzet van biograndstoffen en het aanpassen en vergroten van het aanbod.	Vertaal de Nationale Biograndstoffenstrategie naar een uitvoeringsagenda met concrete doelen en beleidsinterventies waarop het kabinet de komende jaren wil inzetten.	2027
Er is onvoldoende zicht op de ontwikkeling van het Europese aanbod aan duurzame biograndstoffen en de vraag vanuit EU-lidstaten.	Onderzoek de mogelijkheden voor monitoring van het aanbod van en de vraag naar biograndstoffen in Europees verband.	2026
Er is geen overkoepelend beeld van het biograndstoffengebruik in Europa, waardoor het onbekend is of de optelsom van het EU biograndstoffenbeleid optelt tot het aandeel dat Europa volgens fair share principes naar zich toe mag trekken.	Roep de Europese Commissie op om bij het ontwikkelen van nieuw biograndstoffenbeleid de check te doen of dit past binnen de bandbreedtes van het aanbod dat op basis van fair share principes voor Europa beschikbaar is.	2026

⁶⁰ PBL (2024) gaat ervan uit dat qua volumes Europa in zijn eigen vraag naar biograndstoffen moet kunnen voorzien (wat niet betekent dat er geen handel tussen EU en derde landen plaats kan vinden). Een fair share berekening op basis van GDP (in termen van Purchasing Power Parity) laat zien dat de EU28 recht heeft op ongeveer 10% van de wereldwijd beschikbare biograndstoffen (7,3 tot 19,4 J), wat binnen dezelfde range ligt als het duurzame potentieel uit de EU zelf (9 tot 16 EJ).

3.3 Koolstofhoudend recyclebaar afval

Onder recyclebaar afval verstaan we in het kader van deze visie het restmateriaal van koolstofhoudende producten, bijvoorbeeld plastics of chemicaliën. Afval wordt bij voorkeur zo efficiënt mogelijk gerecycled. Biogene reststromen zoals gft vallen onder de categorie biograndstoffen (zie hoofdstuk 3.2). Voor het vergroten van het aanbod aan recyclebaar afval ligt de focus in eerste instantie op het benutten van binnenlandse potentieel, maar er wordt ook naar importmogelijkheden gekeken (zie ook hoofdstuk 5).

Mechanisch recycleren heeft de voorkeur vanwege het lagere energieverbruik en materiaaluitval tijdens het proces, maar chemische recycling is van belang om een breder palet aan afvalstromen zo hoogwaardig mogelijk te kunnen verwerken. Chemische recycling, waaronder met name vergassing, biedt kansen voor de meer vervuilde stromen die niet in aanmerking komen voor mechanische recycling, en voor residuen die overblijven na mechanische recycling. Bovendien is mechanisch recyclaat niet voor elke toepassing een geschikte duurzame koolstofbron. Sommige processen of producten vereisen een meer homogene grondstof als input, bijvoorbeeld in verband met voedselveiligheid. Voor het benutten van een zo groot mogelijk aandeel van de beschikbare afvalstromen is het wenselijk dat voldoende verwerkingscapaciteit, waaronder ook pyrolyse- en vergassingscapaciteit, wordt opgebouwd ter aanvulling op mechanische recycling (zie hoofdstuk 4 voor de inzet op opschalen van binnenlandse recyclingcapaciteit).

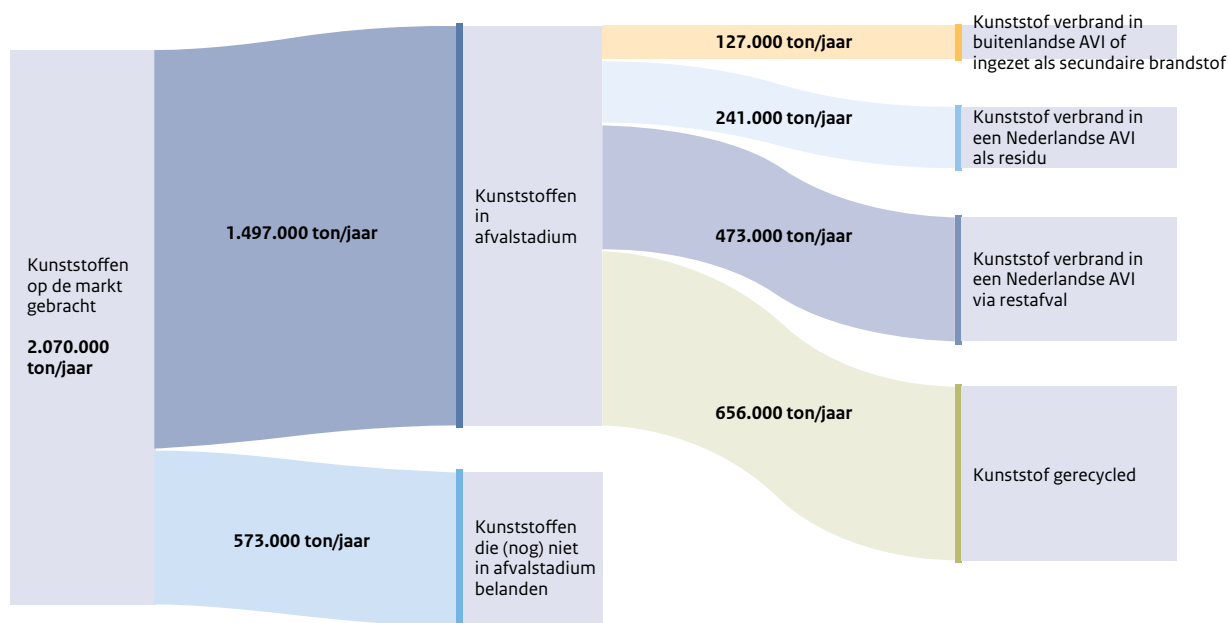
Door de afvalhiërarchie en de recyclingdoelstellingen voor de chemie heeft de inzet van recyclebaar plastic afval voor de productie van plastics en chemicaliën meer potentie dan voor de productie van brandstoffen of energie.⁶¹

Binnen de REDIII worden brandstoffen gebaseerd op gerecycled plastic afval toegestaan om de transportdoelstellingen te halen. In Nederland is echter gekozen om de inzet van dit type brandstoffen niet mee te laten tellen voor de Brandstoftransitieverplichting, vanwege de recyclingdoelstellingen.

3.3.1 Huidige beschikbaarheid en potentieel richting 2050

In Nederland kwam in 2021 ongeveer 1500 kton kunststofafval vrij⁶². In energetische waarde is dit ongeveer 52 PJ.⁶³ Figuur 8 laat zien dat hiervan op dit moment ongeveer 44% wordt gerecycled. Het grootste aandeel recycling betreft mechanische recycling. Iets meer dan 30% van al het Nederlands afval wordt direct in Nederlandse AVI's verbrand, nog eens 16% wordt verbrand als residu na een andere verwerkingsstap en iets minder dan 10% wordt verbrand in buitenlandse AVI's of ingezet als secundaire brandstof. In totaal belandt dus nog meer dan de helft van het vrijgekomen kunststofafval in de verbrandingsoven. Meer dan de helft van de kunststofverpakkingen werd in 2021 gerecycled in het buitenland.

Figuur 8: Vrijkomend kunststofafval en bestemming in 2021⁶⁴



61 KPMG (2023). [Plastic feedstock for recycling in the Netherlands](#)

62 Royal Haskoning (2024). [Evaluatie aanwezigheid kunststoffen in brandbaar afval voor AVI's](#).

63 Uitgaande van energiedichtheid van plastic afval van 35 GJ/t op basis van [Towards a sustainable energy system for the Netherlands in 2050](#) op basis van Stegmann, Daioglou, Londo, & Junginer, 2022

64 Royal Haskoning (2024). [Evaluatie aanwezigheid kunststoffen in brandbaar afval voor AVI's](#).

De beschikbaarheid van recyclelaat hangt af van de hoeveelheid vrijkomend afval, de mate waarin dit geschikt is voor mechanische en chemische recycling en de hoeveelheid verliezen die plaatsvinden tijdens het recyclingproces. TNO gaat in haar scenario's uit van een beschikbaarheid van 860 tot 1400 kton aan afval dat geschikt is voor mechanische en chemische recycling in 2050.⁶⁵ Op basis van diverse aannames ten aanzien van het percentage mechanische versus chemische recycling en de omzettingsverliezen, resulteert dit in ongeveer 335-756 kton output aan mechanisch recyclelaat en 220-420 kton aan chemisch recyclelaat. Omgerekend komt het aanbod uit binnenlands afval dan op 30-50 PJ aan recyclelaat. Zie bijlage 3 voor nadere toelichting op de gemaakte aannames.

Mechanisch recyclelaat is niet algemeen inzetbaar als duurzame koolstofbron voor alle toepassingen maar kan alleen specifiek een bijdrage leveren aan het invullen van een deel van de grondstoffenvraag voor de productie van kunststofproducten. De inzet van mechanisch recyclelaat is daarmee dus geen input voor de basischemie, maar draagt wel bij aan het verkleinen van de behoefte aan (nieuw geproduceerde) basischemicaliën. Chemisch recyclelaat vormt wel input voor de productie van nieuwe basischemicaliën. Voor deze visie gaan we ervan uit dat het mechanische recyclelaat indirect dus wel een bijdrage levert aan het verminderen van de behoefte aan primaire grondstoffen voor de chemie.

Naast binnenlands recyclebaar afval zijn er kansen voor import van recyclebaar afval en secundaire grondstoffen uit Europa. Het aandeel export van eindproducten uit de chemische industrie is momenteel ongeveer 80%. Daarom zal er ook bij 100% recycling van binnenlands afval nog veel extra input nodig zijn. Uit bovengenoemde scenario's volgt dat binnenlands kunststofafval maximaal 10% van de huidige fossiele grondstoffen voor de chemie vervangen. Mogelijk biedt import van afval uit de rest van Europa kansen. In Europa was de beschikbare hoeveelheid huishoudelijk én commercieel en industrieel afval gezamenlijk 644Mt in 2020.⁶⁶ Dit omvat meer dan alleen kunststofafval, waar- onder ook biogene afvalstromen, maar biedt een aanzienlijk aanvullend potentieel. In hoofdstuk 5 wordt verder ingegaan op de wenselijkheid van import van afval en secundaire grondstoffen en wat ervoor nodig is om import mogelijk te maken.

3.3.2 Bestaand beleid voor het vergroten van de beschikbaarheid recyclebaar afval

Met de Uitvoeringsprogramma's Van Afval Naar Grondstof (VANG) worden gemeenten en bedrijven ondersteund huishoudelijk en bedrijfsafval gescheiden in te zamelen. Afval gescheiden inzamelen leidt tot beter recyclebaar materiaal, doordat er minder vervuiling heeft plaatsgevonden. Gemeenten hebben wettelijk de taak om het huishoudelijk afval gescheiden in te zamelen. Het kabinet ondersteunt gemeenten in het uitvoeren van deze taak met het Uitvoeringsprogramma Van Afval Naar Grondstof - Huishoudelijk Afval (VANG-HHA). Hier worden onder andere handreikingen ontwikkeld, onderzoeken uitgevoerd en netwerken gebouwd zodat onderling kennis kan worden uitgewisseld. Met betrekking tot bedrijfsafval zijn ondernemers zelf verantwoordelijk om ervoor te zorgen dat hun afvalstoffen (gescheiden) worden ingezameld. De Rijksoverheid stelt in het Circulair Materialenplan de kaders onder welke voorwaarden bedrijven hun afvalstromen moeten scheiden. Het ministerie ondersteunt bedrijven via het Uitvoeringsprogramma VANG-Buitenshuis bij het voorkomen van afvalstoffen en het beter scheiden van afvalstoffen.

Met het Nationale Programma Circulaire Economie⁶⁷ en het Circulair Materialen Plan wordt volop ingezet op het vergroten van de beschikbaarheid van recyclebaar afval, naast afvalpreventie. Het Nationale Programma Circulaire Economie omvat onder andere de Transitieagenda Kunststoffen waarbij de ambitie is om de kunststofketen in 2050 te sluiten en plastic niet langer te maken van primaire grondstoffen. Het Circulair Materialenplan (CMP) ondersteunt de transitie naar een circulaire economie via kennis en kaders voor overheden en bedrijven. Het CMP is de opvolger van het Landelijk Afvalbeheerplan (LAP).

Circulair ontwerp biedt een kans om producten én hun restmaterialen beter geschikt te maken voor recycling. Hier wordt reeds op ingezet via Europees beleid (Ecodesign Verordening⁶⁸). Onder dat kader kan voor specifieke productgroepen of tussenproducten een minimaal aandeel recyclelaat worden verplicht. Daarnaast heeft de Europese Commissie in haar Ecodesign werkplan⁶⁹ aangekondigd een horizontale Ecodesign-eis te willen vaststellen die een minimale recycleerbaarheid en minimaal gebruik van recyclelaat verplicht stelt voor meerdere productgroepen tegelijk, waaronder elektronica. De vaststelling hiervan wordt verwacht in 2029. In de Ecodesign trajecten wordt ingezet op ambitieuze eisen. Ook Europese wetgeving voor specifieke productgroepen, zoals verpakkingen, auto's

65 TNO (2024) [Towards a sustainable energy system for the Netherlands in 2050](#). TRANSFORM: 1150 kton binnenlands afval waarvan 95% wordt gerecycled, waarvan ongeveer 43% mechanisch en 57% chemisch. ADAPT: 1473 kton binnenlands afval waarvan 75% wordt gerecycled, waarvan 60% mechanisch en 40% chemisch.

66 Strategy& (2024). [Study on the future chemical raw material value chain and the role of alternative waste processing technologies](#).

67 [Nationaal Programma Circulaire Economie 2023-2030](#)

68 [Regulation \(EU\) 2024/1781](#)

69 [EU ESPR and Energy Labelling Working Plan 2025-30](#)

en elektronica, helpt met het beter recyclebaar maken van producten. Zo stelt de Verpakkingen Verordening bijvoorbeeld eisen aan de recyclebaarheid van verpakkingen. Ook het instrument Uitgebreide Producentenverantwoordelijkheid draagt hieraan bij doordat producenten zelf verantwoordelijk worden voor de afvalverwerking, waardoor een prikkel ontstaat om dit ook in de ontwerpfase mee te nemen. Zo kan de hoogte van de financiële bijdrage die producenten moeten afdragen afhankelijk worden gemaakt van ontwerpeisen als repareerbaarheid of recyclebaarheid van desbetreffende producten.

Vanaf 21 november 2026 is de export van alle kunststofafval uit de EU naar niet-OESO-landen verboden.

Het uitgangspunt van het Europese beleid is dat hoogwaardige kunststofstromen zoveel mogelijk binnen Europa worden behouden en ingezet als secundaire grondstof.

3.3.3 Aanvullende inzet op het vergroten van de beschikbaarheid recyclebaar afval

Het kabinet onderzoekt de mogelijkheden van het landelijk standaardiseren van afvalscheiding en -inzameling.

Onder standaardisatie wordt door belanghebbenden in ieder geval verstaan dat de Rijksoverheid aanvullende eisen stelt aan gemeenten over hoe de inzameling van huishoudelijk afval moet worden uitgevoerd. Dit met als doel om de verschillen tussen gemeenten te verkleinen en toe te werken naar meer en betere recycling.

Het kabinet zet in op Europese einde-afvalcriteria.

Materialen met een afvalstatus kunnen deze status weer kwijtraken, we spreken dan over de einde-afvalstatus. Het materiaal moet daarvoor een handeling van nuttige toepassing hebben ondergaan en voldoen aan de vier einde-afvalvoorwaarden uit artikel 1.1 lid 6 van de Wet milieubeheer. Op het moment dat een materiaal de einde-afvalstatus heeft, valt dit materiaal niet langer onder de afvalstoffenwetgeving, maar onder de product- en stoffenwetgeving. De in 2026 aanstaande Circular Economy Act (CEA) van de Europese Commissie zal naar verwachting toezien op het verbeteren van de interne markt voor secundaire materialen. Hoewel de precieze insteek nog onduidelijk is, is de verwachting dat deze CEA positief zal bijdragen aan de beschikbaarheid van recyclebaar afval, bijvoorbeeld door het stellen van einde-afval criteria of het verduidelijken van de definitie van afval. Dit houdt in dat er op Europees niveau via een uitvoeringsverordening voor specifieke materialen criteria worden opgesteld voor wanneer deze de einde-afvalstatus bereiken. Dit biedt ondersteuning aan bedrijven en het bevoegd gezag bij de uniforme beoordeling van de einde-afvalstatus binnen de EU. Aangezien harmonisatie op Europees niveau meerwaarde biedt ten opzichte van nationale wetgeving, zet het kabinet in op Europese einde-afvalcriteria. In aanloop naar de CEA heeft Nederland een non-paper opgesteld met de Nederlandse prioriteiten.⁷⁰

Knelpunt	Actie	Termijn
Nog relatief veel (potentieel recyclebaar) afval eindigt in verbrandingsinstallaties.	Maatregelen verkennen om het Nederlandse inzamelsysteem verder te verbeteren en testandaardiseren.	2026
Nog niet alle producten zijn ontworpen om gerecycled te kunnen worden (circulair ontwerp).	Ambitieuze inzet op recycelaats- en recyclebaarheidseisen onder de Ecodesign Verordening en Europese productspecifieke wetgeving.	Lopend
Onvoldoende specifieke kaders voor de afvalstatusbeoordeling om te komen tot circulair gebruik voor de bedrijven die afvalstoffen als grondstof willen gebruiken.	Inzet op Europese einde-afvalcriteria, onder andere in aanloop naar de Circular Economy Act.	Lopend
Afvalstromen zijn vaak onvoldoende beschikbaar als feedstock voor mechanische, fysische en/of chemische recyclers, zowel wat betreft consistente kwaliteit als volume.	Op Europees niveau inzetten op het realiseren en faciliteren van afvalstromen met voldoende consistente kwaliteit én volume als feedstock voor mechanische, fysische en/of chemische recycling.	Lopend

⁷⁰ [The Netherlands' priorities for a Circular Economy Act](#)

3.4 Niet-fossiele CO₂

Niet-fossiele CO₂ wordt naast biograndstoffen en secundaire koolstofdragers een belangrijke bron van duurzame koolstof. Onder niet-fossiele CO₂ verstaan we in dit hoofdstuk biogene CO₂, afgevangen bij verbranding of verwerking van biograndstoffen tot biogene koolstofdragers, atmosferische CO₂ uit de lucht (Direct Air Capture, hierna: DAC) en oceanische CO₂ uit water (Direct Ocean Capture, hierna: DOC). Biogene CO₂ is geen bron van duurzame koolstof, maar komt vrij als reststroom bij verbranding of verwerking van duurzame biograndstoffen tot biogene koolstofdragers. Bij verbranding gaat het om afval-verbrandingsinstallaties (AVI's) en verbranding van biograndstoffen voor energieproductie. Bij verwerking van biograndstoffen gaat het om diverse processen waar in meer of mindere mate CO₂ vrijkomt als restproduct, zoals vergisting, vergassing⁷¹ of fermentatie van biograndstoffen (met als resultaat producten als biogas, groen gas, methanol of ethanol), maar ook compostering. In dit hoofdstuk wordt beschouwd hoeveel niet-fossiele CO₂ in Nederland beschikbaar kan komen. Een belangrijke kanttekening daarbij is dat de biogene CO₂ die vrijkomt in Nederland voor het grootste deel voort zal komen uit de verwerking of verbranding van geïmporteerde biograndstoffen (zie ook hoofdstuk 3.2 en hoofdstuk 5). Met DAC of DOC kan CO₂ worden gewonnen uit de atmosfeer of uit water. Deze technologieën zijn nog in ontwikkeling.

Niet-fossiele CO₂ is nodig voor de realisatie van koolstofverwijdering en de verduurzaming van de glastuinbouw, en nog onzeker in welke mate voor de productie van synthetische koolstofdragers⁷² (zie paragraaf 2.2).

Om aan de klimaatwet te voldoen en klimaatneutraliteit te realiseren, moeten Nederlandse restemissies worden gecompenseerd met koolstofverwijdering die in Nederland plaatsvindt. Indien Nederland onvoldoende alternatieve opties heeft om koolstof te verwijderen uit de atmosfeer, wordt Nederland voor het behalen van de klimaatdoelen afhankelijk van de inkoop van koolstofverwijdering elders, met mogelijk hoge kosten als gevolg.⁷³ Voor de glastuinbouw is de beschikbaarheid van niet-fossiele CO₂ een randvoorwaarde voor de transitie naar een klimaatneutrale glastuinbouw. Bij onvoldoende beschikbaarheid wordt verduurzaming duurder. Niet-fossiele CO₂ is daarnaast een belangrijke grondstof voor de productie van synthetische

koolstofdragers. De productie van synthetische brandstoffen op basis van CO₂ en groene waterstof wordt in Nederland niet kansrijk geacht (zie hoofdstuk 4). De verwachting is dat dit eerder zal gebeuren op basis van geïmporteerde synthetische halffabricaten, zoals synthetische methanol (zie hoofdstuk 4).

3.4.1 Huidig aanbod en potentieel richting 2050

De beschikbaarheid van niet-fossiele CO₂ is op dit moment nog beperkt tot ongeveer 0,7 Mton en groeit in beperkte mate richting 2030. Een recente studie van CE Delft laat zien dat de huidige beschikbaarheid van niet-fossiele CO₂ beperkt is tot wat wordt afgevangen bij enkele AVI's, één brandstoffenproducent en enkele partijen in de biogas- en groen gasketen.⁷⁴ Het totale potentieel aan biogene CO₂ wordt voor 2030 geschat op ongeveer 2 tot 5 Mton CO₂⁷⁵, maar op basis van de beschikte SDE++-subsidies tot aan 2024 is de verwachting dat de realisatie van het aanbod voor 2030 aan de onderkant van deze bandbreedte zal liggen. Hiervan zal het grootste deel afkomstig zijn van AVI's.

De mate waarin het aanbod van biogene CO₂ richting 2040 en 2050 kan groeien is sterk afhankelijk van de mate waarin bioraffinage zich in Nederland ontwikkelt. Schattingen van het aanbod niet-fossiele CO₂ lopen voor 2040 en 2050 erg uiteen. Voor biogene CO₂ is het aanbod sterk afhankelijk van de mate waarin biograndstoffen in Nederland zullen worden verwerkt tot biobrandstoffen en chemicaliën (hierna: bioraffinage). Op het moment dat duurzame energierijke bouwstenen of eindproducten worden geïmporteerd, zal de hoeveelheid biogene CO₂ die hier vrijkomt beperkt zijn. De mate van bioraffinage in Nederland zal dus sterk bepalend zijn voor het aanbod niet-fossiele CO₂. Als bovendien sprake is van syngasverrijking met waterstof, neemt de output van het proces toe en de hoeveelheid CO₂ als reststroom af. Oftewel, het aanbod biogene CO₂ wordt dan direct benut voor extra productie van synthetische koolstofdragers. In dit hoofdstuk wordt de beschikbaarheid van biogene CO₂ uit bioraffinage geschat op 1,5-12,5 Mton in 2040. Voor 2050 is aangenomen dat dit kan oplopen naar maximaal 20 Mton. Daarnaast komt bij de opwerking van biogas naar groen gas biogene CO₂ vrij als reststroom. De omvang hiervan wordt geschat op 1 tot 2 Mton biogene CO₂ in 2030 en 2 tot 3 Mton biogene CO₂ in 2040.⁷⁶ Voor 2050 wordt dezelfde hoeveelheid als in 2040 aangenomen.

71 Vergassing kent als hoofdproduct syngas (H₂ en CO). CO₂ komt als restproduct vrij.

72 Met synthetische koolstofdragers worden synthetische brandstoffen en grondstoffen bedoeld die zijn geproduceerd uit afgevangen niet-fossiele CO₂ en hernieuwbare waterstof. Uit ruwe biograndstoffen kunnen via bijvoorbeeld syngas (CO en H₂) synthetische koolstofdragers worden gemaakt. Op het moment dat het syngas van biogene oorsprong is, vallen deze koolstofdragers volgens deze definitie onder biogene koolstofdragers.

73 Het is nog onduidelijk in hoeverre er buitenlands aanbod van koolstofverwijderingskredieten zal zijn. Naar verwachting zal de prijs daarvan in ieder geval aanzienlijk zijn – zeker als het gaat om permanente vastlegging ter compensatie van fossiele restemissies – en in de honderden euro's per ton kunnen lopen. 1 Mton rest emissie kost dan jaarlijks enkele honderden miljoenen euro.

74 CE Delft (2025). [Duurzame CO₂-levering aan de glastuinbouw. Kansen en bedreigingen.](#)

75 CE Delft komt in de oorspronkelijke inschatting uit op 2,5 tot 7 Mton. De aannames voor de hoeveelheid CO₂ die vrijkomt bij groen gasproductie zijn echter naar beneden bijgesteld om deze in lijn te brengen met de huidige verwachte hoeveelheid groen gasproductie uit vergisting. Het potentieel uit verbranding van biograndstoffen voor elektriciteit en warmteproductie is hier daarnaast buiten beschouwing gelaten.

76 Zie toelichting in bijlage 3

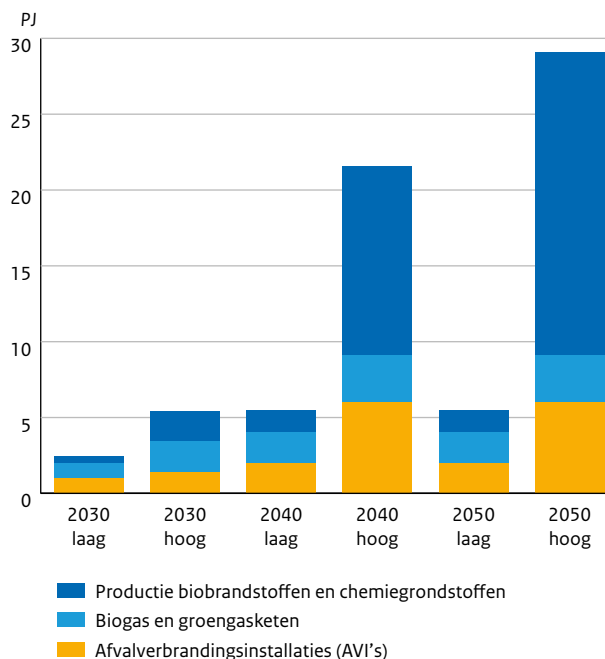
Een onzekere factor is de hoeveelheid niet-fossiele CO₂ die vrijkomt bij verbranding van biograndstoffen voor elektriciteits- en warmteproductie. In Nederland zijn er vier grote energiecentrales die biomassa kunnen inzetten om energie op te wekken. Dit zijn de (voormalige) kolencentrales waar vanaf 2030 het kolenverbod geldt. Wanneer biomassa wordt gebruikt om energie op te wekken en de daarbij vrijkomende CO₂ wordt afgevangen en opgeslagen, spreekt men van BECCS: een vorm van koolstofverwijdering. Als de CO₂ een andere toepassing vindt, is sprake van BECCU. Het theoretisch potentieel voor koolstofafvang bij deze centrales is significant (ordergrootte >10Mton, afhankelijk van het inzetpatroon), maar zonder business case voor de eigenaar wordt koolstofafvang niet vanzelfsprekend gerealiseerd.

Het kabinet erkent het belang van koolstofverwijdering voor het halen van de klimaatdoelen. CCS bij opwek van elektriciteit en warmte met biomassa (BECCS) is vrijwel de enige techniek die kansen biedt voor significante volumes koolstofverwijdering in Nederland op relatief korte termijn. Tegelijkertijd wordt in het Nationaal Plan Energiesysteem en het Duurzaamheidskader Biograndstoffen gesteld dat vanwege de schaarste aan duurzame biograndstoffen, laagwaardige toepassingen zoals de opwekking van elektriciteit zoveel mogelijk moeten worden afgebouwd. Voor de actualisatie van het NPE (2026) wordt nader in kaart gebracht in welke mate biograndstoffen naar verwachting een rol zullen spelen bij de invulling van de behoefte aan regelbaar vermogen. Afvang van CO₂ is in het geval van regelbare centrales niet vanzelfsprekend, omdat het aantal draaiuren beperkt is. Het is dan de vraag of de investering in de CO₂-afvanginstallatie opweegt tegen de opbrengsten van de biogene CO₂ voor gebruik of compensatie van restemissies.

Op dit moment kan binnen de SDE++ voor bio-energiecentrales tot 100 MW subsidie worden aangevraagd voor zowel CCU als CCS. Door deze cap komen grote biomassa-energiecentrales, zoals de (voormalige) kolencentrales, boven dit vermogen niet in aanmerking voor SDE++-subsidie. Het is aan de eigenaren van deze locaties om te kijken naar de toekomstige ontwikkeling van die locaties, inclusief de opties voor verduurzaming. Het staat de eigenaren vrij om op basis van biograndstoffen verder te gaan, zoals de Amercentrale nu ook doet. Een BECCU-centrale kan zonder subsidie tot stand komen wanneer de energieproductie, in combinatie met de afvang en opslag van biogene CO₂ óf met de opbrengsten uit het gebruik ervan, voldoende winstgevend is. In figuur 9 is enkel de biogene CO₂ meegenomen die potentieel vrijkomt bij AVI's, bioraffinage en in de biogas- en groen gasketen. Hierbij is het van belang aan te geven dat de biogene CO₂ die kan vrijkomen bij de verbranding van biograndstoffen voor energie en warmte niet is weergegeven, maar dit zou afhankelijk van de inzet significant kunnen zijn (>10Mton). Ook het potentieel voor DAC en DOC is niet opgenomen in figuur 9.

Figuur 9: Inschatting aanbod biogene CO₂ in 2030, 2040 en 2050⁷⁷. Het potentiële aanbod biogene CO₂ dat vrij zou kunnen komen bij de verbranding van biograndstoffen voor warmte en elektriciteit is niet weergegeven, maar zou afhankelijk van de inzet significant kunnen zijn (>10Mton). Ook DAC en DOC zijn hier buiten beschouwing gelaten vanwege het onzekere potentieel.

Potentieel aanbod biogene reststromen CO₂



Het realistische potentieel van DAC en DOC is nog erg

onzeker. Het technisch potentieel van DAC is in theorie heel groot, omdat de atmosfeer veel CO₂ bevat. Het economisch potentieel is afhankelijk van de vraag naar niet-fossiele CO₂, de beschikbaarheid en betaalbaarheid van hernieuwbare energie (en concurrentie met andere toepassingen van die hernieuwbare energie) en de beschikbaarheid en betaalbaarheid van biogene CO₂, dat voorlopig nog goedkoper is dan atmosferische CO₂ middels DAC. De betalingsbereidheid voor DAC zal toenemen op het moment dat de prijs van duurzame CO₂ stijgt. Het potentieel van DAC in 2040 en 2050 moet nader in kaart worden gebracht en is daarom nog niet meegenomen. Omdat het TRL-niveau van DOC nog relatief laag is (4-6), is dit potentieel nog niet meegenomen. De CO₂-concentratie in zeewater is hoger dan in de lucht, maar er zijn nog steeds grote hoeveelheden hernieuwbare energie nodig om CO₂ aan het water te onttrekken. Het realistisch potentieel voor 2040 en 2050 is om die reden, net als voor DAC, zeer onzeker en moet verder worden onderzocht.

Met bestaand beleid is het niet aannemelijk dat de totale behoefte aan niet-fossiele CO₂ kan worden ingevuld met binnenlands vrijkomende niet-fossiele CO₂. Het potentiële aanbod aan reststromen biogene CO₂ is zeer onzeker en ligt naar verwachting tussen de 5,5 en 29 Mton in 2050. De bovenkant van deze bandbreedte gaat uit van

77 Aannames voor 2030 en 2040 zijn grotendeels gebaseerd op CE Delft (2025). [Duurzame CO₂-levering aan de glastuinbouw. Kansen en bedreigingen.](#) Zie voor aannames 2050 lopende tekst.

een substantiële hoeveelheid bioraffinage in Nederland. Een belangrijke kanttekening is dat het potentiële aanbod uit verbranding van biograndstoffen voor energie- en warmteproductie en uit DAC en DOC hierin niet is meegenomen. De vraag naar niet-fossiele CO₂ voor koolstofverwijdering en de glastuinbouw is geschat op 22-28 Mton. In het scenario waarin in Nederland veel bioraffinage plaatsvindt en het aantrekkelijk is om de opbrengsten van deze processen te verhogen door externe toevoeging van waterstof, kan een substantieel deel van het aanbod aan biogene CO₂ worden gebruikt voor de productie van synthetische koolstofdragers (0-12,5 Mton in 2050)⁷⁸. Of dit wenselijk is, dient afgewogen te worden in de bredere context van de klimaatdoelstellingen. Verrijking met waterstof (en dus een hogere opbrengst aan duurzame koolstofdragers) verkleint de potentie voor koolstofverwijdering via deze route.

Gezien het zeer onzekere aanbod en de substantiële omvang van de behoefte, bestaat de kans dat het binnenlandse aanbod niet toereikend is. Vraag en aanbod zijn hier voor een deel communicerende vaten: mogelijke schaarste aan niet-fossiele CO₂ drijft de marktprijs op, waardoor de vraag kan afnemen. Tuinders zullen bij hoge prijzen afwegen of zij CO₂ willen blijven afnemen, overstappen op alternatieve (fossiele) bronnen, of hun CO₂-gebruik verminderen.

3.4.2 Bestaand beleid

Afvang van biogene CO₂ wordt reeds gestimuleerd via de SDE++ bij diverse biogene processen. Op dit moment wordt CO₂-afvang gestimuleerd bij AVI's, afvalvergassing, verbranding van biogas en groen gas, verbranding van vaste biomassa en vloeibare biograndstoffen (installaties tot 100 MWe), bij de opwaardering van biogas tot groen gas en bij bioraffinage van biograndstoffen naar biogene koolstofdragers (brandstoffen of chemicaliën). Bijna alle processen waar potentieel biogene CO₂ wordt geproduceerd komen daarmee in aanmerking voor SDE++-subsidie, waarbij gekozen kan worden tussen toepassing voor volledige CCS of voor een combinatie met CCU voor de glastuinbouw.

Ook Direct Air Capture met toepassing van CO₂ in de glastuinbouw komt sinds 2025 in aanmerking voor SDE++-subsidie. Naar aanleiding van inbreng van marktpartijen heeft het PBL voor de SDE++-ronde van 2025 voor het eerst geadviseerd om DAC op te nemen in de regeling. Sinds de openstellingsronde van 2025 is DAC opengesteld voor CO₂-levering aan de glastuinbouw, waarbij de mogelijkheid bestaat om in de uren dat niet aan de glastuinbouw geleverd wordt, aanvullend DAC voor koolstofverwijdering in te zetten. Vanaf de openstellingsronde 2026 is het daarnaast mogelijk om DAC volledig in te zetten voor CCS.

Afvang van biogene CO₂, DAC en DOC komen daarnaast in aanmerking voor innovatiesubsidies. De DEI+ (Demonstratie Energie- en Klimaatinnovatie) heeft een thema CO₂ afvang, opslag en hergebruik. De MEI (innovatieregeling glastuinbouw) stimuleert CCU voor de glastuinbouw. Ook DAC wordt reeds gestimuleerd via DEI+ en MEI. Daarnaast is er als onderdeel van de uitvoering van de Routekaart Koolstofverwijdering een innovatieprogramma koolstofverwijdering opgestart. Vanuit dit programma is subsidie beschikbaar voor onderzoek en technologieontwikkeling voor verschillende koolstofverwijderingstechnologieën, waaronder DAC en DOC in de MOOI, EKOI en de HEP (als instrument om deel te nemen aan het Clean Energy Transition Partnership). DOC komt in 2026 voor het eerst in aanmerking.

De beoogde bijmengverplichting groen gas en de brandstoftransitieverplichting zorgen door sturing op keten-emissiereductie voor een prikkel om biogene CO₂ af te vangen en te verwaarden bij de productie van groen gas en biobrandstoffen. Voor de verkoop van groen gas zullen Garanties van Oorsprong (GvO's) worden gebruikt die de hoeveelheid ketenemissiereductie van het productieproces weergeven. Een hogere ketenemissiereductie zal leiden tot een hogere verkoopprijs van het desbetreffende groen gas. Hiermee wordt een stimulans gecreëerd om zoveel mogelijk emissiereductie te realiseren tijdens het productieproces. Voor de brandstoftransitieverplichting geldt een vergelijkbaar mechanisme, waarbij de hoogte van de ketenemissiereductie bepaalt hoeveel emissiereductie-eenheden een brandstofleverancier krijgt. Het afvangen van CO₂-emissies krijgt hierdoor waarde, met name wanneer de grondstof waaruit de biobrandstof wordt geproduceerd al een lage emissievoetafdruk heeft. Of de sturing op ketenemissiereductie voldoende is om investeringen in CO₂-afvang teweeg te brengen, moet nog blijken.

De ontwikkeling van infrastructuur die voortvloeit uit marktontwikkeling en beleidsinzet op CCS en CCU van fossiele CO₂, kan op termijn in toenemende mate worden benut voor transport, gebruik en opslag van niet-fossiele CO₂. De CCS-markt is op dit moment een business-to-business markt, waarbij CO₂ afvang, transport en opslag wordt ontwikkeld door de markt als onderdeel van de CCS-keten. Het CCS-beleid in Nederland is erop gericht dat de (Rijks) overheid de gewenste randvoorwaarden creëert waarbinnen de CCS-markt en -infrastructuur zich kan ontwikkelen.⁷⁹ Wat betreft de realisatie van CCS-projecten zijn Porthos en Aramis in een vergevorderde fase van ontwikkeling. Porthos start vanaf 2027 met CO₂-opslag en Aramis naar verwachting in 2030. De realisatie van de infrastructuur begint wanneer alle partijen in de waardeketen voor afvang, transport en opslag zich aan elkaar committeren en een finaal investeringsbesluit nemen. Het kabinet ondersteunt de ontwikkeling van CCS-projecten onder andere via staats-

78 De vraag naar CO₂ voor synthetische brandstofproductie via verrijking met waterstof ontstaat niet als het aanbod aan biogene CO₂ uit bioraffinage er niet is. Vraag en aanbod kunnen dus niet los van elkaar worden gezien.

79 Kamerstuk 32813 nr. 1505

en beleidsdeelnemingen, door het afdekken van de onrendabele top van CCS-projecten middels de SDE++ en in het geval van Aramis door het volloopriscio te mitigeren.⁸⁰ Daarnaast ondersteunt de overheid de uitvoering van diverse CO₂-infrastructuur projecten, zoals de Delta Rhine Corridor en de Delta Schelde CO₂-nnection en het CO₂-netwerk Noordzeekanaalgebied door middel van een MIEK-status en coördinatie van de vergunningen in de project procedure. De Europese Commissie heeft aangekondigd in 2026 met voorstellen te komen voor regelgeving omtrent CO₂-transport met als doel de benodigde opschaling van de CO₂-infrastructuur te ondersteunen. De infrastructuur bouwt voort op de bestaande, private OCAP-pijpleiding die vanaf 2002 wordt gebruikt voor CO₂-transport naar de glastuinbouwsector in Zuid-Holland. Op de langere termijn kan deze infrastructuur in toenemende mate worden benut voor transport, gebruik en opslag van niet-fossiele CO₂, en de ontwikkeling ervan creëert kansen om het potentiële aanbod aan niet-fossiele CO₂ te benutten.

3.4.3 Aanvullende inzet op het benutten van reststromen biogene CO₂ en het benutten van kansen voor DAC en DOC

Het kabinet zet in op het creëren van randvoorwaarden voor maximale afvang van biogene CO₂ bij processen waar biogene CO₂ anders direct zou verdwijnen in de atmosfeer.

Bij het vergroten van het aanbod biogene CO₂ moet worden voorkomen dat er prikkels ontstaan waardoor biograndstoffen onnodig worden omgezet in CO₂, omdat dit in feite inefficiënt gebruik van biograndstoffen impliceert. Het beleid is hier dan ook primair gericht op het mobiliseren van reststromen biogene CO₂. Voor AVI's zal de overblijvende capaciteit zoveel mogelijk van CO₂ afvanginstallaties moeten worden voorzien. Tegelijkertijd zal vanuit het circulaire-economiebeleid, het Duurzaamheidskader Biograndstoffen en de biograndstoffenstrategie [hoofdstuk 3.2 en 3.3] worden ingezet op het zoveel mogelijk uit de verbrandingsoven houden van biogeen afval, zodat het hoogwaardiger kan worden benut. Waar nog verbranding van biograndstoffen voor energieproductie plaatsvindt, wordt zoveel mogelijk ingezet op CO₂-afvang. Een belangrijk aandachtspunt hierbij is dat investeringen in de afvang van CO₂ niet mogen leiden tot een lock-in op verbranding van afval of biograndstoffen die op termijn ook hoogwaardiger kunnen worden ingezet.⁸¹

Er wordt ingezet op de ontwikkeling en opschaling van technologie voor CO₂-afvang uit de lucht en het water.

DAC en DOC worden gezien als veelbelovende technologieën, maar zijn nog in ontwikkeling. De mate waarin deze technologieën ook in Nederland een rol kunnen spelen, is met name afhankelijk van de technologieontwikkeling wat betreft kosten, energie- en ruimteverbruik. Het kabinet ondersteunt dit via innovatiesubsidies. Verder zal het komende jaar worden onderzocht welke rol DAC en DOC mogelijk kunnen spelen op plekken waar energieoverschotten aanwezig zijn, en welke kansen er zijn om de technologieën slim in te passen in het energiesysteem.

Het kabinet zet in op verbetering van de SDE++-subsidie om afvang van reststromen biogene CO₂ en DAC te vergroten.

De SDE++ staat momenteel al open voor de afvang van biogene CO₂ ten behoeve van opslag (CCS) en levering aan de glastuinbouw. Sinds 2025 komt DAC in combinatie met levering aan de glastuinbouw in aanmerking en sinds 2026 wordt DAC ook mogelijk gemaakt in combinatie met CCS. Voor de 2026-ronde heeft het kabinet PBL gevraagd om onderzoek te doen naar het uitbreiden van de toepassingen van CCU buiten de glastuinbouw. PBL concludeert echter dat het niet mogelijk is om andere toepassingen op te nemen, omdat het vanwege de diversiteit in toepassingen ontbreekt aan een gepast correctiebedrag en de mogelijkheid om eenduidig de vermeden emissies bij de gebruiker vast te stellen.⁸² Voor de openstellingsronde van 2027 wordt verkend of binnen de SDE++ meer flexibiliteit kan worden geboden om (gedurende de looptijd) te variëren in de verhouding tussen CCS en levering aan de glastuinbouw. Dit maakt het mogelijk aantrekkelijker voor partijen om te investeren in afvang.

Specifiek voor de glastuinbouw wordt gewerkt aan het vergroten van de toegang tot het aanbod niet-fossiele CO₂.

Dit gebeurt middels het deelplan toegang tot externe CO₂⁸³, dat onderdeel is van het bredere Actieplan randvoorwaarden energietransitie glastuinbouw⁸⁴. Het gaat hier onder meer om monitoring, zuinig gebruik van biogene CO₂, de realisatie van projecten binnen de SDE++ of de MEI, en onderzoek naar het wegnemen van onder andere infrastructurele en procedurele knelpunten (zoals vergunningverlening) die levering vanuit biogene CO₂-bronnen aan de glastuinbouw op dit moment belemmeren.

⁸⁰ Kamerstuk 32813 nr. 1505

⁸¹ Beleidsvisie afvalverbranding in 2030 en richting 2050

⁸² PBL (2026). Advies basisbedragen SDE++ 2026

⁸³ Actieplan toegang tot externe CO₂ (bijlage van Kamerstuk 32627, nr. 72)

⁸⁴ Kamerstuk 32627, nr. 72

Voor de glastuinbouw is daarnaast een belemmering dat binnen de huidige regelgeving administratieve toerekening van de biogene fractie van gemengde stromen CO₂ niet mogelijk is, maar er wordt op Europees niveau gewerkt aan een oplossing. AVI's leveren CO₂ die deels fossiel is (ongeveer 1/3) en deels biogeen (ongeveer 2/3). Omdat deze stromen fysiek niet te scheiden zijn, is een administratief systeem nodig om te bepalen waar het aandeel biogeen en het aandeel fossiel aan kunnen worden toegerekend. Recent is gebleken dat het zogeheten 'bioswapsysteem', waarbij het biogene deel administratief zou kunnen worden toegekend aan bijvoorbeeld de glastuinbouwsector en het fossiele deel aan CCS, niet voldoet aan huidige EU-ETS regelgeving. Daardoor wordt administratief de fysiek gemengde stroom aangehouden en moet over het fossiele gedeelte een CO₂-heffing worden betaald of moeten ETS-rechten worden afgeleverd, wat de

businesscase voor levering van gemengde CO₂-stromen aan bijvoorbeeld de glastuinbouw verslechtert. Dit zorgt op dit moment ook voor onzekerheid over de ontwikkeling van CO₂-infrastructuur die bedoeld is om stromen vanaf de AVI's te transporteren. Om tot een oplossing te komen voor deze uitdagingen heeft het kabinet, in samenwerking met de NEa, een oplossingsrichting gepresenteerd aan de Europese Commissie. De Europese Commissie heeft het signaal verwelkomd en hierop aangegeven belang te hechten aan investeringen in afvang, transport, vastlegging en opslag van CO₂. De Commissie wil zich inzetten voor een snelle technische aanpassing van de regels voor monitoring, rapportage en verificatie om administratieve verrekening mogelijk te maken, al vooruitlopend op de herziening van het ETS. Dit proces is opgestart en zal in de tweede helft van 2026 verder worden doorlopen.⁸⁵

Knelpunt	Actie	Termijn
De SDE++-subsidie stelt eisen aan de toepassing van CO ₂ gedurende de looptijd. Gebrek aan flexibiliteit kan belemmerend werken.	Voor de openstelling van 2027 wordt PBL gevraagd advies te geven over het bieden van meer flexibiliteit om (gedurende de looptijd) te variëren in de verhouding tussen levering aan de glastuinbouw en CCS.	2027
DAC en DOC zijn nog in ontwikkeling en kennen vooralsnog een relatief hoog energie- en ruimtegebruik, en mede daardoor hoge kosten.	Openstellingen van de DEI+ en MOOI in 2026 (beschikking subsidies eind 2026) om technologieontwikkeling te stimuleren.	2026
Onzekerheid over of er voldoende aanbod aan koolstofverwijdering zal ontstaan.	Onderzoek naar het realistisch potentieel van verschillende koolstofverwijderingsmethoden in Nederland in 2040, de potentiële positieve of negatieve neveneffecten en wat ervoor nodig is om dit potentieel te realiseren.	2026
	Mogelijk aanvullend beleid koolstofverwijdering bij de voorjaarsbesluitvorming klimaat.	2027
Binnen de ETS-regelgeving is administratieve toerekening van de biogene CO ₂ -fractie uit gemengde stromen niet mogelijk, wat een belemmering oplevert voor de opschaling van het aanbod aan niet-fossiele CO ₂ en bijbehorende infrastructuur.	Inzet op EU-niveau om de bioswap mogelijk te maken zonder integriteit ETS aan te tasten.	2026
AVI's worden geconfronteerd met investeringsonzekerheid rondom verduurzaming, als gevolg van onduidelijkheid over de technische uitwerking van de plastic heffing (structureel ca. €567 miljoen vanaf 2028 ⁸⁶).	Besluitvorming over de alternatieve invulling van de huidige technische dekking voor het niet doorgaan van de plastic heffing.	Prinsjesdag 2026

85 [Kamerstuk 32813, nr. 1566](#)

86 Zie paragraaf 5.19 Memorie van Toelichting, Belastingplan 2026.



4

Binnenlandse productiecapaciteit duurzame koolstofdragers

Om duurzame koolstofdragers te produceren die inzetbaar zijn als energiebron of chemische grondstof, zijn doorgaans meerdere verwerkingsstappen vereist. Onder binnenlandse productiecapaciteit wordt in dit hoofdstuk verstaan: de capaciteit die nodig is om van een koolstofbron of duurzame energierijke bouwsteen tot een gebruiksklaar eindproduct te komen.

De diverse koolstofdragers kunnen elk geproduceerd worden via verschillende productieroutes. In bijlage 4 is een overzicht van de belangrijkste productieroutes voor duurzame koolstofdragers weergegeven. In dit hoofdstuk wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende categorieën:

- Productie van **biogene koolstofdragers** op basis van diverse grondstoffen en routes. Sommige processen zijn reeds bewezen en op commerciële schaal in gebruik, zoals vergisting en de verwerking van plantaardige oliën en vetten tot biobrandstoffen. Daarnaast zijn er geavanceerdere routes in ontwikkeling die nodig zijn om moeilijker verwerkbare grondstoffen (zoals houtige biograndstoffen) om te zetten in duurzame koolstofdragers, bijvoorbeeld via vergassing, bio-pyrolyse of fermentatie.
- Productie van **secundaire koolstofdragers** op basis van kunststofhoudende afvalstromen, zoals via pyrolyse of vergassing. Deze route is met name in beeld voor de productie van circulaire kunststoffen.
- Productie **synthetische koolstofdragers** op basis van H_2 en CO_2 , of op basis van synthetische duurzame energierijke bouwstenen (bijv. methanol of ethanol).

Dit hoofdstuk gaat in op de mogelijkheden om de binnenlandse productie van duurzame koolstofdragers op te schalen en hoe het kabinet deze opschaling zal bevorderen. Hoofdstuk 4.1 brengt de bestaande productiecapaciteit voor biogene, secundaire en synthetische koolstofdragers in beeld. Hoofdstuk 4.2 beschrijft de gewenste ontwikkelrichting voor de productiecapaciteit in Nederland. Hoofdstuk 4.3 brengt het bestaande beleid gericht op de opschaling van de binnenlandse productiecapaciteit in kaart. Tot slot geeft hoofdstuk 4.4 inzicht in de knelpunten voor opschaling en de acties die het kabinet de komende tijd neemt om deze te adresseren. Een verdere uitwerking van het beleid gericht op opschaling van de productiecapaciteit komt voort uit het traject dat volgt op de Toekomstvisie Brandstoffen- en Chemiegrondstoffenproductie.⁸⁷

4.1 Huidige situatie productiecapaciteit in Nederland

4.1.1 Bestaande productiecapaciteit biogene koolstofdragers

In Nederland is de afgelopen jaren een aanzienlijke productiecapaciteit voor biogene koolstofdragers opgebouwd, maar de ontwikkeling van nieuwe fabrieken staat sterk onder druk. Rotterdam beschikt over één van de grootste biobrandstofclusters ter wereld, met bestaande productieroutes zoals bio-ethanol, biodiesel (FAME) en HVO/HEFA uit oliehoudende reststromen. In bijlage 5 is een overzicht opgenomen van de operationele productiecapaciteit en de capaciteit die momenteel in aanbouw is. Recentelijk hebben meerdere producenten hun plannen voor nieuwe biobrandstoffenproductie in Nederland stopgezet, met name voor HVO en HEFA. De belangrijkste reden hiervoor is dat de huidige Europese productiecapaciteit op korte termijn (naar verwachting tot 2030-2035) toereikend is om aan de gemandateerde vraag te voldoen.⁸⁸ Daarnaast staat de Europese productie onder druk door goedkope importen, onder andere uit China, waarmee eveneens aan de geldende verplichtingen en mandaten kan worden voldaan.

De huidige groen gas productie in Nederland bedraagt ongeveer 300 miljoen m^3 , de verwachting is dat dit door de bijmengverplichting zal gaan groeien (zie beleidsinzet in hoofdstuk 4.3). Om aan de totale bijmengverplichting te voldoen, is naar schatting ongeveer 850 miljoen m^3 groen gas nodig in 2031⁸⁹, waarvan een deel uit binnenlandse productie zal komen. Tegelijkertijd wordt verwacht dat biograndstoffen in de toekomst schaarser worden en dat er meer concurrentie ontstaat tussen toepassingsgebieden. Dit zal doorwerken in de productieprijzen van groen gas en kan er op de lange termijn toe leiden dat productie verschuift naar locaties waar biograndstoffen goedkoper beschikbaar zijn. Omdat groen gas wordt geproduceerd uit reststromen, zullen er naar verwachting altijd mogelijkheden blijven voor lokale productie om deze reststromen efficiënt te verwerken.

⁸⁷ De Toekomstvisie Brandstoffen- en Chemiegrondstoffenproductie wordt naar verwachting in het najaar van 2026 gepubliceerd.

⁸⁸ TNO (2026). [Barriers to Advanced Biofuels](#).

⁸⁹ In de bijmengverplichting wordt gestuurd op CO_2 -ketenemissiereductie. De hoeveelheid groen gas die nodig is om een bepaalde ketenemissie te behalen is o.a. afhankelijk van de gebruikte grondstoffen. De hoeveelheid groen gas is daarom indicatief en kan afwijken.

4.1.2 Bestaande productiecapaciteit secundaire koolstofdragers

Secundaire koolstofdragers op basis van koolstofhoudende afvalstromen kunnen worden geproduceerd via mechanische, chemische of fysische recycling.

Chemische recyclingstechnologieën zoals pyrolyse en vergassing kunnen een alternatief zijn voor verbranding in gevallen waarin:

i) mechanische recycling technisch nog niet mogelijk is of onvoldoende kwaliteit recycleeft oplevert; ii) mechanische recycling wel mogelijk is, maar niet gewenst of toegestaan vanwege specifieke verontreinigingen of zorgstoffen, en vergassing of pyrolyse leidt tot afbraak van die verontreinigingen; of iii) het geschikt maken voor mechanische recycling relatief duur is. Om een zo groot mogelijk aandeel van het eigen afval te kunnen verwerken én de beschikbaarheid van duurzame koolstofdragers te vergroten, is het noodzakelijk zowel mechanische als chemische recyclingcapaciteit in Nederland te hebben. Voor chemische recycling bestaan mogelijk synergieën met de productie van geavanceerde biobrandstoffen en chemiegrondstoffen, omdat een deel van de betrokken processen (zoals pyrolyse, vergassing en de daaropvolgende methanolsynthese) vergelijkbaar is met de processen waarmee biogroundstoffen worden omgezet naar biogene koolstofdragers.

Nederland beschikt over mechanische recyclingcapaciteit, maar het voortbestaan hiervan staat momenteel onder druk.

De Nederlandse mechanische recycling capaciteit wordt op dit moment geschat op circa 600kt, met ruimte tot opschaling naar ca 800kt.⁹⁰ In de huidige markt staan de recyclers sterk onder druk omdat de inzet van virgin plastic goedkoper is dan het duurzamere recycleeft. Meerdere recyclingbedrijven zijn de afgelopen jaren failliet gegaan. De recyclingcapaciteit in Nederland is sinds 2023 met 270kt gedaald, dat vormt 30% van capaciteitsafname in de EU.⁹¹

Omdat mechanisch recycleeft niet algemeen inzetbaar is als duurzame koolstofbron voor alle toepassingen, ligt de focus in dit hoofdstuk op de opbouw van chemische recyclingcapaciteit.

Zoals besproken in hoofdstuk 3.3.1 is mechanisch recycleeft geen input voor de basischemie, maar draagt het wel bij aan het verkleinen van de behoefte aan (nieuw geproduceerde) basischemicaliën. Aanvullend beleid voor behoud en zelfs uitbreiding van de mechanische recyclingindustrie is in de huidige economische context zeer urgent. De inzet hierop wordt echter buiten beschouwing gelaten in dit stuk.

Chemische recycling bevindt zich in Nederland nog in de demonstratiefase. Er staat op dit moment één pyrolysefabriek in Nederland (Pryme, Rotterdam). Dit is een demonstratiefabriek met een productiecapaciteit van 170 kton pyrolyse-olie per jaar. Daarnaast staan er twee pyrolyse-upgraders bij Shell in Moerdijk (50 kt/jaar) en SABIC in Geleen (20 kt/jaar) voor directe verwerking in de krakers. Er zijn in Nederland nog geen vergassingsinstallaties in bedrijf. Wel zijn er een aantal demonstratieprojecten. Daarnaast is FUREC voornemens om een vergassingsinstallatie te bouwen om vanaf 2029 800 kton restafval om te zetten in syngas voor inzet in de chemische industrie.

4.1.3 Bestaande productiecapaciteit synthetische koolstofdragers

Op dit moment worden er in Nederland geen synthetische koolstofdragers geproduceerd op basis van hernieuwbare waterstof en CO₂, en grootschalige productie ligt ook voor 2050 niet voor de hand. Ten opzichte van biobrandstoffen kenmerkt de productieroute voor synthetische koolstofdragers zich door een relatief laag energetisch rendement: er is veel hernieuwbare energie en waterstof nodig om vanuit het inerte molecuul CO₂ energiehoudende koolstofdragers te maken. Uit diverse scenariostudies blijkt dat er te weinig hernieuwbare elektriciteit in Nederland zal zijn om de toekomstige vraag naar brandstoffen geheel lokaal te produceren. Daarnaast zullen er andere landen zijn waar hernieuwbare waterstof economisch aantrekkelijker geproduceerd kan worden. De combinatie met een duurzame bron van koolstof (biogeen of atmosferisch, zie hoofdstuk 3.4) maakt dat productie van synthetische koolstofdragers daarvoor hoofdzakelijk elders zal plaatsvinden. We zien dit terug in Nederlandse projecteninitiatieven voor de productie van synthetische kerosine uit geïmporteerde e-methanol, waarbij de energie-intensieve stap in het proces dus al elders heeft plaatsgevonden.⁹² Dit past bij de huidige rol van Nederland als brandstoffenhub. Dit beeld is afhankelijk van de ontwikkeling van relatieve energiekosten in Nederland en de ontwikkeling van internationale ketens, en vraagt daarom om periodieke bijstelling.

⁹⁰ Circular Plastics NL.

⁹¹ Plastic Recyclers Europe, Plastic Recycling Closures – Q42025 update.

⁹² Verschillende bedrijven hebben plannen om synthetische halfproducten te importeren voor verdere verwerking tot synthetische brandstoffen en chemiegrondstoffen. Zo ontwikkelen Advorio en Power2X in de Rotterdamse haven een grootschalige hub voor de productie en opslag van e-SAF op basis van geïmporteerde methanol.

4.2 Gewenste ontwikkelrichting productiecapaciteit in Nederland

Het kabinet zet in op behoud van bestaande productiecapaciteit en de opbouw van productiecapaciteit voor diverse (nieuwe) productieroutes voor duurzame koolstofdragers. Sinds 2022 wordt via het Programma Groen Gas ingezet op de opschaling van de groen gasproductie. In aanvulling hierop beschrijft de Toekomstvisie Brandstoffen- en Chemiegrondstoffenproductie, die binnenkort verschijnt, welke productieroutes voor transportbrandstoffen en chemiegrondstoffen kansrijk en wenselijk worden geacht voor Nederland. Het kabinet zet in op een mix van binnenlandse productie van biogene en secundaire koolstofdragers en de verwerking van geïmporteerde biogene, secundaire en synthetische duurzame energierijke bouwstenen. Hieronder volgen de hoofdlijnen van de visie.

Opschaling van de Europese productiecapaciteit voor duurzame koolstofdragers is nodig om in de groeiende vraag te kunnen voorzien, zonder daarbij afhankelijker te worden van import uit andere werelddelen.

Welke productiestappen voor duurzame brandstofproductie in Nederland worden opgebouwd, hangt samen met de mate waarin gestuurd wordt op weerbaarheid en de noodzaak voor koolstofverwijdering. Vanuit het perspectief van weerbaarheid is het wenselijk dat Nederland ten minste in de eigen vraag naar brandstoffen en chemiegrondstoffen kan voorzien. Bestaande comparatieve voordelen bieden een goede uitgangspositie voor de verwerking van geïmporteerde grondstoffen en halffabricaten tot brandstoffen en chemiegrondstoffen. De aanvoer zal naar verwachting vooral plaatsvinden in energiedichte vormen, zoals biocrude, pyrolyse-olie, methanol en bionafta, om transportkosten te beperken. De mogelijkheid om biogene CO₂ af te vangen ten behoeve van koolstofverwijdering wordt in de toekomst mogelijk een bepalende factor bij de locatiekeuze voor productiestappen als vergassing.

Het is van belang om de huidige productiecapaciteit op basis van oliehoudende reststromen te behouden en daarnaast in te zetten op diversificatie aan productieroutes.

Huidige productie van biobrandstoffen in Nederland leunt voor een significant deel op de import van oliehoudende reststromen zoals Used Cooking Oil (UCO) uit onder andere China en India. Het is onzeker in hoeverre deze grondstoffen beschikbaar zullen blijven voor export naar Europa, gegeven de ambities van deze landen om zelf biobrandstoffen te produceren. Het is van belang om huidige productiecapaciteit te behouden, en daar bovenop in te zetten op diversificatie aan productieroutes. Er liggen kansen om op basis van

Europese biograndstoffen (o.a. houtige biograndstoffen, oliehoudende tussen- en vanggewassen en suikers) duurzame koolstofdragers te produceren, wat bijdraagt aan de strategische autonomie van Europa. Nieuwe, geavanceerde biobrandstofroutes richten zich onder meer op pyrolyse van houtige biomassa en vergassing van houtige en agrarische reststromen tot syngas. Het geproduceerde syngas kan vervolgens worden opgewerkt tot verschillende eindproducten, zoals biobrandstoffen en bionafta via Fischer-Tropsch, methanol via methanolsynthese en groen gas via methanisatie. Met deze vergassingsroute kan koolstofverwijdering worden gerealiseerd door biogene CO₂ af te vangen en op te slaan. Deze CO₂ kan in combinatie met hernieuwbare waterstof in principe ook benut worden voor de productie van synthetische brandstoffen.

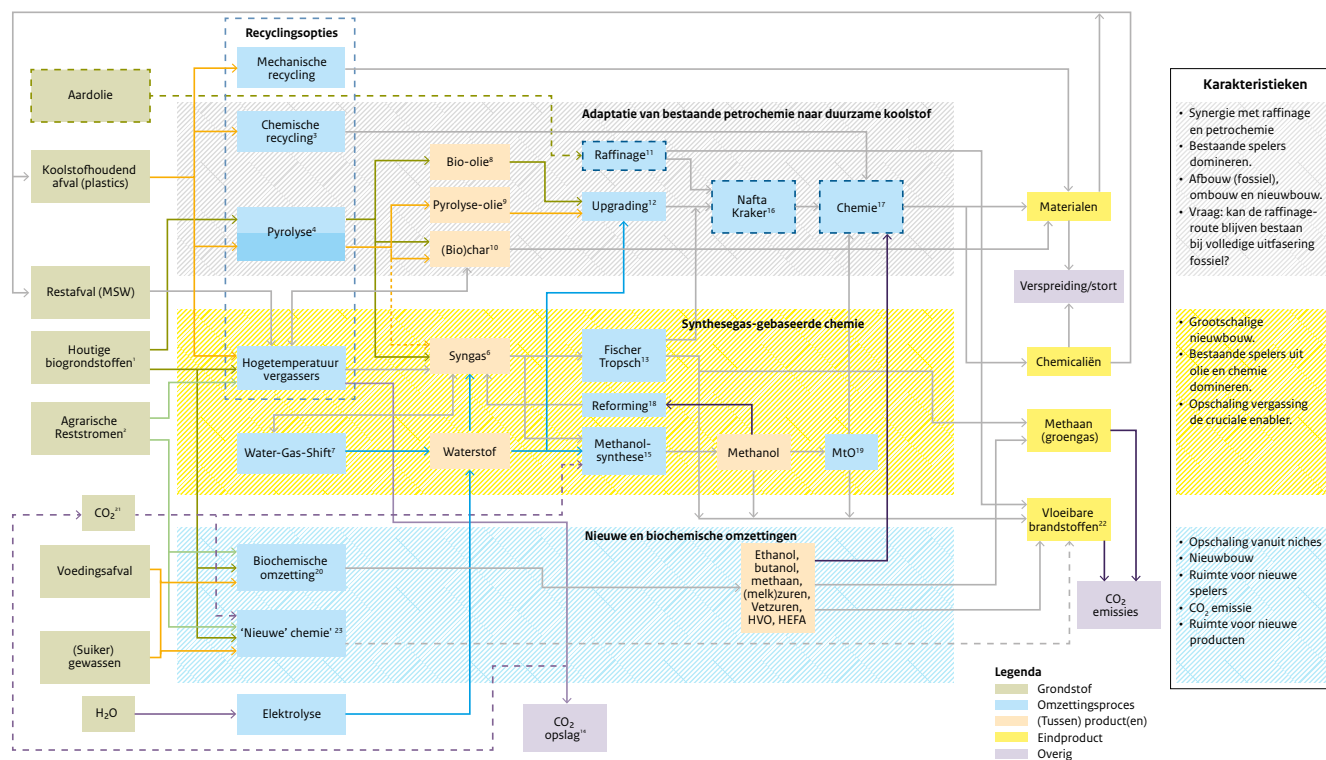
Figuur 10 laat zien dat er drie hoofdroutes zijn voor de productie van duurzame koolstofdragers: directe vervanging, alternatieve routes en nieuwe chemie.⁹³

‘Directe vervanging’ houdt in dat bestaande petrochemische processen worden aangepast om duurzame grondstoffen te verwerken, zoals lignine- of pyrolyseolie in plaats van fossiele olie. De productie van bestaande platformmoleculen blijft daarbij grotendeels intact. **‘Alternatieve routes’** maken via technieken zoals vergassing de productie van conventionele producten mogelijk uit duurzame grondstoffen langs nieuwe wegen. Hernieuwbare platformmoleculen zoals methanol en ethanol krijgen een grotere rol, zowel als brandstof als chemische grondstof. Deze moleculen kunnen in Nederland worden geproduceerd of geïmporteerd en vervolgens worden ingezet in bestaande productieketens. Tot slot omvat **‘Nieuwe chemie’** relatief nieuwe technieken die ook nieuwe producten voortbrengen, met potentiële voordelen op het gebied van koolstofrendement, energiegebruik en functionaliteit. Hoewel veel technieken nog in ontwikkeling zijn, bestaan er al succesvolle voorbeelden zoals PLA en PHA. Deze route maakt niet noodzakelijk gebruik van de klassieke raffinaderij-kraker-route, al blijft samenwerking met raffinaderijen en krakers waardevol vanwege synergie met de andere routes.⁹⁴

93 [Visie op Duurzame koolstof in de chemische industrie](#) (2025).

94 [Zie Visie op Duurzame koolstof in de chemische industrie](#) (2025) voor een uitgebreide toelichting op de hoofdroute ‘nieuwe chemie’.

Figuur 10: Hoofdroutes van duurzame koolstof voor brandstoffen en chemie⁹⁵



Nederland heeft een gunstige uitgangspositie voor de productie van duurzame koolstofdragers, waarbij met name de import van duurzame energierijke bouwstenen voor verdere verwerking in Nederland kansrijk wordt geacht.

De Nederlandse industrieclusters en het bredere ARRA-cluster bieden comparatieve voordelen op het gebied van kennis en expertise, infrastructuur (havens, opslag en achterlandverbindingen) en geografische ligging.⁹⁶ Dit maakt Nederland tot een strategische locatie voor de verwerking van duurzame energierijke bouwstenen tot eindproducten. Deze bouwstenen, zoals bio- of synthetische methanol en bio- of secundaire pyrolyseolie zijn relatief eenvoudig te transporteren naar de Nederlandse industrieclusters, wat goed aansluit bij deze sterke uitgangspositie.

Verwerking van ruwe biogrondstoffen en afval in Nederland lijkt op beperktere schaal onderdeel te zijn van de mix.

Verwerking van binnenlandse biogrondstoffen en afval is kansrijk, maar de beschikbaarheid van deze koolstofbronnen is beperkt (zie hoofdstuk 3.2 en 3.3). Import van ruwe biogrondstoffen en afval voor verwerking in Nederland ligt vanuit kostenperspectief niet direct voor de hand. Het is vaak goedkoper om de eerste verwerkingsstappen dicht bij de herkomst van de duurzame koolstofbron uit te voeren. De verwerking van ruwe biogrondstoffen en afval vraagt bovendien meer ruimte. Toch blijft Nederland dankzij bovengenoemde gunstige uitgangspositie een competitieve locatie voor deze processen⁹⁷.

Het kabinet ziet daarom concrete aanknopingspunten om ook deze productiestappen op enige schaal in Nederland te realiseren:

- De chemische industrie is sterk verweven met de huidige raffinagesector. Figuur 10 laat de verwevenheid tussen verschillende productieroutes zien. Verwerking van ruwe grondstoffen biedt dan ook kansen voor behoud van synergieën in de industrieclusters. Ook de bunkersmarkt voor leveringen van brandstoffen aan scheepvaart en luchtvaart is sterk verweven met de raffinagesector. Verwerking van grondstoffen in Nederland maakt de beschikbaarheid van eindproducten betrouwbaarder dan wanneer er in Nederland alleen eindproducten of duurzame energierijke bouwstenen geïmporteerd worden.⁹⁸
- De leveringszekerheid van duurzame koolstofdragers is gebaat bij een sector die kan omgaan met verschillende hernieuwbare grondsofotypen (multi-input) en kan voorzien in een divers pallet aan producten (multi-output). Diversiteit neemt toe op het moment dat ook de eerste stappen van het productieproces in Nederland kunnen worden uitgevoerd.
- Bij de verwerking van ruwe biogrondstoffen, bijvoorbeeld via vergassing en fermentatie, komt biogene CO₂ vrij. Zoals toegelicht in hoofdstuk 3.4 vormt dit een belangrijke bron van niet-fossiele CO₂ voor met name koolstofverwijdering en overige toepassingen.
- De productie van duurzame koolstofdragers is

⁹⁵ Berenschot (2025). [Expertadvies de toekomst van duurzame koolstofchemie in Nederland](#). Bijlage bij Kamerstuk 32813, nr. 1540.

⁹⁶ Ibid.

⁹⁷ Ibid.

⁹⁸ Kamerstuk 29 826, nr. 279.

kennisintensief en vereist meer conversiestappen dan de productie van fossiele koolstofdramers. Hierdoor is er sprake van een hogere toegevoegde waarde op het moment dat een groter aandeel van de productieketen in Nederland plaatsvindt.

Productie van synthetische koolstofdramers op basis van niet-fossiele CO₂ en waterstof lijkt in Nederland voorlopig niet snel kansrijk. Verwerking van geïmporteerde halffabricaten ligt meer voor de hand. Dit proces kan in Nederland waarschijnlijk moeilijk concurreren met locaties waar overvloedig goedkope elektriciteit en meer ruimte aanwezig is. Productie in Nederland wordt dan ook niet kansrijk geacht, zonder dat er grote subsidiebedragen nodig zijn voor de productie van groene waterstof in Nederland. Zonder technologische doorbraken of import via buisleidingen uit Europa, waardoor waterstof tegen lagere kosten beschikbaar komt, is snelle opschaling van deze route in Nederland niet aan de orde. Import en verwerking van synthetische halffabricaten zoals e-methanol, ligt wel voor de hand. Daarnaast kan CCU een rol spelen in nieuwe chemie, in de productie van zuurstofrijke basischemicaliën (zoals zuren) en polymeren. Dit vraagt minder energie en waterstof. De verwachting is dat de rol van CCU in Nederland in 2050 beperkt is, maar er wel kleinschalige productie van minder energie-intensieve vormen van CCU zal plaatsvinden. De rol van geïmporteerde CCU-gebaseerde feedstocks (synthetisch) kan groter zijn, maar is sterk afhankelijk van de kosten en beschikbaarheid uit het buitenland.

Het is nog sterk onzeker in hoeverre het haalbaar is om de gewenste productiecapaciteit te realiseren. Het kabinet streeft ernaar de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen zoveel mogelijk te beperken. Zonder aanvullend beleid zal de productie van duurzame koolstofdramers naar verwachting vooral op basis van halffabricaten plaatsvinden, of zullen eindproducten worden geïmporteerd. Afhankelijk van de (internationale) marktomstandigheden bestaat het risico dat er in Nederland noch in Europa voldoende productiecapaciteit tot stand komt. Aanvullend beleid is daarom nodig om de voornaamste knelpunten te adresseren. Paragraaf 4.3 beschrijft welk bestaand beleid toeziet op de opschaling van productiecapaciteit. Paragraaf 4.4 zet vervolgens de knelpunten uiteen en beschrijft welke acties het kabinet de komende tijd neemt om deze aan te pakken.

4.3 Bestaand beleid gericht op opschaling productiecapaciteit

4.3.1 Biogene en synthetische koolstofdramers

De overheid zet in op binnenlandse opschaling van productiecapaciteit voor groen gas, middels het Programma Groen Gas. Voor groen gas specifiek geldt een beleidsdoelstelling van 2 miljard m³ (bcm) / circa 70 PJ aan Nederlandse groen gasproductie. De groen gassector wordt gestimuleerd door middel van verschillende instrumenten, zoals de aanstaande bijmengverplichting groen gas (inwerkingtreding voorzien in 2027), subsidiëring van groen gasproductie via vergisting en vergassing middels de SDE++ en DEI+, en afspraken over de ruimtelijke inpassing van groen gasinstallaties. Voor de totale omvang van de bijmengverplichting is naar schatting circa 850 miljoen m³ groen gas nodig in 2031, waarvan een deel afkomstig zal zijn uit Nederlandse productie.

Daarnaast is SDE++-subsidie beschikbaar voor de productie van geavanceerde hernieuwbare brandstoffen voor de binnenlandse mobiliteit, en zijn er innovatiesubsidies voor de opschaling van benodigde productieroutes.

De SDE++ kent categorieën voor groen gas en de productie van geavanceerde brandstoffen (o.a. biomethanol). Hiermee kan de onrendabele top worden afgedekt, waardoor productie in Nederland aantrekkelijker wordt. Inzet van geavanceerde brandstoffen die met SDE++-subsidie zijn geproduceerd, is vooralsnog uitsluitend toegestaan in de binnenlandse mobiliteit. Momenteel wordt verkend of steun vanuit de SDE++ kan worden uitgebreid ter stimulering van geavanceerde hernieuwbare brandstoffen voor de internationale lucht- en zeevaart. Het PBL is verzocht om in 2026 te adviseren over de wijze waarop het stimuleren van geavanceerde hernieuwbare brandstoffen voor de internationale lucht- en zeevaart in de SDE++-systematiek kan worden ingepast.⁹⁹ Daarnaast zijn er verschillende innovatiesubsidies gericht op de opschaling van technologieën die nodig zijn voor de productie van duurzame koolstofdramers — zowel generieke (DEI+, MOOI, EKOO en HEP) als op specifieke routes gerichte subsidies, zoals Alcohol-to-Jet, biopyrolyse en vergassing, gefinancierd uit het Klimaat- en Energiefonds.

Met het Sustainable Transport Investment Plan¹⁰⁰ (STIP) beoogt de Europese Commissie investeringen in brandstofproductie voor de lucht- en zeevaart te stimuleren. Om de doelstellingen van ReFuelEU Aviation en FuelEU Maritime te halen, zal volgens de Europese Commissie tegen 2035 ongeveer 20 miljoen ton aan duurzame luchtvaart- en scheepvaartbrandstoffen (SAF en SMF) nodig zijn. Hiervoor is naar schatting 100 miljard euro aan investeringen vereist tegen 2035, waarvan het merendeel afkomstig moet zijn uit de private sector. Het STIP mobiliseert ten minste

99 PBL (2026). [Wijzigingennotitie SDE++ 2027](#)

100 Investeringsplan voor duurzaam vervoer

2,9 miljard euro aan EU-instrumenten tegen 2027. Deze inzet richt zich zowel op biobrandstoffen als op synthetische brandstoffen. Het STIP richt zich op het mobiliseren van actie en financiële middelen langs drie pijlers:

1. Een langdurig wetgevend kader voor de energietransitie en technologische ontwikkeling in de lucht- en scheepvaart;
2. Aanzetten tot investeringen, aansluitend bij reeds bestaande (Europese) financiële mechanismen en beleidskaders en voorstellen voor nieuwe instrumenten;
3. Strategische partnerschappen en mondiale samenwerking om de productie van duurzame (scheepvaart) brandstoffen in derde landen te stimuleren, met aandacht voor mondiale afspraken.

Het STIP mobiliseert ten minste 2,9 miljard euro aan EU-instrumenten tegen 2027:

- Innovatiefonds: De Europese Commissie ondersteunt vier e-SAF-projecten met 153 miljoen euro en vijf SMF-projecten met 293 miljoen euro.
- Waterstofbank (onder het Innovatiefonds): De Europese Commissie opent in december 2025 een call met een budget van 300 miljoen euro voor de productie van SAF en SMF.
- InvestEU: De Europese Commissie verwacht tot 2027 2 miljard euro te mobiliseren voor duurzame brandstoffen onder InvestEU.
- Horizon Europe: Circa 133 miljoen euro wordt gemobiliseerd onder het nieuwe SET-Plan Flagship en de Horizon Europe-call voor 2026, ter stimulering van onderzoek. Deze projecten richten zich op het verminderen van investeringsrisico's (de-risking) van duurzame brandstoftechnologieën en waardeketens op Europees en nationaal niveau.

4.3.2 Synthetische koolstofdragers

Met name voor de luchtvaartsector bestaat al specifiek beleid om de opschaling van synthetische koolstofdragers (e-SAF) te stimuleren. ReFuelEU Aviation bevat submandaten voor e-SAF, waardoor de ingroei van synthetische kerosine wordt afgedwongen met een oplopend percentage tot 35% in 2050. Het STIP bevat initiatieven voor zowel de opschaling van geavanceerde biobrandstoffen als van synthetische brandstoffen. Specifiek voor e-SAF heeft de Commissie in 2025 samen met acht lidstaten een e-SAF Early Movers Coalition gelanceerd, waarbij ten minste 2 miljard euro wordt gemobiliseerd voor de financiering van e-SAF-projecten. Dit zal worden gerealiseerd via het opzetten van een tweezijdige veiling. Nederland neemt deel aan deze coalitie als kennispartner, maar heeft nog geen financiering toegezegd.

Ook op nationaal niveau wordt ingezet op e-SAF: vanuit het Klimaat- en Energiefonds wordt €300 miljoen geïnvesteerd in de opschaling van synthetische kerosine en geavanceerde biokerosine.

Voor wegtransport, binnenvaart en zeevaart is er vanuit de REDIII en FuelEU Maritime een stimulans om brandstoffen van niet-biologische oorsprong (RFNBO) in te zetten.

Deze verplichtingen kunnen echter ook worden ingevuld met hernieuwbare waterstof: hetzij direct, door waterstof als brandstof in te zetten in voertuigen en schepen, hetzij indirect, door grijze waterstof in het fossiele raffinageproces te vervangen door hernieuwbare waterstof (de zogeheten raffinageroute).

4.3.3 Secundaire koolstofdragers

Het kabinet ondersteunt actief nieuwe recycling-mogelijkheden voor afvalstoffen waarvoor mechanische recycling (nog) niet mogelijk is. Naast inspanningen om het ontstaan van afval te beperken (preventie), zet het Rijk in op het zoveel mogelijk buiten het restafval houden (bronscheiding) of uit het restafval halen (nascheiding) van recyclebare materialen.¹⁰¹ Dit betekent in de toekomst een afnemende behoefte aan verbranden en verminderd nut om ter vervanging daarvan in te zetten op vergassen, pyrolyse en opwerken van afvalstoffen tot brandstoffen en chemiegrondstoffen. Aan de andere kant zal er in de toekomst altijd een aandeel afval zijn dat niet mechanisch gerecycled kan worden, waarvoor technieken als vergassing en pyrolyse de hoogst haalbare verwerkingsmethode zijn. Daarom zet het kabinet in op de opschaling van deze technologieën.

Het kabinet zet in op het opschalen van de chemische recyclingcapaciteit. Dit gebeurt enerzijds door in Brussel te pleiten voor 1) snelle implementatie voor rekenregels voor chemische recycling en 2) verplicht toepassen van chemisch recycalaat in hoogwaardige toepassing. Hierdoor zal de business case voor chemische recycling verbeteren. Ook neemt de Rijksoverheid deel aan de Versnellingstafel Chemische Recycling, die als doel heeft chemische recycling in Nederland op te schalen. Daarnaast zijn er Europese subsidies en klimaatfondsmiddelen beschikbaar om innovatie op, en de opbouw van, chemische recycling technologieën ook financieel te ondersteunen.

Daarnaast zet het kabinet in op het eenvoudiger maken van het gebruik van de producten uit chemische recycling. Daarom beschrijft de 'handreiking einde-afvalstatus pyrolyseolie' hoe bedrijven en bevoegde gezagen kunnen beoordelen wanneer er sprake is van de einde-afvalstatus voor pyrolyseolie uit kunststoffen (verkregen door chemische recycling en toegepast voor de productie van nieuwe monomeren).¹⁰²

¹⁰¹ Circulair Materialenplan. [Beoordelen thermische afvalverwerking.](#)

¹⁰² Afval Circulair. [Handreikingen](#)

4.4 Knelpunten en beleidsinzet voor de opschaling van binnenlandse productiecapaciteit

In een vervolgtraject wordt de Toekomstvisie Brandstoffen en Chemiegrondstoffenproductie uitgewerkt in concrete beleidskeuzes voor het opschalen van kansrijke productieprocessen in Nederland. Op korte termijn neemt het kabinet daarnaast een aantal stappen om knelpunten voor de opschaling van binnenlandse productiecapaciteit aan te pakken, die hieronder worden beschreven. Daarnaast wordt er binnen het Nationaal Programma Verduurzaming Industrie (NPVI) gewerkt aan verbetering van de randvoorwaarden. Denk aan vergunningverlening, netcapaciteit en financiering.

Voor alle productieroutes geldt dat een internationaal gelijk speelveld ontbreekt, waardoor de afzet van Europese duurzame koolstofdragers onvoldoende zeker is. Zo worden duurzame koolstofdragers uit andere werelddelen soms geproduceerd onder minder strenge duurzaamheidseisen of met lagere arbeids- en milieukosten, wat hun prijsconcurrentiepositie ten opzichte van Europese producenten versterkt. De markt voor brand- en grondstoffen is mondiaal, waardoor Europese producenten moeten kunnen concurreren met aanbieders uit andere delen van de wereld. Dit maakt de investeringszekerheid voor nieuwe productiecapaciteit in Europa kwetsbaar: wanneer goedkopere importen de markt kunnen betreden, daalt de verwachte afzetprijs en verslechtert de businesscase voor binnenlandse investeringen. Nederland zet zich in voor Europees afgestemde regels voor koolstofaccounting en toezicht op duurzaamheidseisen voor geïmporteerde producten.¹⁰³

Vraagcreatie is essentieel voor de opschaling van de productie van duurzame koolstofdragers. Hoofdstuk 2.4 en bijlage 1 geven een overzicht van huidig en toekomstig vraagstimulerend beleid. Voor de chemiesector ontbreken normen voor het gebruik van duurzame koolstof, waardoor marktvraag en betalingsbereidheid voor groene producten tekortschieten. Zolang de marktvraag uitblijft, renderen businesscases voor verduurzaming onvoldoende en blijven de benodigde investeringen uit. Onder Andere binnen de EU Critical Chemical Alliance wordt gewerkt aan concrete voorstellen voor vraagcreatie.

Er bestaat een grote diversiteit aan productieketens voor biogene koolstofdragers, en de benodigde beleidsinzet verschilt sterk per productieroute. Voor het behouden en verder ontwikkelen van HVO/HEFA-capaciteit op basis van Annex IXb-grondstoffen (waaronder UCO) zijn vooral het verhogen van de marktvraag en het tegengaan van goedkope import uit andere werelddelen van belang. Productie van brandstoffen op basis van suikers uit voedsel- en voedergewassen is onder de RED sterk beperkt en binnen ReFuelEU Aviation geheel niet toegestaan. Binnen FuelEU Maritime is dit wel toegestaan, maar telt het mee als fossiele brandstof. Voor de chemiesector is het nog een discussiepunt of suikers uit landbouwgewassen kunnen worden benut. Voor de opschaling van geavanceerde routes zijn er, naast een gebrek aan marktvraag, diverse belemmeringen voor investeringen, waaronder pre-commerciële technologieën en onzekerheid over toegang tot geschikte en duurzame biograndstoffen.

Technologie voor de productie van geavanceerde biogene koolstofdragers is nog niet op commerciële schaal beschikbaar. Het gaat om een palet aan technologieën, zoals bio-pyrolyse, hydrothermale liquefactie en vergassing gevolgd door methanolsynthese en Fischer-Tropsch. De projecten waar op dit moment aan gewerkt wordt zijn veelal nog op relatief kleine schaal en first-of-a-kind (TRL 7-8). Om de technologieën naar volwassenheid te krijgen zijn minimaal een aantal “next-of-a-kind” fabrieken nodig, maar omdat het technologie-risico nog groot is, is het voor dit soort projecten moeilijk om investeerders aan te trekken.

Onzekere toegang tot biograndstoffen en een gebrek aan EU-harmonisatie van toegestane grondstoffen belemmeren investeringen in productiecapaciteit van biogene koolstofdragers. Met de Nationale biograndstoffenstrategie (hoofdstuk 3.2) en de acties opgenomen in hoofdstuk 5 (verbeteren van importmogelijkheden) wordt ingezet op het verbeteren van deze toegang. Een aanvullend knelpunt is dat lidstaten onderling verschillen in welke typen biograndstoffen zijn toegestaan voor de productie van geavanceerde biobrandstoffen, wat investeringsbeslissingen bemoeilijkt en grensoverschrijdende samenwerking belemmert. Europese harmonisatie van deze criteria is noodzakelijk voor een stabiel en voorspelbaar investeringsklimaat.

¹⁰³ Chemische producten vallen momenteel niet onder de bescherming van het Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM), wat zorgt voor weglekrisico's.

Knelpunt	Actie	Termijn
Europese productie kan moeilijk concurreren met goedkopere import van elders.	Via Europees beleid inzetten op een gelijk speelveld.	Lopend
De technologieën voor geavanceerde biobrandstoffenproductie zijn nog niet op commerciële schaal beschikbaar en kennen bovendien een hoog risicoprofiel.	Ondersteun de verdere ontwikkeling en opschaling van technologieën voor de productie van duurzame koolstofdragers via innovatiesubsidies zoals de DEI+.	Lopend
	Onderzoek de mogelijkheid om de NIKI te verruimen naar duurzame brandstofproductie.	Nader te bepalen.
Investerings in nieuwe fabrieken voor duurzame brandstoffen komen moeilijk van de grond door de hoge ontwikkelkosten en CAPEX, met name voor innovatieve fabrieken voor geavanceerde biobrandstoffen en synthetische brandstoffen.	Stimuleer de opschaling van geavanceerde bio-SAF en e-SAF met middelen uit het Klimaat- en Energiefonds (300 miljoen euro).	2026
Op dit moment kan er alleen SDE++-subsidie verstrekt worden voor de productie van hernieuwbare brandstoffen voor binnenlandse mobiliteit, waardoor de productie van geavanceerde hernieuwbare brandstoffen voor de internationale lucht- en zeevaart niet in aanmerking komt.	Verken de haalbaarheid en wenselijkheid van uitbreiding van de SDE++ voor de productie van geavanceerde hernieuwbare brandstoffen voor de lucht- en zeevaart.	2026
De luchtvaartsector is terughoudend met het afsluiten van afnamecontracten voor SAF, als gevolg van prijsonzekerheden en investeringsrisico's.	Verken binnen de eSAF Early Movers Coalition de mogelijkheden voor een gezamenlijke pilot met dubbelzijdige veilingen. Dit mechanisme bevordert prijstransparantie en verlaagt de drempel voor afnamecontracten, waardoor vraag en aanbod beter op elkaar kunnen worden afgestemd.	2026
Er ontbreken geharmoniseerde criteria voor toegestane biograndstoffen voor de productie van geavanceerde brandstoffen.	Pleit op Europees niveau voor realistische criteria voor biograndstoffen waar deze nog ontbreken, om zo verschillen tussen de inzetbaarheid van grondstoffen tussen lidstaten zoveel mogelijk te beperken.	Lopend
De beschikbaarheid van binnenlandse biograndstofstromen is beperkt. Daarnaast zijn productie- en verwerkingstechnologieën voor geavanceerde biograndstoffen nog onvoldoende ontwikkeld.	Onderzoek als uitwerking van de Nationale Biograndstoffenstrategie de mogelijkheid om een grondstofontwikkelprogramma voor brandstoffen op te zetten, gericht op het ontwikkelen van waardeketens voor nieuwe grondstofstromen (waaronder tussengewassen en energiegewassen).	Nader te bepalen.



5

Verbeteren van import- mogelijkheden

5.1 Visie op import van duurzame koolstofdragers

Nederland is op dit moment sterk afhankelijk van import om in de vraag naar fossiele koolstofdragers te voorzien.

Ook voor duurzame koolstofdragers geldt dat import onvermijdelijk zal zijn. Nederland vervult een unieke positie in internationale energie- en chemische toeleveringsketens die samenhangt met de aanwezigheid van omvangrijke havenfaciliteiten, industriële clusters en een sterke verwevenheid met internationale handelsstromen.¹⁰⁴ Deze structuur heeft eraan bijgedragen dat Nederland grote volumes fossiele brandstoffen, grondstoffen en chemische bulkproducten importeert, die vervolgens binnen Europa worden verwerkt, gedistribueerd of doorgevoerd naar andere markten. Hoewel het totale gebruik van koolstofdragers naar verwachting af zal nemen, blijft import ook in de toekomst een belangrijke rol spelen. Ook bij substantiële inzet op het vergroten van het aanbod aan binnenlandse duurzame koolstofbronnen (zie hoofdstuk 3) zal de binnenlandse productie naar verwachting onvoldoende zijn om in 2050 volledig aan de geraamde vraag te voldoen.

Nederland heeft belang bij een importstrategie voor duurzame koolstofdragers. Schaarste aan duurzame koolstofdragers binnen Nederland hoeft, mits import goed is georganiseerd, niet te leiden tot tekorten voor binnenlandse toepassingen. Ook op dit moment worden kolen, olie en gas voor het overgrote deel geïmporteerd¹⁰⁵ en importafhankelijkheid hoeft op zichzelf geen probleem te zijn. De kernvraag is echter hoe die import wordt gestructureerd: welke producten worden geïmporteerd, via welke routes, en met welke waarborgen voor leveringszekerheid. Voor Nederland betekent dit onder meer dat marktpartijen de mogelijkheid moeten hebben om koolstofdragers in te kopen uit een brede groep landen. Dit vergroot zowel de leveringszekerheid als de betaalbaarheid van duurzame koolstofdragers, voor zowel de eindgebruikerssectoren als de verwerkende industrie in Nederland (zie hoofdstuk 4). Voor de verwerkende industrie is een betrouwbare en betaalbare toelevering van grondstoffen of duurzame energierijke bouwstenen een belangrijke randvoorwaarde. Voor het verdienvermogen van de raffinage en chemiesector is het dan ook van belang om tijdig internationale aanvoerketens te organiseren.

In de basis zijn het private partijen die importketens ontwikkelen, maar de overheid speelt een cruciale rol bij het creëren van de benodigde randvoorwaarden en het borgen van publieke belangen in deze ketens.

De overheid en marktpartijen delen het gezamenlijke belang

om voldoende duurzame koolstof aan te trekken voor zowel industrie als eindgebruikers. Om reeds gedane investeringen te beschermen en nieuwe investeringen in hernieuwbare productie in Nederland mogelijk te maken, is zekerheid over de beschikbaarheid en betaalbaarheid van grondstoffen essentieel. Waar private partijen in de verschillende schakels van importketens sturen op kostenefficiëntie en risicobeperking, is de overheid verantwoordelijk voor het functioneren van het systeem als geheel en voor het waarborgen van publieke belangen (zie tabel 7). Deze belangen worden niet altijd automatisch door de markt geborgd. Daarom moet de overheid actief sturen op randvoorwaarden als duurzame productie (via standaarden en certificering), geografische spreiding van herkomst (bijvoorbeeld via energiediplomatie) en de ontwikkeling van importinfrastructuur. De overheid kan daarnaast als aanjager optreden door marktvrage te stimuleren (zie overzicht vraagcreërend beleid in bijlage 1), importbelemmeringen weg te nemen en internationale afspraken te bevorderen. Tot slot kan de overheid strategische samenwerking tussen marktpartijen faciliteren, waardoor bijvoorbeeld wordt voorkomen dat de brandstoffen- en chemiesector onderling concurreren om dezelfde grondstoffen.

Import kan in veel verschillende vormen plaatsvinden.

Het kan gaan om grondstoffen of duurzame energierijke bouwstenen die in Nederland nog in meer of mindere mate verwerkt moeten worden, maar ook om eindproducten die direct inzetbaar zijn in de verschillende eindgebruikerssectoren. Deze grondstoffen, duurzame energierijke bouwstenen of eindproducten kunnen van biogene, secundaire of synthetische oorsprong zijn. Zoals beschreven in hoofdstuk 4, is het waarschijnlijk dat de eerste verwerkingsstappen (zoals torrefactie, pyrolyse of methanolproductie) dicht bij de bron plaatsvinden, zeker wanneer deze stappen zeer energie-intensief zijn. Nederland lijkt beter gepositioneerd om eenvoudig te transporteren koolstofdragers (zoals methanol) te importeren en verder te verwerken, dan om de energie-intensieve eerste productiestap hier uit te voeren.¹⁰⁶ Deze energie-intensieve duurzame energierijke bouwstenen zullen waarschijnlijk wereldwijd worden verhandeld, waardoor Nederland zou moeten concurreren met regio's waar de energieprijzen aanzienlijk lager liggen. Omdat nog onzeker is welke eindproducten en productieroutes uiteindelijk het meest aantrekkelijk zijn, is het verstandig in te zetten op een breed scala aan duurzame koolstofdragers. Het is op dit moment nog niet te voorspellen welke grondstof of energiedrager per sector de dominante oplossing wordt. Diversificatie aan de voorkant voorkomt lock-in en biedt flexibiliteit. Dit zien we bijvoorbeeld in de lucht- en scheepvaart, waar waterstof, biobrandstoffen, RFNBO's en andere opties parallel worden ontwikkeld en opgeschaald.

¹⁰⁴ TNO (2026), Strategic Routes to Sustainable Carbon

¹⁰⁵ WKR (2026). [Naar een industrie die past in een toekomstbestendig Nederland](#)

¹⁰⁶ WKR (2026). [Naar een industrie die past in een toekomstbestendig Nederland](#)

Tegelijkertijd tekent zich voor enkele typen duurzame koolstofdragers steeds sterker af dat deze een belangrijke grondstof zullen worden in de toekomstige koolstofketen.

Een goed voorbeeld is methanol, dat als platformmolecuul kan dienen: het is inzetbaar als brandstof voor de scheepvaart, als duurzame bouwsteen voor de productie van bio- of e-kerosine en als basisgrondstof voor de chemische industrie. TNO heeft onderzocht hoe binnenlandse methanolproductie zich verhoudt tot import en concludeert dat de productiekosten in Zweden, Spanje, Brazilië en Canada vergelijkbaar zijn met of lager liggen dan de productiekosten in Nederland^{107 108}. Dit suggereert dat de import van methanol een structureel belangrijke rol kan spelen bij de grootschalige uitrol van duurzame methanol in Nederland. Vergassingsroutes (biomassa en kunststofafval) zijn voorlopig aanzienlijk kostenefficiënter dan e-methanolproductie, wat met name samenhangt met de hoge kosten voor groene waterstof¹⁰⁹.

Europese samenwerking versterkt de strategische autonomie en verkleint de afhankelijkheid van geopolitiek kwetsbare regio's. Intra-Europese import is doorgaans minder gevoelig voor geopolitieke spanningen, handelsconflicten, exportrestricties en verstoringen in mondiale logistieke ketens. Voor Nederland, dat te klein is om alle benodigde stromen zelf te produceren, biedt samenwerking binnen Europa de mogelijkheid om strategische autonomie te waarborgen zonder volledige binnenlandse productie na te streven¹¹⁰. Er is strategische besluitvorming nodig om een goede balans te vinden tussen het importeren van goedkopere duurzame koolstofdragers en het behouden van voldoende productiecapaciteit in eigen land voor essentiële moleculen¹¹¹.

Duurzame handelsketens moeten worden gereguleerd via heldere standaarden voor duurzaamheidsborging, adequaat toezicht en effectieve handhaving. Het is van belang om voor duurzame koolstofdragers controleerbare, uitvoerbare en geharmoniseerde duurzaamheidsstandaarden te hanteren. In Europees verband geldt voor veel energiedragers al dat zij moeten voldoen aan de duurzaamheidseisen uit de Richtlijn Hernieuwbare Energie (REDIII). Deze richtlijn voorziet in een onafhankelijke beoordeling van de duurzame herkomst, een traceerbare handelsketen en toezicht op ketenpartijen. Handelsketens van duurzame biograndstoffen voor energietoepassingen worden al geruime tijd gereguleerd. De bijbehorende regelgeving wordt bovendien steeds vaker als uitgangspunt genomen voor andere energiedragers en toepassingen van duurzame koolstof. Samenwerking in Europees verband is essentieel om een hoge internationale duurzaamheidsstandaard te waarborgen. Dit maakt het mogelijk om gezamenlijk toezicht te houden op handelsketens

en met derde landen afspraken te maken over duurzaamheidsborging en de controle daarop. Met robuuste regelgeving op het gebied van duurzaamheidsborging worden mogelijk risico's in mondiale handelsketens afgedekt.

De verschillende mogelijke importketens hebben elk hun eigen voor- en nadelen, die invloed kunnen hebben op publieke belangen¹¹² en daarmee aanleiding kunnen geven tot nieuwe beleidsvraagstukken. Sommige dragers zijn zeer geschikt voor import, met name energiedichte grondstoffen zoals gebruikt frituurvet, dat nu al wordt ingevoerd en verwerkt tot biobrandstoffen. Andere dragers vereisen voorbewerking om transport mogelijk of efficiënt te maken. Bij de import van houtachtige biomassa is in veel gevallen pelletisering wenselijk, zowel vanuit procestechnisch als logistiek oogpunt. Er zijn ook dragers die risico's of nadelen met zich meebrengen. Zo is het vanwege veiligheidsrisico's niet aannemelijk dat syngas – een mengsel van koolstofmonoxide en waterstof – per schip wordt vervoerd. Het ligt meer voor de hand om syngas in het land van productie om te zetten in bijvoorbeeld methanol of methaan, en deze energiedragers vervolgens te transporteren. De import van (rest)afvalstromen brengt bovendien het risico op vervuiling met zich mee, wat deze optie minder wenselijk maakt. Bij biogene koolstofdragers kan lokale conversie bijdragen aan het in stand houden van de mondiale nutriëntenbalans, mits nutriëntenrijke reststromen lokaal worden teruggebracht naar de bodem. Daarnaast verschillen koolstofdragers in de benodigde infrastructuur en opslagfaciliteiten voor import. Omdat het vaak om organische (afval)stromen gaat, speelt ook houdbaarheid een belangrijke rol. In tabel 7 wordt weergegeven wat vanuit de publieke belangen geredeneerd de belangrijkste aandachtspunten zijn bij import. Per specifieke drager kunnen echter verschillen optreden. Deze worden hier niet verder uitgewerkt, maar zijn wel relevant voor de verdere beleidsvorming.

107 TNO (2026), Strategic Routes to Sustainable Carbon

108 De productiekosten van methanol via vergassing variëren ruwweg tussen 370 en 590 €/t methanol, wat vergelijkbaar is met of lager dan de binnenlandse Nederlandse productie. Voor binnenlandse productie wordt onderscheid gemaakt tussen productie op basis van lokale biomassastromen en geïmporteerde biomassa, waarbij lokale biomassa als kosteneffectiever wordt beschouwd.

109 Gevoeligheidsanalyse laat zien dat in de meeste routes grondstofkosten de dominante drijver zijn van methanolproductiekosten.

110 WKR (2026). [Naar een industrie die past in een toekomstbestendig Nederland](#)

111 TNO (2026), Strategic Routes to Sustainable Carbon

112 Zie hoofdstuk 1.3 voor een overzicht van de publieke belangen uit het Nationaal Plan Energiesysteem.

Tabel 7: Overzicht aandachtspunten bij import vanuit publieke belangen geredeneerd.

Publieke belangen NPE	Aandachtspunten voor import biogene koolstofdragers	Aandachtspunten voor secundaire koolstofdragers	Aandachtspunten voor synthetische koolstofdragers
Duurzaamheid	• Belang van certificering en regelgeving. • Het risico op niet duurzame praktijken (fraudegevoeligheid) en verschillen in milieu-impact per biograndstof (zie H3.1). • Minimaliseren van impact op het verstoren van de mondiale nutriëntenbalans. • Import in plaats van verwerking ruwe biograndstoffen heeft impact op haalbaarheid klimaatdoelen. Verwerking van ruwe biograndstoffen in Nederland biedt de enige mogelijkheid om koolstofverwijdering op Nederlands grondgebied te realiseren.	Het is onwenselijk om afval te importeren ten behoeve van chemische recycling als deze stromen ook mechanisch gerecycled kunnen worden.	Import van synthetische koolstofdragers bespaart t.o.v. productie veel energie in eigen land. Als de productie van synthetische koolstofdragers elders echter ten koste gaat van andere verduurzaming in het land van herkomst, vormt dit een risico (zie ook aandachtspunt onder rechtvaardigheid).
Voorzieningszekerheid	Voorzieningszekerheid wordt in het geval van import met name bepaald door de mate van diversiteit, zowel in type grondstofstromen, duurzame energierijke bouwstenen en eindproducten die worden geïmporteerd als ook diversiteit in potentiële exportlanden.		
Economische kracht	In algemene zin geldt dat meer verwerkingsstappen in Nederland (dus import van grondstoffen) de meeste kans biedt om in Nederland economische waarde toe te voegen. Aan de andere kant gaat dit niet op als sommige verwerkingsstappen in Nederland niet competitief zijn (zie hoofdstuk 4).		
Betaalbaarheid	De import van duurzame energierijke bouwstenen en eindproducten kan voor diverse koolstofdragers goedkoper zijn dan productie in Nederland op basis van geïmporteerde grondstoffen (zie ook hoofdstuk 4). Naast kostenposten zoals arbeid en grond spelen transportkosten hierbij een rol. Voor energiedichte dragers zijn deze transportkosten relatief laag in verhouding tot die van ruwe grondstoffen.		

Tabel 7: Overzicht aandachtspunten bij import vanuit publieke belangen geredeneerd.

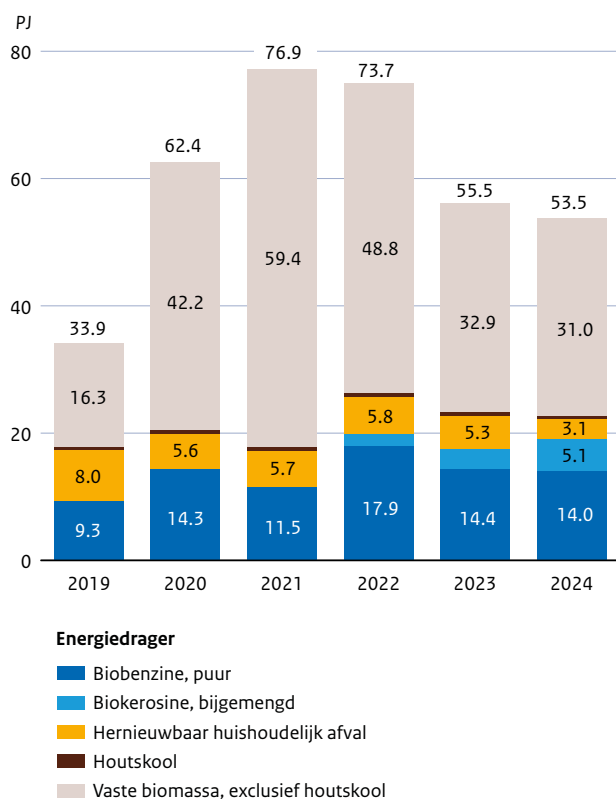
Publieke belangen NPE	Aandachtspunten voor import biogene koolstofdragers	Aandachtspunten voor secundaire koolstofdragers	Aandachtspunten voor synthetische koolstofdragers
Rechtvaardigheid	- Voor alle type grondstoffen en energiedragers, dus ook koolstofdragers, geldt dat het (on) wenselijk is om een buitenproportioneel beslag te leggen op de mondiale beschikbaarheid van de grondstoffen of energiedragers die ten grondslag liggen aan de productie. - In lijn met normen voor Internationaal Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen (IMVO) moet rekening gehouden worden met milieu-, arbeids- en sociale omstandigheden in de hele keten.		
Veiligheid	Sommige specifieke biogene dragers kennen veiligheidsrisico's, denk aan stofexplosiegevaar (getorreficeerde pellets) en explosiegevaar of methaanlekken (bio-LNG). Bij import van groen gas via het gasnet spelen deze risico's niet. Import van syngas (mengsel van koolstof-monoxide en waterstof) ligt o.a. vanwege veiligheidsredenen niet voor de hand.	Import van afvalstromen zonder voorbewerking brengt risico's met zich mee omdat afvalstromen vervuild kunnen zijn. Ook voor duurzame energierijke bouwstenen geldt dat er sprake kan zijn van vervuilde stromen.	Import van syngas niet voor de hand. Voor veiligheidsrisico's t.a.v. import van waterstof(dragers) zie Visie Waterstofdragers.¹¹³ Import van CO₂ kan veilig per schip of leiding.
Leefomgevingskwaliteit	Import van ruwe grondstoffen (bio- en/of afval) die nog niet verwerkt zijn vraagt meer ruimte en infrastructuur. Dit kan mogelijk ten koste gaan van de leefomgevingskwaliteit. Voor import van afvalstromen komt daar het bovengenoemde risico op milieuvervuiling bovenop.		Import van synthetische koolstofdragers bespaart t.o.v. productie op basis van elektriciteit, H₂ en CO₂ naast energie ook ruimte, omdat er minder ruimte nodig is voor elektriciteitsopwekking en elektrolysecapaciteit.

5.2 Huidige situatie en kansen voor import richting 2050

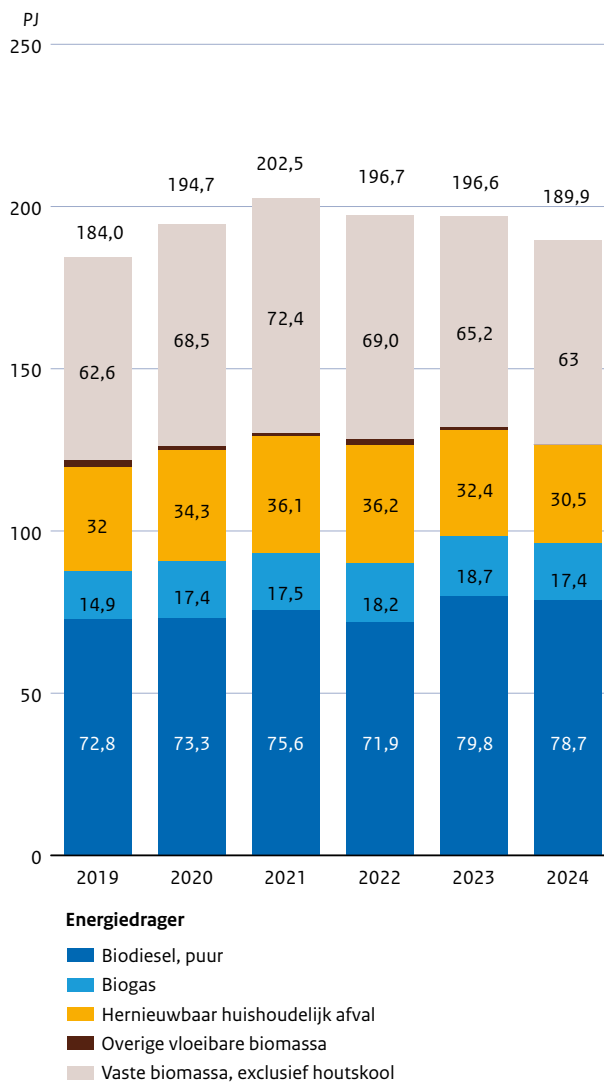
5.2.1 Huidige import van duurzame koolstofdragers

Op dit moment worden verschillende duurzame koolstofdragers geïmporteerd, zoals houtpellets voor inzet in elektriciteitscentrales en biokerosine. Nederland importeert het grootste deel van zijn biograndstoffen, voornamelijk voor energetische toepassingen. Het gaat daarbij vooral om houtpellets uit de Baltische Staten en Noord-Amerika, bestemd voor bij- en meestook in elektriciteitscentrales. Hoewel het gebruik van biograndstoffen in elektriciteitscentrales niet aansluit bij het eindbeeld voor de koolstofketen, is een afweging te maken over de relatie tot opbouw van importketens, met als doel voldoende volumes aan duurzame koolstofstromen veilig te stellen. Figuur 11 laat zien welk volume aan duurzame koolstofdragers er tussen 2020 en 2024 werd geïmporteerd. Dit varieerde tussen 54 en 77 PJ. Figuur 12 toont de volumes aan duurzame koolstofdragers die in Nederland werden geproduceerd; deze zijn deels gebaseerd op geïmporteerde stromen.

Figuur 11: Invoer duurzame koolstofdragers. Bron: CBS, Energiebalans.



Figuur 12: Geproduceerde duurzame koolstofdragers in Nederland, gedeeltelijk op basis van geïmporteerde stromen. Bron: CBS, Energiebalans.



Nederland is een netto-importeur van kunststofafval.

Nederland importeert niet alleen om te recycleren, het fungeert ook als doorvoerland voor kunststofafval dat daarna weer geëxporteerd wordt. In 2022 importeerde Nederland circa 1,0 miljoen ton kunststofafval en exporteerde het ongeveer 697.600 ton, vooral binnen Europa maar deels ook naar landen buiten de OESO (zoals Indonesië, Vietnam en Maleisië).¹¹⁴

Op dit moment is er nog geen sprake van import van synthetische koolstofdragers, maar verschillende bedrijven hebben wel plannen om synthetische duurzame energierijke bouwstenen te importeren voor verwerking tot synthetische brandstoffen en chemiegrondstoffen.

Zo werken Power2X en Advorio in de Rotterdamse haven een grootschalige hub voor de productie en opslag van e-SAF op basis van geïmporteerde methanol.

¹¹⁴ Eurostat en ILT (2023). Hoogwaardige grondstoffen naar verre landen door geringe vraag in EU.

5.2.2 Toekomstige importbehoefte

Nederland is en blijft afhankelijk van import van (duurzame) koolstofdragers. In de transitie naar duurzame koolstofdragers zal Nederland afhankelijk blijven van import, omdat de binnenlandse beschikbaarheid van duurzame koolstofbronnen beperkt is (zie hoofdstuk 3). Dit is zelfs het geval in het extreme scenario waarin de duurzame koolstofvraag zeer laag uitvalt door gebrek aan vraagcreatie in de chemie. Zoals blijkt uit tabel 2 in hoofdstuk 2 wordt de finale Nederlandse vraag naar koolstofdragers (energie en chemie) in 2050 in geschat op ~410-1280 PJ. Het binnenlands aanbod aan duurzame koolstofbronnen (biograndstoffen en secundaire grondstoffen geschikt voor chemische recycling) wordt in 2050 geschat op 135-250 PJ (zie hoofdstuk 3), wat bij een conversieverlies van 30%¹¹⁵ resulteert in 95-175 PJ aan eindproducten. Dat betekent dat daarbovenop ofwel een aanzienlijke hoeveelheid eindproducten geïmporteerd moet worden, ofwel ruwe grondstoffen en halffabricaten die in Nederland tot brandstoffen en chemische bouwstenen verwerkt kunnen worden.

Naast import voor de binnenlandse energievraag zal ook sprake zijn van import van grondstoffen en duurzame energierijke bouwstenen voor exportgerichte productie (duurzame raffinage) en van doorvoer van duurzame koolstofdragers. Nederland vervult momenteel een sleutelpositie in het Europese energiesysteem: circa 13% van het energiegebruik in de Europese Unie wordt via de haven van Rotterdam aangevoerd, voornamelijk in de vorm van aardolie, aardgas en steenkool¹¹⁶. Op dit moment wordt ongeveer 80% van de in Nederland geproduceerde hernieuwbare brandstoffen geëxporteerd, terwijl voor binnenlands gebruik juist een deel van de hernieuwbare brandstoffen wordt geïmporteerd. Deze cijfers illustreren het internationale karakter van de Nederlandse energiesector. Hoe de toekomstige balans tussen binnenlandse productie, import, export en doorvoer zich precies ontwikkelt, is nog onzeker. Dit hangt sterk af van de ontwikkeling van de raffinagesector (zie hoofdstuk 4) en van keuzes die buiten onze landsgrenzen worden gemaakt. Gezien de geografische ligging van Nederland, de aanwezigheid van grote zeehavens en de concentratie van industriecusters, is het echter aannemelijk dat Nederland deze rol ook voor duurzame koolstofdragers geheel of gedeeltelijk zal behouden.

Het is waarschijnlijk dat er een aanzienlijke behoefte zal zijn aan biogene halffabricaten en eindproducten.

In scenariostudies wordt er vaak van uitgegaan dat geïmporteerde biograndstoffen in Nederland worden omgezet in biogene koolstofdragers, zoals bio-methanol of biodiesel. Het ligt echter meer voor de hand dat slechts een deel van deze stromen als ruwe grondstof of duurzame energierijke bouwsteen naar Nederland komt voor verdere verwerking (zie ook hoofdstuk 4). Een ander deel zal al in het land van herkomst worden verwerkt en als eindproduct worden geïmporteerd.

Het verkiezen van de import van biogene halffabricaten en eindproducten boven de import van biograndstoffen beïnvloedt echter wel de mogelijkheden voor koolstofverwijdering op Nederlands grondgebied en heeft daarmee indirect effect op de haalbaarheid van de klimaatdoelen.

Koolstofverwijdering kan plaatsvinden bij processen waarbij biogene CO₂ vrijkomt, zoals bij de conversie naar warmte en elektriciteit en bij de productie van biobrandstoffen en biobased chemicaliën. Voorwaarde is wel dat deze conversie in Nederland plaatsvindt, zodat de CO₂-afvang hier kan worden gerealiseerd en kan meetellen als koolstofverwijdering binnen de nationale klimaatdoelstellingen.

De Nederlandse behoefte aan synthetische koolstofdragers zal vrijwel geheel op basis van import van duurzame energierijke bouwstenen of eindproducten worden ingevuld. Het ligt niet voor de hand dat in Nederland (grootschalige) productie plaats zal vinden van synthetische koolstofdragers. Om in de vraag naar synthetische koolstofdragers te voorzien, zal import van duurzame energierijke bouwstenen (zoals e-methanol) of eindproducten nodig zijn uit landen met een groot potentieel voor de productie van hernieuwbare elektriciteit uit bijvoorbeeld wind- en zonne-energie.

De behoefte aan import van secundaire grondstoffen (recycalaat) hangt sterk af van de grootte van de Nederlandse recycling- en chemische industrie. Er zijn mogelijkheden om het aanbod van plastic afval in Nederland te vergroten, met name door meer gescheiden inzameling en de uitbreiding van sorteren uit restafval (zie hoofdstuk 3.3). Toch zal het binnenlandse aanbod, zelfs na deze optimalisaties, naar verwachting onvoldoende zijn om te voldoen aan de toekomstige vraag naar grondstoffen voor plasticrecycling.¹¹⁷ Uit onderzoek van KPMG blijkt dat de Nederlandse recycling-industrie naar verwachting in 2030 een grondstofvraag van 2,2 miljoen ton plastic afval zal hebben. De verwachting is dat er 1 miljoen ton beschikbaar zal zijn, wat betekent dat er een tekort is van 55% (1,2 Mt). Dit tekort behelst zowel monostromen (voor mechanische recycling) als gemengde folies en plastics (voor pyrolyse).¹¹⁸ Nederland is momenteel al

¹¹⁵ Kan in werkelijkheid zowel hoger als lager uitvallen, afhankelijk van de mix aan grondstoffen.

¹¹⁶ [Havenvisie Rotterdam 2050](#)

¹¹⁷ KPMG (2023). [Plastic feedstock for recycling in the Netherlands](#)

¹¹⁸ KPMG (2023). [Plastic feedstock for recycling in the Netherlands](#)

een netto-importeur van plastic afval, maar er is een toename in beschikbaarheid van plastic afval (dan wel binnenlands dan wel uit import) nodig om aan de verwachte vraag te voldoen. Op basis van onderzoek van KPMG, concludeert TNO dat de importvraag in 2030 rond de 445 kton zal liggen.¹¹⁹ Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de maatregelen die op nationaal niveau genomen kunnen worden om beschikbaarheid te vergroten, succesvol zullen zijn (denk aan het sorteren van huishoudelijk en industrieel restafval en het verbeteren van scheidingstechnieken). Voor alle vormen van chemische recycling (pyrolyse, depolymerisatie, solvolyse en vergassing) is het van belang om de benodigde hoeveelheden afval met de juiste kwaliteit aan te kunnen trekken over de grenzen van EU-lidstaten heen.¹²⁰

5.2.3 Beschikbaarheid benodigde infrastructuur

Nederland heeft door haar ligging en beschikbare infrastructuur een goede uitgangspositie om duurzame koolstofdragers te importeren. Nederland beschikt over een zeer efficiënte en uitgebreide logistieke infrastructuur, met een netwerk van grote zeehavens zoals Rotterdam, Amsterdam, North Sea Port, Moerdijk en Groningen Seaports. Deze havens bieden directe toegang tot grondstoffen als plantaardige oliën en afvaloliën, die essentieel zijn voor de productie van duurzame koolstofdragers. Deze infrastructuur biedt kansen voor (grootschalige) import van diverse duurzame koolstofdragers. Daarnaast zorgen het uitgebreide binnenvaart-, spoor- en wegnetwerk voor efficiënt vervoer, opslag en overslag van grondstoffen, duurzame energierijke bouwstenen en eindproducten.

De haven van Rotterdam heeft expliciet de ambitie uitgesproken om uit te groeien tot een internationale hub voor circulaire en duurzame koolstof.¹²¹ Vandaag de dag speelt Nederland via de Rotterdamse haven een belangrijke rol in de wereldwijde handel van koolstofhoudende grondstoffen, duurzame energierijke bouwstenen en eindproducten. Op dit moment vormen bio-blended brandstoffen ongeveer 8% van de brandstofmix, waaronder bio-methanol en bio-LNG. Het bunkeren van deze brandstoffen is in Rotterdam dus al een commerciële activiteit. Dankzij de strategische ligging van de Rotterdamse haven, met haar goed ontwikkelde infrastructuur richting het achterland en het ARRA-cluster (Antwerp-Rotterdam-Rhine-Ruhr-Area), heeft Nederland een sterke uitgangspositie

om koploper te worden in een circulaire koolstofeconomie. De regio biedt daarnaast een solide kennisbasis en concrete mogelijkheden op het gebied van CO₂-opslag (CCS) en hernieuwbare energieprojecten.¹²² De import van ruwe olie verschuift naar import van biograndstoffen, afvalstromen en duurzame energierijke bouwstenen (zoals pyrolyse-olie en hernieuwbare methanol). Op dit moment is Rotterdam 's werelds grootste industriële cluster waar biograndstoffen als grondstof wordt verwerkt. Ook voor andere hernieuwbare en circulaire grondstoffen ziet de Rotterdamse Haven voor zichzelf een rol weggelegd als toegangspoort en verwerkingslocatie.¹²³ De haven investeert in infrastructuur voor transport, opslag en doorvoer van duurzame koolstofdragers (onder andere bio-LNG, bio-methanol en SAF) en positioneert zich als het Europese knooppunt voor duurzame koolstof. Samenwerking tussen de Rotterdamse Haven en de Rijksoverheid is dan ook essentieel om de ontwikkeling van importketens voor duurzame koolstofdragers te versnellen.

De aanname is dat een groot deel van de bestaande fossiele infrastructuur in Nederland met gerichte aanpassingen hergebruikt kan worden voor de logistiek, opslag en distributie van duurzame koolstofdragers. Dit geldt in het bijzonder voor pijpleidingen, terminals, overslagfaciliteiten en bunkerinfrastructuur. In zeehavens vinden ontwikkelingen plaats waarbij traditionele fossiele bulkgoederen zoals kolen worden teruggedrongen, en terminals geleidelijk overschakelen naar meer duurzame en circulaire producten (waaronder biomassa en recycalaat). Ook zijn er duurzame koolstofdragers die geïmporteerd kunnen worden zonder dat er aanpassingen nodig zijn aan bestaande infrastructuur. Dit geldt bijvoorbeeld voor de import van groen gas. Europa beschikt over een uitgebreid pijpleidingennetwerk voor het transport van aardgas. Dankzij dit Europese gasnetwerk kan Nederland ook groen gas importeren dat elders in Europa in het net geïnjecteerd is.¹²⁴ Een ander voorbeeld is het Central European Pipeline System (CEPS) voor de distributie van kerosine. Het CEPS is een pijpleidingnetwerk met circa 5.300 km leidingen die vijf landen verbindt: Nederland, België, Luxemburg, Duitsland en Frankrijk. Dit netwerk bevoorraadt grote luchthavens als Schiphol, Frankfurt en Zaventem. Rotterdam is een belangrijk productie- en logistiek centrum voor SAF, met directe aansluiting op het CEPS-netwerk, waarmee de haven een centrale rol speelt in de verduurzaming van de Europese luchtvaart. Zowel voor groen gas als voor SAF geldt dat diverse technische en administratieve belemmeringen moeten worden weggenomen om de import en

119 TNO (2025). [Circulaire koolstof voor de Nederlandse chemie- en brandstoffensector](#)

120 Hierbij dient een belangrijke kanttekening te worden geplaatst. In 2024 en 2025 zijn meerdere Nederlandse recyclers failliet gegaan, waardoor de recyclingcapaciteit in Nederland is afgenomen, wat van invloed is op de verwachte vraag naar secundaire grondstoffen. De verdere ontwikkeling van de Nederlandse recyclingindustrie zal in belangrijke mate bepaald worden door aankomende Europese maatregelen die gericht zijn op het versterken van de recycalaatmarkt en het beter beschermen van de Europese markt tegen externe invloeden.

121 TNO (2025). [Circulaire koolstof voor de Nederlandse chemie- en brandstoffensector](#)

122 TNO (2025). [Rotterdamse haven als kansrijke Europese hub voor duurzame koolstof](#)

123 [Havenvisie Rotterdam 2050](#)

124 [Guidehouse 2025, Onderzoek lange termijn productie en inzet groen gas](#)

export via bestaande pijpleidingen effectief mogelijk te maken. In hoofdstuk 5.5 worden deze knelpunten en de mogelijke oplossingen nader toegelicht.

5.2.4 Potentieel aanbod voor import naar Nederland

Hoewel het binnenlandse aanbod aan biograndstoffen beperkt is, liggen er kansen voor import vanuit Europa of andere werelddelen. Zoals in hoofdstuk 3.2 geschetst, is er zowel Europees als mondiaal ruimte voor het vergroten van de beschikbaarheid van biograndstoffen, maar lopen schattingen van het potentieel sterk uiteen. Daarnaast is het onzeker in welke mate dit potentieel beschikbaar kan komen voor energie en chemie in Nederland.

Daarnaast is er in Europa potentieel nog een aanzienlijke hoeveelheid secundaire grondstoffen en/of duurzame energierijke bouwstenen aanwezig voor eventuele (verdere) verwerking in de Nederlandse chemische industrie.

In hoofdstuk 3.2 is geschetst hoeveel recyclebaar afval in potentie vrijkomt in Europa (386 Mt ~ 13,5 EJ voor mechanische recycling en 258Mt ~ 9 EJ voor chemische recycling). Bij import van afval voor pyrolyse of vergassing moet het als eerste gaan om afvalstoffen waarvoor mechanische recycling niet mogelijk of wenselijk is en waarvoor de minimumstandaard uit het LAP/CMP dit mogelijk maakt. Het heeft daarbij de voorkeur om stromen te importeren waarbij het voorbereiden en geschikt maken voor vergassing of pyrolyse leidt tot zo min mogelijk in Nederland te verbranden of te sorteren residuen. Dit streven staat mogelijk op gespannen voet met ambities om in Nederland op grote schaal secundaire stromen te verwerken. Dit aspect kan worden meegenomen in een toekomstige visie op de gewenste recyclingcapaciteit in Nederland

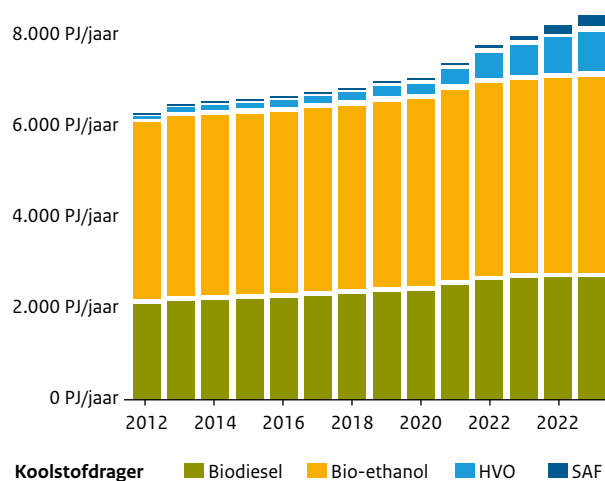
Het ligt niet voor de hand om als Nederland niet-fossiele CO₂ te gaan importeren ten behoeve van de productie van synthetische koolstofdragers. Mogelijk zal er wel sprake zijn van import van CO₂ uit buurlanden die gebruik maken van Nederlandse CO₂-opslagcapaciteit. De verwachte beschikbaarheid van niet-fossiele CO₂ in Europa is vooral relevant omdat het iets zegt over de mogelijkheden om op Europese schaal voldoende koolstofverwijdering te realiseren. Volgens de nationale Klimaatwet moet Nederland in 2050 klimaat-neutraal zijn. Koolstofverwijdering die op Nederlands grondgebied wordt gerealiseerd, telt mee in de Nederlandse emissieregistratie. In de Klimaatwet wordt gesproken over klimaatneutraliteit voor Nederland. Hierbij is dus de optie opengelaten om middels certificaten Europese koolstof-verwijdering in te kopen ('te importeren'). Dat betreft dan echter geen fysieke import, maar een boekhoudkundige overdracht. De beschikbaarheid en prijs van het boekhoudkundig overdragen van Europese koolstof-

verwijdering naar Nederland is echter zeer onzeker, en kan grote financiële consequenties hebben. Tegen 2050 wordt verwacht dat Direct Air Capture (DAC) het grootste deel van de vraag naar niet-fossiele CO₂ zal invullen, met een jaarlijkse bijdrage van 3,8 gigaton CO₂.¹²⁵ Het is aannemelijk dat DAC vooral plaatsvindt in landen met relatief lage energieprijzen. In combinatie met beschikbaarheid van hernieuwbare waterstof zouden dit ook productielanden kunnen worden van synthetische koolstofdragers. Het is aannemelijk dat import dan plaatsvindt in de vorm van synthetische koolstofdragers, en niet in de vorm van CO₂ en waterstof voor omzetting in Nederland.

Het is aannemelijk dat grondstoffen met een lage energiedichtheid eerst één of meerdere verwerkingsstappen zullen ondergaan, waarna het resulterende product met een hogere energiedichtheid als duurzame energierijke bouwsteen of eindproduct wordt geëxporteerd naar Nederland. Daarvoor moet wel voldoende conversie- en productiecapaciteit worden opgebouwd elders in de wereld. Om een idee te krijgen van de (ontwikkeling van) productiecapaciteit buiten Nederland, geeft figuur 13 weer hoe de wereldwijde productiecapaciteit van diverse biogene koolstofdragers zich tussen 2012 en 2025 heeft ontwikkeld. In die periode nam de wereldwijde productiecapaciteit van biodiesel toe met 29%, van bio-ethanol met 10%, van HVO met 681% en van bio-SAF met 456%. De productiecapaciteit van bio-SAF en HVO groeit het snelst. Om die reden geven figuur 14 en 15 inzicht in de wereldwijde productiecapaciteit voor bio-SAF en figuur 16 en 17 in de wereldwijde productiecapaciteit voor HVO, beide voor het jaar 2025.

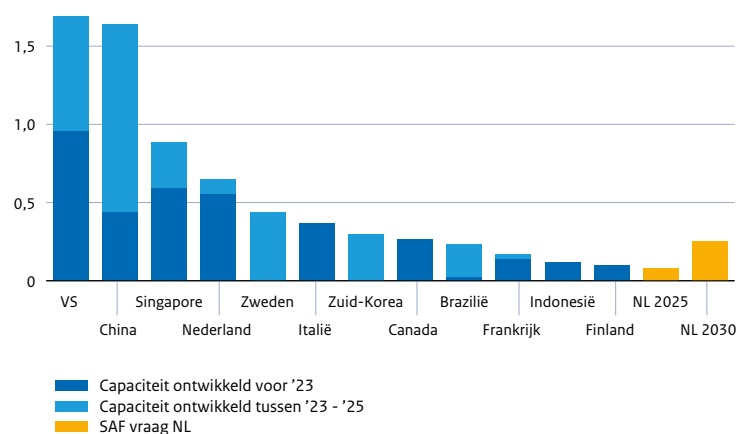
Figuur 13: Wereldwijde productiecapaciteit biogene koolstofdragers.

Bron: Argus.

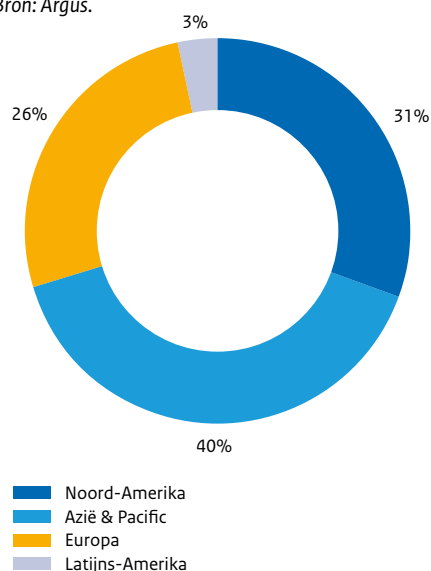


125 Galimova T., et al. (2022). [Global demand analysis for carbon dioxide as raw material from key industrial sources and direct air capture to produce renewable electricity-based fuels and chemicals](#)

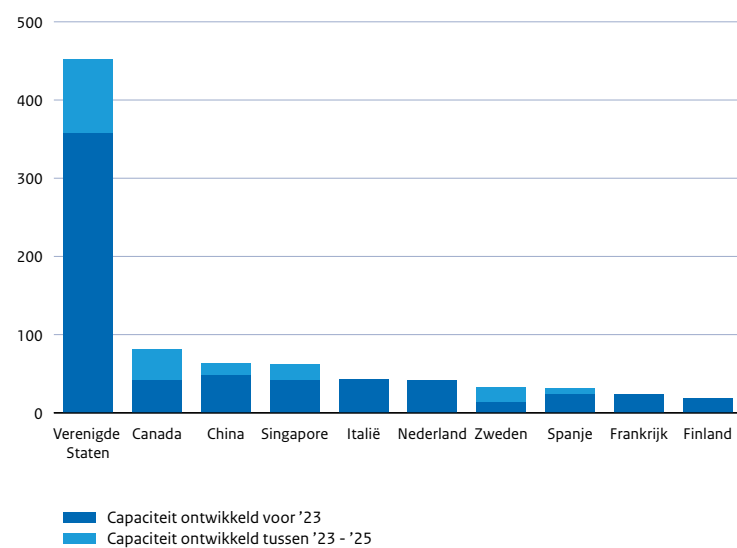
Figuur 14: Productiecapaciteit bio-SAF 2025 (miljoen ton). Bron: Argus.



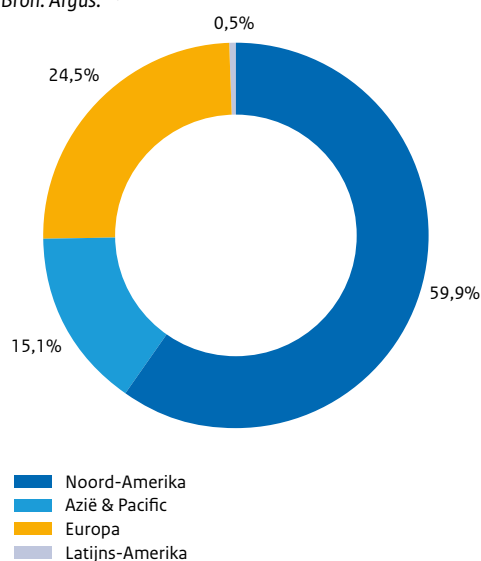
Figuur 15: Productiecapaciteit bio-SAF per werelddeel. Bron: Argus.



Figuur 16: Productiecapaciteit HVO 2025 (PJ). Bron: Argus.



Figuur 17: Productiecapaciteit HVO per werelddeel. Bron: Argus.¹²⁶



¹²⁶ Latijns-Amerika is goed voor 0,5% van de globale productie.

De beschikbaarheid van duurzame koolstofdragers voor Nederland is afhankelijk van de betalingsbereidheid van Nederlandse bedrijven en consumenten, maar het is in de basis onwenselijk om als Nederland een buitenproportioneel beslag te leggen op het beschikbare aanbod. Het PBL hanteert een tweeledige verdeelsleutel om te bepalen welk deel van de biograndstoffen aan Nederland zou kunnen toekomen. Voor 80% worden de verhandelbare biograndstoffen voor energie en chemie verdeeld naar rato van de huidige omvang van primaire productie van brandstoffen en chemicaliën. De overige 20% wordt verdeeld op basis van BNP. Deze systematiek toegepast op Nederland resulteert in een potentiële beschikbaarheid 558-1.073 PJ import van verhandelbare biograndstoffen uit Europa. Het betreft een potentiële beschikbaarheid waar nog wel actie voor nodig is om dit ook Europees te realiseren. PBL neemt de mondiale beschikbaarheid van biograndstoffen niet mee en stelt dat meer dan 93% van de biograndstoffen uit de EU zelf zal komen.¹²⁷ Deze conclusie wordt onder andere getrokken op basis van het *fair share*-beginsel: Europa mag geen onevenredig groot beroep doen op de wereldwijd beperkte voorraad biograndstoffen, omdat andere wereldregio's deze zelf ook nodig hebben voor hun eigen verduurzaming. Uit mondiale analyses blijkt bovendien dat het duurzame potentieel binnen de EU vergelijkbaar is met het aandeel dat Europa op basis van economische kracht of bevolkingsomvang eerlijk zou mogen gebruiken, waardoor Nederland volgens het PBL niet zou moeten rekenen met aanvullende import van buiten Europa (bovenop het potentiële aanbod uit Europa zelf). Dit betekent echter niet dat in de praktijk enkel vanuit Europa geïmporteerd zal worden (zie hoofdstuk 5.3.4). Ook voor synthetische koolstofdragers geldt dat het onwenselijk is als Nederland een buitenproportioneel beslag legt op de wereldwijde beschikbaarheid, zolang de duurzame elektriciteit die nodig is voor de productie van deze dragers niet in overvloed beschikbaar is.

Kortom, ook op Europese en mondiale schaal is het aanbod aan duurzame koolstofbronnen en -dragers niet ongelimiteerd. De concurrentie om duurzame koolstofdragers zal naar verwachting toenemen, zeker wanneer de vraag vanuit de chemie en de lucht- en scheepvaartsector gaat groeien. Nederland zal daardoor moeten concurreren met andere wereldregio's die eveneens in hun behoefte aan duurzame koolstofdragers willen voorzien. Deze toenemende concurrentie kan de beschikbaarheid voor Nederland beperken en de prijzen opdrijven. Diversificatie draagt daarom bij aan een robuuste en veerkrachtige voorziening van biograndstoffen, wat essentieel is voor de continuïteit van de Nederlandse economie en de voortgang van de grondstoffentransitie.

5.2.5 Potentiële exportlanden

Import vanuit Europa heeft de voorkeur vanuit het oogpunt van strategische autonomie, maar diversificatie is essentieel. Het spreiden van herkomstlanden voor de import van duurzame koolstofdragers is noodzakelijk om de leveringszekerheid te versterken en de risico's van geopolitieke spanningen en verstoringen in internationale ketens te beperken. Recente crises, zoals de coronapandemie en de crisis in het Midden-Oosten, hebben duidelijk gemaakt hoe kwetsbaar internationale logistieke ketens kunnen zijn en hoe belangrijk het is om niet te afhankelijk te zijn van een beperkt aantal leveranciers. De transitie van fossiele naar duurzame koolstofdragers biedt in de basis juist kansen om minder afhankelijk te worden van het beperkt aantal landen van waaruit fossiele koolstofdragers worden geïmporteerd. Tegelijkertijd moet worden voorkomen dat door de ontwikkeling van nieuwe importketens nieuwe risicovolle strategische afhankelijkheden ontstaan. In potentie vergroot de transitie de afhankelijkheid van bijvoorbeeld landen met veel landbouwpotentieel, waardoor nieuwe mondiale machtsverhoudingen kunnen ontstaan. Door de import van duurzame koolstofdragers te spreiden over meerdere landen en regio's, wordt Nederland minder kwetsbaar voor verstoringen in de aanvoerketen, zoals handelsconflicten, politieke instabiliteit of natuurrampen. De keuze van importlocaties hangt naast geopolitieke stabiliteit af van factoren als grondstofkwaliteit en transportkosten. Indien import door marktpartijen te sterk geconcentreerd is op een beperkt aantal landen, kan de overheid maatregelen treffen om de spreiding over meerdere herkomstlanden te bevorderen. Diversificatie kan bevorderd worden door het actief ontwikkelen van strategische internationale partnerschappen, het mitigeren van investeringsrisico's (bijvoorbeeld door exportkredietverzekeringen) of het stellen van normerende kaders voor maximale afhankelijkheid van individuele herkomstlanden.

Intra-Europese import biedt kansen, omdat in andere EU-landen de schaarste aan groene stroom, biograndstoffen en ruimte minder groot is dan in Nederland. Dit creëert mogelijkheden om binnen de Europese Unie importstromen te ontwikkelen die kunnen bijdragen aan de Nederlandse behoefte aan duurzame koolstofdragers. Import vanuit de EU heeft daarbij om meerdere redenen de voorkeur boven import uit derde landen. Door binnen Europa gebruik te maken van (rest) stromen uit land- en bosbouw kunnen biograndstoffen regionaal worden geproduceerd. Deze kortere toeleveringsketens zijn minder afhankelijk van mondiale logistiek en daardoor minder kwetsbaar voor geopolitieke spanningen en verstoringen. Dit draagt bij aan het versterken van de strategische autonomie. Daarnaast kunnen lagere transportafstanden en -kosten de economische haalbaarheid verbeteren. De mate waarin transportkosten bepalend zijn

¹²⁷ PBL (2024). Trajectverkenning Klimaatneutraal; EC (2020). Stepping up Europe's 2030 climate ambition Investing in a climateneutral future for the benefit of our people; PBL (2022). The implications of geopolitical, socioeconomic, and regulatory constraints on European bioenergy imports and associated greenhouse gas emissions to 2050; EC (2024). Biofuels, Bioproducts and Biorefining.

verschilt echter per grondstofstroom en eindtoepassing. Voor de import van ruwe biograndstoffen ten behoeve van de productie van groen gas wordt bijvoorbeeld aangenomen dat voornamelijk stromen uit nabijgelegen regio's economisch haalbaar zijn, zoals België, West-Duitsland en Noord-Frankrijk¹²⁸.

Het is aannemelijk dat biogene, secundaire en synthetische duurzame energierijke bouwstenen en eindproducten ook uit derde landen (buiten de EU) zullen worden geïmporteerd.

Voor energiedichte halffabricaten en eindproducten spelen transportkosten een beperktere rol. Zo kunnen biograndstoffen in pelletvorm economisch rendabel worden geïmporteerd uit verder gelegen regio's, zoals de VS of Canada. Daarnaast worden al aanzienlijke hoeveelheden biobrandstoffen, oliën en vetten als duurzame energierijke bouwstenen of eindproducten van buiten de EU ingevoerd.¹²⁹ Zolang wordt voldaan aan de duurzaamheidscriteria, is het waarschijnlijk dat deze importstromen blijven bestaan. Het beleid moet zich dan ook richten op strikte duurzaamheidseisen en certificering, ongeacht het land van herkomst. De Europese Commissie vereist dat biograndstoffen gecertificeerd zijn om de duurzaamheid van de herkomst te waarborgen. Dit is een streng gereguleerd privaatrechtelijk systeem dat onder toezicht staat van de Europese Commissie en de lidstaten. De duurzaamheidscriteria hebben niet alleen betrekking op CO₂-neutraliteit, maar ook op duurzaam bosbeheer, het behoud van biodiversiteit en de bescherming van oerbossen.

Buiten Europa gelden met name Noord-Amerika en Azië, en in beperktere mate Zuid-Amerika (met name Brazilië), als kansrijke regio's voor de import van biograndstoffen en biogene koolstofdragers. In Noord-Amerika hebben zowel de Verenigde Staten als Canada zich dankzij hun omvangrijke bosareaal en geavanceerde houtverwerkingsindustrie ontwikkeld tot belangrijke spelers op de wereldmarkt voor houtpellets. Tussen 2020 en 2024 importeerde Nederland gemiddeld 1,76 Mt houtpellets per jaar uit de Verenigde Staten en 380 kt uit Canada.¹³⁰ Ook verschillende Aziatische landen bieden kansen voor de import van biogene koolstofdragers, waaronder zowel houtpellets als biobrandstoffen. Uit China wordt op dit moment met name biodiesel geïmporteerd (gemiddeld 234 kt tussen 2020 en 2024)¹³¹. Daarnaast bieden landen als Maleisië, Vietnam en Indonesië interessante exportmogelijkheden, zowel voor vaste als voor vloeibare stromen. Tot slot speelt Brazilië wereldwijd een leidende rol in biobrandstoffen, vooral door de groot-schalige productie van bio-ethanol uit suikerriet. Sinds de jaren zeventig investeert het land in deze sector, eerst voor energie-onafhankelijkheid en tegenwoordig ook voor klimaatbeleid en economische ontwikkeling.

Daarnaast worden processen voor de productie van tweede generatie bio-ethanol uit reststromen, zoals bagasse, verder ontwikkeld, wat in de toekomst exportkansen richting Europa creëert. Voor alle importstromen geldt dat aan dezelfde duurzaamheidseisen en certificering moet worden voldaan als Europese stromen.

Nederland zal waarschijnlijk geen grote rol spelen in de productie van synthetische koolstofdragers op basis van H₂ en niet-fossiele CO₂ (zie hoofdstuk 4), maar er liggen wel kansen bij de import en verwerking van synthetische duurzame energierijke bouwstenen tot eindproducten.

Vanuit welke landen deze koolstofdragers in de toekomst zullen worden geïmporteerd, is nog onzeker. Dit komt mede doordat buitenlandse plannen voor de productie van waterstofdragers vertraging oplopen door een gebrek aan afnemers. Hierdoor is het ook voor synthetische koolstofdragers moeilijk aan te geven uit welke landen deze geïmporteerd kunnen worden.¹³² Voor de productie van synthetische brandstoffen zijn aanzienlijke hoeveelheden groene waterstof en afgevangen CO₂ nodig. Om te kwalificeren als 'Hernieuwbare Brandstoffen van Niet-Biologische Oorsprong' (RFNBO's) moet de gebruikte koolstof afkomstig zijn van biomassa, industriële bronnen (zoals staal- en cementfabrieken) of Direct Air Capture-technologieën (DAC) en de gebruikte waterstof geproduceerd zijn middels elektrolyse op basis van groene elektriciteit. De markten voor deze twee grondstoffen (groene waterstof en niet-fossiele CO₂) ontwikkelen zich echter langzamer dan verwacht. Hierdoor is het momenteel een uitdaging om voldoende betaalbare grondstoffen beschikbaar te krijgen, wat de groot-schalige productie van synthetische brandstoffen beperkt en van invloed is op de volumes die internationaal, en daarmee naar Nederland, geëxporteerd kunnen worden. Tegen deze achtergrond heeft het Den Haag Centrum voor Strategische Studies (HCSS), in opdracht van het ministerie van Buitenlandse Zaken, een studie uitgevoerd naar kansen voor internationale samenwerking binnen de e-SAF-waardeketen.¹³³ In deze studie is onderzocht welke landen potentieel interessant zijn voor de export van synthetische brandstoffen, in het bijzonder e-SAF, naar Nederland. Uit de analyse blijkt dat met name Zweden en Spanje in de toekomst mogelijkheden bieden voor import richting Nederland. Beide landen beschikken over gunstige omstandigheden voor de productie van groene waterstof en kennen een relatief kleine binnenlandse afzetmarkt, waardoor zij sterker op export zijn gericht. Vanuit Zweden kan naar verwachting direct e-SAF worden geïmporteerd, dankzij de ruime beschikbaarheid van relatief goedkope groene stroom en een zich snel ontwikkelende biogene CCU-sector. Export vanuit Spanje zal daarentegen waarschijnlijk eerder bestaan uit groene waterstof of e-methanol,

¹²⁸ Guidehouse 2025, [Onderzoek lange termijn productie en inzet groen gas](#)

¹²⁹ NEa (2023). [Rapportage per inboeker 2023](#)

¹³⁰ Eurostat data.

¹³¹ Eurostat data.

¹³² CE Delft (2025). [Waterstof: kostprijs, import, beleid](#)

¹³³ HCSS (2025). [Making e-SAF land: Opportunities for the Netherlands in the Synthetic Aviation Fuel Sector](#)

aangezien de downstream e-SAF-keten daar nog relatief onderontwikkeld is. Met het Sustainable Transport Investment Plan (STIP)¹³⁴ dat de Europese commissie heeft gelanceerd, zal onder andere worden ingezet op de opschaling van synthetische brandstoffenproductie in Europa. Buiten Europa biedt Canada op de middellange termijn perspectief voor import. Canada beschikt over ruime hoeveelheden hernieuwbare energie, lage energieprijzen en een goede beschikbaarheid van biogene CO₂. Doordat er momenteel nog geen e-SAF-mandaten van kracht zijn, is de binnenlandse markt beperkt, wat mogelijkheden creëert voor de ontwikkeling van een exportcorridor naar Europa en Nederland. Tot slot kunnen Marokko en Brazilië op langere termijn interessante importopties vormen. Marokko biedt lage energiekosten en ruimte voor grootschalige productie, terwijl Brazilië beschikt over een overvloed aan biogene CO₂ en groene elektriciteit. Voor de ontwikkeling van productiecapaciteit zijn kapitaal en een vraag vanuit de interne markt van belang.¹³⁵ Landen als Brazilië en Marokko kunnen op termijn bijdragen aan de diversificatie van importketens voor synthetische brandstoffen richting Nederland, mits de benodigde productiecapaciteit, infrastructuur en certificering verder worden ontwikkeld.

Nederland importeert plastic afval vooral uit andere Europese landen en fungeert daarnaast ook als doorvoeren verwerkingspunt voor afval dat vervolgens (deels) weer geëxporteerd wordt. Duitsland en België zijn op dit moment de belangrijkste herkomstlanden van plastic afval.¹³⁶ Ook in de toekomst wordt verwacht dat Nederland aanzienlijke hoeveelheden plastic afval zal blijven importeren, zowel om deze logistieke positie te behouden als om te kunnen voorzien in de groeiende vraag naar secundaire grondstoffen.

5.3 Bestaand beleid

Nederland zet zich op Europees niveau in voor de overgang van fossiele naar duurzame koolstofdragers en om de duurzaamheid van de grondstoffen te borgen.

Binnen de energie- en grondstoffentransitie heeft iedere Europese lidstaat zijn eigen prioriteiten: bosrijke landen richten zich vooral op wet- en regelgeving die het gebruik van biogene koolstofdragers stimuleert, terwijl landen met een significante chemische industrie streven naar een toekomstbestendige chemie waarin de overstap naar een breed pallet aan duurzame grondstoffen een rol speelt. Binnen dit krachtenveld zet Nederland zich in voor effectief beleid en technologieontwikkeling om de transitie van fossiele naar duurzame koolstof te realiseren. In 2024 nam Nederland

het initiatief voor het *Joint Statement on a Sustainable Carbon Policy Package*, ondertekend door 7 EU-lidstaten. Dit gezamenlijke statement roept op tot een beleidspakket dat de transitie van fossiel naar duurzaam koolstofgebruik binnen de Europese industrie versnelt. Daarnaast heeft Nederland herhaaldelijk opgeroepen tot het stimuleren van de toepassing van duurzame koolstof door middel van vraagcreatie-instrumenten^{137 138}. Momenteel neemt Nederland deel aan de *Critical Chemicals Alliance*, onder andere als voorzitter van een werkgroep die voorstellen formuleert voor vraagcreatie voor producten op basis van duurzame koolstof. Ten aanzien van het gebruik van biograndstoffen zet Nederland zich binnen onderhandelingen over de Richtlijn Hernieuwbare Energie (RED), de Bioeconomy Strategy en de Packaging and Packaging Waste Regulation (PPWR) in voor robuuste duurzaamheidscriteria en voor effectief toezicht op de handelsketen.

Daarnaast neemt Nederland deel aan verschillende mondiale samenwerkingsverbanden op het gebied van biobrandstoffen, bioraffinage en duurzame koolstof.

Nederland is al sinds 2016 betrokken bij verschillende multilaterale samenwerkingsverbanden op het gebied van biobrandstoffen en bioraffinage. Binnen het *CEM Biofuture Platform Initiative* werkt Nederland samen met landen als Brazilië, Canada en India aan het versnellen van de ontwikkeling, opschaling en implementatie van duurzame biobrandstoffen. Binnen het *CEM Biofuture Platform* heeft Nederland in 2025 ook internationale vraagcreatie voor duurzame koolstofdragers in de chemie op de kaart gezet.¹³⁹ Binnen de *Integrated Biorefineries Mission* (onderdeel van *Mission Innovation*) wordt er sinds 2022 onder leiding van Nederland en India met nog zeven andere landen samengewerkt aan innovatie op het gebied van geïntegreerde bioraffinage voor de productie van brandstoffen en chemicaliën. Nederland neemt daarnaast al decennia deel aan het programma IEA Bioenergy, waarin academici, industrie en overheden nieuwe kennis ontwikkelen, uitwisselen en communiceren rondom bio-energie en de bredere bio-economie. De onderzoeken die worden gedaan binnen dit programma beslaan de gehele keten, van duurzame biomassaproductie en handelsketens, tot allerlei verschillende toepassingen van biograndstoffen, zoals vergassing, raffinage en BECCS. Tot slot heeft Nederland zich recent aangesloten bij de *Global Biofuels Alliance*, een samenwerkingsverband gericht op de ontwikkeling en opschaling van biobrandstoffen, waarbinnen ook het Mondiale Zuiden goed vertegenwoordigd is. Door deel te nemen aan deze samenwerkingsverbanden bouwt Nederland relaties op met landen waar we in de toekomst mogelijk duurzame koolstofdragers van gaan importeren.

134 Investeringsplan voor duurzaam vervoer.

135 CE Delft (2025). [Waterstof: kostprijs, import, beleid](#)

136 De Inspectie Leefomgeving en Transport (2023). [Inspecties naar kunststofafval tonen dat hoogwaardige grondstoffen uit EU verdwijnen.](#)

137 Non-paper (2025). [Scaling the EU's Bioeconomy: priorities to achieve defossilisation and strategic autonomy. Input from the Dutch government for the Call for Evidence for the initiative 'Towards a Circular, Regenerative and Competitive Bioeconomy'](#)

138 Non-paper (2025). [Demand creation for clean products in the steel and chemical industry](#)

139 Biofuture Platform (2025). [Declaration on Sustainable Chemicals and Materials.](#)

De waterstof importstrategie¹⁴⁰ en de Kabinetsvisie Waterstofdragers¹⁴¹ richten zich voor een deel ook al op de import van duurzame koolstofdragers, omdat koolstofdragers een rol kunnen spelen bij de import van waterstof. Methanol en methaan zijn voorbeelden van energiedragers die zowel koolstof als waterstof bevatten en zijn daarom zowel koolstofdrager als waterstofdrager. Omdat deze dragers gemakkelijker te transporteren zijn dan waterstof zelf, wordt naar deze dragers gekeken als mogelijke vorm waarin waterstof kan worden geïmporteerd. In de Kabinetsvisie Waterstofdragers¹⁴² (gericht op de import van hernieuwbare waterstof van niet-biogene oorsprong) wordt daarom nadrukkelijk gekeken naar de import van e-methanol en e-methaan (synthetische koolstofdragers), maar niet naar biogene varianten. Er is dus sprake van overlap tussen het importbeleid voor hernieuwbare waterstof en deze importstrategie voor duurzame koolstofdragers. De inzet is dan ook om de importstrategieën voor waterstof en duurzame koolstofdragers in samenhang (door) te ontwikkelen, zodat de Nederlandse positie als logistieke energiehub in Noordwest-Europa verder wordt versterkt.

Voor hernieuwbare brandstoffen (biobrandstoffen en RFNBO's) stelt de Europese Commissie via de Richtlijn Hernieuwbare Energie (REDIII) duurzaamheidseisen voor de inzet van hernieuwbare grondstoffen.

Private, onafhankelijke certificeringsorganen, zoals de ISCC, die door de Europese Commissie geaccrediteerd zijn, waarborgen de naleving van de duurzaamheidscriteria (zie bijlage 6). Alle schakels in de keten – van de winning van de grondstof tot de levering aan de markt – vallen onder het certificaat. Nationale publieke toezichhouders binnen de EU controleren het gebruik van gecertificeerde grondstoffen. Dankzij verplichte certificering kunnen ook geïmporteerde hernieuwbare grondstoffen binnen de EU worden ingezet om bij te dragen aan de doelstellingen, en kunnen misstanden worden herkend en als fraude worden aangepakt.

Om het publieke toezicht op de gehele keten te versterken werkt de Europese Commissie momenteel aan een herziening van de Uitvoeringsverordening 2022/996.

In deze verordening worden o.a. specifiekere regels gesteld over toezicht op de keten en komt er een Europese databank (UDB) voor meer transparantie. Doel van de UDB is om alle transacties, oorsprong van grondstoffen, verwerking, en levering van vloeibare en gasvormige hernieuwbare brandstoffen te registreren - van de eerste verzamelpunten tot de marktintroductie in de EU.¹⁴³ De inwerkingtreding van de herziening van Verordening 2022/996 staat gepland voor 2026, maar er is geen specifieke datum gegeven. Nederland werkt actief samen met de Europese Commissie aan de herziening en zet daarbij in op een gelijk speelveld in Europa door het Europese toezicht te versterken.

Daarnaast voert Nederland overleg met certificeringsorganen om ook het private toezicht te verbeteren. Aanscherpingen op nationaal niveau door lidstaten, zoals het uitsluiten van bepaalde grondstoffen, hebben geen voorkeur. Dit ondermijnt het gelijk speelveld in Europa, verschuift mogelijke problemen met grondstoffen zonder ze op te lossen en schaadt het vertrouwen van de industrie in de systematiek.

Annex IX van de Richtlijn Hernieuwbare Energie (REDIII) maakt onderscheid tussen biograndstoffen die afkomstig zijn van directe productie op landbouwgrond (conventioneel) en biograndstoffen uit reststromen van de landbouw of industriële processen. Reststromen die, binnen de duurzaamheidseisen, ongelimiteerd kunnen worden ingezet staan in deel A, terwijl grondstoffen met een volwassen marktstadium en een risico op overstimulering (zoals gebruikt frituurvet) in deel B zijn opgenomen. Brandstoffen geproduceerd uit grondstoffen in deel A worden als 'geavanceerd' beschouwd en krijgen aanvullende stimulering ten opzichte van brandstoffen uit deel B. Nationaal kunnen kleine verschillen optreden in de implementatie van deze lijsten, met name in de beoordeling of industrieel afval hoogwaardiger kan worden ingezet. Deze duurzaamheidskaders maken uitsluitend deel uit van Europese regelgeving. Elders in de wereld bestaan vergelijkbare duurzaamheidssystemen, bijvoorbeeld in Californië en Brazilië, maar daar gelden minder strikte eisen voor het gebruik van landbouwgewassen als grondstof voor biobrandstoffen. Voor de wereldwijde lucht- en zeevaart worden ook certificeringssystemen opgezet: in de luchtvaart via CORSIA en in de zeevaart via de IMO.

Europese regelgeving, waaronder de Richtlijn Hernieuwbare Energie (REDIII), stelt daarnaast dat biomassa alleen mag meetellen wanneer de productie geen negatieve effecten heeft op koolstofopslag en landgebruik. Importerende landen moeten daarom aantonen dat biograndstoffen niet bijdragen aan ontbossing, bodemdegradatie of koolstofverlies. In de praktijk gebeurt dit via certificeringssystemen die waarborgen dat bij de productie rekening wordt gehouden met LULUCF-gerelateerde emissies. Toezicht op deze eisen vereist transparantie en traceerbaarheid van de herkomst van biograndstoffen.

De EU richt zich op het mobiliseren van aanvoerketens voor biograndstoffen door samenwerking met derde landen.

Om de afhankelijkheid van individuele leveranciers te verkleinen en schommelingen op de markt te beperken, heeft de Europese Commissie in de herziening van de Bioeconomy Strategy de ambitie uitgesproken om de herkomst van biomassa verder te diversifiëren, terwijl een sterke binnenlandse aanvoer behouden blijft.¹⁴⁴ Daarom werkt de EU samen met derde landen om duurzame

140 Kamerstuk 29023, nr. 512

141 Kamerstuk 32813, nr. 1424

142 Kamerstuk 32813, nr. 1424

143 EC (2024). [New eDelivery-based ecosystems live in the first half of 2024](#)

144 [EU Bioeconomy Strategy](#)

aanvoerketens voor biograndstoffen te versterken. Via handelsakkoorden, partnerschappen en beleidsdialogen wordt ingezet op eerlijke markttoegang, met aandacht voor het voorkomen van negatieve milieu- en sociale effecten. Transparante systemen voor traceerbaarheid en monitoring moeten dit proces ondersteunen. Met initiatieven zoals de Global Gateway-strategie en gezamenlijke onderzoeks- en innovatieprojecten in regio's met veel biomassapotentieel¹⁴⁵ wil de EU investeringen stimuleren en lokale bio-economieën versterken. Zo draagt samenwerking met buurlanden en kandidaat-lidstaten bij aan een veerkrachtigere en meer autonome Europese biomassatoelevering.

Met de exportkredietverzekering (ekv) kan de Staat risico's van buitenlandse investeringen in de energie- en grondstoffentransitie beperken. Tegelijkertijd kan er worden gestuurd op het type investeringen dat

Nederlandse bedrijven in het buitenland doen. De ekv valt onder de verantwoordelijkheid van het ministerie van Financiën. Het doel van deze regeling is om strategische import te stimuleren van goederen en grondstoffen die in Nederland niet of onvoldoende kunnen worden gewonnen of geproduceerd, en om de Nederlandse industrie te ondersteunen.¹⁴⁶ Nederlandse projectontwikkelaars kunnen zo in het buitenland infrastructuur aanleggen of productie-faciliteiten opzetten waarvan de output geheel of gedeeltelijk naar Nederland wordt geëxporteerd. Denk bijvoorbeeld aan de productie van groen gas dat als bio-LNG wordt verscheept. Een ekv verlaagt daarbij het financiële risico voor de betrokken partijen.

5.4 Inzet op het verbeteren van importmogelijkheden

Een liquide (mondiale) markt voor duurzame koolstofdragers kan alleen ontstaan als wereldwijd ook de vraag naar duurzame koolstofdragers toeneemt. Zoals benoemd in hoofdstuk 2.4 is vraagcreatie van cruciaal belang om ook het aanbod aan duurzame koolstofdragers op te schalen. Dit geldt zeker op internationaal niveau. De transitie naar het gebruik van duurzame energiedragers en grondstoffen brengt onvermijdelijk hogere kosten met zich mee, maar deze kostenverhoging blijft beheersbaar als er wereldwijd uniforme regels gelden die alle marktpartijen gelijktijdig treffen. Onder die voorwaarde kunnen bedrijven de meerkosten transparant doorberekenen aan consumenten, zonder concurrentienadeel te ondervinden. Internationale afstemming van regelgeving is daarom cruciaal om een eerlijk speelveld te creëren waardoor de ontwikkeling van de markt voor duurzame koolstofdragers

kan versnellen. Aangezien effectieve regelgeving bij voorkeur tot stand komt op internationaal niveau, is het essentieel dat Nederland hier actief invloed op uitoefent. Dit vereist strategische inzet op zowel EU-niveau als binnen multilaterale samenwerkingsverbanden. Nederland moet daarom tijdig anticiperen op internationale ontwikkelingen en proactief meewerken aan het vormgeven van toekomstige regelgeving. Daarbij is het cruciaal dat publieke en private stakeholders die betrokken zijn bij diverse internationale fora onderling goed afstemmen, om een coherente Nederlandse positie te waarborgen en maximale invloed uit te oefenen. De Nederlandse bijdrage op het wereldtoneel, zowel van de publieke als private sector kan worden versterkt. Bijvoorbeeld door te onderzoeken welke partijen invloed uit kunnen oefenen in het internationale speelveld, zowel bij regelgevende organen als binnen internationale samenwerkingsverbanden en overlegstructuren.

Overkoepelend inzicht in potentiële exportlanden en kansen voor energiediplomatie gericht op duurzame koolstofdragers ontbreekt vooralsnog. Nederland zet voor fossiele energiedragers en waterstof reeds in op energiediplomatie. Energiediplomatie is de overheidsinzet om internationaal handels- en beleidsrelaties op te bouwen en te versterken met andere landen en regio's gericht op de import van (duurzame) energiedragers.¹⁴⁷ Dit houdt in dat contacten worden gelegd, strategische partnerschappen worden versterkt en beleid en instrumenten op elkaar worden afgestemd, met als doel de leveringszekerheid te waarborgen, de herkomst van energiebronnen te spreiden en de ontwikkeling van ketens te bevorderen. Het belang van energiediplomatie neemt toe wanneer de mondiale vraag (en dus schaarste) toeneemt. De Nederlandse overheid zal in energiediplomatie ook aandacht gaan besteden aan duurzame koolstofdragers. Hiervoor wordt aangesloten op het huidige beleid voor waterstof(dragers), vanwege de overlap met synthetische brandstoffen en grondstoffen. Het opbouwen van bilaterale (handels)relaties en inzet in multilaterale samenwerkingsverbanden kan op termijn bijdragen aan kansen voor import van duurzame koolstofdragers, zowel binnen als buiten Europa. Deze inzet kan worden gekoppeld aan de huidige inzet binnen multilaterale samenwerkingsverbanden¹⁴⁸ en bestaande bilaterale contacten. Er liggen bovendien kansen om de relaties met opkomende markten en ontwikkelingslanden te versterken. Productie voor export kan bijdragen aan lokale waardetoevoeging en economische ontwikkeling, waarbij Nederland een rol kan spelen, onder meer via kennisoverdracht en capaciteitsopbouw. Invest International kan mogelijk bijdragen aan de ontwikkeling van importketens voor duurzame koolstofdragers, dit zal nader worden onderzocht.

¹⁴⁵ Waaronder BIOEAST landen (Bulgarije, Tsjechië, Estland, Hongarije, Letland, Litouwen, Polen, Roemenië, Slovenië, Slowakije), Moldavië, Oekraïne en de Westelijke Balkan.

¹⁴⁶ [EKV-beleidsupdates 2025](#)

¹⁴⁷ Kamerstuk 29023, nr. 431

¹⁴⁸ Voorbeelden zijn CEM Biofuture Platform Initiative, MI Integrated Biorefineries Mission en Global Biofuels Alliance.

Duurzame opschaling van biograndstoffen wordt bemoeilijkt door de geografische versnippering van het aanbod, de lage intrinsieke waarde en het ontbreken van biogebaseerde commodities. Annex 9A van de RED omvat een breed scala aan lignocellulosehoudende materialen, waarvan het gebruik wordt gestimuleerd. Wereldwijd blijft een aanzienlijk deel van deze lignocellulosehoudende biograndstoffen, zoals hout, energiegewassen en landbouw- en industriële reststromen, momenteel onderbenut.¹⁴⁹ Omdat biograndstoffen vaak geografisch verspreid zijn, vormt het opzetten van efficiënte logistieke ketens een uitdaging. Dit terwijl door de lage intrinsieke waarde van biograndstoffen logistieke efficiëntie vaak doorslaggevend is voor economische haalbaarheid. Hoewel het theoretische potentieel groot is, vereist daadwerkelijke benutting actieve mobilisatie van de aanvoer. Hierbij dient te worden opgemerkt dat er buiten Europa vaak anders gekeken wordt naar biograndstoffen. Zo wordt in Brazilië vanwege de lage bevolkingsdichtheid en grote beschikbaarheid van landbouwgrond voedselconcurrentie niet als probleem gezien. Waardeketens voor eerste-generatie biograndstoffen maken het lastig om het potentieel van agrarische reststromen te benutten. Agrarische reststromen hebben weinig economische waarde, zijn duurder om te verzamelen omdat het systeem er niet op is ingericht, en transportkosten zijn hoog, vooral voor biomassa uit het binnenland.¹⁵⁰ In de praktijk volgt het aanbod de vraag: mobilisatie en productie worden doorgaans pas opgeschaald wanneer langdurige afnamecontracten zijn afgesloten. Zonder zekerheid over afzet wordt zelden geproduceerd. Veel bestaande ketens zijn bovendien gebaseerd op één-op-één relaties tussen producenten en afnemers, wat de leveringszekerheid kwetsbaar maakt. Bioraffinaderijen hebben behoefte aan gegarandeerde grondstofaanvoer, maar kunnen zelf vaak geen langdurige afnamezekerheid bieden. Deze wederzijdse onzekerheid bemoeilijkt investeringen en belemmert de ontwikkeling van robuuste, op reststromen gebaseerde waardeketens.

Een liquide markt voor biograndstoffen is daarom essentieel. Deze moet worden ondersteund door standaardisatie, certificering en geharmoniseerde duurzaamheidscriteria, zodat biogebaseerde commodities efficiënt en op schaal verhandelbaar worden.¹⁵¹

Standaardisatie van grondstoffen en duurzame energierijke bouwstenen vergroot de beschikbaarheid, verbetert de logistieke efficiëntie en waarborgt kwaliteit en duurzaamheid. De agrofoodsector beschikt reeds over goed ontwikkelde logistieke ketens voor gestandaardiseerde grondstoffen, wat kansen biedt om hierop voort te bouwen.¹⁵² Om biogebaseerde commodities effectief verhandelbaar te maken, moeten zij voldoen aan specifieke fysische en kwalitatieve eisen. Goede opslag- en transporteerbaarheid is daarbij

cruciaal, met kenmerken zoals een hoge energiedichtheid, een laag vocht- en asgehalte, een compact volume en een beperkt nutriëntengehalte. Daarnaast is een gestandaardiseerde en betrouwbare kwaliteit noodzakelijk, zodat grondstoffen onderling uitwisselbaar zijn, ongeacht herkomst of producent. Tot slot zijn geharmoniseerde duurzaamheidscriteria en robuuste certificeringssystemen onmisbaar om duurzame productie, handel en levering van biomassa te waarborgen. Omdat in het land van herkomst vaak niet vaststaat voor welke toepassing de biograndstof uiteindelijk wordt ingezet, is het van belang dat voor alle toepassingen dezelfde duurzaamheidsstandaard geldt. Standaardisatie van grondstofstromen vermindert bovendien de afhankelijkheid van individuele leveranciers en versterkt daarmee de economische haalbaarheid van projecten, onder andere door verbeterde toegang tot financiering.

Het huidige EU-regelgevingskader (RED III) voor hernieuwbare moleculen van niet biologische oorsprong (Renewable Fuels of Non Biological Origin of RFNBO), waaronder waterstofderivaten is complex, mede doordat het primair is ontworpen voor intra-EU handel en daardoor onvoldoende aansluit bij de kaders van exportlanden.

In de praktijk kan dit leiden tot uitvoeringsknelpunten, zoals de toepassing van RFNBO-criteria en biedzone-gerelateerde vereisten, die gevolgen hebben voor certificering en grensoverschrijdende stromen. Gezien de verwachte toekomstige importen uit landen als India en Brazilië is het relevant om te bezien in hoeverre het regelgevingskader voldoende aansluit bij internationale handelspraktijken. Nederland draagt hieraan bij door, als importerend land en covoorzitter van het *International Hydrogen Trade Forum* (IHTF), de dialoog met de Europese Commissie en exporterende landen van buiten de EU te faciliteren.

Ook voor groen gas bestaan verschillende belemmeringen die een goed functionerende interne markt in de weg staan.

Ten eerste leidt incoherentie binnen Europese emissie-statistieken tot uiteenlopende prikkels voor groen gas, wat de Europese interne markt voor groen gas belemmert. Om toe te werken naar een geïntegreerde Europese markt die stuurt op consumptie in plaats van op afzonderlijke nationale markten die vooral productie stimuleren, is een gelijk speelveld nodig waarin het voor lidstaten aantrekkelijk is om vraagcreatie te bevorderen. Daarbij is het essentieel dat de emissiereductie meetelt bij de import van groen gas, iets wat momenteel niet altijd het geval is. Daarnaast is de certificering en de correcte uitwisseling en verificatie van certificaten essentieel. Hier is het belangrijk dat er uniformiteit ontstaat en administratieve barrières zoveel mogelijk worden weggenomen zonder in te binden op kwaliteitsboring. De Union Database for Biofuels (UDB) kan hier een rol in spelen.

149 IEA Bioenergy (2022). [To be or not to be a biobased commodity](#).

150 TNO (2026). [Versterking Nederlands-Braziliaanse samenwerking in energietransitie](#)

151 IEA Bioenergy (2022). [To be or not to be a biobased commodity](#).

152 [Visie Duurzame Koolstof in de Chemische Industrie](#)

Hoewel het praktisch mogelijk is om ook SAF via het Central European Pipeline System (CEPS) te vervoeren, kan deze SAF door het ontbreken van fysieke traceerbaarheid nog niet administratief worden meegeteld voor de verduurzamingsdoelstellingen in de luchtvaartsector.

De Commissie werkt aan de benodigde wetswijziging om het administratief meetellen van transporten via de CEPS-pijpleiding mogelijk te maken. In deze wijziging worden tevens opties besproken voor het opzetten van een administratief systeem. Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft een onderzoek laten uitvoeren met aanbevelingen voor een dergelijk administratief systeem. In de komende periode zal worden geanalyseerd hoe deze aanbevelingen aansluiten bij de beoogde wetswijziging en op welke wijze een administratief systeem (tijdelijk) kan worden ingericht. Zodra dit systeem is ingericht, maakt de CEPS-infrastructuur het mogelijk om SAF op grote schaal naar luchthavens in CEPS-landen in Europa te distribueren, mits deze voldoet aan de gestandaardiseerde specificaties (Jet A-1). Hierdoor kunnen SAF en fossiele kerosine binnen hetzelfde systeem worden getransporteerd.¹⁵³

Voor het vergroten van de importmogelijkheden van secundaire grondstoffen is (Europese) harmonisatie en standaardisatie rond de regels van de handel, het transport en de verwerking van afval naar secundaire grondstoffen belangrijk. Voor de classificatie van internationale afvaltransporten binnen de EU moet een tot in detail uitgewerkte lijst van categorieën van afvalstoffen worden gebruikt, de zogenaamde List of Wastes.¹⁵⁴ Deze lijst wordt regelmatig geactualiseerd en er is een Europees richtsnoer voor het toepassen van deze lijst.¹⁵⁵ In Nederland is een aanvullende Handleiding gepubliceerd.¹⁵⁶ Ondanks alle inzet om door standaardisatie de handel en de verwerking van afval te stroomlijnen blijft verschil in inzicht bij het indelen van concrete afvalvrachten in de praktijk mogelijk. De Europese Verordening Overbrenging Afvalstoffen (EVOA¹⁵⁷), voorziet in een systematiek om ook in geval van verschil in interpretatie te komen tot een vergelijk. Deze EVOA is in 2024 grondig herzien en verplicht per 21 mei 2026 het gebruik van de digitale administratie DIWASS voor internationale afvaltransporten in de EU.¹⁵⁸ Door afvalclassificaties binnen de EU te uniformeren, kunnen handelsbeperkingen worden weggenomen en afvalstromen efficiënt worden benut voor hoogwaardige recycling en verwerking binnen de grenzen van de Europese Unie.

Op dit moment wordt nog steeds een groot deel van het Europese afval geëxporteerd. Naar verwachting zal deze export na 21 mei 2027 significant dalen als gevolg van de in mei 2024 grondig herziene EVOA. Vanaf 21 mei 2027 is de export van afval uit de EU uitsluitend nog toegestaan naar verwerkers waarvoor in een onafhankelijke audit is vastgelegd dat zij Europees afval verwerken op een wijze die de gezondheid, het klimaat en het milieu beschermt, gelijkwaardig aan de bescherming die voortvloeit uit de EU-regelgeving. Specifiek voor de export van kunststofafval uit de EU bevat de herziene EVOA twee belangrijke aanvullende aanscherpingen. Vanaf 21 mei 2026 is voor de export van al het kunststofafval uit de EU een kennisgevingsprocedure vereist, ook voor schoon en eenvoudig te recyclen kunststofafval. Een EVOA-kennisgeving omvat een financiële garantstelling (borg) en expliciete voorafgaande toestemming van alle betrokken bevoegde gezagen, voordat het fysieke afvaltransport mag starten. Daarnaast is vanaf 21 november 2026 de export van alle kunststofafval uit de EU naar niet-OESO-landen verboden. Tegen deze achtergrond werkt de Europese Commissie aan een uitvoeringshandeling met EU-brede einde-afvalcriteria voor kunststof. Het uitgangspunt van het Europese beleid is dat hoogwaardige kunststofstromen zoveel mogelijk binnen Europa worden behouden en ingezet als secundaire grondstof. Daarnaast zal de aanstaande Circular Economy Act (verwacht in 2026) ook toezien op het verbeteren van de interne markt voor secundaire materialen. Het kabinet zet in op opname van Europese einde-afval criteria in de Circular Economy Act (zie beleidsinzet hoofdstuk 3.3).

153 [IATA, CEPS PO](#)

154 [Decision - 2000/532 - EN - EUR-Lex](#)

155 [EUR-Lex - 52018XC0409\(01\) - EN - EUR-Lex](#)

156 Rijkswaterstaat. [Eural | Afval Circulair](#)

157 [Verordening - EU - 2024/1157 - EN - EUR-Lex](#)

158 Hiermee wordt de wettelijk verplichte administratie voor bedrijven (Europees) gestroomlijnd en weten bedrijven waar ze aan toe zijn. De mate van voorspelbaarheid is een belangrijke factor bij het nemen van investeringsbeslissingen. Bedrijven moeten vanaf 21 mei 2026 zelf hun gegevens in DIWASS invoeren en kunnen online de verdere afhandeling van de door hen ingediende gegevens real-time volgen en indien nodig rechtstreeks reageren op eventuele vragen van betrokken bevoegde gezagen.

Knelpunt	Actie	Termijn
Een liquide (mondiale) markt voor duurzame koolstofdragers kan alleen ontstaan als wereldwijd ook de vraag naar duurzame koolstofdragers toeneemt.	Roep de Europese Commissie op om duurzame koolstof te stimuleren via vraagcreatie-instrumenten ¹⁵⁹ en geef hier verder vorm aan, onder meer door voorstellen te formuleren binnen de Critical Chemicals Alliance.	Lopend
	Geef vorm aan mondiale samenwerking ter bevordering van het gebruik van duurzame koolstof in de chemische industrie (gestart op COP30 ¹⁶⁰ .)	Lopend
Een samenhangend overzicht van potentiële exportlanden en een strategische aanpak voor energiediplomatie gericht op duurzame koolstofdragers ontbreken nog.	Inzetten op energiediplomatie voor duurzame koolstofdragers door dit mee te nemen in een verbreding van de bestaande inzet op importbeleid voor waterstof.	2026
Duurzame opschaling van biograndstoffen wordt bemoeilijkt door de geografische versnippering van het aanbod, de lage intrinsieke waarde en het ontbreken van biogebaseerde commodities.	Zet op Europees en mondiaal niveau in op commodityvorming middels standaardisering en certificering van biogene grondstoffen, duurzame energierijke bouwstenen en eindproducten.	Lopend
De Europese interne markt voor groen gas wordt belemmerd doordat Europese regelgeving en lidstaten niet eenduidig omgaan met de emissiestatistiek van groen gas.	Zet in op het harmoniseren van nieuwe beleidsinstrumenten op het gebied van emissiestatistiek (bijv. de <i>Effort Sharing Regulation</i> na 2030) en op een Europese aanpak voor de uitwisseling van groen gas-certificaten tussen lidstaten (via de <i>Union Database</i> (UDB)), zodat het risico op dubbeltellingen vermindert en lidstaten de emissiestatistiek voor groen gas op dezelfde manier verwerken.	2026
Door het ontbreken van fysieke traceerbaarheid kan SAF die vervoerd wordt door het CEPS nog niet worden meegeteld voor de verduurzamingsdoelstellingen in de luchtvaartsector.	Ga na publicatie van de wetswijziging van de Europese Commissie na in hoeverre de aanbevelingen uit het onderzoek naar de implementatie van een administratief systeem aansluiten bij deze wetswijziging.	2026

¹⁵⁹ Non-paper. Scaling the EU's Bioeconomy: priorities to achieve defossilisation and strategic autonomy

¹⁶⁰ Non-paper. [Biofuture Platform Declaration on Sustainable Chemicals and Materials](#)



6

Borging energie- en grondstoffenzekerheid

Het borgen van energiezekerheid vraagt om back-up voorzieningen die kunnen worden benut op het moment dat een vitale functie in het systeem in het geding dreigt te komen. Zo is in de Wet voorraadvorming aardolieproducten geregeld dat de wettelijke voorraad ten minste gelijk is aan de grootste van de twee genoemde hoeveelheden: 90 maal het daggemiddelde van de netto invoer van ruwe aardolie en olieproducten of 61 maal het daggemiddelde van het binnenlands verbruik. Op het moment dat de toelevering van aardolie(producten) stopt, heeft Nederland dus voor een bepaalde periode aan voorraad, welke op de markt kan worden gebracht. Wanneer de schaarste dusdanig groot wordt, kan de voorraad worden gealloceerd aan vitale functies, zoals transport van mensen en goederen. Voor aardgas hanteert Nederland, net als andere EU-landen, een minimum vulpercentage van de gasopslagen die helpt om de piek vraag in de winter op te kunnen vangen. Samen met eigen productie en importcapaciteiten wordt zo de leveringszekerheid van aardgas geborgd.

Geopolitieke instabiliteit zet de energiezekerheid onder druk. De oorlog tussen Rusland en Oekraïne zette de gasaanvoer sterk onder druk, terwijl de oorlog in het Midden-Oosten met name de olie- en olieproductmarkt verstoort. Het is aannemelijk dat deze onzekerheid in de komende jaren aanhoudt. Duurzame koolstofdragers kunnen dit probleem op de korte- en middellange termijn niet ondervangen. In 2024 is geïnventariseerd hoe het publieke belang van energiezekerheid van karakter verandert in een nieuw energiesysteem.¹⁶¹ Uit de studie blijkt dat de manier waarop energiezekerheid geborgd is in het huidige systeem (bijv. door middel van olie- en gasvoorraden) in het toekomstige energiesysteem minder passend is omdat we overstappen op energiedragers met veelal andere eigenschappen, zoals een grotere weersgevoeligheid.

Voorlopig is er nog geen noodzaak tot het aanleggen van voorraden van duurzame koolstofdragers, omdat de fossiele variant voldoende terugvaloptie biedt. Op dit moment is er nog geen sprake van vitale functies die afhankelijk zijn van duurzame koolstofdragers. Waar op korte termijn groen gas wordt ingezet, kan dit in geval van crisis ook worden opgevangen met aardgas, waarvoor maatregelen van kracht zijn om de leveringszekerheid te borgen. Hetzelfde geldt voor bijvoorbeeld inzet van SAF, waar voorlopig nog altijd fossiele kerosine kan worden ingezet in geval van nood. Pas op het moment dat vitale functies op (nieuwe) brandstoffen of grondstoffen draaien waar geen (fossiele) back-up voor aanwezig is, wordt het mogelijk nodig om bijvoorbeeld de aanleg van strategische voorraden voor specifieke (nieuwe) dragers te gaan overwegen.

Op kortere termijn is het wel van belang om huidige borging van energiezekerheid van fossiele producten toekomstbestendig te houden. Zoals hierboven toegelicht is minimale hoeveelheid voorraadvorming voor aardolieproducten een afgeleide van het verbruik van aardolie(producten). Op het moment dat het verbruik afneemt, bijvoorbeeld door toenemende inzet van duurzame koolstofdragers en andere alternatieven, daalt dus ook de hoeveelheid wettelijk verplichte voorraad. Dit vormt mogelijk een risico op het moment dat er nog geen voorraadverplichting geldt voor de duurzame varianten.¹⁶² Naarmate het aandeel duurzame koolstofdragers toeneemt, wordt het daarom belangrijk om te herzien of de hoogtes van de verplichte voorraad toereikend blijven voor een mogelijke verstoring van de aanvoerketens of nodig om aanvullend verplichtingen aan te houden voor duurzame koolstofdragers.

Knelpunt	Actie	Termijn
Transitie van fossiele naar duurzame koolstofdragers vraagt om nieuwe inzet voor het borgen van energiezekerheid.	Verkenning per wanneer vitale functies afhankelijk worden van enkel duurzame koolstofdragers, waardoor op termijn mogelijk back-up voorzieningen gewenst zijn.	Nader te bepalen.

161 Trinomics & Common Futures (2024). [Energy security in transition: developing a long-term analysis for the Netherlands](#)

162 De wet voorraadvorming aardolieproducten staat onder voorwaarden wel toe dat biobrandstoffen kunnen worden ingezet ter afdekking van de voorraadverplichting. In dit geval is vereist dat de biobrandstoffen op et grondgebied van de betreffende lidstaat zijn opgeslagen en bestemd zijn voor bijmenging met transportbrandstoffen. Brandstoffen met daarin een (bijgemengd) biogeen aandeel kunnen wel meetellen.

Bijlagen



Bijlage 1

Overzicht huidig beleid per sector

Sector	Instrument	Werking	Garantie op vraag duurzame koolstofdragers ¹⁶³
Sector-overstijgend	Wetsvoorstel bijmengverplichting groen gas.	Bijmengverplichting 2027-2035 voor invoeding 0,85 bcm groen gas in gasnet (vraagcreatie door norm).	Ja
	SDE++ groen gas productie voor invoeding gasnet.	Subsidiëring onrendabele top groen gas productie.	Nee
Gebouwde omgeving	ETS2 (vanaf 2027)	Beprijzing fossiel, verkleining onrendabele top.	Onzeker in welke mate.
Binnenlandse mobiliteit	Brandstoftransitieverplichting (implementatie RED) + 20 PJ nationale kop.	Emissiereductieverplichting met verplichte bijdrage van Annex 9A brandstoffen.	Ja, en aanvullende verplichtingen voor Annex IXa.
	ETS2 (vanaf 2027)	Beprijzing fossiel, verkleining onrendabele top.	Onzeker in welke mate.
	SDE++ voor hernieuwbare brandstoffen.	Subsidiëring onrendabele top hernieuwbare brandstoffenproductie.	Nee
Binnenvaart	ETS2	Beprijzing fossiel, verkleining onrendabele top.	Onzeker in welke mate.
	Brandstoftransitieverplichting (implementatie RED III)	Verplichting voor de reductie van de broeikasgasintensiteit van de geleverde brandstoffen aan binnenvaart.	Er zijn subverplichtingen. Stuur concreet op broeikasgasreductie in de keten die ook met duurzame koolstofdragers ingevuld kan worden.
	SDE++ voor hernieuwbare brandstoffen.	Subsidiëring onrendabele top hernieuwbare brandstoffenproductie.	Nee
Binnenvaart	Subsidie-instrumenten	Beoogt te bevorderen dat benodigde technieken voor varen op hernieuwbare energiedragers - waaronder methanol, wanneer andere dragers niet toepasbaar zijn aan boord - sneller beschikbaar komen en in de binnenvaart in gebruik worden genomen.	Onzeker in welke mate.

¹⁶³ Op termijn leiden ook emissiereductieverplichtingen en beprijzend instrumentarium tot vraag naar duurzame koolstofdragers. Wanneer precies en in welke mate is echter onzeker, omdat het afhangt van andere beschikbare routes om de emissiereductieverplichting in te vullen. Hierdoor is het onzeker of aanbieders voldoende mee kunnen bewegen met deze oplopende vraag.

Sector	Instrument	Werking	Garantie op vraag duurzame koolstofdragers ¹⁶³
Zeevaart ¹⁶⁴	FuelEU Maritime	Verplichting op de reductie van de broeikasgasintensiteit, d.w.z. de broeikasgasuitstoot voor de gebruikte energie aan boord van het schip.	Onzeker in welke mate. Mogelijke verplaatsing van bunkerafzet naar buiten NL en de EU ¹⁶⁵ door internationale marktwerking (bijv. biobrandstoffen die buiten Europa goedkoper gebunkerd kunnen worden).
	Brandstoftransitieverplichting (implementatie REDIII) ¹⁶⁶	Verplichting voor de reductie van de broeikasgasintensiteit van de geleverde brandstoffen aan zeevaart.	Onzeker in welke mate, maar stuurt concreet op broeikasgasreductie in de keten die ook met duurzame koolstofdragers ingevuld kan worden.
	ETS1	Beprijzing fossiel, verkleining onrendabele top.	Onzeker in welke mate.
	Subsidie-instrumenten	Stimuleren aanschaf en installatie van aandrijflijnen voor varen op o.a. methanol op zeeschepen.	Onzeker in welke mate.
Luchtvaart	ReFuelEU Aviation	Oplopende EU-bijmengverplichting SAF (vraagcreatie door norm).	Ja
	ETS1	Beprijzing fossiel.	Onzeker in welke mate.
	Programma Stimulering Duurzame Luchtvaartbrandstoffen ¹⁶⁷	Subsidiëring onrendabele top hernieuwbare brandstoffenproductie.	Nee
Chemie	EoL VR, SUP directive, PPWR	Europese normering op productniveau.	Ja
	NIKI	Subsidieregeling industrie, o.a. voor vervanging fossiele grondstoffen.	Nee
Glastuinbouw (CO ₂ -vraag)	SDE++ (BE)CCU voor glastuinbouw.	Subsidie dekt onrendabele top CCU af (zowel fossiel als biogeen).	Nee
	CO ₂ -heffing	Beprijzing fossiele CO ₂ .	Nee
	Afbouw WKK-vrijstelling en verlaagd energiebelastingtarief.	Vermindert aantrekkelijkheid WKK voor eigen fossiele CO ₂ productie, verkleint onrendabele top niet-fossiele CO ₂ .	Nee

¹⁶⁴ Daarnaast zijn binnen de International Maritime Organisation (IMO) internationale afspraken gemaakt om emissiereductie van de scheepvaart wereldwijd terug te dringen. Er is een netto-nul doelstelling afgesproken in of rond 2050. Ook zijn er streefdoelen afgesproken voor 2030 (ten minste 20% reductie t.o.v. 2008, met een streven naar 30%) en 2040 (ten minste 70% reductie t.o.v. 2008, met een streven naar 80%). Aannee van zogenoemde mid-term measures door IMO zal grote invloed hebben op het tempo waarin de vraag naar o.a. duurzame koolstofdragers zich ontwikkelt.

¹⁶⁵ Wel geldt voor internationale zeevaart dat de broeikasgasintensiteit van aan boord gebruikte energie op reizen tussen EU en niet-EU-havens voor 50% meetellen voor FuelEU Maritime en de emissies op een route tussen een EU-haven en een haven buiten de EU voor 50% meetellen voor ETS.

¹⁶⁶ De implementatie van de REDIII leidt tot een hogere emissiereductieverplichting voor de zeevaart dan de verplichting die volgt uit de FuelEU Maritime.

¹⁶⁷ Met het Programma Stimulering Duurzame Luchtvaartbrandstoffen (SDL) van IenW wordt geïnvesteerd in de ontwikkeling, productie en afzet van nieuwe technologiepaden. Vanuit het Klimaat- en Energiefonds is €210 mln. toegekend voor de ontwikkeling van e-SAF. Ook is €90 mln. toegekend voor Alcohol-to-Jet-brandstoffen (AtJ).

Bijlage 2

Toelichting aannames koolstofbehoefte per sector

Koolstofbehoefte chemie

In het NPE 2023 is voor de chemie aangenomen dat op basis van de huidige vraag naar fossiele koolstofdragers voor niet-energetische toepassingen nog ongeveer 430 PJ aan koolstofvraag overblijft in 2050, ervan uitgaande dat de niet-energetische inzet van aardgas voor toepassingen waar koolstof niet essentieel is (bijv. kunstmestproductie) wordt afgebouwd. 430PJ komt overeen met de benodigde input aan fossiele grondstoffen voor de productiecapaciteit van de Nederlandse chemie in 2024. Op dit moment worden er, onder druk van internationale concurrentie, veel chemische fabrieken gesloten, waarbij de vraag wordt ingevuld met import van eindproducten. Daarnaast zal toenemende circulariteit tot minder primair grondstofgebruik leiden (zie ook toelichting in onderstaande tekstbox). De Visie op Duurzame Koolstof in de Chemische Industrie voorziet voor de Nederlandse chemie een blijvende sterke positie binnen Europa, met een mogelijk kleinere, maar meer diverse basischemie.

In de Visie op Duurzame Koolstof in de Chemische Industrie¹⁶⁸ wordt ervan uitgegaan dat de Europese vraag naar eindproducten afkomstig uit de chemische sector stabiel blijft, maar waarvan mogelijk een groter deel geïmporteerd zal worden. Voor de chemische sector is het de verwachting dat er een verschuiving zal plaatsvinden van primair kraker-gebaseerde chemie op basis van fossiele nafta naar een diverser palet aan routes voor de productie van basischemicaliën bestaande uit:

- duurzame bulkchemie (op basis van bio-nafta of pyrolyse-olie)
- vergassing op basis van diverse inputstromen met als belangrijkste outputproduct methanol
- nieuwe, meer innovatieve routes voor de productie van basischemicaliën, waarvoor diverse input en output-producten denkbaar zijn. Hier zullen suikers naar verwachting een rol spelen als grondstof, naast houtige biograndstoffen.

Het is vanwege bovengenoemde routes in ieder geval te verwachten dat er voor de chemie vraag zal bestaan naar bio-nafta en bio- of synthetische methanol en suikerhoudende biograndstoffen.

De omvang van de vraag naar (duurzame) koolstofdragers voor de Nederlandse chemische sector is om bovengenoemde redenen erg onzeker en sterk afhankelijk van de mondiale concurrentiepositie. De mate waarin deze vraag zal worden ingevuld met duurzame koolstofdragers is vervolgens weer sterk afhankelijk van de internationale beleids- en marktcontext. In deze visie wordt een brede bandbreedte gehanteerd. De onderkant van de bandbreedte gaat uit van het meest ongunstige scenario waarin de vraag naar duurzame koolstofdragers voor de chemie beperkt blijft, zowel in 2040 als in 2050. Dit scenario reflecteert de situatie waarin niet of nauwelijks aanvullend beleid voor vraagcreatie tot stand komt, of waarbij de chemische sector in Nederland krimpt vanwege een verslechterende mondiale concurrentiepositie. Bestaande Europese regelgeving van waaruit vraag naar duurzame koolstofdragers tot stand komt, zoals de Plastic Packaging en Waste Regulation, de End of Life Vehicle Regulation en de Single Use Plastics Directive vereisen een oplopend percentage duurzame koolstof, maar aan deze regelgeving kan ook worden voldaan door de import van eindproducten van buiten Nederland dan wel Europa. Het zorgt daarom niet gegarandeerd voor vraag naar duurzame koolstofdragers als input voor de chemische industrie in Nederland.

De bovenkant van de bandbreedte gaat uit van 195 PJ vraag naar duurzame koolstofdragers in 2040 en maximaal 360 PJ aan duurzame koolstofdragers in 2050. Deze hoeveelheden reflecteren een ambitieuzer scenario waarin wordt toegewerkt naar een volledig circulaire economie en de huidige omvang van de chemische sector behouden blijft. Dit scenario sluit dan ook beter aan bij de ambities van het kabinet. 195 PJ voor 2040 is gebaseerd op een scenario waarin sprake is van lichte krimp van de chemische sector en waarbij 50% van de vraag wordt ingevuld met duurzame koolstofdragers. Daarnaast wordt aangenomen dat er sprake is van enige vermindering van de vraag door meer circulaire omgang met plastics (o.a. door inzet van mechanisch recycalaat). 390 PJ voor 2050 is gebaseerd op eenzelfde krimp van de chemische sector, waarbij de volledige vraag wordt ingevuld met duurzame koolstofdragers.

¹⁶⁸ [Visie op duurzame koolstof in de chemische industrie](#)

Wat wordt verstaan onder de vraag naar duurzame koolstofdragers voor de chemie?

Onder de vraag naar duurzame koolstofdragers voor de chemie verstaan we het niet-energetische gebruik van energiedragers voor het maken van producten welke zelf geen energiedragers zijn. Dit komt overeen met de definitie van het niet-energetische gebruik van energiedragers zoals gehanteerd door het CBS. Deze energiedragers noemen we in dit geval chemiegrondstoffen. Bij fossiel grondstoffengebruik gaat het bijvoorbeeld om de inzet van aardolie-producten zoals nafta voor de productie van plastics, of de inzet van aardgas voor kunstmestproductie. Het meetpunt is hierbij relevant. Afhankelijk van de gebruikte grondstof en het productieproces is voorafgaand al in meer of mindere mate sprake geweest van conversieverliezen. Met de transitie naar duurzame koolstofdragers als grondstof voor de chemie, neemt de diversiteit aan grondstoffen en productieroutes toe. Dit betekent dat 390 PJ aan input van fossiele grondstoffen bij gelijkblijvende omvang van de chemische sector niet per definitie gelijk staat aan 390 PJ benodigde input aan duurzame koolstofdragers. De getallen moeten dan ook indicatief geïnterpreteerd worden. Op het moment dat fossiele nafta voornamelijk vervangen wordt met biogene of secundaire nafta is het redelijk vergelijkbaar, maar bij het toepassen van nieuwe, innovatie productieroutes, bijvoorbeeld directe productie van chemicaliën uit suikers, wordt het getal minder representatief. De vraag kan zowel worden ingevuld met in Nederland geproduceerde chemiegrondstoffen (zie ook hoofdstuk 4) als via import.

Wat valt er buiten de vraag naar duurzame koolstofdragers voor de chemie?

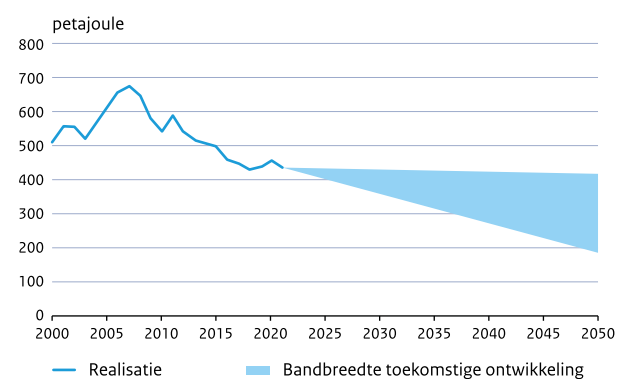
Wat niet meegenomen is in de vraag naar duurzame koolstofdragers voor de chemie is de hoeveelheid inzet van mechanisch recycalaat. De inzet van mechanisch recycalaat wordt beschouwd als potentiële vraagvermindering naar primaire of secundaire grondstoffen voor de chemie.

Ook conversieverliezen die eerder in de keten hebben plaatsgevonden, bijvoorbeeld bij de productie van bionafta of biomethanol, worden niet meegenomen in de inschatting van behoefte aan duurzame koolstof voor de chemie. Om de vraag naar duurzame koolstofdragers voor de chemie in te kunnen vullen, moet afhankelijk van de gebruikte grondstoffen en processen dan ook rekening worden gehouden met een hogere behoefte aan grondstoffen.

Koolstofbehoefte zeevaart

In het NPE 2023 is uitgegaan van een vraag van 480 PJ aan bunkerbrandstoffen voor de zeevaart. Daarbij is aangenomen dat een deel hiervan wordt ingevuld met ammoniak en walstroom, resulterend in een vraag van 375 PJ aan koolstofdragers. Grote onzekerheden hierbij zijn o.a. een verwachte afname van het volume omdat een significant deel van de zeevaart op dit moment energiedragers vervoert, er bij nieuwe typen brandstoffen waarschijnlijk vaker gebunkerd zal worden (en dus op meerdere plaatsen). PBL schetst deze onzekerheden ook en schetst een brede bandbreedte van grofweg 200-400 PJ aan bunkervraag richting 2050.¹⁶⁹ Het is nog onzeker met welke dragers deze energievraag zal worden ingevuld. Er zal sprake zijn van een overstap van fossiele stookolie naar een divers palet aan bio- en synthetisch brandstoffen. Dit zijn niet allemaal koolstofhoudende brandstoffen. Ook waterstof en ammoniak zijn een optie. Voor zeer korte afstanden kan batterij-elektrisch varen ingezet worden, onzeker is nog welk innovatiepotentieel er bereikt zal worden voor het verlengen van deze afstanden. De bijdrage van verschillende typen hernieuwbare brandstoffen is nog onzeker volgens PBL. Wel is er de afgelopen tijd sprake geweest van een snelle groei van het aantal LNG-schepen, waarvan een deel in 2050 nog niet het einde van de levensduur heeft bereikt. Bio- of e-LNG zal dus een rol spelen. Ook zijn er relatief veel schepen besteld met een motor die naast stookolie ook op methanol kan varen. Verwacht wordt dat methanol ook een belangrijke rol zal spelen in de verduurzaming van de zeevaart. De ontwikkeling van ammoniak als brandstof is nog minder vergevorderd en de bijdrage daarvan blijft dan ook onduidelijk. Ook de bijdrage van bio-ethanol is nog onzeker. Voor deze visie gaan we voor 2050 uit van minimaal 50% invulling van de vraag met duurzame koolstofdragers. Bij een lage bunkervraag (200PJ) resulteert dit in een behoefte van 100 PJ aan duurzame koolstofdragers. Aan de bovenkant van de bandbreedte wordt uitgegaan van een hoge bunkervraag (400PJ) en 75% invulling met duurzame koolstofdragers, resulterend in een behoefte van 300PJ aan duurzame koolstofdragers. Voor 2040 is de geschatte vraag naar duurzame koolstofdragers 41-87 PJ.

Figuur 18: Bunkering door zeescheepvaart in Nederland¹⁷⁰



Bron: CBS (realisatie); PBL, TNO & CE Delft (scenario)

¹⁶⁹ PBL, TNO en CE Delft (2024). [Klimaatneutrale zeescheepvaart in 2050](#).

¹⁷⁰ <https://www.pbl.nl/system/files/document/2024-03/pbl-2024-klimaatneutrale-zeescheepvaart-in-2050-5221.pdf>

Koolstofbehoefte luchtvaart

Het NPE 2023 ging uit van een energiebehoefte van 205 PJ¹⁷¹ voor de luchtvaartsector in 2050, waarbij werd aangenomen dat 175 PJ hiervan zou worden ingevuld met koolstofhoudende brandstoffen. Het PBL heeft in 2024 een raming gemaakt van de verwachte vraag naar luchtvaartbrandstoffen.¹⁷² Bij 70% duurzame brandstoffen in 2050, conform de huidige ReFuelEU Aviation-verordening, komt PBL op een bandbreedte van 140-240 PJ aan vraag naar luchtvaartbrandstoffen. In een scenario waarin de totale brandstovenvraag wordt ingevuld met duurzame energiedragers, daalt de vraagprognose naar 120 PJ tot 205 PJ. Hierbij is rekening gehouden met onder andere verminderde vraag door verwachte stijging in de ticketprijzen. Het nationale beleid zet ook in op 100% hernieuwbare energiedragers voor de luchtvaart in 2050.¹⁷³

Op basis van ReFuelEU Aviation geldt in 2050 een verplichting om 70% in te vullen met Sustainable Aviation Fuel (SAF), waarvan de helft moet bestaan uit hernieuwbare brandstoffen van niet-biologische oorsprong (RFNBO). Dit kan zowel drop-in synthetische kerosine (e-SAF) zijn alsook waterstof. Voor het overige deel van de verplichting is ook bio-SAF toegestaan. Omdat er nog geen waterstofvliegtuigen in gebruik zijn, zal in ieder geval tot 2035 de RFNBO-verplichting volledig door e-SAF worden ingevuld. PBL gaat uit van maximaal 10% waterstof in 2050. In dit stuk gaan we uit van minimaal 140 PJ totale vraag naar energie voor de luchtvaartsector, waarbij 70% wordt ingevuld met duurzame brandstoffen. Aan de bovenkant van de bandbreedte gaan we uit van 205 PJ totale vraag, waarbij 100% wordt ingevuld met duurzame kerosine. Totaal komt dit op een bandbreedte van 100-205 PJ duurzame kerosine.

Koolstofbehoefte binnenlandse mobiliteit

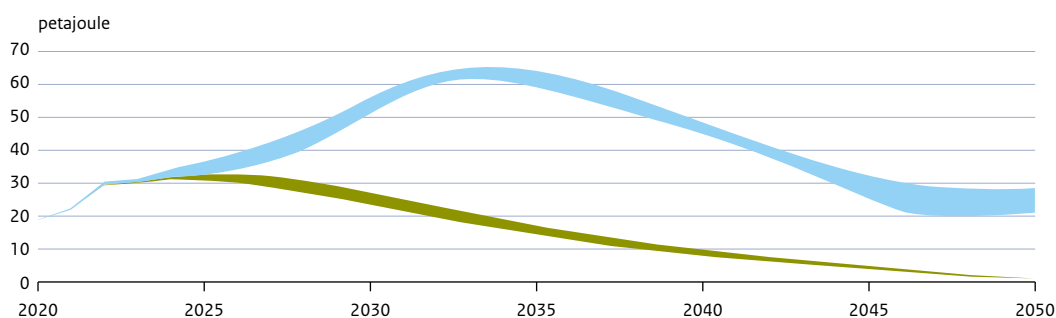
In het NPE 2023 is uitgegaan van een beperkte resterende inzet van koolstofhoudende brandstoffen voor binnenlandse mobiliteit, waaronder zwaar wegtransport en de binnenvaart, met een omvang van 30-40 PJ in 2050. Zie hieronder op basis waarvan deze cijfers worden bijgesteld.

Wegtransport

Wegverkeer kan onderscheiden worden in licht wegtransport (personenauto's) en zwaar wegtransport (bestelauto's en vrachtauto's). Voor lichtwegtransport wordt uitgegaan van volledige elektrificatie. Voor zwaar wegtransport wordt uitgegaan van een scenario waarin nog wel een aandeel wordt ingevuld met bio- en synthetische brandstoffen, met een bandbreedte van 20-30 PJ. De vraag naar bio- en synthetische brandstoffen stijgt in dat scenario van 30 PJ (huidig) naar 50 PJ in 2030, piekt voor 2035 op ongeveer 65 PJ en daalt daarna weer naar ongeveer het huidige volume. In het ambitieuze scenario (het scenario waar in het NPE op wordt ingezet) daalt het bio- en synthetische brandstoffen-gebruik gestaag naar 0 in 2050.¹⁷⁴ De integrale trajecten van PBL bevestigen dat elektrificatie voor het wegverkeer de meest aantrekkelijke optie is. Hieruit volgt wel nog een additionele vraag naar energie van ongeveer 35 PJ voor bijvoorbeeld brom- en snorfietzen, bussen, visserij, recreatievaart, defensie en mobiele werktuigen. Een deel daarvan wordt ook nog ingevuld met (duurzame) brandstoffen.

In de actualisatie van het NPE (2026) wordt uitgegaan van een vraag naar duurzame koolstofhoudende brandstoffen van 12-84 PJ in 2040.

Figuur 19: Energievraag voor bio- en/of synthetische brandstof¹⁷⁵



Bandbreedte van verkeersvolume

- Toekomstpad 1 – ambitieuze groei nulemissievloet
- Toekomstpad 2 – trendmatige groei nulemissievloet

¹⁷¹ 205 PJ totale vraag gaat ervanuit dat de restopgave is ingevuld. Op basis van huidig beleid is de verwachting dat de vraag zou uitkomen op 231 PJ, waarvan 162 PJ op basis van ReFuelEU Aviation zou worden ingevuld met bio- en e-SAF.

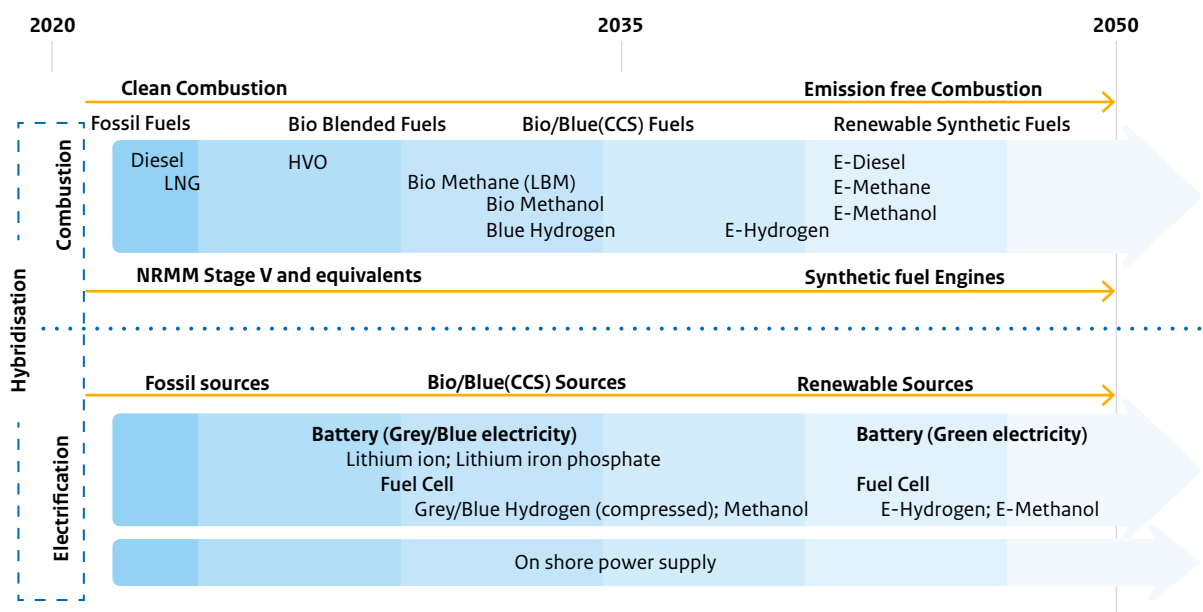
¹⁷² PBL en TNO (2024). [Klimaatneutrale luchtvaart in 2050](#).

¹⁷³ Luchtvaartnota 2020-2050.

¹⁷⁴ PBL en TNO (2024). [Klimaatneutraal wegverkeer in 2050](#).

¹⁷⁵ PBL en TNO (2024). [Klimaatneutraal wegverkeer in 2050](#).

Figuur 20: Transitiepaden zero-emissie binnenvaart¹⁷⁶



Nederland heeft zich nationaal en internationaal verbonden aan een nagenoeg emissieloze binnenvaart in 2050. Door een beleidsmix van normeren (RED-III), beprijzen (ETS2) en faciliteren (subsidies) wordt gestuurd op het terugdringen van CO₂-emissies van brandstof die wordt geleverd aan de binnenvaart en het verbeteren van de businesscase voor een klimaatneutrale en emissieloze binnenvaart. Het Expertise- en Innovatiecentrum Binnenvaart onderscheidt in technische zin twee transitiepaden. Een transitiepad dat via schone verbranding leidt tot een klimaatneutrale binnenvaart en een transitiepad dat via elektrificatie leidt tot een emissieloze binnenvaart.

Omdat elektrificatie nodig is voor een emissieloze binnenvaart, conversieverliezen tegengaat en omdat het wenselijk is duurzame koolstofdragers beschikbaar te houden voor zeevaart en luchtvaart, gaat het NPE 2023 uit van het uitgangspunt 'elektrificeer wat kan'. De hoofdroute voor de binnenvaart is derhalve elektrificatie (middels batterijen of waterstofbrandstofcel). Een deel van de schepen zal niet kunnen elektrificeren vanwege de grote energie-behoefte of het vaarprofiel (stroomopwaarts).

PBL schetst twee mogelijke transitiepaden.¹⁷⁷ Een innovatief pad met een totale energiebehoefte van ongeveer 35 PJ, waarvan het grootste deel wordt ingevuld met elektriciteit en waterstof, waarbij is aangegeven dat waterstof hier ook zou kunnen worden vervangen door koolstofhoudende synthetische brandstoffen. Daarnaast wordt een conservatief pad geschetst van ongeveer 40 PJ totaal waarbij 90% wordt ingevuld met biodiesel.

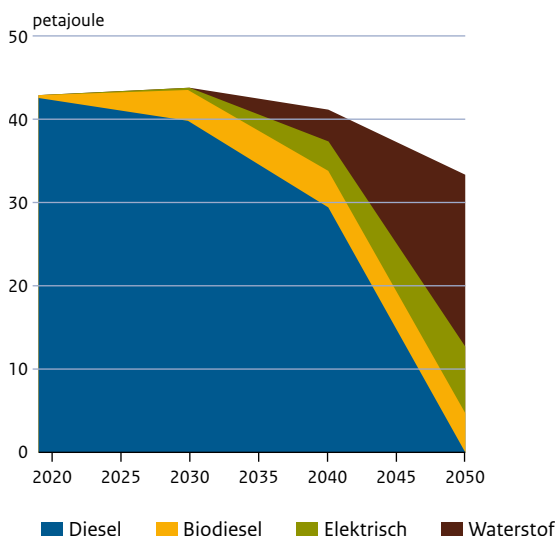
In deze visie is uitgegaan van een conservatief scenario waarin de binnenvaart ongeveer 35 PJ (90% van 40 PJ) aan koolstofhoudende brandstoffen vraagt in 2050, waar dat met name ingevuld zou worden met bio- of synthetische diesel en bio- of synthetische methanol. De vraag van de binnenvaart naar koolstofhoudende brandstoffen in 2050 is echter afhankelijk van meerdere factoren (waaronder de werking van internationale en nationale normerings- en prijszingsmaatregelen, subsidies en technische en economische ontwikkelingen op het gebied van de beide transitiepaden).

¹⁷⁶ Team SPB/EICB (2024). [Expertise- en Innovatiecentrum Binnenvaart: Impactanalyse ETS2 voor de binnenvaart.](#)

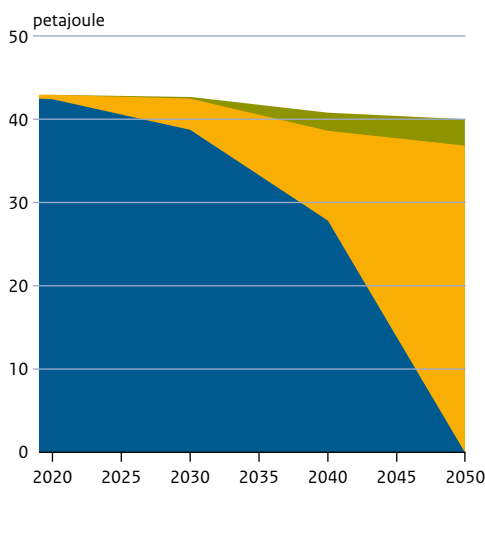
¹⁷⁷ PBL en TNO (2024). [Klimaatneutrale binnenvaart in 2050.](#)

Figuur 21: Energiemix van de binnenvaart in Nederland¹⁷⁸

Innovatief transitiepad



Conservatief transitiepad



Binnenlands energetische inzet van duurzame koolstof

Energetisch gebruik industrie

In het NPE is op basis van de Cluster Energiestrategieën 2.0 de aanname gemaakt dat in 2050 geen sprake zal zijn van de inzet van duurzame koolstofdragers voor hogetemperatuur proceswarmte in de industrie. Recent onderzoek naar de toekomstige inzet van groen gas¹⁷⁹ brengt de vraag naar groen gas in beeld en schetst dat groen gas voor sommige industriële activiteiten, zoals de keramiekindustrie en staalindustrie, een aantrekkelijke verduurzamingsroute is vanuit maatschappelijk perspectief. Daarom wordt in de actualisatie van het NPE (2026) uitgegaan van max. 100 PJ aan groen gas voor energetisch gebruik in de industrie in 2040 en voor een brede bandbreedte van 0-100 PJ in 2050.

Gebouwde omgeving

In de gebouwde omgeving speelt gas een belangrijke rol tijdens de transitiefase. Voor de verduurzaming van de gebouwde omgeving wordt primair ingezet op collectieve warmte en all-electric warmtepompen. Groen gas kan dienen als sluitstuk voor de gebouwde omgeving, daar waar de overstap op andere verduurzamingsalternatieven niet mogelijk of buitensporig duur is. Tijdens de transitie kunnen hybride warmtepompen een belangrijke bijdrage leveren aan het terugdringen van het gasverbruik en bijbehorende emissies in wijken waar collectieve warmte niet de voorkeurs optie is en volledig elektrische warmtepompen (nog) niet mogelijk zijn, bijvoorbeeld door congestie of achterblijvende isolatie. De gasbehoefte van deze hybride warmtepompen kan hierbij op de korte termijn nog grotendeels met fossiel gas

ingevuld worden. Groen gas kan hier ook een rol in spelen zolang dit voldoende beschikbaar en betaalbaar is. De rol van waterstof blijft tot 2040 beperkt tot enkele pilots en is naar verwachting ook in het eindbeeld minimaal. De behoefte aan methaan (groen gas en fossiel) die hieruit voortkomt betreft volgens de ii3050 scenario's uit 2025 naar verwachting 80-135 PJ in 2040 en 30-75 PJ in 2050. Daar bovenop komt nog 15 PJ aan methaan voor de piekvoorziening van warmtenetten.

Piekvoorziening elektriciteit

Door de hoge kosten van de verschillende opties voor verduurzaming van regelbaar vermogen (waaronder waterstofcentrales en gascentrales met CCS), zal er naar verwachting langer een belangrijke rol blijven voor gascentrales op methaan, waarvan een deel ingevuld kan worden met groen gas. Deze toepassing van groen gas lijkt ook uitlegbaar aangezien het één van de toepassingen is waarvoor alternatieven het duurst zijn. De totale behoefte aan regelbaar vermogen in 2040 is erg onzeker. Schattingen van relevante studies lopen uiteen van 10 tot 50 TWh (exclusief de bijdrage van kernenergie).¹⁸⁰ In het cijferbeeld van het NPE wordt gerekend met grofweg 25 TWh, waarvan ruim 15 TWh met gascentrales en WKK's op methaan wordt ingevuld, ongeveer 7 TWh met biomassacentrales op houtige biomassa en het resterende deel door afvalverbrandingsinstallaties, lokaal biogas en waterstof. Dit vertaalt zich naar een behoefte aan methaan van ongeveer 100 PJ en houtige biomassa van ongeveer 70 PJ. Richting 2050 zal naar verwachting een groter deel van de behoefte aan regelbaar vermogen ingevuld worden door kernenergie. De omvang

¹⁷⁸ PBL en TNO (2024). Klimaatneutrale Binnenvaart in 2050.

¹⁷⁹ Studie naar toekomst groen gas.

¹⁸⁰ Deze bandbreedte is gebaseerd op de Netbeheer Nederland Scenario's Editie 2025 en één van de scenario's uit de studie van Witteveen & Bos (2024) – Elektriciteitsmix en marktdynamiek in 2035 CO₂-vrij elektriciteitssysteem, waarin gerekend wordt zonder een grote rol van lange termijn energieopslag (LDES). We gebruiken specifiek dit scenario omdat de grootschalige beschikbaarheid van lange termijn (24-uurs) opslag in 2040 niet realistisch lijkt. De studie van CE Delft en Witteveen & Bos heeft 2035 als zichtjaar, in plaats van 2040, maar hanteert voor dat jaar een verwachte totale elektriciteitsvraag die vergelijkbaar is met die voor 2040 in het cijferbeeld van het NPE, waardoor dit scenario voldoende representatief lijkt.

van de resterende behoefte is erg onzeker, maar zal naar verwachting wel significant zijn (ordegrootte 20 TWh). In 2050 zijn er minder draaiuren voor regelbaar vermogen dan in 2040, waardoor wordt aangenomen dat gascentrales dan waarschijnlijk aantrekkelijker zijn dan biomassa-centrales. Daarnaast is er waarschijnlijk meer concurrerende vraag naar vaste biomassa. Dat resulteert in een aanname dat de resterende 20 TWh met methaan (waarvan een deel met groen gas) wordt ingevuld, wat resulteert in een methaan-vraag van 120 PJ.

Glastuinbouw

In het NPE wordt uitgegaan van een beperkte bijdrage van groen gas en biograndstoffen voor de invulling van de warmtevraag in de glastuinbouwsector van maximaal 8 PJ. De WUR heeft vier scenario's doorgerekend voor de energievoorziening van de glastuinbouw en komt op een inzet van 5-8 PJ.¹⁸¹ Ook uit de Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050 van PBL volgt geen grote rol voor biograndstoffen bij het invullen van de warmtevraag.

Niet-energetische vraag naar CO₂

Meststof glastuinbouw

De glastuinbouwsector gebruikt CO₂ als meststof. Onderzoek van WSER komt uit op een vraag naar 1,2 – 2,7 Mton niet-fossiele CO₂ ten behoeve van een volledig klimaat-neutrale glastuinbouw. 2,7 Mton is nodig bij gelijkblijvend areaal van de glastuinbouw. Het scenario waar slechts 1,2 Mton CO₂ nodig is gaat ten koste van productie. De convenantpartijen Rijk en sector hebben de ambitie uitgesproken voor een klimaatneutrale glastuinbouw in 2040. De verwachting is dat de vraag naar CO₂ vervolgens stabiel zal zijn en niet verder zal stijgen. Een recente studie van de WSER gaat uit van een bandbreedte van 0,9-2,2 Mton CO₂ behoefte. In het geval van 2,2 Mton CO₂ vraag, is 0,4 Mton afkomstig uit de buitenlucht en 1,8 Mton op basis van externe bronnen.¹⁸² In deze visie wordt uitgegaan van maximaal 2,7 Mton aan CO₂-behoefte.

Koolstofverwijdering

Hoe meer restemissies er zijn, bijvoorbeeld veroorzaakt door luchtvaart, landgebruik en landbouw, hoe groter de vraag zal zijn naar compensatie door middel van koolstofverwijdering. Scenario's laten een grote bandbreedte van verwachte restemissies voor Nederland zien (10-50 Mton), met een ondergrens van ongeveer 10-15 Mton CO₂-eq in 2050. De bovengrens in deze studies gaat uit van 40-50 megaton CO₂eq, maar dat sluit niet aan bij de beleidsinzet om te sturen op het minimaliseren van gebruik van fossiele energiedragers. Naast compensatie van restemissies is er ook nog een vraag naar koolstofverwijdering ten behoeve van een Nederlandse bijdrage aan de compensatie van de overschrijding van

het mondiale koolstofbudget voor 1,5-gradendoel (tot mogelijk enkele tientallen megaton per jaar, afhankelijk van de verdeelsleutel). Met die internationale bijdrage kan de benodigde koolstofverwijdering alsnog oplopen richting de bovengrens in de scenario's, maar dit zou een politieke keuze vergen.

In het Klimaatplan 2025-2035 en in de Routekaart Koolstofverwijdering is aangegeven dat het kabinet rekening houdt met een inzet van circa 20-25 megaton koolstof-verwijdering in Nederland in de jaren 2040-2050 voor het halen van de eigen klimaatdoelen. Er zijn verschillende methoden koolstofverwijdering die aan dit totaal kunnen bijdragen. Het potentieel voor methoden van koolstof-verwijdering die geen gebruik maken van duurzame koolstof in het energiesysteem is in Nederland beperkt. Methoden als bijvoorbeeld herbebossing of biobased bouwen kunnen een bijdrage leveren, maar kunnen niet aan de volledige behoefte aan koolstofverwijdering in Nederland voldoen. Dit is onder meer vanwege de karakteristieken van de land-gebruikssector (in tegenstelling tot andere Europese landen is de Nederlandse landgebruikssector een netto uitstoter), en het feit dat Nederland beperkt ruimte heeft om land-gebaseerde methoden op grote schaal te realiseren. In Nederland is het potentieel voor technisch-industriële routes veel groter dan het potentieel voor biologische routes. De technisch-industriële routes zijn afhankelijk van de beschikbaarheid van stromen niet-fossiele CO₂ ten behoeve van permanente koolstofverwijdering.

Behoeft aan CO₂ voor productie synthetische koolstofdragers (op basis van verrijking met waterstof)

In dit stuk wordt aangenomen dat er in Nederland geen productie van synthetische koolstofdragers zal plaatsvinden op basis van CO₂ en groene waterstof. Wat mogelijk wel kansrijk wordt geacht, is om de opbrengsten van bioraffinage-processen te verhogen door externe groene waterstof toe te voegen aan het proces, waardoor er hogere opbrengsten kunnen worden gehaald (verrijking met waterstof). Dit houdt in dat een deel van de koolstof die zonder toevoeging van waterstof zou zijn vrijgekomen als reststroom CO₂, in het proces gelijk wordt benut om synthetische koolstofdragers te produceren.¹⁸³ In het scenario waarin in Nederland veel bioraffinage plaatsvindt en het aantrekkelijk is om de opbrengsten te verhogen door externe toevoeging van groene waterstof, kan een substantieel deel van de vrijkomende CO₂ worden gebruikt voor de productie van synthetische koolstofdragers.

181 Wageningen University & Research (2025). [Scenario's voor het energiegebruik van een klimaatneutrale Nederlandse glastuinbouw.](#)

182 Wageningen University & Research (2025). [Scenario's voor het energiegebruik van een klimaatneutrale Nederlandse glastuinbouw.](#)

183 Hoewel het om het verhogen van de opbrengst van bioraffinage gaat, wordt de verhoogde opbrengst op basis van verrijking met waterstof beschouwd als de productie van synthetische koolstofdragers, omdat de energie-inhoud van de brandstof in dit geval afkomstig is uit de groene waterstof, en niet uit de biograndstoffen. Dit type brandstoffen worden ook wel e-biofuels genoemd.

Voor 2040 wordt er uitgegaan van 0 – 8 Mton en voor 2050 van 0 – 12,5 Mton. Voor de bovenkant bandbreedte¹⁸⁴ is de aanname dat 70% van de CO₂ die vrijkomt bij bioraffinageprocessen (voor 2040 max. 12,5 Mton en voor 2050 max. 20 Mton, zie Bijlage 3) benut kan worden voor waterstofverrijking. De onderkant van de bandbreedte reflecteert het scenario waarin geen verrijking plaatsvindt en de CO₂ dus ook niet wordt gebruikt voor productie van synthetische koolstofdragers. Het is van belang te benadrukken de vraag naar CO₂ voor synthetische brandstofproductie via verrijking met waterstof niet ontstaat als het aanbod aan biogene CO₂ uit bioraffinage er niet is. Vraag en aanbod kunnen dus niet los van elkaar worden gezien.

Bijlage 3

Toelichting aannames aanbod duurzame koolstofbronnen

Koolstofhoudend afval

TNO gaat in haar scenario's uit van een beschikbaarheid van 860 tot 1400 kton aan afval dat geschikt is voor mechanische en chemische recycling in 2050.¹⁸⁵ De onderkant van de bandbreedte representeert een scenario waarin de hoeveelheid afval afneemt naar 1150 kton met een recyclingpercentage van 75%, resulterend in 860 kton beschikbaar afval voor recycling. De bovenkant van de bandbreedte representeert een scenario waarin de hoeveelheid plastic afval ongeveer gelijk blijft ten opzichte van 2021 (~1473 kton) en het recyclingpercentage toeneemt naar 95%, resulterend in 1400 kton beschikbaar afval voor recycling. TNO neemt aan dat 40-60% mechanisch gerecycled wordt en het overige deel chemisch via pyrolyse of vergassing. Omdat de beleidsinzet vanuit de overheid is om zoveel mogelijk afval mechanisch te recycleren gaat deze visie uit van 60% mechanische recycling (~18-30 PJ¹⁸⁶) en 40% chemische recycling (344-560 kton, ~12-20 PJ). Totaal komt het aanbod uit binnenlands afval dan op 30-50 PJ.

Bij de recycling is ook nog sprake van conversieverliezen, waardoor de output vanuit recycling ongeveer gelijk staat aan 20-42 PJ aan recycalaat. Voor 2030 worden de omzettingsrendementen door TNO geschat op 65-70% voor beide recyclingroutes. Richting 2050 zouden de technologieën efficiënter kunnen worden en rekt TNO met een rendement van 65-90% voor mechanische recycling en 67-75% voor chemische recycling.

Niet-fossiele CO₂

In figuur 9 in hoofdstuk 3.4 is voor 2030 en 2040 gebruik gemaakt van de studie van CE Delft¹⁸⁷. Op een aantal punten is gekozen om af te wijken van de aannames van CE Delft. Deze afwijkingen worden hier toegelicht.

Opwerking groen gas naar biogas

Biogas geproduceerd via vergisting van biogrondstoffen bevat ongeveer 55 volumeprocent methaan en 40 volumeprocent biogene CO₂. Om groen gas te verkrijgen dat kan worden ingevoerd in het gasnet wordt een groot deel van de CO₂ uit het biogas verwijderd. In 2030 wordt verwacht dat 0,75 tot 1,5 bcm groen gas wordt geproduceerd op basis van vergisting en in 2040 1,5 tot 2,25 bcm. Dit resulteert in ongeveer 1 tot 2 Mton biogene CO₂ in 2030 en ongeveer 2 tot 3 Mton biogene CO₂ in 2040.¹⁸⁸ Voor 2050 wordt dezelfde hoeveelheid als in 2040 aangenomen.¹⁸⁹

Aanbod biogene CO₂ uit AVI's

Hier is voor 2030 en 2040 de studie van CE Delft gehanteerd. Voor 2050 is aangenomen dat de bandbreedte gelijk is aan de bandbreedte van 2040, namelijk ongeveer 2 tot 6 Mton.

184 Voor de bovenkant van de bandbreedte wordt daarnaast uitgegaan van autothermische vergassing. Bij dit proces wordt een deel van de biomassa intern verbrand om proceswarmte op te wekken, waardoor er meer CO₂ vrijkomt dan bij allothermische vergassing. Bovendien zit alle CO₂ geconcentreerd in één gasstroom, waardoor deze volledig beschikbaar is voor synthetische brandstofproductie. Bij allothermische vergassing komt een deel van de CO₂ vrij als verdunde rookgasstroom via het externe fornuis, waardoor dit deel praktisch niet bruikbaar is voor verdere verwerking.

185 TNO (2024). [Towards a sustainable energy system for the Netherlands in 2050](#). TRANSFORM: 1150 kton binnenlands afval waarvan 95% wordt gerecycled, waarvan ongeveer 43% mechanisch en 57% chemisch. ADAPT: 1473 kton binnenlands afval waarvan 75% wordt gerecycled, waarvan 60% mechanisch en 40% chemisch.

186 Uitgaande van energiedichtheid van plastic afval van 35 GJ/t op basis van [Towards a sustainable energy system for the Netherlands in 2050](#) op basis van Stegmann, Daioglou, Londo, & Jungner, 2022

187 CE Delft (2025). [Duurzame CO₂-levering aan de glastuinbouw. Kansen en bedreigingen](#).

188 CE Delft (2024). [Biogene CO₂-emissies](#). Uitgaande van 1,375 Mton biogene CO₂ per bcm groen gas.

189 De beschikbare biogene CO₂ die vrijkomt als reststroom bij groen gas geproduceerd via vergassingstechniek wordt meegenomen binnen de bioraffinage route.

Tabel 8: aanbod secundaire grondstoffen uit binnenlands afval (in PJ).

	Beschikbaar afval laag	Beschikbaar afval hoog	Rendement laag ¹⁹⁰ , 65% voor zowel mechanische als chemische recycling (laag – hoog)	Rendement hoog, 90% voor mechanische en 75% voor chemische recycling (laag – hoog)	Totaal
Mechanische recycling (60%)	516 kton ~18 PJ	840 kton ~30 PJ	335 – 546 kton ~11,7 – 19,5 PJ	464 – 756 kton ~16,2 – 27	335 – 756 kton ~12-27 PJ
Chemische recycling (40%)	344 kton ~12 PJ	560 kton ~20 PJ	224 – 364 kton ~7,8 – 13 PJ	258 – 420 kton ~9 – 15	224 – 420 kton ~8-15 PJ
Totaal	860 kton ~30 PJ	1400 kton ~50 PJ	~20-23 PJ	~25 – 42 PJ	~20-42 PJ

Aanbod vanuit bioraffinage

Voor 2030 gaan we uit van 0,4 – 2 Mton, voor 2040 van 1,5 – 12,5 Mton en voor 2050 van 1,5 – 20 Mton. Hierbij wordt rekening gehouden met de CO₂ die vrijkomt bij verschillende productieroutes voor brandstoffen en chemiegrondstoffen (waaronder vergassing gevolgd door Fischer-Tropsch-synthese, methanolsynthese of methanisatie, en bio-ethanolproductie). Aan de onderkant van de bandbreedte wordt gerekend op voortzetting van het vrijkomen van CO₂ bij huidige bioraffinagecapaciteit plus een toename vanuit vergassingsactiviteiten gericht op groen gasproductie. Aan de bovenkant van de bandbreedte wordt uitgegaan van een sterke toename van met name vergassingsactiviteiten in Nederland gericht op productie van diverse brandstoffen en chemiegrondstoffen. Deze cijfers zijn echter met grote onzekerheid omgeven. Het aanbod kan vrijwel verwaarloosbaar blijven, maar ook aanzienlijk oplopen, mits er in Nederland bioraffinageprojecten gerealiseerd worden, wat gerichte inzet vereist.

Energie- en warmteproductie

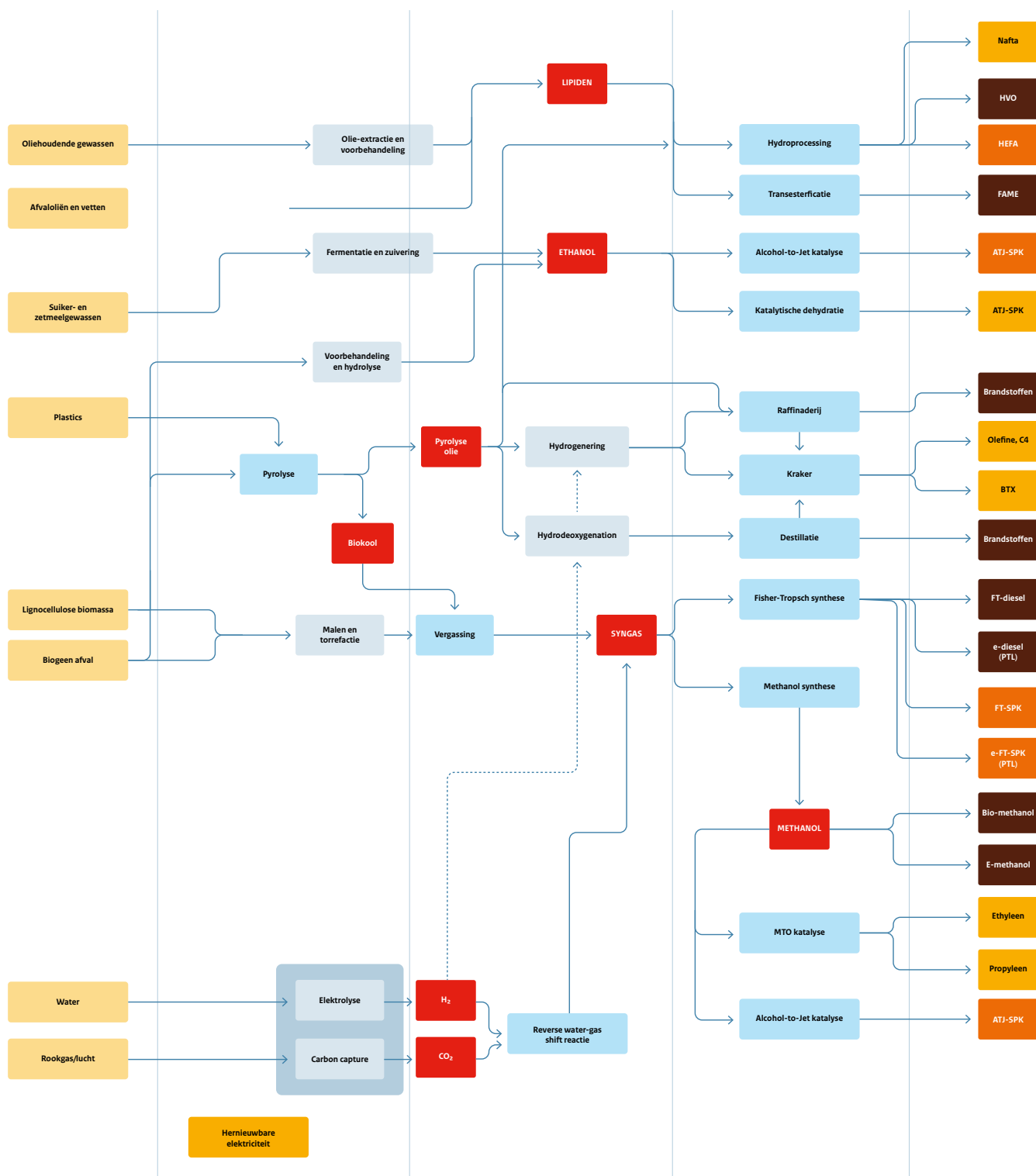
De biogene CO₂ die potentieel vrijkomt bij de productie van elektriciteit en warmte is niet meegenomen in figuur 9 in hoofdstuk 3.4, gegeven grote onzekerheid over de mate waarin nog sprake zal zijn van inzet van bio-energie en in hoeverre CO₂-afvang hierbij opportuun zal zijn. Het theoretisch potentieel is groot (ordegrootte >10 Mton), zeker op het moment dat nog sprake is van inzet van biograndstoffen in voormalig kolencentrales in combinatie met CO₂ afvang.

DAC Vanwege de grote onzekerheid gaat CE Delft uit van 0 – 10 Mton aan potentieel voor DAC in 2040. 10 Mton lijkt voor 2040 echter onrealistisch, omdat dit grote hoeveelheden duurzame energie vergt. Deze overschotten aan duurzame energie liggen niet in lijn der verwachting voor 2040. Het potentieel in 2050 is ook sterk onzeker.

¹⁹⁰ De omzettingsrendementen van TNO gaan uit van gewichtsverlies. In de berekening wordt ervan uitgegaan dat het energieverlies gelijk is aan het gewichtsverlies.

Bijlage 4

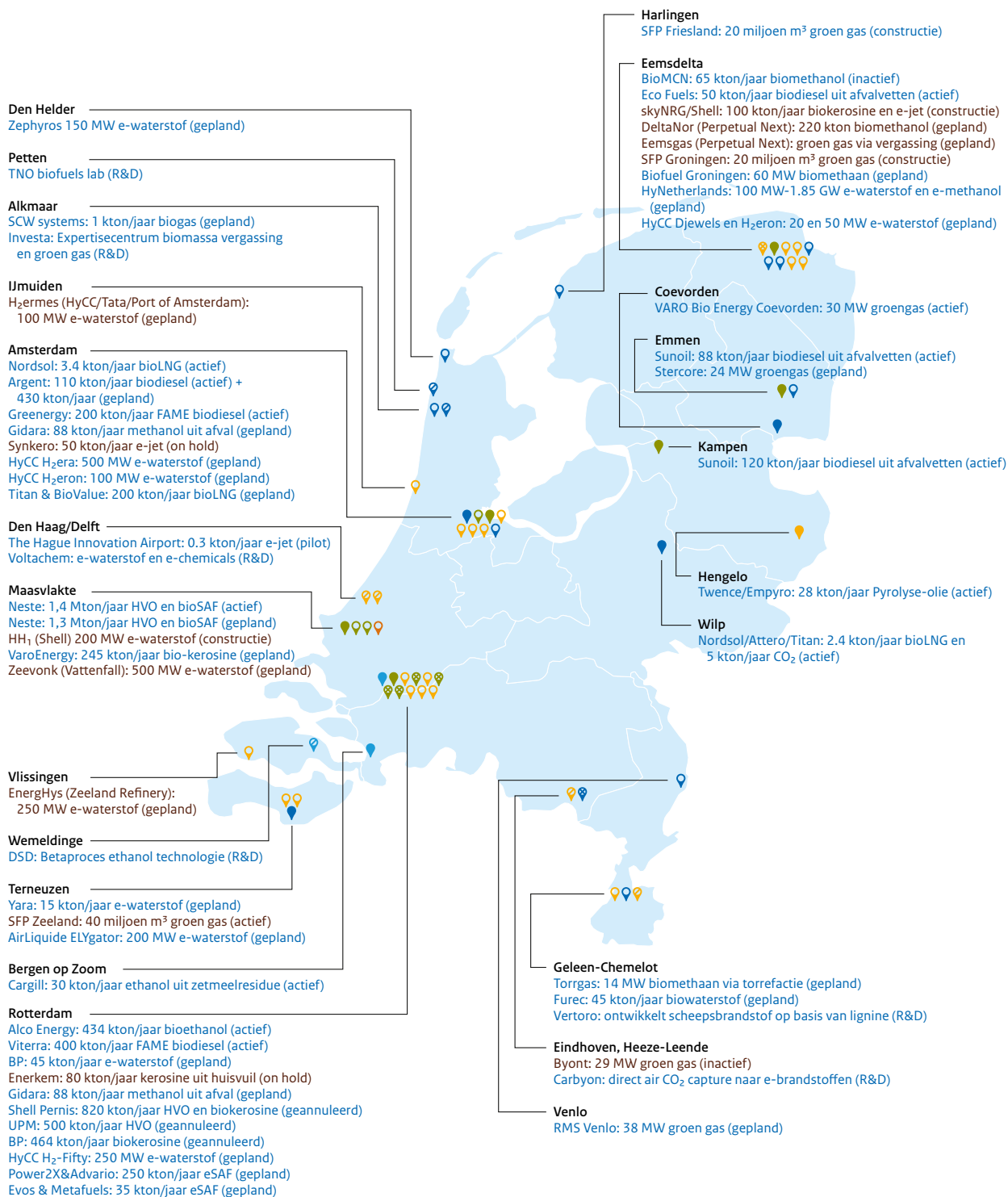
Overzicht productieroutes duurzame koolstofdragers



Bijlage 5

Productiefaciliteiten voor hernieuwbare brandstoffen in Nederland

Productiefaciliteiten voor hernieuwbare brandstoffen in Nederland



Bijlage 6

Standaarden en certificering

Standaarden en certificering

Standaarden en certificering zijn cruciaal voor de verdere ontwikkeling en opschaling van duurzame koolstofdragers. Door het vastleggen van kwaliteitsnormen en technische specificaties wordt het eenvoudiger om alternatieve energie-dragers en producten op basis van duurzame koolstof internationaal te verhandelen en op te schalen. Dit leidt tot meer uniforme, transparante prijzen en vergemakkelijkt de vergelijking tussen producten uit verschillende landen, wat de internationale handel in duurzame koolstofproducten stimuleert.

De overheid heeft een taak in het ontwikkelen en harmoniseren van standaarden en certificering, zowel op nationaal als op Europees en mondiaal niveau. Nederland pleit in Europa voor duidelijke, geharmoniseerde regels rondom duurzame koolstof in de chemische industrie om zo een gelijk speelveld te creëren en de concurrentiepositie van bedrijven te versterken.¹⁹¹ Uniforme eisen op Europees en, waar mogelijk, mondiaal niveau vergroten de betrouwbaarheid van het systeem en maken publiek toezicht op certificering eenvoudiger en effectiever.

Duurzaamheidscriteria biograndstoffen

Duurzaamheidscriteria fungeren als poortwachter voor de import van biograndstoffen uit niet-EU-landen. Ze stellen minimumeisen aan de ecologische (en in toenemende mate sociale) prestaties van de productie, wat directe gevolgen heeft voor welke biograndstoffen geïmporteerd kunnen worden en voor welke toepassingen ze in aanmerking komen. Verwerkers moeten aantonen dat de biograndstoffen voldoen aan de gestelde criteria. Dit gebeurt veelal via private, internationaal erkende certificeringsschema's (zoals FSC of SBP voor houtige biomassa). Zonder geldig certificaat dat de duurzaamheid borgt, kunnen biograndstoffen niet als duurzaam worden aangemerkt.

Certificering biobrandstoffen

Er zijn verschillende certificeringsschema's van toepassing op duurzame koolstofdragers die als brandstof worden gebruikt. Voor biograndstoffen en biobrandstoffen gelden de eisen uit de Europese Renewable Energy Directive (RED III), die onder meer toezien op duurzaamheidsborging, biodiversiteit, waterkwaliteit en bescherming van bossen. Certificering vindt meestal plaats via private systemen, waarmee bedrijven kunnen aantonen dat hun producten duurzaam zijn geproduceerd. Publiek toezicht, bijvoorbeeld door de Nederlandse Emissieautoriteit (NEa), wordt ingezet

om de betrouwbaarheid van deze certificering te waarborgen en fraude te voorkomen.

Certificering synthetische brandstoffen

Synthetische brandstoffen kunnen vrijwillig gecertificeerd worden om aan te tonen dat de groene waterstofdrager kwalificeert als RFNBO-waterstofdrager die voldoet aan de eisen uit de RED-III¹⁹². Om als zodanig gecertificeerd te worden, moet de brandstof aantoonbaar voldoen aan eisen zoals een minimale reductie van 70% broeikasgasuitstoot ten opzichte van fossiele alternatieven. Zowel producenten als alle schakels in de keten moeten gecertificeerd zijn. De Europese Commissie beoordeelt de gebruikte certificatieschema's.

Technische certificering van SAF

De technische certificering van nieuwe productieroutes voor SAF wordt wereldwijd uitgevoerd door de American Society for Testing and Materials (ASTM). ASTM ontwikkelt en beheert gestandaardiseerde specificaties voor luchtvaartbrandstoffen die de eisen vastleggen waaraan SAF moet voldoen om te worden toegelaten tot commercieel gebruik. ASTM-certificering vereist dat Synthetic Blended Components (SBCs, ofwel pure SAF) wanneer deze gemengd zijn met fossiele kerosine, volledig compatibel zijn met bestaande vliegtuigmotoren en voldoen aan criteria voor prestaties, energiedichtheid en veiligheid. Op dit moment is de bijmenging van SAF door ASTM wel begrensd tot 50%. In de nabije toekomst wordt verwacht dat vliegen op 100% SAF mogelijk wordt. Deze certificeringsstandaard zorgt ervoor dat SAF wereldwijd aan dezelfde kwaliteitsstandaarden voldoet, ongeacht waar het wordt geproduceerd.¹⁹³

Duurzaamheidscertificering van SAF

In de SAF Roadmap¹⁹⁴ wordt toegelicht welke mechanismen er bestaan om SAF te certificeren op basis van duurzaamheidseisen. Afhankelijk van het beleidskader waarin SAF wordt ingezet, gelden verschillende eisen. Zo zijn er standaarden die voldoen aan ICAO/CORSIA-criteria voor internationale luchtvaart en standaarden die aansluiten bij de Europese Renewable Energy Directive (RED III). Brandstoffen moeten aan de RED-criteria voldoen om mee te tellen voor Europese verplichtingen; de Nederlandse implementatie sluit hierop aan. Binnen de EU worden SAF's uit voedsel- en voeder- gewassen uitgesloten, waardoor SAF uit bijvoorbeeld de VS of Brazilië vaak niet wordt toegestaan vanwege het gebruik van voedselgewassen zoals maïs of suikerriet. De duurzaamheidscertificering van SAF wordt uitgevoerd door onafhankelijke instellingen zoals ISCC, RSB en ClassNK SCS. Deze certificeringssystemen beoordelen de gehele SAF-keten op naleving van de relevante duurzaamheidscriteria uit de EU RED of CORSIA. Certificering omvat onder andere bescherming van biodiversiteit, broeikasgasreductie en sociale aspecten. Daarnaast zijn er publiek-private samenwerkingen en

¹⁹¹ [Nederland pleit in Europa voor regels rondom duurzame koolstof chemische industrie.](#)

¹⁹² RVO (2025). [Certificaat ontvangen voor uw groene waterstof.](#)

¹⁹³ Deloitte (2025). [SAF Roadmap.](#)

¹⁹⁴ Deloitte (2025). [SAF Roadmap.](#)

initiatieven, zoals Commercial Aviation Alternative Fuels Initiative (CAAFI), Sustainable Aviation Buyers Alliance (SABA) en de Roundtable on Sustainable Biomaterials (RSB). Deze organisaties trachten om bij gebrek aan een mondiaal wettelijk kader SAF-gebruik te verhogen en traceerbaarheid te garanderen.

Certificering van producten op basis van hernieuwbare koolstof

Er zijn specifieke labels voor biobased producten, zoals het 'OK Biobased'-programma van TÜV Austria en het DIN CERTCO-label, die het aandeel biogebaseerde koolstof in een product vaststellen volgens internationale normen (bijvoorbeeld EN 16640 of ASTM D6866).¹⁹⁵ Een veel toegepaste methode om het percentage biobased grondstoffen vast te stellen, is de koolstofdatering of ¹⁴C-analyse. Hierbij wordt gekeken naar de (radio)activiteit van de koolstofisotoop, waardoor kan worden bepaald welk deel van de koolstof in een product afkomstig is van hernieuwbare bronnen, zoals planten, en welk deel uit fossiele bronnen komt.

TÜV Austria heeft recent in samenwerking met het Renewable Carbon Initiative (RCI) een nieuwe certificering geïntroduceerd gericht op duurzame koolstof. Het 'OK renewable'-label. Het label maakt inzichtelijk welk aandeel van de koolstof in een product afkomstig is uit hernieuwbare bronnen (biogeen, gerecycled en of basis van CO₂).¹⁹⁶ Het 'Renewable Carbon Share' (RCS) percentage geeft aan hoeveel procent van de koolstof in een product hernieuwbaar is. Dit aandeel wordt vastgesteld op basis van bestaande certificaten en normen, zoals Biobased (NEN), DIN Geprüft, ISCC+, OK biobased, RecyClass, RedCert2 en RSB. Het label combineert deze verschillende bronnen en methodes tot één keurmerk dat transparantie biedt over de herkomst van koolstof in producten.

Gestandaardiseerde certificeringen zorgen ervoor dat het aandeel biobased materiaal of duurzame koolstof in een product op een uniforme en transparante manier wordt vastgesteld en gecommuniceerd. Dit voorkomt verwarring, maakt het eenvoudiger om producten uit verschillende landen met elkaar te vergelijken en bevordert daarmee de internationale handel in producten op basis van duurzame koolstof.

¹⁹⁵ Sirris (2021). [Validatie en certificering van biobaseerde producten](#).

¹⁹⁶ Renewable Carbon News (2025). [TÜV AUSTRIA's 'OK renewable' Certification: a step towards a carbon circular economy - Renewable Carbon News](#)

Bijlage 7

Lijst van gebruikte termen

Lijst van gebruikte termen	
ARRRA-cluster	Het industriële complex Antwerp–Rotterdam–Rhine–Ruhr Area in Nederland, België en Duitsland.
AVI	Afvalverbrandingsinstallatie
Bijmengverplichting	Wettelijke verplichting om een bepaald aandeel duurzame brandstof bij te mengen in fossiele brandstof.
Biobased chemicaliën	Chemische stoffen geproduceerd op basis van biograndstoffen in plaats van fossiele grondstoffen.
Biobrandstof	Brandstof geproduceerd uit biograndstoffen, inzetbaar als vervanger van fossiele brandstoffen.
BioCCS (BECCS)	Combinatie van biograndstoffen met CCS, waarbij biogene CO ₂ permanent wordt opgeslagen voor een netto-negatieve CO ₂ -balans.
Biogas	Gas dat ontstaat bij de vergisting van organisch materiaal (mest, GFT, reststromen).
Biogene CO₂	CO ₂ die vrijkomt bij de verbranding of verwerking van biomassa.
Biograndstoffen	Grondstoffen van biologische oorsprong (biomassa) die gebruikt worden voor de productie van energie, brandstoffen of materialen.
Bio-LNG	Vloeibaar biomethaan, gebruikt als brandstof in o.a. scheepvaart en wegvervoer.
Bio-methanol	Methanol geproduceerd uit biograndstoffen of biogene CO ₂ en hernieuwbare waterstof.
Bionafta	Nafta-equivalent geproduceerd uit biograndstoffen via pyrolyse of andere omzettingsprocessen.
Broeikasgasintensiteit / Carbon intensity (CI)	De hoeveelheid broeikasgassen die per eenheid energie of product wordt uitgestoten.
Bunkerbrandstoffen	Bunkeroilie is brandstof die getankt wordt door vliegtuigen en zeeschepen in een haven of luchthaven. Met bunkeren wordt dan het tanken van deze brandstof bedoeld.
Carbon Capture and Storage (CCS)	Het afvangen en permanent opslaan van CO ₂ , doorgaans in geologische formaties.
Carbon Capture and Utilization (CCU)	Het afvangen van CO ₂ en hergebruik als grondstof voor brandstoffen, chemicaliën of materialen.
Chemische recycling	Het omvormen van materialen (vaak kunststoffen) via chemische reacties tot kleine moleculaire bouwstenen, bruikbaar voor de productie van nieuwe chemicaliën en materialen.
DACCS	Direct Air Carbon Capture and Storage: DAC gecombineerd met permanente opslag van de afgevangen CO ₂ .
Direct Air Capture (DAC)	Technologie voor het rechtstreeks afvangen van CO ₂ uit de atmosfeer.
Direct Ocean Capture (DOC)	Technologie voor het afvangen van CO ₂ opgelost in zeewater.
Duurzame koolstofdragers	Koolstofhoudende energiedragers of grondstoffen die niet afkomstig zijn van fossiele bronnen, maar van biograndstoffen, secundaire grondstoffen of niet-fossiele CO ₂ .
Einde-afvalcriteria	Europese criteria die bepalen wanneer afval ophoudt afval te zijn en de status van grondstof verkrijgt.
Fischer-Tropsch synthese	Chemisch proces waarbij syngas wordt omgezet in vloeibare koolwaterstoffen, zoals synthetische kerosine of diesel.
Fossiele grondstoffen	Grondstoffen van fossiele oorsprong zoals aardolie, aardgas en kolen.
FuelEU Maritime	Europese verordening die de koolstofintensiteit van scheepsbrandstoffen stapsgewijs verlaagt.
Grijze waterstof	Waterstof die wordt geproduceerd uit fossiele bronnen (aardgas en restgassen) zonder toepassing van CC(U)S.

Lijst van gebruikte termen	
Groen gas	Biogas dat is opgewaardeerd tot aardgaskwaliteit en daarmee inzetbaar is in het gasnet of als brandstof.
Groene waterstof	Waterstof geproduceerd via elektrolyse met hernieuwbare elektriciteit.
Duurzame energierijke bouwstenen	Deels omgezette grondstoffen die verder verwerkt worden tot eindproducten, zoals bio-methanol als tussenproduct voor SAF.
HEFA (Hydroprocessed Esters and Fatty Acids)	Gehydrogeneerde esters en vetzuren als grondstof voor SAF.
Herkomstgaranties (GvO)	Certificaten die de hernieuwbare of duurzame oorsprong van een energiedrager aantonen.
HVO (Hydrotreated Vegetable Oil)	Gehydrogeneerde plantaardige olie als hernieuwbare dieselvervanger, geproduceerd uit vetten en oliën.
ISCC (International Sustainability and Carbon Certification)	Internationaal certificeringssysteem voor duurzame grondstoffen en biobrandstoffen.
IMO	Internationale Maritieme Organisatie.
Koolstof	Scheikundig element (C). In pure vorm bekend als grafiet en diamant. In verbindingen met waterstof (en zuurstof) de basis voor vrijwel alle materialen en weefsels.
Koolstofbehoefte	De totale vraag naar koolstof (als energiedrager of grondstof) vanuit verschillende sectoren richting 2050.
Koolstofketen	De gehele keten van koolstofbronnen, verwerkingsstappen en eindproducten, van winning/afvang tot eindgebruik.
Koolstofverwijdering	Het permanent of langdurig onttrekken van CO ₂ aan de atmosfeer of koolstofkringloop.
Nafta	Een mengsel van koolwaterstoffen dat ontstaat bij het destilleren van ruwe olie. Belangrijke grondstof voor de organische chemie.
Naftakraker	Een installatie om nafta te kraken: het ontleden van nafta tot kleine moleculen door verhitting tot hoge temperaturen zonder zuurstof.
Nationaal Plan Energiesysteem (NPE)	Het overkoepelende Nederlandse beleidsdocument voor de inrichting van het toekomstige energiesysteem.
Niet-fossiele CO₂	CO ₂ niet afkomstig van fossiele bronnen: biogene CO ₂ , atmosferische CO ₂ (DAC) of oceanische CO ₂ (DOC).
Power-to-Gas (PtG) / methanisering	Productieproces waarbij hernieuwbare elektriciteit via waterstof of methanisering wordt omgezet in gasvormige energiedragers.
Power-to-X (PtX)	Technologieën waarbij hernieuwbare elektriciteit wordt omgezet in energiedragers of chemische producten.
Pyrolyse-olie / bionafta	Olie geproduceerd via pyrolyse van biograndstoffen, bruikbaar als grondstof voor de chemische industrie of raffinage.
Recyclaat	Materiaal dat het resultaat is van een recyclingproces en opnieuw als grondstof wordt ingezet.
RefuelEU Aviation	Europese verordening die bijmengverplichtingen voor SAF in de luchtvaart oplegt.
Renewable Energy Directive (RED III)	Europese richtlijn voor hernieuwbare energie, inclusief verplichte doelstellingen voor gebruik van hernieuwbare energiebronnen.
Routekaart Koolstofverwijdering	Beleidsdocument met de Nederlandse strategie voor koolstofverwijdering richting 2050.
SAF (Sustainable Aviation Fuel)	Duurzame brandstof voor de luchtvaart, geproduceerd uit niet-fossiele bronnen.

Lijst van gebruikte termen

Scheepvaart	Onder de scheepvaart wordt verstaan de zeevaart en de binnenvaart.
SDE++ (Stimulering Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie)	Nederlandse subsidieregeling voor de productie van hernieuwbare energie en reductie van CO ₂ -uitstoot.
Technologiegereedheid (TRL)	Technology Readiness Level: internationale maatstaf voor de volwassenheid van een technologie.
Terminal / opslagfaciliteit	Infrastructuur voor de opslag en overslag van vloeibare of gasvormige brandstoffen en grondstoffen.
Vergassing (biomassa)	Thermochemisch proces waarbij biomassa bij hoge temperaturen wordt omgezet in synthesesgas (CO en H ₂).
Vergisting	Biologisch proces waarbij micro-organismen organisch materiaal afbreken onder zuurstofloze omstandigheden, met biogas als product.
Virgin plastic	Nieuw geproduceerd, ongerecycled plastic uit fossiele bronnen.



Dit rapport is een uitgave van:

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Bezuidenhoutseweg 73, 2594 AC Den Haag
t 070 379 8911 (ma t/m vrij 8.00 – 18.00 uur)

Ontwerp: Things To Make And Do

Augustus 2026



REFLECTIE OP VOORSTELLEN VOOR DE INZET VAN MIDDELEN UIT HET KLIMAATFONDS IN HET MJP 2027

Een quickscan

Jan Matthijsen (red.)
Maart 2026

PBL

Colofon

Reflectie op voorstellen voor de inzet van middelen uit het Klimaatfonds in het MJP 2027 – een quickscan

© PBL Planbureau voor de Leefomgeving
Den Haag, 2026
PBL-publicatienummer: 6104

Contact

jan.matthijsen@pbl.nl

Auteurs

Jan Matthijsen (projectleider, redactie), Dieuwert Blomjous, Dick van Dam, Igor Davydenko, Bas van Doren, Emma Eggink, Remi Elzinga, Gerben Geilenkirchen, Aldert Hanemaaijer, Robert Koelemeijer, Paul Koutstaal, Sonja Kruitwagen, Jordy van Meerkerk, Mike Muller, Steven van Polen, Arjan Plomp, Trudy Rood, Daan in 't Veld, Wouter Wetzels, Anton van Hoorn (redactie).

Met dank aan

Jeroen Peters

Toegankelijkheid

Het PBL hecht veel waarde aan de toegankelijkheid van zijn producten. Mocht u problemen ervaren bij het lezen ervan, dan kunt u contact opnemen via info@pbl.nl. Vermeld daarbij s.v.p. de naam van de publicatie en het probleem waar u tegenaan loopt.

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Matthijsen, J. et al. (2026), *Reflectie op voorstellen voor de inzet van middelen uit het Klimaatfonds in het MJP 2027 – een quickscan*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Het PBL doet onderzoek naar de leefomgeving en het leefomgevingsbeleid in Nederland en daarbuiten. Denk aan milieu, natuur en ruimtelijke inrichting. Met onze verkenningen, analyses en evaluaties leveren we strategische kennis voor beleid, politiek, maatschappelijke organisaties en het bredere publiek. We geven daarbij niet alleen feiten en inzichten over het hier en nu, maar kijken ook vooruit naar de nabije en verdere toekomst. We doen ons onderzoek gevraagd en ongevraagd, onafhankelijk en wetenschappelijk onderbouwd.

Inhoud

Colofon	2
Contact	2
Auteurs	2
Met dank aan	2
Toegankelijkheid	2
Samenvatting	5
1 Inleiding	11
1.1 Reflectieverzoek	11
1.2 Aanpak en inhoud reflectie	12
2 Kernenergie	14
2.1 Doelstelling en ingediende voorstellen	14
3 Energie-infrastructuur	19
3.1 Doelstelling en ingediende voorstellen	19
3.2 HyStock	21
3.3 Vervolgclaim waterstofcavernes	23
3.4 EBN versnellen CCS onderzoek	25
3.5 Onderzoek naar CO ₂ -opslag aquifers	27
3.6 Taskforce projectaanpak middenspanning	28
3.7 WOZ subsidie	30
3.8 Locatieonderzoek WOZ	31
3.9 Verduurzaming spoorvervoer	32
3.10 Aanvullende stimulering walstroom klimaat	34
3.11 Waarborgen betaalbaarheid WarmtelinQ+	36
3.12 Verbeteren randvoorwaarden glastuinbouw	37
4 Vroege fase opschaling	40
4.1 Doelstelling en ingediende voorstellen	40
4.2 Stimulering en normering gescheiden inzameling bioafval bij huishoudens ten behoeve van groen gas	43
4.3 Uitvoeringskosten Circulaire Hefboom	46
4.4 Continuering Circulair Implementeren en Opschalen (CIO)	48
4.5 Continuering DEI+CE en EKOOP CE	50
4.6 Continuering subsidie omschakeling plasticverwerkers (SOPV)	53
4.7 CAPEX/OPEX subsidie voor plastic recyclers	54
4.8 Innovatiezone Energie op Zee	57
4.9 Stimulans Industrial Demand Side Response (iDSR)	58
4.10 Verduurzaming kleine schip	60
4.11 Publiekscampagne deelmobiliteit	62
4.12 Inruilregeling voor de vervanging van oude, fossiele brandstofauto	64
4.13 Synthetische luchtvaartbrandstoffen	66

4.14	EU STIP – e-SAF pilot-tender	69
4.15	Bandenspanning	73
4.16	EV-gedragsaanpak 2026-2035	75
4.17	Subsidie koeltrailer zwaar wegvervoer	77
5	Verduurzaming industrie en innovatie van het mkb	79
5.1	Doelstelling en ingediende voorstellen	79
5.2	Versnellingsmaatregelen GWW	80
6	Verduurzaming van de gebouwde omgeving	82
6.1	Doelstelling en ingediende voorstellen	82
6.2	Stimulering warmtepompen en verlagen in pandige kosten warmtenetten via SAH	83
6.3	Aanvullende middelen Energiefonds	85
	Bijlage 1: Afkortingen	86
	Bijlage 2: Verzoek van het ministerie van KGG aan het PBL	88

Samenvatting

PBL reflecteert op een deel van de voorgenomen inzet van de Klimaatfondsmiddelen in het meerjarenprogramma 2027

Het ministerie van Klimaat en Groene groei (KGG) heeft als beheerder van het Klimaatfonds het PBL gevraagd om te reflecteren op de voorgenomen inzet van middelen. Jaarlijks maakt KGG een meerjarenprogramma (MJP) voor het Klimaatfonds. KGG beschrijft in dit MJP de maatregelen die dat jaar worden opgenomen om aan bovenstaande doelen te voldoen, en wijst het geld aan deze maatregelen toe voor meerdere jaren. Een MJP wordt geschreven in het jaar voorafgaand aan het jaar dat het ingaat. Het MJP voor 2027 wordt dus in 2026 uitgebracht. Vanwege het aantal voorstellen en de beschikbare tijd voorafgaand aan de besluitvorming heeft de fondsbeheerder het PBL gevraagd de reflectie te beperken tot de 36 voorstellen die nieuw zijn (30 stuks), danwel opnieuw zijn uitgewerkt (6 stuks). Deze voorstellen vormen een subset van ongeveer een derde van in totaal 99 voorstellen. Het PBL geeft daarmee geen reflectie op het geheel van ingediende voorstellen. De vragen die aan het PBL zijn gesteld, zijn opgenomen in bijlage 2 (het verzoek van het ministerie van KGG van 18 december 2025). De politieke besluitvorming over de toekenning van middelen in het MJP 2027 vindt plaats in de loop van 2026.

De reflectie van het PBL heeft de vorm van een *quickscan*. Dat houdt in dat we onze reflectie hebben gebaseerd op het oordeel van de PBL-sectordeskundigen en dat we geen uitgebreid literatuuronderzoek of modelberekeningen hebben gedaan. Per voorstel hebben minstens twee sectordeskundigen samen hun reflectie opgesteld. Het geheel is door twee andere experts aan een review onderworpen. De quickscan biedt een onafhankelijk perspectief, gebaseerd op de expertise van het PBL, en het is dus geen besluitvormingsdocument.

Voorstellen voor de besteding van geld uit het Klimaatfonds

Met het budget uit dit Klimaatfonds kan de rijksoverheid financiële verplichtingen aangaan, die bijdragen aan het behalen van klimaatdoelen. Dit geldt voor de periode tot en met 2030. Het geld uit het Klimaatfonds komt bovenop andere subsidies, zoals de SDE++-regeling. Het zal worden ingezet conform de Tijdelijke wet Klimaat- en energiefonds¹.

Het geld uit het Klimaatfonds wordt verdeeld over zes categorieën (zogenoemde percelen):

1. Kernenergie
2. CO₂-vrije gascentrales
3. Energie-infrastructuur
4. Vroege fase opschaling,
5. Verduurzaming van de industrie en innovatie van het mkb
6. Verduurzaming van de gebouwde omgeving

In het najaar van 2025 hebben diverse ministeries voor het MJP 2027 van het Klimaatfonds voorstellen in vijf verschillende percelen ingediend niet in het perceel CO₂-vrije gascentrales.

¹ Tot 2026 was de naam “Tijdelijke wet Klimaatfonds” (zie <https://wetten.overheid.nl/BWBR0049322/2026-01-01/0/>). Als gevolg heet het Klimaatfonds vanaf 2026 het Klimaat- en energiefonds, echter in deze reflectie gebruiken we voor de herkenbaarheid overal “Klimaatfonds”.

Vrije ruimte MJP 2027 van 13,7 miljard euro hoofdzakelijk voor het perceel Kernenergie.

Voor de jaren vanaf 2027 resteert een bedrag van 13,7 miljard euro. Het overgrote deel hiervan staat nu als vrije ruimte beschikbaar voor projecten in het perceel Kernenergie. De vrije ruimte in het MJP 2027 voor de overige percelen is met circa 243 miljoen euro veel kleiner. De voorstellen in deze percelen hebben een gezamenlijke claim van ongeveer 10,5 tot 13,5 miljard euro, een veelvoud van de vrije ruimte. In voorgaande jaren zijn evenwel al verschillende middelen toegewezen voor klimaat en energie voor: het MJP 2024 in totaal 11 miljard euro; het MJP 2025 in totaal 4,7 miljard euro en het MJP 2026 in totaal 5 miljard euro. Daarnaast staat er nog een geoormerkt bedrag van 7,6 miljard euro. Dat bedrag is al gereserveerd voor, of voorwaardelijk toegekend aan eerder ingediende Klimaatfondsvoorstellen.

Verder uitputting middelen heeft onevenwichtige verdeling als risico ...

De verdere uitputting van middelen voor de percelen, afgezien van het perceel Kernenergie, krijgt steeds meer impact op de voorgestelde verdeling van de beschikbare middelen. Als gevolg van de budgettaire krapte zijn er een aantal ingediende voorstellen afgewezen, terwijl ze van belang zijn voor klimaatneutraliteit in 2050. Het blijkt nog moeilijk te bepalen welke voorstellen noodzakelijk zijn, direct voor de vermindering van de uitstoot van broeikasgassen of als randvoorwaarde voor de verdere ontwikkeling richting klimaatneutraliteit op de lange termijn. Hierdoor ontstaat het risico dat de verdeling van middelen minder evenwichtig wordt met betrekking tot het behalen van lange termijn doelen van klimaatneutraliteit in 2050.

... meer zicht op samenhang in tijd en ruimte zal hierbij helpen

Nu is het fonds ontworpen om flexibel te reageren op de veranderende behoeften van verschillende sectoren, en om te zorgen voor een efficiënte inzet van middelen over de jaren heen. Echter, om die veranderende behoeften beter in beeld te hebben is meer zicht nodig op de samenhang in tijd en ruimte van de verschillende onderdelen in de energietransitie. Want, hoewel de transitie naar een klimaatneutraal energiesysteem in 2050 onderweg is kent het nog grote onzekerheden. De nadere uitwerking van het Nationaal Plan Energiesysteem, die in de loop van 2026 wordt verwacht², zal meer duidelijkheid moeten gaan scheppen over de samenhang in tijd en ruimte van verschillende essentiële onderdelen van het toekomstige klimaatneutrale energiesysteem.

Overzicht per perceel van de door PBL bekeken voorstellen

Het PBL reflecteert in het rapport zelf op verschillende aspecten van het Klimaatfonds, waaronder de verdeling van de beschikbare middelen en de plausibiliteit van de verwachte fysieke effecten van de voorgestelde maatregelen. De voorstellen waar het PBL op heeft gereflecteerd zijn zeer divers qua onderwerp en budgettaire claim. De lezer wordt daarom voor de inhoudelijke reflecties per voorstel en de nuances daarbij verwezen naar de hoofdtekst. Als overzicht presenteren we hieronder per perceel de door het PBL bekeken voorstellen, budgettaire claims, conceptbeoordeling van de fondsbeheerder en per perceel de vrije ruimte en het totaal van de geclaimde bedragen.

² Zie begroting 2026 van het ministerie van Klimaat en Groene Groei pagina 44: https://www.rijksfinancien.nl/sites/default/files/kamerstuk_pdf/kst-36800-XXIII-2_o.pdf?utm_source=chatgpt.com

Kernenergie

Het perceel Kernenergie heeft in het MJP 2027 een vrije ruimte van 13,5 miljard euro, de nu ingediende voorstellen hebben in totaal een claim van ongeveer 655 miljoen euro en de claim van de door het PBL bekeken voorstellen (zie hieronder) is ongeveer 345 miljoen euro. Dat is iets meer dan de helft van de totale claim.

Tabel 1

Voorstellen Klimaatfonds perceel Kernenergie, waarop het PBL heeft gereflecteerd met claim en conceptbeoordeling Fondsbeheerder (bedragen in miljoen euro)

Titel voorstel	Claim	Toekenning MJP 2027	Toekenning MJP 2027 onder voorwaarden	Reservering MJP 2028
IPCEI Nucleair	205	0	205	0
Jodiumtabletten	5,5	0	0	0
Bedrijfsduurverlenging	22,6	0	22,6	0
NEO	93,8	0	93,8	0
Nieuwbouw Kernenergie	9,0	9,0	0	0
Ondersteuning gemeenten	9,5	9,5	0	0

Energie-infrastructuur

Het perceel Energie-infrastructuur heeft in het MJP 2027 een vrije ruimte van 22,7 miljoen euro, de ingediende voorstellen hebben in een claim van 2547 miljoen euro plus een claim met een range van 1000-4000 miljoen euro voor het voorstel wind op zee (WOZ) subsidie. In totaal wordt daarmee de claim voor het perceel Energie-infrastructuur 3547 – 6547 miljoen euro. De claim van de door het PBL bekeken voorstellen (zie hieronder) komt uit op een range van 2714 - 5714 miljoen euro. Dat is meer dan driekwart van de totale claim.

Tabel 2

Voorstellen Klimaatfonds perceel Energie-infrastructuur, waarop het PBL heeft gereflecteerd met claim en conceptbeoordeling Fondsbeheerder (bedragen in miljoen euro)

Titel voorstel	Claim	Toekenning MJP 2027	Toekenning MJP 2027 onder voorwaarden	Reservering MJP 2028
Hystock	450	0	287,5	0
Vervolgclaim waterstof-cavernes	245	0	0	0
EBN versnellen CCS onderzoek	0,06	0	0	0
Onderzoek naar CO ₂ -opslag aquifers	0,0035	0	0	0
Taskforce projectaanpak middenspanning	15	0	15	0
WOZ subsidie	1000-4000	0	0	0
Locatieonderzoek WOZ	140	0	0	0
Verduurzaming spoorvervoer				

• Elektrificatie diesellocomotieven	3,5	0	3,5	0
• Elektrificatie van spoorlijn Harlingen-Leeuwarden	119	0	0	0
• Elektrificatie spoorlijn Zutphen-Hengelo-Oldenzaal	30	0	0	0
• Verduurzaming van het goederenvervoer in de Rotterdamse haven	35	0	0	0
Aanvullende stimulering walstroom klimaat	40	0	40	0
Waarborgen betaalbaarheid WarmtelinQ+	373	0	0	0
Verbeteren randvoorwaarden glastuinbouw				
• Versnellen programma gebiedsaanpak	0,912	0	0.912	0
• Subsidieregeling hubmanagementsystemen	5,5	0	5.5	0
• Ophogen van de subsidie-regeling voor warmte-infrastructuur glastuinbouw	147,188	0	0	147,188
• Subsidie exploratieboringen geothermie	32,4	0	32,4	0
• Subsidie locatiegericht seismologisch onderzoek geothermie	4	0	4	0
• Kennisontwikkeling gebruik en beschikbaarheid CO ₂	10	0	10	0

Vroege fase opschaling

Het perceel Vroege fase opschaling heeft in het MJP 2027 een vrije ruimte van 228 miljoen euro, de ingediende voorstellen hebben in totaal een claim van 4194 miljoen euro. De claim van de door het PBL bekeken voorstellen (zie hieronder) komt uit op een range van 1397 miljoen euro. Dat ongeveer een derde van de totale claim.

Tabel 3

Voorstellen Klimaatfonds perceel Vroege fase opschaling, waarop het PBL heeft gereflecteerd met claim en conceptbeoordeling Fondsbeheerder (bedragen in miljoen euro)

Titel voorstel	Claim	Toekenning MJP 2027	Toekenning MJP 2027 onder voorwaarde	Reservering MJP 2028
Stimulering en normering gescheiden inzameling bioafval bij huishoudens ten behoeve van groen gas	24,876	0	6,376	0

Uitvoeringskosten Circulaire Hefboom	1,45	0	0	0
Continuering Circulair Implementeren en Opschalen (CIO)	47,9	0	0	0
Continuering DEI+CE en EKO CE	20,3	0	20,3	0
Continuering subsidie omschakeling plasticverwerkers (SOPV)	20	0	10	0
CAPEX/OPEX subsidie voor plastic recyclers	150	0	0	0
Innovatiezone Energie op Zee	90	0	0	0
Stimulans Industrial Demand Side Response (iDSR)	198,9	0	0	198,9
Verduurzaming kleine schip	150	0	0	0
Publiekscampagne deel-mobiliteit	10	0	0	0
Inruilregeling voor de vervanging van oude, fossiele brandstofauto	277	0	0	104
Synthetische luchtvaart-brandstoffen	150	0	0	150
EU STIP – e-SAF pilot-tender	150	0	0	0
Bandenspanning	5	0	0	0
EV-gedragaanpak 2026-2035	27	0	0	0
Subsidie koeltrailer zwaar wegvervoer	75	0	0	0

Verduurzaming industrie en innovatie van het mkb

Het perceel Verduurzaming industrie en innovatie van het mkb heeft in het MJP 2027 een vrije ruimte van 1,5 miljoen euro, de ingediende voorstellen hebben in totaal een claim van 1913 miljoen euro. Het PBL heeft 1 voorstel bekeken (zie hieronder) met een claim van 20,65 miljoen euro. Dat is een fractie van de totale claim in dit perceel.

Tabel 4

Het Klimaatfonds voorstel in het perceel Verduurzaming industrie en innovatie van het mkb, waarop het PBL heeft gereflecteerd met claim en conceptbeoordeling Fondsbeheerder (bedragen in miljoen euro)

Titel voorstel	Claim	Toekenning MJP 2027	Toekenning MJP 2027 onder voorwaarde	Reservering MJP 2028
Versnellingsmaatregelen GWW	20,65	0	0	0

Verduurzaming van de gebouwde omgeving

Het perceel Verduurzaming van de gebouwde omgeving heeft in het MJP 2027 een vrije ruimte van 0.016 miljoen euro. De twee ingediende voorstellen in dit perceel hebben in totaal een claim van 845 miljoen euro. Het PBL heeft beide voorstellen bekeken.

Tabel 5

Voorstellen Klimaatfonds perceel Verduurzaming van de gebouwde omgeving, waarop het PBL heeft gereflecteerd met claim en conceptbeoordeling Fondsbeheerder (bedragen in miljoen euro)

Titel voorstel	Claim	Toekenning MJP 2027	Toekenning MJP 2027 onder voorwaarde	Reservering MJP 2028
Stimulering warmtepompen en verlagen in pandige kosten warmtenetten via SAH	145	77	68	0
Aanvullende middelen Energiefonds	750	0	0	0

1 Inleiding

1.1 Reflectieverzoek

Het ministerie van Klimaat en Groene Groei (KGG) heeft het PBL gevraagd om te reflecteren op de voorgenomen inzet van middelen uit het Klimaatfonds. Het PBL heeft sinds 2023 drie reflectierapporten uitgebracht. Deze quickscan is de vierde editie.

Klimaatfonds

De klimaatdoelstellingen van Nederland, zoals vastgelegd in de Klimaatwet, vereisen een grote vermindering van de uitstoot van broeikasgassen met ten minste 55 procent in 2030, vergeleken met 1990, en het bereiken van klimaatneutraliteit in 2050. De Tijdelijke wet Klimaat- en energiefonds³ is van kracht sinds december 2023. Het Klimaatfonds is bedoeld voor het behalen van de doelen uit de Klimaatwet. Het geld uit het Klimaatfonds komt bovenop andere subsidiemiddelen, zoals die voor de SDE++-regeling. Het zal worden ingezet conform de Tijdelijke wet Klimaat- en energiefonds. Deze wet is tijdelijk, omdat het Klimaatfonds loopt tot en met 2030. De doelen van de Tijdelijke wet Klimaat- en energiefonds zijn:

- Budget beschikbaar stellen voor een broeikasgasneutrale energievoorziening in 2050.
- Implementatie stimuleren van technieken voor energie-efficiëntie.
- De toepassing stimuleren van hernieuwbare energie en van overige broeikasgas-reducerende en circulaire technieken en maatregelen.
- De toepassing stimuleren van technieken voor energie-efficiëntie, van hernieuwbare energie en van koolstofvastlegging in de gebouwde omgeving.

De verdeling van het geld in het Klimaatfonds wordt beschreven in een meerjarenprogramma (MJP). KGG beschrijft in dit MJP de maatregelen die worden opgenomen om aan bovenstaande doelen te voldoen, en wijst het geld aan deze maatregelen toe voor meerdere jaren. Mede doordat de aangekondigde maatregelen niet tot uitputting van het Klimaatfonds hebben geleid, is er tot nu toe jaarlijks een MJP uitgebracht waarin het ministerie aanvullende maatregelen heeft opgenomen. Na goedkeuring van het MJP door het parlement wordt het budget uit het MJP verdeeld over de departementale begrotingen van de ministeries die de maatregelen uit het Klimaatfonds gaan uitvoeren. Een MJP wordt geschreven in het jaar voorafgaand aan het jaar dat het ingaat. Het MJP voor 2027 wordt dus in 2026 uitgebracht, en heet Meerjarenprogramma 2027 (hierna MJP 2027). De reflectie in dit rapport betreft dit meerjarenplan en wordt betrokken bij de totstandkoming van het Ontwerp Meerjarenprogramma 2027 waar in het voorjaar een besluit over wordt genomen.

Het geld uit het Klimaatfonds wordt verdeeld over zes categorieën (zogenoemde percelen):

1. Kernenergie
2. CO₂-vrije gascentrales⁴

³ Tot 2026 was de naam “Tijdelijke wet Klimaatfonds” (zie <https://wetten.overheid.nl/BWBR0049322/2026-01-01/0/>). Als gevolg heet het Klimaatfonds vanaf 2026 het Klimaat- en energiefonds, echter in deze reflectie gebruiken we voor de herkenbaarheid overal Klimaatfonds.

⁴ In dit perceel zijn er geen voorstellen ingediend voor het MJP 2027.

3. Energie-infrastructuur
4. Vroege fase opschaling
5. Verduurzaming industrie en innovatie van het mkb
6. Verduurzaming van de gebouwde omgeving

MJP 2027

Voor het MJP 2027 hebben diverse ministeries voorstellen uitgewerkt voor de besteding van middelen aan het behalen van klimaatdoelen. In totaal zijn er 99 voorstellen voor vijf categorieën ingebracht, met een gezamenlijke budgetclaim van 11,2 tot 14,2 miljard euro. Dat is in de orde van het nog beschikbare geld in het Klimaatfonds, maar, afgezien van die voor Kernenergie, zijn de perceelclaims een veelvoud van de vrije ruimte per perceel in het MJP 2027. De beschikbare middelen voor de percelen, zoals energie-infrastructuur en vroege fase opschaling, zijn al door eerdere toewijzing en de urgente behoefte aan infrastructuurontwikkeling en technologische innovatie voor een belangrijk deel uitgeput.

Elk voorstel is uitgewerkt in een zogenoemd fiche. Daarin is onder meer beknopt beschreven hoe de in te zetten middelen bijdragen aan de doelstellingen (doeltreffendheid) van de betreffende categorie. Ook staat beschreven hoe het doel wordt gehaald met inzet van zo min mogelijk middelen (doelmatigheid), en wat het beoogde fysieke effect is (in termen van CO₂-emissiereductie).

De politieke besluitvorming over de toekenning van middelen in het MJP 2027 vindt plaats in de loop van 2026. De minister van KGG heeft in haar hoedanigheid van fondsbeheerder ter voorbereiding van dit besluit een conceptbeoordeling gegeven van de ingediende voorstellen. De voorstellen binnen de vijf categorieën zijn onder meer beoordeeld op doeltreffendheid, doelmatigheid, uitvoerbaarheid en in hoeverre de maatregelen extra CO₂ reduceren ten opzichte van bestaand beleid. Ook is rekening gehouden met de indicatie van de verdeling van het budget over de zes categorieën.

1.2 Aanpak en inhoud reflectie

De fondsbeheerder heeft het PBL gevraagd om te reflecteren op de voorgenomen inzet van middelen uit het Klimaatfonds. Vanwege het grote aantal voorstellen en de beschikbare tijd voorafgaand aan de besluitvorming heeft de fondsbeheerder het PBL gevraagd de reflectie te beperken tot 36 voorstellen waarvan er 30 nieuw zijn ingebracht 6 opnieuw uitgewerkt. De vragen die aan het PBL zijn gesteld, zijn opgenomen in bijlage 2 (het verzoek van het ministerie van KGG van 18 december 2025).

Deze reflectie heeft de vorm van een *quickscan*. Dat houdt in dat we onze reflectie hebben gebaseerd op het oordeel van de PBL-sectordeskundigen en dat we geen uitgebreid literatuuronderzoek of modelberekeningen hebben gedaan. Per fiche hebben minstens twee sectordeskundigen samen hun reflectie opgesteld. Het geheel is door twee andere experts aan een review onderworpen.

Per fiche reflecteert het PBL in ieder geval op de doelmatigheid van het voorstel en de plausibiliteit van het genoemde CO₂-reductie-effect, en zo mogelijk op relevantie, onderbouwing en geven we extra informatie.

1. Doelmatigheid, of normeren of beprijzen effectiever is en/of het de doelmatigheid van de maatregel verhoogt door het daarmee te combineren; soms was het zinvol om daarnaast te kijken naar additionaliteit ten opzichte van al bestaande regelingen

2. Plausibiliteit van het in het fiche genoemde fysieke effect, of de geschatte omvang van het effect in de buurt komt van wat experts zouden verwachten.
3. Relevantie, of het fiche thuishoort bij het Klimaatfonds
4. Onderbouwing, of de bewering onderbouwd wordt met onderzoek, of de onderbouwing vermeld is, en of die navolgbaar en juist was
5. Overige opmerkingen die het PBL belangrijk acht om in dit kader te benoemen.

Niet alle vragen uit het reflectieverzoek konden beantwoord worden door de beperkte informatie in de fiches, of omdat cijfers in het fiche ontbreken, of omdat geen fysieke effecten zijn benoemd. Naast reflecties per fiche heeft het ministerie van KGG het PBL “Eventuele aandachtspunten voor reflectie” bij het perceel Kernenergie en Vroege fase opschaling aangedragen (zie bijlage 2). De reflecties hierop wordt, voor zover mogelijk, in het betreffende perceel gegeven.

De reflectie van het PBL op de Klimaatfondsvoorstellen in het perceel Kernenergie verschilt in aanpak en omvang in vergelijking met die van de andere percelen vanwege de specifieke aard en complexiteit van kernenergie als onderwerp. Kernenergie is een technisch complex gebied met grote financiële en maatschappelijke implicaties, wat specifieke expertise en evaluatie vereist. Rekening houdend met de beperkingen op dit onderwerp, is de reflectie op de Kernenergie voorstellen door het PBL minder uitgebreid.

2 Kernenergie

2.1 Doelstelling en ingediende voorstellen

2.1.1 Operationele doelstelling

Voor het perceel Kernenergie is 14 miljard euro⁵ uit het Klimaatfonds gereserveerd. De uitwerking ligt bij de programmadirectie Kernenergie van het ministerie van Klimaat en Groene Groei. Het operationele doel van het perceel, die volgt uit het regeerprogramma, is vijfledig:

- Het onderzoeken van het veilig en doelmatig verlengen van de levensduur van de kerncentrale in Borssele.
- Het voorbereiden van de bouw van vier nieuwe kerncentrales.
- Het creëren van randvoorwaardelijk beleid voor de ontwikkeling van kernenergie in Nederland. Daarbij gaat het onder andere om het versterken van de nucleaire kennisinfrastructuur, het versterken van de Europese en internationale samenwerking en kennisuitwisseling, en het versterken van de Nederlandse en Europese waardeketen en brandstofcyclus.
- Het versnellen van de ontwikkeling van *Small Modular Reactors* (SMR's) door ondersteuning te bieden in de overgangsfase van ontwerp naar realisatie.
- Zorgdragen voor voldoende uitvoeringscapaciteit bij het Rijk en decentrale overheden.

Tabel 2.1

Voorstellen Klimaatfonds met PBL-reflectie, perceel Kernenergie, inclusief conceptbeoordeling Fondsbeheerder (bedragen in miljoen euro)

Titel	Claim	Toekenning MJP 2027	Toekenning MJP 2027 onder voorwaarden	Reservering MJP 2028	Paragraaf reflectie PBL
Kernenergie				0	2.1.3
• IPCEI Nucleair	205	0	205	0	
• Jodiumtabletten	5,5	0	0	0	
• Bedrijfsduurverlenging	22,6	0	22,6	0	
• NEO	93,8	0	93,8	0	
• Nieuwbouw kernenergie	9,0	9,0	0	0	
• Ondersteuning gemeenten	9,5	9,5	0	0	

⁵ De vrije ruimte van deze reservering is inmiddels door toekenning van eerder Klimaatfondsvoorstellen met betrekking tot Kernenergie afgenomen tot circa 13,7 miljard euro.

2.1.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

Important Project of Common European Interest (IPCEI) Nucleair

“Toekennen onder voorwaarden ter hoogte van 205 miljoen euro voor IPCEI. Deze middelen worden gevraagd zodat Nederland deel kan nemen aan de IPCEI Nucleair. Het betreft een regeling om kansrijke innovatie op gebied van kernenergie mogelijk te maken. Innovatieprojecten leveren geen directe CO₂-reductie op. Tegelijkertijd is het perceel Kernenergie ingericht voor o.a. het versnellen van de ontwikkeling van SMR's en het versterken van de nucleaire infrastructuur in Nederland. Hier kunnen deze innovatieprojecten een bijdrage aan leveren. Echter gaat deze uitgave wel ten koste van de ruimte voor uitgaven aan de bouw van de Nederlandse kerncentrales. Het PBL wordt daarom gevraagd of het aannemelijk is dat door de IPCEI de omvang van de bijdrage uit het Klimaatfonds voor twee nieuwe kerncentrales wordt verlaagd met ten minste een zelfde orde grootte als de investering in de IPCEI.”

Jodiumtabletten

“Afwijzen. Er worden middelen gevraagd voor het verstrekken van jodiumtabletten. Het aanbieden van jodiumtabletten is staand beleid. Hier zijn middelen uit het Klimaatfonds niet voor bedoeld. Op dit moment wordt er een scenarioverkenning uitgevoerd, waardoor de precieze kosten nog niet duidelijk zijn. Daarmee ontbreekt vooralsnog een heldere onderbouwing van gevraagde bedragen en bovendien is de gevraagde 5,5 miljoen euro voor 2036 pas vanaf 2033 nodig.”

Bedrijfsduurverlenging

“Toekennen onder voorwaarden van 22,6 miljoen euro voor Bedrijfsduurverlenging. Er zijn aanvullende middelen nodig om de mogelijkheid van bedrijfsduurverlenging van kerncentrale Borssele te onderzoeken. In 2023 is daarvoor reeds een subsidie van 11,3 miljoen euro verstrekt aan EPZ. De kosten van de onderzoeken blijken echter hoger te liggen dan geraamd, waardoor een ophoging van het subsidiebedrag nodig is. De onderbouwing van de oorzaak van de sterk toegenomen kosten (van 11,3 naar 22,6 miljoen euro) ontbreekt en er wordt niet uitgelegd hoe een dergelijke stijging in de nabije toekomst zoveel mogelijk kan worden vermeden. Vanwege voorgaande redenen worden twee voorwaarden opgenomen bij deze reservering.”

2.1.3 Reflectie PBL

De PBL-reflectie in deze quickscan voor het perceel Kernenergie beperkt zich tot 6 nieuw ingediende fiches beschouwd (tabel 2.1). Om in 2040 CO₂-neutraal elektriciteit te kunnen produceren zet de rijksoverheid onder andere in op kernenergie. De ambitie is om 4 nieuwe kerncentrales te bouwen, en de bestaande kerncentrale in Borssele langer open te houden. Volgens het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE)⁶ dragen nieuwe kerncentrales bij aan de verbreding van de energiemix en robuustheid van het energiesysteem. Ook de TVKN-studie van PBL⁷ stelt dat kernenergie bijdraagt aan de robuustheid van het systeem en over een brede bandbreedte van vermogens goed

⁶ Rijksoverheid (2023), Nationaal Plan Energiesysteem. <https://open.overheid.nl/documenten/2f5cbb52-0631-4aad-b3dd-5088fab859c5/file>, onder 3.2.1 Elektriciteit

⁷ PBL (2024), Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050. Trajecten naar een klimaatneutrale samenleving voor Nederland in 2050, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving. <https://www.pbl.nl/system/files/document/2024-04/pbl-2024-trajectverkenning-klimaatneutraal-2050-5093.pdf>

inpasbaar is in een klimaatneutrale elektriciteitsvoorziening. Het is moeilijk te voorspellen of kernenergie een rendabele manier van elektriciteitsproductie zal zijn. Dat komt enerzijds doordat de bouwkosten hoog en onzeker zijn, en anderzijds doordat een kerncentrale de investeringskosten over een zeer lange periode moet terugverdienen, waarbij moeilijk voorspeld kan worden hoe de elektriciteitsprijs zich zal ontwikkelen. Voor 2050 noemt het NPE 2023 een vermogensbandbreedte van 3,5 tot 7 gigawatt, goed naar verwachting voor ongeveer 5 tot 10 procent van de beoogde totale elektriciteitsproductie in 2050. Het totale vermogen van de 4 beoogde kerncentrales zal binnen de door het NPE genoemde bandbreedte liggen.

Met de voorstellen voor het MJP 2027 worden verdere stappen gezet om te komen tot een groter aandeel kernenergie in de elektriciteitsproductiemix. De voorstellen zijn vooral gericht op voorbereidende activiteiten, zoals kennisontwikkeling, financiering van uitvoeringslasten van diverse organisaties die bij kernenergie betrokken zijn en de verdere invulling van het eind 2025 opgerichte staatsbedrijf Nucleaire Energie Organisatie Nederland (NEO NL). Dit staatsbedrijf is eind 2025 opgericht om de regie te voeren over de realisatie van nieuwe kerncentrales en heeft als doel het bouwen en exploiteren van nieuwe kerncentrales in Nederland, inclusief de voorbereiding en financiering. Daarnaast is een voorstel – aanvullend op een eerder toegekend voorstel – ingediend voor een vervolgonderzoek op het veilig en doelmatig verlengen van de levensduur van de kerncentrale in Borssele.

IPCEI Nucleair

In het voorstel IPCEI Nucleair wordt 205 miljoen euro gevraagd voor de financiering van innovatie en onderzoek rond kernenergie via het Europese IPCEI instrument, Important Project of Common European Interest. Daarmee kan staatssteun verleend worden aan projecten met een hoger *technology readiness level* (TRL) en met hogere steunbedragen dan binnen bestaande staatssteunkaders.

Vanuit de fondsbeheerder is gevraagd of het aannemelijk is dat door participatie in het Europese IPCEI instrument de omvang van de bijdrage uit het klimaatfonds voor nieuwe kerncentrales wordt verlaagd met ten minste eenzelfde orde grootte als de investering van 200 miljoen euro in de IPCEI.

IPCEI mikt op innovatieve technologieën rond kernenergie. De focus bij innovaties rond kernenergie ligt momenteel met name op de ontwikkeling van SMR's⁸. Er wordt door meerdere bedrijven en overheden onderzoek gedaan naar SMR's, buiten Rusland en China zijn er nu echter nog slechts twee pilots die worden gebouwd (in de VS en Argentinië⁹). Als de ontwikkeling succesvol is en SMR's op termijn op grotere schaal worden toegepast, dan is het aannemelijk dat er door onder andere modulaire en serieproductie kostenreducties kunnen worden gerealiseerd. Voor andere types centrales is innovatie ook relevant, maar de omvang van de te behalen kostenreductie zal naar verwachting beperkter zijn.

⁸ Zie International Energy Agency (IEA) Latest findings (2026) <https://www.iea.org/energy-system/electricity/nuclear-power>, onder Innovation.

⁹ Small Modular Reactor (SMR) Design Database (updated 18 January 2026) <https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-power-reactors/small-modular-reactors/small-modular-reactor-smr-design-database>

De voorziene bouw van kerncentrales in Nederland richt zich op de nieuwbouw van vier grootschalige centrales (voorgangsbrief oktober 2025¹⁰). Investerings in innovatie via de IPCEI zullen met name bijdragen aan de kennisinfrastructuur binnen Nederland en daarmee indirect aan het beheersen van de kosten. In welke mate dit de bijdrage vanuit het klimaatfonds aan de nieuwbouw van grootschalige kerncentrales in Nederland zal verminderen valt echter op dit moment niet te beantwoorden.

Jodiumtabletten

Dit voorstel behelst de financiering van de distributie van jodiumtabletten. Jodiumtabletten worden verspreid voor als er door een ongeluk radioactief jodium vrijkomt. Verspreiding van jodiumtabletten op zich leidt niet tot CO₂-reductie. Het PBL wijst de claim af, omdat het van mening is dat de verspreiding van jodiumtabletten onder het huidige beleid valt, waarvoor de middelen van het klimaatfonds niet zijn bedoeld. Deze opvatting sluit aan bij die van de fondsbeheerder.

Bedrijfsduurverlenging

Het fiche betreft de bedrijfsduurverlenging van de kerncentrale Borssele en is een intensivering van een bestaande beleidsmaatregel met een nieuwe aanvraag in het Klimaatfonds. Het doel is om verouderingsstudies uit te voeren die moeten aantonen of de kerncentrale veilig langer open kan blijven na 2033. Eerder is al 11,3 miljoen euro subsidie verstrekt, maar het productiebedrijf van de centrale, EPZ, geeft aan dat aanvullende onderzoeken nodig zijn (kosten 22,6 miljoen euro). Daarnaast is er 1 miljoen euro nodig voor externe expertise bij het overnametraject van EPZ, omdat huidige aandeelhouders niet willen investeren in bedrijfsduurverlenging.

Het PBL vindt de onderbouwing in het fiche waarom er extra geld nodig is onvoldoende duidelijk. Dit sluit aan bij de visie van de fondsbeheerder. Zo geeft het fiche aan dat de kosten voor verouderingsonderzoeken zijn gestegen vanwege doorontwikkelde regelgeving en een toegenomen vraag naar nucleaire expertise. Er lijkt echter geen gedetailleerde uitleg of documentatie te zijn die deze stijgingen verder specificeert of rechtvaardigt. In de reflectie ten behoeve van het MJP 2024¹¹ stelde het PBL eerder voor om te onderzoeken of het geld voor onderzoeken later teruggevorderd zou kunnen worden als er extra baten ontstaan door verlengde openstelling.

Overige voorstellen kernenergie

Vanwege de technische, financiële en juridische complexiteit van kernenergie en de maatschappelijke impact die de komst van nieuwe kerncentrales kan hebben, zijn de in tabel 2.1 genoemde andere voorstellen logische voorbereidende en vervolgstappen. Het PBL laat het aan de fondsbeheerder over om te beoordelen of de geclaimde bedragen een goede weerspiegeling zijn van de te verwachten uitvoeringskosten.

¹⁰ Voortgangsbrief nieuwbouw kernenergie oktober 2025, <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2025/10/17/voortgangsbrief-nieuwbouw-kernenergie-oktober-2025>

¹¹ Koelemeijer, R. & S. Lensink (2023), Reflectie op voorstellen voor de inzet van middelen uit het Klimaatfonds. Een quickscan, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving. https://www.pbl.nl/uploads/default/downloads/pbl-2023-reflectie-op-voorstellen-voor-de-inzet-van-middelen-uit-het-klimaatfonds-een-quickscan_5112.pdf

Overige opmerkingen

We schatten in dat de huidige reservering (14 miljard euro) mogelijk voldoende kan zijn voor 2 kerncentrales, maar niet voor 4 kerncentrales. We onderschrijven daarmee de inschatting in het perceel Kernenergie van het Klimaatfonds dat voor de realisatie van 4 kerncentrales een grotere financiële rol van de overheid nodig zal zijn dan de 14 miljard euro die in het Klimaatfonds is gereserveerd.

3 Energie-infrastructuur

3.1 Doelstelling en ingediende voorstellen

3.1.1 Operationele doelstelling

- Uitrol van infrastructuur die noodzakelijk is voor de energietransitie, zoals infrastructuur voor waterstof en warmte en laadinfrastructuur. Er wordt ex ante geen selectie gemaakt voor bepaalde technologieën of sectoren.
- Ondersteuning vanuit het fonds voor het oplossen van knelpunten in de niet-gereguleerde infrastructuur, en de gereguleerde infrastructuur op het gebied van netcongestie, die geen onderdeel zijn van de reguliere financiering van netbeheerders (waarmee investeringen in de fysieke infrastructuur zelf zijn uitgesloten).

Er zijn voor het perceel Energie-infrastructuur verschillende voorstellen ingediend. De fondsbeheerder heeft het PBL gevraagd om op 11 fiches te reflecteren. Van de 11 fiches bevatten negen fiches nieuwe maatregelen en twee zijn een nieuwe uitwerking van een bestaande maatregel.

3.1.2 Ingediende voorstellen en oordeel fondsbeheerder

Tabel 3.1

Voorstellen Klimaatfonds met PBL-reflectie, perceel Energie-Infrastructuur, inclusief conceptbeoordeling Fondsbeheerder (bedragen in miljoen euro)

Titel	Claim	Toekenning MJP 2027	Toekenning MJP 2027 onder voorwaarden	Reservering MJP 2028	Paragraaf reflectie PBL
Hystock	450	0	287,5	0	3.2.3
Vervolgclaim waterstofcavernes	245	0	0	0	3.3.3
EBN versnellen CCS onderzoek	60	0	0	0	3.4.3
Onderzoek naar CO ₂ -opslag aquifers	3,5	0	0	0	3.5.3
Taskforce projectaanpak middenspanning	15	0	15	0	3.6.3
WOZ subsidie	1000-4000	0	0	0	3.7.3
Locatieonderzoek WOZ	140	0	0	0	3.8.3
Verduurzaming spoorvervoer					3.9.3
• Elektrificatie diesellocomotieven	3,5	0	3,5	0	
• Elektrificatie van spoorlijn Harlingen-Leeuwarden	119	0	0	0	

• Elektrificatie spoorlijn Zutphen-Hengelo-Oldenzaal	30	0	0	0	
• Verduurzaming van het goederenvervoer in de Rotterdamse haven	35	0	0	0	
Aanvullende stimulering walstroom klimaat	40	0	40	0	3.10.3
Waarborgen betaalbaarheid WarmtelinQ+	373	0	0	0	3.11.3
Verbeteren randvoorwaarden glastuinbouw					3.12.3
• Versnellen programma gebiedsaanpak	0,912	0	0,912	0	
• Subsidieregeling hubmanagementsystemen	5,5	0	5,5	0	
• Ophogen van de subsidieregeling voor warmte-infrastructuur glastuinbouw	147,188	0	0	147,188	
• Subsidie exploratieboringen geothermie	32,4	0	32,4	0	
• Subsidie locatiegericht seismologisch onderzoek geothermie	4	0	4	0	
• Kennisontwikkeling gebruik en beschikbaarheid CO ₂	10	0	10	0	

3.2 HyStock

3.2.1 Omschrijving voorstel

Het HyStock project beoogt de eerste ondergrondse waterstofopslag in Nederland te realiseren met vier cavernes in Zuidwending, uitgevoerd door Gasunie en Nobian. Het project vraagt 287,5 miljoen euro additionele financiering, bovenop eerder toegekende 162,5 miljoen euro. Deze middelen dekken risico's zoals vergunningen, kussengasprijzen, en volloop, met een terugvorderingsmechanisme voor eventuele overwinst. Het project is van belang voor een klimaatneutrale energievoorziening in 2050 en kan de industrie stimuleren om sneller naar CO₂-vrije brandstoffen over te schakelen. Het voorstel streeft naar tijdige realisatie van waterstofopslagcapaciteit en stimulering van marktontwikkeling door risicodeling en financiële ondersteuning.

3.2.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

“Toekenning onder voorwaarden van 0 tot maximaal 287,5 miljoen euro. De hoogte van de toekenning wordt bepaald aan de hand van de uitwerking en beoordeling van de voorwaarden en een inventarisatie van welke risico's bij soortgelijke projecten worden afgedekt. Ook wordt richting politieke besluitvorming gezien welke vorm van ondersteuning (subsidie, lening of garantie) het meest passend is en hoe deze budgettair verwerkt wordt in geval van toekenning. Er is sprake van vertraging en kostenoverschrijding bij project HyStock (waterstofopslagcavernes 1 t/m 4). Gezien het belang van deze eerste vier waterstofopslagen voor de waterstofdoelen en het functioneren van de markt, wordt dit aanvullende verzoek in een range van 0 tot maximaal 287,5 miljoen euro toegekend onder voorwaarden. Het gaat om risicoafdekking. Er is behoefte aan een onafhankelijke toetsing van de hoogte van het bedrag en een splitsing van een cumulatief bedrag per soort risico. Hiertoe wordt een voorwaarde opgenomen. Verder wordt de voorwaarde opgenomen dat de vrijgemaakte middelen besteed mogen worden aan de bovengrondse investeringen voor 4 cavernes, maar slechts voor het logen van één ondergrondse cavernes. Het logen van de drie andere cavernes dient zelf bekostigd te worden. Indien niet het hele budget voor de maatregel nodig blijkt, valt het terug naar het fonds. Dit gebeurt dan naar rato van de dekking (perceel Energie-infrastructuur, Perceel Vroege Fase Opschaling (VFO) en Elektrolyse Onshore). Indiener houdt fondsbeheer op de hoogte van de ontwikkelingen en uitbetalingen en eventueel niet benut budget. Eventuele verdere vertraging met kostenoverschrijding als gevolg dient op een andere manier dan met het Klimaatfonds opgevangen te worden.”

3.2.3 Reflectie PBL

Waterstofopslag heeft een functie in het beoogde toekomstige energiesysteem (NPE¹²; TVKN¹³), maar er is momenteel geen private businesscase. Dat maakt dat bij de eerste stappen in het realiseren van waterstofopslag overheidssteun op zijn plaats is, waarna de financiële risico's van vervolgpiloten naar verwachting lager zullen worden. Het gaat hier over een vervolg op eerdere

¹² Rijksoverheid (2023), Nationaal Plan Energiesysteem. Verdiepingsdocument B. <https://open.overheid.nl/documenten/577fd772-e4eb-4e51-8bb6-e2598ad63a50/file>

¹³ PBL (2024), Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050, Trajecten naar een klimaatneutrale samenleving voor Nederland in 2050. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving. <https://www.pbl.nl/system/files/document/2024-04/pbl-2024-trajectverkenning-klimaatneutraal-2050-5093.pdf>

overheidssteun voor het project HyStock. Of de omvang van meer overheidssteun doelmatig is kan het PBL moeilijk beoordelen. Deze manier van steun, risicodeling, zorgt evenwel voor een lager financieel risico voor de rijksoverheid dan een subsidie.

Het project HyStock en het vervolg ervan dat hier wordt behandeld heeft geen zelfstandig CO₂-reductie-effect het is evenwel randvoorwaardelijk voor de opbouw van een economie waarin (groene) waterstof een belangrijke rol kan spelen.

Vraag van de fondsbeheerder: Hoe kijkt het PBL naar de ondersteuning van de maatregel 'HyStock', waarbij in de beoordeling wordt ingezet op ondersteuning van de bovengrondse investeringen voor vier cavernes en het logen van alleen de eerste caverne, met inachtneming van het moment waarop de markt dergelijke projecten zonder ondersteuning op kan pakken?

Het moment waarop de markt deze maatregel zonder ondersteuning op zou kunnen pakken is voor het PBL moeilijk in te schatten. Bij nieuwe concepten helpt het vaak om bij de eerste keer dat zoiets wordt uitgerold overheidssteun te hebben om de drempel van de eerste onzekerheden en risico's door te komen. Zodra die eerste of eerste paar ontwikkeld zijn zal de kans groter zijn dat de markt het zonder ondersteuning afkan. Bij dit voorstel is het eerder de vraag of méér ondersteuning nodig is ten opzichte van dat wat al gegeven is, dan óf er sowieso ondersteuning nodig is.

De kosten van de waterstofopslag zijn veel hoger geworden dan eerder gedacht. Dat werpt de vraag op hoe de kosten voor waterstofopslag in cavernes zich tot andere vormen van energieopslag verhouden, zoals opslag van energiedragers geproduceerd uit waterstof (in combinatie met de productiecosten ervan)?

3.3 Vervolgclaim waterstofcavernes

3.3.1 Omschrijving voorstel

Het voorstel richt zich op de ontwikkeling van negen zoutcavernes voor de opslag van waterstof in Zuidwending Oost, als onderdeel van de opschaling van de energie-infrastructuur. Het doel is om voldoende opslagcapaciteit voor waterstof te realiseren met het oog op een werkend waterstofsysteem tegen 2040. Bovenop een bestaande reservering voor het project van 102 miljoen euro, wordt een extra bedrag van 245 miljoen euro geclaimd. Uitvoering van het project is beoogd plaats te vinden in samenwerking met het zoutwinningsbedrijf Nobian, dat 90 miljoen euro bijdraagt. Met het voorstel beoogt het project bij te dragen aan de klimaatdoelen door het stimuleren van een broeikasgasneutrale energievoorziening. De planning voorziet een start van de voorbereidingen in 2026, met investeringen die doorlopen tot 2040. Monitoring en evaluatie van het project zullen plaatsvinden volgens vastgestelde criteria.

3.3.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

“Afwijzen. Dit betreft een vervolgaanvraag voor negen aanvullende waterstofcavernes. Echter zijn de eerste vier cavernes nog niet gerealiseerd. Hoe de aanvullende claim voor negen cavernes zich verhoudt tot eerder gemaakte reservering wordt niet duidelijk. Aangezien de ontwikkeling van de eerste vier cavernes via ‘HyStock’ een kostenoverschrijding kent, wordt de bestaande reservering van 102 miljoen euro die bestemd was voor cavernes 5 t/m 8 ingezet voor dekking van die kostenoverschrijding. Hiermee kan worden voorzien in de eerste benodigde opslagen voor waterstof. Het Klimaatfonds kent krapte aan beschikbare middelen, verdere urgentie van opschaling wordt daarom op dit moment niet herkend.”

3.3.3 Reflectie PBL

De opslag van waterstof heeft een functie in een toekomstig klimaatneutraal energiesysteem, maar er is momenteel geen private businesscase. Dit voorstel mikt op de uitbreiding van negen waterstofcavernes en is daarmee een vervolg op het HyStock project. Net als in de vorige reflectie op Klimaatfondsvoorstellen¹⁴ is de noodzaak nog steeds moeilijk in te zien voor het PBL, onder andere gezien de vertraging in de productieontwikkeling van groene waterstof. De noodzaak van extra cavernes bovenop de eerste vier wordt daarmee onvoldoende duidelijk en het ontwikkelen van 9 extra cavernes lijkt in dat licht zelfs erg veel. Waarom niet eerst 3 extra? Het PBL kan niet beoordelen wat de benodigde omvang is van de publieke steun voor deze vervolgcclaim. De bouw van waterstofcavernes heeft geen zelfstandig CO₂-reductie-effect. Het is evenwel randvoorwaardelijk voor verdere uitbouw van de waterstofeconomie.

Afwijzing van dit voorstel op dit moment lijkt continuïteit van de ontwikkeling waterstofcavernes niet direct in gevaar te brengen gezien het lopende (meer)werk aan de vier cavernes. Daarnaast maakt het fiche niet duidelijk waarom realisatie voor 2060 niet zou kunnen lukken als niet

¹⁴ Eggink, E. & H. Elzenga (2025), Reflectie op voorstellen voor de inzet van middelen uit het Klimaatfonds in het MJP 2026. Een quickscan, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
<https://www.pbl.nl/system/files/document/2025-04/pbl-2025-reflectie-op-voorstellen-voor-de-inzet-van-middelen-uit-het-klimaatfonds-in-het-mjp-2026-een-quickscan-5841.pdf>

onmiddellijk gestart kan worden. De realisatietermijn van de eerste vier is naar verwachting ongeveer 15 jaar¹⁵ en dat is in lijn met de in het eerste fiche verwachte realisatietermijn van 10 tot 15 jaar.

De kosten van de waterstofopslag zijn veel hoger geworden dan eerder gedacht. Dat werpt de vraag op hoe de kosten voor waterstofopslag in cavernes zich tot andere vormen van energieopslag verhouden, zoals opslag van energiedragers geproduceerd uit waterstof (in combinatie met de productiecosten ervan)? Daarnaast is in het fiche onduidelijk waarom “compensatie voor meerkosten” gemaakt moet worden. Tot slot is het de vraag in hoeverre het verschil in verwachte bodemdaling tussen zoutwinning en waterstofopslag en de eventueel hieruit volgende kosten zijn meegenomen in de businesscase.

¹⁵ De eerste vier cavernes zouden namelijk tussen 2036 en 2040 gereed zijn en de eerste middelen hiervoor zijn in 2022 beschikbaar gesteld.

3.4 EBN versnellen CCS onderzoek

3.4.1 Omschrijving voorstel

Het voorstel is een nieuwe aanvraag en beoogt financiering te continueren voor het versnellen van onderzoek naar CO₂-opslag in Nederland. Het gaat hierbij om financiering van haalbaarheidsstudies en exploratieactiviteiten voor CO₂-opslaglocaties uit te voeren door Energie Beheer Nederland (EBN). Dit kan helpen om opslaglocaties sneller een vergunning te geven en beschikbaar te maken voor CCS-projecten, wat het totale opslagpotentieel in Nederland tussen 2030 en 2035 dan zal vergroten. De maatregel kan een belangrijke rol spelen bij een klimaatneutrale energievoorziening en het behalen van nationale CO₂-reductiedoelstellingen. De beoogde uitvoering start in 2027 en zal dan tot 2030 lopen.

3.4.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

“Afwijzen. Uit het voorstel wordt niet duidelijk wat er met de laatste 4 miljoen euro uit de eerdere toekenning gebeurt en of een aanvulling van 60 miljoen euro echt nodig en doelmatig is. Gezien de focus ligt op het tot uitvoering brengen van de bestaande CCS-projecten, wordt de urgentie van deze aanvraag nu niet gezien. In het MJP 2026 is een eerdere vervolgaanvraag van 48 miljoen euro, onder voorwaarden gereserveerd, maar uiteindelijk in de politieke besluitvorming komen te vervallen. Het wordt niet duidelijk wat er mis gaat als eerst de uitvoering van de acht lopende projecten verder loopt. Ook is onduidelijk waarom nu al meer locaties dan de huidige nodig zijn. Toelichting is nodig hoe deze maatregel zich verhoudt tot de inzet van Klimaatfondsmiddelen voor andere CCS-gerelateerde investeringen (Aramis en DRC) en waarom beoogde (budgettaire) inzet in samenhang logisch is. Een nadere PxQ-onderbouwing is nodig, op basis van huidige exploraties van EBN. Gegeven het bovenstaande wordt de maatregel niet opgenomen.”

3.4.3 Reflectie PBL

Gezien de functie van CCS in een toekomstig klimaatneutraal energiesysteem kan het versnellen van CCS-onderzoek nut hebben. De TVKN-studie van het PBL gaat uit van 20-40 megaton CO₂-opslag per jaar, afhankelijk van het traject. Hiervoor is met de huidige projecten (Porthos en Aramis) nu nog niet genoeg capaciteit (2,5 en 5 megaton per jaar, de CO₂-transportleiding van Aramis is overigens geschikt voor transport van 22 megaton CO₂ per jaar). De al onderzochte locaties voegen hier volgens het fiche nog 15,6 megaton per jaar aan toe.

Het voorstel gaat om een voortzetting van eerdere financiële steun voor CCS-onderzoek tussen 2023-2026. Bedrijven die CO₂ zouden willen opslaan hebben moeite om daarvoor de businesscase rond te krijgen, als gevolg is het vinden van klanten onzekerder geworden voor de al beschikbare opslagcapaciteit. De urgentie van verder onderzoek (en de rol van overheidsmiddelen) neemt hierdoor wellicht wat af. Hoewel voor de verdere toekomst meer opslagcapaciteit nodig zal zijn is het de vraag of daar op dit moment overheidsgeld aan besteed moet worden. Het PBL kan niet beoordelen wat de benodigde omvang van de publieke steun voor de voortzetting van het CCS-onderzoek zou moeten zijn. Het voorstel is vooral randvoorwaardelijk voor de CO₂-reductie via opslag, maar heeft geen zelfstandig effect.

Tot slot, de vorige reflectie van de Klimaatfonds voorstellen merkt op dat als de overheid via EBN wil deel te nemen aan onderzoek en activiteiten voor nieuwe opslaglocaties de rol van EBN verder

moet worden uitgewerkt, mede omdat de Mijnbouwwet aangepast wordt. Op dat punt signaleren wij dat de rol van EBN in het fische niet veel duidelijker is uitgewerkt.

3.5 Onderzoek naar CO₂-opslag aquifers

3.5.1 Omschrijving voorstel

Het voorstel betreft een nieuwe maatregel voor 'onderzoek naar CO₂-opslag in aquifers'. Deze maatregel is een aanvulling op het huidige CCS-beleid dat zich richt op CO₂-opslag in lege gasvelden, waarvan de capaciteit beperkt is. Opslag in aquifers kan het potentieel aanzienlijk vergroten, wat nodig kan zijn voor toekomstige negatieve emissies. Het onderzoek, uitgevoerd door EBN en TNO, zal het techno-economische potentieel van offshore aquifers in kaart brengen en advies geven aan KGG over de mogelijkheden voor ontwikkeling. Het project heeft een doorlooptijd van twee jaar en een cumulatief benodigd bedrag van 3,5 miljoen euro. Het onderzoek beoogt bij te dragen aan de verduurzaming van de Nederlandse industrie en het behouden van de concurrentiepositie. Het uiteindelijke doel is om CO₂-opslag in aquifers mogelijk te maken.

3.5.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

"Afwijzen. Onderzoek naar alternatieve wijzen van opslag van koolstof is richting het eindbeeld voor 2050 een nuttige inzet. Echter wordt uit het fiche niet duidelijk waarom de gevraagde middelen nu nodig zijn en of dit inderdaad de beste techniek is om op in te zetten. De mogelijkheden voor alternatieve financiering kunnen nog verder worden verkend. Hierbij kan gekeken worden naar mogelijke cofinanciering uit de EU en het aanpassen van de Mijnbouwwet zodat de gasbaten van EBN ook kunnen worden ingezet voor CCS-activiteiten. Een duidelijke PxQ-onderbouwing ontbreekt. Toelichting is nodig hoe deze maatregel zich verhoudt tot de inzet van Klimaatfondsmiddelen voor andere CCS-gerelateerde investeringen (Aramis en DRC) en waarom beoogde (budgettaire) inzet in samenhang logisch is. Ook is onduidelijk waarom onderzoek niet kan wachten tot duidelijker is hoe de vraag naar CO₂-opvang zich ontwikkelt. Gegeven het bovenstaande wordt de maatregel niet opgenomen."

3.5.3 Reflectie PBL

CCS heeft functie in toekomstig energiesysteem. In de TVKN-studie laat het PBL zien dat de ontwikkeling van CCS aanzienlijke investeringen vereist in infrastructuur, zoals veilige opslagfaciliteiten. En om klimaatneutraliteit te bereiken kan een substantiële opslagcapaciteit voor CCS nodig zijn. De bestaande CCS-ontwikkelpromen (Aramis en Porthos) maken gebruik van oude gasvelden voor de opslag van CO₂. Aquifers - ook aanwezig in het Nederlandse deel van de Noordzee - kunnen theoretisch geschikt zijn voor de opslag voor CO₂. Het potentieel van aquifers voor CO₂-opslag vraagt uitgebreide geologische en hydrologische studies om de eigenschappen van het gesteente te begrijpen en in kaart te brengen en om de mogelijke effecten op het milieu en de veiligheid te evalueren. De focus in Nederland is tot nu toe vooral gericht op het benutten van bestaande lege gasvelden vanwege hun bewezen capaciteit en veiligheid als opslaglocatie. De opslag in aquifers past daarom meer bij een CCS-visie voor de lange termijn. Het is daarom niet duidelijk waarom dit onderzoek nu al nodig is. Voorlopig lijkt er voldoende opslagcapaciteit ook gezien de moeite die Aramis heeft met het vinden van klanten voor de al beschikbare opslagcapaciteit. Het is niet door het PBL te beoordelen wat de benodigde omvang van de publieke steun voor het onderzoek zou moeten zijn. Het onderzoek heeft geen zelfstandig CO₂-reductie effect maar is randvoorwaardelijk voor verder vergroten opslagcapaciteit op langere termijn.

3.6 Taskforce projectaanpak middenspanning

3.6.1 Omschrijving voorstel

Door de stijgende vraag naar elektriciteit door elektrificatie in de industrie en het wegverkeer, bij de warmtevoorziening in de gebouwde omgeving en de toename van het aanbod uit zon-pv en wind neemt de belasting van de elektriciteitsnetwerken sterk toe. De uitbreiding en verzwaring van de netwerken kan de groei van aanbod en vraag niet bijhouden, daardoor is er op steeds meer plaatsen in het net sprake van congestie. Met als gevolg dat er wachtrijen zijn voor nieuwe aansluitingen en projecten zoals nieuwbouw van woonwijken, zal het aansluiten van nieuwe zonneparken en nieuwe bedrijvigheid vertraging ondervinden. De rijksoverheid heeft, samen met lagere overheden en betrokken partijen al het nodige beleid in gang gezet om de netcongestie te verminderen, zoals het versnellen van vergunningen, aanpassen van wet- en regelgeving en tijdelijke maatregelen om het stroomnet zwaarder te belasten¹⁶.

Het voorstel betreft de oprichting van een Taskforce voor de projectenaanpak van middenspanningsprojecten om netcongestie aan te pakken. De Taskforce is bedoeld om de doorlooptijd van middenspanningsprojecten met 12 tot 18 maanden te verkorten en daarmee de uitbreiding van de elektriciteitsinfrastructuur te bevorderen. Het voorstel bouwt voort op eerdere versnellingsmaatregelen die zich voornamelijk op hoogspanningsprojecten richtten, en vraagt om een financiering van 15 miljoen euro uit het Klimaatfonds.

3.6.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

“Toekennen onder voorwaarden van 15 miljoen euro. Netcongestie is urgent en belangrijk om aan te pakken. Het gaat hierbij specifiek om het oprichten van een taskforce, niet het direct stimuleren van energie-efficiëntie. Het wordt uit het fiche niet duidelijk of de maatregel aanvullend is op de vliegende brigade (MJP 2025) en andere soortgelijke maatregelen. De additionaliteit kan daarom lastig beoordeeld worden. Bovendien is in het fiche beperkt aandacht voor de uitvoerbaarheid door medeoverheden.”

3.6.3 Reflectie PBL

Fysieke infrastructuur voor hernieuwbare energiedragers - zoals elektriciteitsnetten, laadinfrastructuur, warmtenetten en waterstofinfrastructuur – vervult een noodzakelijke rol in de transitie naar een klimaatneutraal energiesysteem in 2050. De uitrol van infrastructuur kent vaak een lange doorlooptijd, en het niet tijdig beschikbaar hebben van voldoende transportcapaciteit is limiterend voor het transitietempo als de ontwikkeling van de infrastructuur de groei van de vraag niet bij kan houden. Dit is momenteel op veel locaties en alle netvlakken het geval. De voorgestelde taskforce projectaanpak middenspanning heeft als doel om de realisatie van uitbreidingsprojecten in het middenspanningsnet te versnellen.

¹⁶ Maatregelen tegen vol elektriciteitsnet, zie <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/kabinet-neemt-maatregelen-tegen-vol-elektriciteitsnet-netcongestie>

Het voorstel is vooral randvoorwaardelijk. Om dubbeltelling te voorkomen kennen we aan deze voorstellen geen apart CO₂-effect toe, aangezien dit effect doorgaans al wordt toegekend aan de productie of het gebruik van de te transporteren hernieuwbare energiedragers.

3.7 WOZ subsidie

3.7.1 Omschrijving voorstel

Het voorstel betreft een nieuwe subsidieaanvraag om het subsidiebudget voor windenergie op zee in 2026 te verhogen. Het doel is om 2 gigawatt windenergie op zee (WOZ) te kunnen tenderen via de SDE++-subsidieregeling. Zonder extra budget verwachten de aanvragers dat slechts 1 gigawatt kan worden getenderd, daarom is er een aanvullend budget nodig. De maatregel draagt bij aan de klimaatdoelen voor 2030 en 2050 door de stimulering van windenergie op zee, wat van belang is voor een klimaatneutrale energievoorziening. De subsidieverlening loopt via de SDE++-regeling. Het beoogde vermogen windenergie op zee zou vanaf 2031 operationeel moeten zijn met een subsidie looptijd van 15 jaar.

3.7.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

“Afwijzen. Dit betreft een aanvullende claim voor de reeds voorziene tender voor WOZ in 2026, waarvoor eerder uit het Klimaatfonds al bij politieke besluitvorming budget is vrijgemaakt. Het fiche is niet volledig ingevuld. Onderbouwing waarom het noodzakelijk is om deze middelen uit het Klimaatfonds nu in te zetten ontbreekt, hierdoor is een goede beoordeling niet mogelijk. De claim wordt afgewezen.”

3.7.3 Reflectie PBL

Hoewel het maximum tenderbedrag hoger is dan van te voren verwacht, kan niet op voorhand worden uitgesloten dat er na de tender voor de eerste gigawatt WOZ nog subsidie overblijft voor (een deel van) de tweede gigawatt WOZ.

Beprijzing

Beprijzen vindt al plaats door bijvoorbeeld het ETS, waardoor voor de CO₂-emissies van conventionele centrales betaald moet worden. Hierdoor is de elektriciteit uit fossiele bronnen duurder en valt de elektriciteitsprijs hoger uit. Elektriciteit uit hernieuwbare bronnen zoals wind-op-zee heeft geen CO₂-emissies en daarmee geen kosten voor CO₂-emissierechten. Hierdoor valt de subsidie lager uit dan zonder de beprijzing vanuit het ETS.

Effect en plausibiliteit

Er wordt geen inschatting gegeven van de vermeden CO₂-emissies (effect niet te valideren). Daarnaast is het effect van de extra gevraagde middelen ook lastig in te schatten. Het PBL heeft voor de tender 2026 een maximumbedrag geadviseerd van 104 euro per megawattuur is voor nieuwe windparken op zee (met uitzondering van Nederwiek 2), maar dat het daadwerkelijke tenderbedrag waarschijnlijk aanzienlijk lager zal uitvallen¹⁷. Daar zijn echter geen precieze getallen voor te geven, daarom is nu ook niet aan te geven wat het effect zou kunnen zijn van de extra gevraagde subsidie-middelen.

¹⁷ Lensink, S. en C. Henriquez (2026), Advice Offshore Wind Tender 2026, Den Haag, PBL. Zie: <https://www.pbl.nl/system/files/document/2026-01/pbl-2026-advice-offshore-wind-tender-2026-5971.pdf>

3.8 Locatieonderzoek WOZ

3.8.1 Omschrijving voorstel

Dit voorstel betreft een nieuwe aanvraag voor locatieonderzoeken naar windenergie op zee, specifiek gericht op het gebied 6/7-west. Het ondersteunt het doel om tegen 2040 minimaal 30 GW aan windenergie op zee te hebben gerealiseerd. Hierbij zijn locatieonderzoeken essentieel zijn om risico's voor biedende partijen bij tenders te beperken. Het voorstel claimt dat door deze onderzoeken tijdig uit te voeren, de tender met 1 tot 2 jaar kan worden vervroegd, wat de kans op succes vergroot en mogelijk leidt tot lagere subsidies. Het voorstel heeft een claim van 140 miljoen euro: 90 miljoen euro in 2027 en 50 miljoen euro in 2028. Het voorstel benadrukt de noodzaak van de maatregel voor een efficiënt gebruik van middelen en het stimuleren van private investeringen.

3.8.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

“Afwijzen. Dit betreft een claim voor locatieonderzoeken voor nieuwe windparken. Het fiche is nauwelijks ingevuld. Onderbouwing waarom het noodzakelijk is om deze middelen uit het Klimaatfonds nu in te zetten ontbreekt, hierdoor is een goede beoordeling niet mogelijk. Ook zijn eerder geen losse locatieonderzoeken voor WOZ uit het fonds vergoed. De claim wordt daarom afgewezen.”

3.8.3 Reflectie PBL

De Noordzee is voor Nederland van groot belang en de komende decennia zijn er grote uitdagingen om de transitie rond energie, voedsel en natuur vorm te geven naast intensivering van andere activiteiten zoals rond scheepvaart en veiligheid. Locatieonderzoek voor de planning en voorbereiding van wind op zee kan bijdragen aan beter ruimtelijke planning en strategische integratie van infrastructuur. Afgerond locatieonderzoek verkleint de risico's voor partijen die bieden op tenders voor het bouwen van wind-op-zee parken. Daarmee reduceert het op zichzelf geen emissies maar creëert het wel voorwaarden voor verdere CO₂-emissiereductie. Voor locatieonderzoek is normering of beprijzing geen alternatief.

Het voorstel is echter te beperkt uitgewerkt, zo wordt er bijvoorbeeld geen inschatting gegeven van de vermeden CO₂-emissies (effect niet te valideren). Ook verder wordt er weinig informatie, waardoor het niet mogelijk is om te beoordelen of het verantwoord is om de gevraagde middelen toe te wijzen.

3.9 Verduurzaming spoorvervoer

3.9.1 Omschrijving fiche

Het fiche bevat vier onderdelen:

- Programma-aanpak elektrificatie fossiel treinverkeer (3,5 miljoen euro)
- Elektrificatie spoor Harlingen-Leeuwarden (119 miljoen euro)
- Indien er middelen overblijven: extra middelen elektrificatie spoor Zutphen – Hengelo – Oldenzaal (30 miljoen euro)
- Ombouw/vervanging diesellocomotieven Rotterdamse haven + last mile afwikkeling (35 miljoen euro)

3.9.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

Elektrificatie diesellocomotieven: “De middelen (3,5 miljoen euro) voor de inrichting programmaorganisatie Elektrificatie resterend fossiel treinverkeer worden toegekend onder voorwaarden. Er zijn delen van het treinverkeer in Nederland die nog niet geëlektrificeerd zijn. Het is begrijpelijk om onderzoek te doen naar de mogelijkheden om deze ook te verduurzamen. De middelen worden toegekend uit de vrijgevallen reservering voor de Onderwegpas. Uit deze toekenning onder voorwaarden mogen geen departementale fte's worden bekostigd.”

Harlingen – Leeuwarden: “De middelen voor de elektrificatie van spoorlijn Harlingen-Leeuwarden (119 miljoen euro) worden afgewezen. De maatregel is niet uitgewerkt, hierdoor kan er geen beoordeling plaatsvinden.”

Zutphen- Hengelo: “De claim voor de kostenoverschrijding van de elektrificatie spoorlijn Zutphen-Hengelo-Oldenzaal (30 miljoen euro) wordt afgewezen. Voor deze maatregel is eerder budget toegekend uit het Klimaatfonds. Echter ontbreekt een uitwerking van het aanvullende verzoek, waardoor dit niet te beoordelen is. De middelen worden daarom afgewezen.”

Rotterdam: “De middelen voor de verduurzaming van het goederenvervoer in de Rotterdamse haven worden afgewezen. De maatregel is eerder afgewezen en het wordt uit de summiere onderbouwing niet duidelijk waarom de maatregel nu doelmatig en urgent is.”

3.9.3 Reflectie PBL

Kan de effectiviteit worden vergroot door (een combinatie met) normeren of beprijzen?

Spoorvervoer valt onder de ETS2 *opt-in*: er is daarom al sprake van beprijzing van dieseltreinen. Het hoofdspoorwegennet is eigendom van de Rijksoverheid, normeren of beprijzen is daarom niet van toepassing voor investeringen in het spoor.

Plausibiliteit CO₂-besparing

In de effectschatting van 0,022 megaton per jaar voor de ombouw diesellocomotieven lijkt geen rekening gehouden te zijn met de oplopende jaarverplichting voor hernieuwbare energie in vervoer, waardoor de inzet van hernieuwbare brandstoffen in (onder andere) het railvervoer tot 2030 gaat toenemen. Zie vorige PBL-reflectie voor meer details.

Overige opmerkingen

Vanuit klimaat- en milieuoogpunt (CO₂, NO_x en fijnstof) is het goed om dieseltreinen te vervangen door elektrische treinen. Biodiesel is een alternatieve optie. Biobrandstoffen zijn echter niet onbeperkt beschikbaar en zijn in een klimaatneutraal energiesysteem harder nodig voor toepassingen waar elektrificatie geen optie is, zoals in de lucht- en zeevaart.

De elektrificatie van Harlingen-Leeuwarden (119 miljoen euro) en extra middelen voor Zutphen-Oldenzaal (30 miljoen euro) leveren volgens het fiche een reductie op van 0,02 kiloton CO₂ per jaar. De rijksbijdrage per ton vermeden CO₂ zou daarmee extreem hoog liggen voor dit onderdeel van het voorstel.

De eerste drie maatregelen waren deel van de klimaatfondsvoorstellen ‘verduurzaming spoorgoederenvervoer’ en ‘programma zero-emissie reizigerstreinen’ uit het MJP 2026. De huidige PBL-reflectie op deze voorstellen is niet gewijzigd ten opzichte van die uit het MJP 2026¹⁸. De elektrificatie van het spoor Zutphen – Hengelo – Oldenzaal was deel van het MJP 2025, ook hier is de PBL-reflectie ongewijzigd¹⁹.

¹⁸ Zie : Eggink, E. & H. Elzenga (2025), Reflectie op voorstellen voor de inzet van middelen uit het Klimaatfondsin het MJP 2026. Een quickscan, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
<https://www.pbl.nl/system/files/document/2025-04/pbl-2025-reflectie-op-voorstellen-voor-de-inzet-van-middelen-uit-het-klimaatfonds-in-het-mjp-2026-een-quickscan-5841.pdf>, voorstellen 4.2.7 en 5.2.12

¹⁹ Zie Eggink, E. & H. Elzenga (2024), Reflectie op voorstellen voor de inzet van middelen uit het Klimaatfonds in het MJP 2025. Een quickscan, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
https://www.pbl.nl/system/files/document/2024-04/pbl-2024-reflectie-op-voorstellen-voor-de-inzet-van-middelen-uit-het-klimaatfonds-in-het-mjp-2025-een-quickscan_5434.pdf, voorstel 4.2.9

3.10 Aanvullende stimulering walstroom klimaat

3.10.1 Omschrijving fiche

Dit fiche claimt 40 miljoen euro voor verlenging van de ‘Tijdelijke subsidieregeling walstroom zeeschepen klimaat 2024-2026’ met 1 jaar (t/m 2027). Deze subsidieregeling stimuleert de aanleg van walstroomaansluitingen in zeehavens. De Europese verordening voor de uitrol van infrastructuur voor alternatieve brandstoffen (Verordening (EU) 2023/1804, kortweg de AFIR) verplicht lidstaten om uiterlijk in 2030 walstroom beschikbaar te stellen voor grote zeegaande containerschepen, cruiseschepen en *roll-on/roll-off* passagiersschepen. Er is eerder 180 miljoen euro beschikbaar gesteld vanuit het ministerie van IenW en het Klimaatfonds voor de lopende subsidieregeling. Dit budget is vrijwel volledig benut maar is niet toereikend om in alle havens aan de AFIR-verplichting te voldoen. Specifiek noemt het fiche vier terminals waar nog walstroom moet worden aangelegd om aan de AFIR te voldoen. Zonder subsidie zouden die geen gelijk speelveld hebben met andere havens.

3.10.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

“Toekennen onder voorwaarden van 40 miljoen euro Voor deze maatregel is eerder budget toegekend uit het Klimaatfonds, er wordt nu verzocht om aanvullende middelen. De subsidieregeling werkt goed en wordt naar verwachting uitgeput. Er wordt omwille van vertrouwelijkheid geen inzicht gegeven in de PxQ-onderbouwing, echter is dit wel nodig om de aanvullende claim te kunnen beoordelen. Het gaat om een aantal specifieke aanvragen, waarbij een inschatting van de hoogte van het benodigde subsidiebedrag beter zou moeten kunnen. Indien blijkt dat minder nodig is dan gevraagd, vloeit het deel dat niet benodigd is terug naar de algemene reservering verduurzaming mobiliteit. De gevraagde middelen (40 miljoen euro) worden gedekt uit de reservering voor de Onderwegpas (157,5 miljoen euro).”

3.10.3 Reflectie PBL

Het voorstel past logisch in het Klimaatfonds, het gaat om de uitrol van energie-infrastructuur die bijdraagt aan een toekomstbestendige klimaatneutrale energievoorziening. De claim is ook onderbouwd, maar de onderbouwing valt door het PBL niet te controleren. Het is bij de indiener bekend welke 4 terminals het betreft. Daardoor kunnen volgens het fiche ‘case-specifiek de investeringskosten gebruikt worden die in haalbaarheidsstudies zijn berekend’. Deze kosten zijn echter ‘vanwege het vertrouwelijke karakter van deze studies’ geaggregeerd opgenomen in het fiche. De claim zou wel onderbouwd moeten worden richting Fondsbeheerder.

De indiener is voornemens om de ook de kosten van lokale opwek en opslag van hernieuwbare energie voor de walstroominstallatie vanaf 2026 mee te nemen in de subsidieregeling. Of dat inderdaad logisch is, hangt af van onderbouwing en uitwerking van dit voorstel en kan door het PBL in dit stadium niet worden beoordeeld.

Kan de effectiviteit worden vergroot door (een combinatie met) normeren of beprijzen?

De aanleg van walstroominstallaties is al verplicht vanuit de AFIR. Lidstaten worden geacht om maatregelen te nemen die ervoor zorgen dat in 2030 walstroomvoorzieningen beschikbaar zijn in zeehavens van het TEN-T-kernnetwerk en het uitgebreide TEN-T-netwerk waar in de jaren voorafgaand een minimaal aantal containerschepen en passagiersschepen zijn aangemeerd. Een

ationale verplichting hiertoe voor beheerders van containerterminals, cruiseterminals, terminals voor *roll-on/roll-off* passagiersschepen en havenbeheerders via het Besluit Activiteiten Leefomgeving (BAL) is begin 2026 in de internetconsultatie geweest²⁰. Nederland heeft ervoor gekozen de uitrol van deze voorzieningen via een subsidieregeling te ondersteunen. Daar het de aanleg van energie-infrastructuur betreft lijkt dit een verdedigbare aanpak. Het fiche claimt dat in lidstaten zonder subsidieregeling de uitrol van walstroom minder voortvarend gaat dan in lidstaten met regeling. Het PBL kan dit niet verifiëren.

De EU heeft ook regelgeving geïntroduceerd die het gebruik van de walstroomvoorzieningen verplicht stelt vanaf 2030 voor containerschepen en passagiersschepen (de FuelEU Maritime verordening). Het gebruik van de walstroomvoorzieningen is hiermee gegarandeerd.

Plausibiliteit CO₂-besparing

Niet te valideren. Het PBL heeft geen goed inzicht in het energieverbruik van zeeschepen aan de kade in de betreffende 4 terminals. Deels is het effect van de investeringen randvoorwaardelijk, het gaat immers om de aanleg van een walstroompunt, niet om het gebruik. Tegelijkertijd is al wettelijk geregeld dat een deel van de vloot vanaf 2030 walstroom moet gebruiken waar dat wordt aangeboden. Als de voorzieningen niet (tijdig) worden aangelegd kan er ook geen walstroom worden gebruikt, door de voorzieningen wel aan te leggen kan de met de verplichting beoogde besparing daadwerkelijk worden gerealiseerd. Het fiche wijst (terecht) op de risico's voor uitvoering, waaronder netcapaciteit. Dit maakt onzeker of het budget volledig kan worden benut en daarmee of het beoogde CO₂-effect kan worden gerealiseerd.

De uitstoot van broeikasgassen door de zeescheepvaart telt niet mee voor het nationale emissietoetaal. De uitstoot die gepaard gaat met de opwek van elektriciteit in Nederland wel. Desalniettemin zal ook de zeescheepvaart moeten verduurzamen om de Parijsafspraken na te komen. Dit zal grotendeels via gebruik van hernieuwbare brandstoffen moeten worden gerealiseerd²¹ maar juist aan de kade is elektrificatie kansrijk, ook omdat daarmee de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen wordt vermeden wat goed is voor luchtkwaliteit en tegengaan van stikstofdepositie.

²⁰ Besluit wijziging AFIR Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) invoegen afdeling 18.2 walstroom | Overheid.nl | Wetgevingskalender <https://wetgevingskalender.overheid.nl/Regeling/WGKo28565>

²¹ Geilenkirchen, G.P., J. Harmsen, R. Verbeek, J. Faber & E. van den Toorn (2024), Klimaatneutrale zeescheepvaart in 2050. Een verkenning van beelden en paden daar naartoe, PBL, TNO & CE Delft, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving. <https://www.pbl.nl/system/files/document/2024-03/pbl-2024-klimaatneutrale-zeescheepvaart-in-2050-5221.pdf>

3.11 Waarborgen betaalbaarheid WarmtelinQ+

3.11.1 Omschrijving voorstel

Het fiche vraagt om aanvullende subsidie voor het warmtetransportnet WarmtelinQ in Zuid-Holland. Eerder is er vanuit het Klimaatfonds 195 miljoen euro vrijgemaakt voor WarmtelinQ+ (Rijswijk-Leiden). Het project is al in uitvoering. De financiële middelen die zijn gereserveerd zijn onvoldoende gebleken als gevolg van een reeks financiële tegenvallers. Volgens het fiche zal zonder aanvullende subsidiemiddelen naar verwachting geen aantrekkelijk transporttarief aangeboden kunnen worden.

De cumulatieve financiële reeks is op basis van de externe validatie geschat op 373–662 miljoen euro voor de eerste 15 jaar. De verwachting is dat gedurende de subsidieperiode van 15-30 jaar er aanvullende subsidies noodzakelijk zijn om een concurrerend tarief te kunnen waarborgen.

3.11.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

“Afwijzen. De maatregel betreft een verzoek om middelen om de kosten van WarmtelinQ te drukken. De maatregel kan in de huidige vorm niet worden goedgekeurd. Het belang van duurzame collectieve warmte wordt echter wel gezien. WarmtelinQ is een belangrijk onderdeel van de verduurzaming van de gebouwde omgeving in Zuid-Holland. Tegelijkertijd laat het fiche nu risico's zien. Zo is de claim (inclusief PxQ) in het fiche onduidelijk, en wordt er een forse prijsrange gegeven. Daarnaast is het onduidelijk of en hoe er gestuurd kan en moet worden op de bronkosten, die nu niet gereguleerd zijn (maar wel de subsidiebehoefte beïnvloeden) aangezien dit een kostenpost betreft die wordt afgesloten tussen de exploitant van de bron en het warmtebedrijf. Ook wordt gestuurd op een prijs van 70% van de gasprijs (TTF), onduidelijk is of deze ook hoger kan zijn teneinde de subsidiebehoefte te drukken. Het is verder belangrijk om te zorgen dat er geen sprake is van subsidieconcurrentie. Aanvullende informatie op deze punten kan helpen bij nadere beoordeling van de maatregel. Het PBL wordt gevraagd expliciet stil te staan bij deze maatregel en te reflecteren op de nut en noodzaak van de subsidie, gegeven de risico's en het feit dat er eerder vanuit het Klimaatfonds 195 miljoen euro is vrijgemaakt voor WarmtelinQ+ (Rijswijk-Leiden), en het project reeds in uitvoering is.”

3.11.3 Reflectie PBL

Doelmatigheid

Voor dit fiche is expliciet aan het PBL gevraagd hoe het aankijkt tegen aanvullende middelen voor WarmtelinQ, gegeven onder andere de risicoverdeling tussen warmtebronleverancier, warmtebedrijf en WTS en de reeds gestarte uitvoering van het project. Het PBL onderschrijft het belang van de ontwikkeling van warmtenetten voor de warmtetransitie in de gebouwde omgeving. De grootte van de rol van warmtenetten in een aardgasvrije warmtevoorziening is echter nog ongewis en van een groot aantal aspecten afhankelijk. De vraag over WarmtelinQ vereist in dit licht een zorgvuldige studie. Het is daarom in het kader van deze quickscan niet mogelijk om een antwoord op de vraag te geven.

Plausibiliteit van het genoemde fysieke effect

De maatregel is randvoorwaardelijk en heeft geen zelfstandig CO₂-reductie-effect.

3.12 Verbeteren randvoorwaarden glastuinbouw

3.12.1 Omschrijving voorstel

Het voorstel *Verbeteren randvoorwaarden glastuinbouw* (voor de energietransitie) richt zich op het versterken van infrastructuur en opschaling van duurzame energiebronnen. Het doel is om de sector te helpen in de transitie naar klimaatneutraliteit in 2040, met een tussendoel van 4,3 megaton rest-emissie in 2030. Het pakket van 6 maatregelen doet een claim van 200 miljoen op het Klimaatfonds om warmte, elektriciteit, en CO₂ beschikbaar en betaalbaar te maken. De maatregelen omvatten subsidies voor warmte-infrastructuur glastuinbouw (SWiG), hubmanagementsystemen, geothermieboringen, seismologisch onderzoek en CO₂-kennisontwikkeling. Dit pakket beoogt daarmee de glastuinbouw te ondersteunen bij het behalen van haar verduurzamingsdoelen en het versnellen van de energietransitie.

3.12.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

“Het voorstel onderdeel Ophogen van de subsidieregeling voor warmte-infrastructuur glastuinbouw krijgt een reservering voor het MJP 2028. De andere 5 voorstel onderdelen zijn onder voorwaarden aan het MJP 2027 toegekend [...] De middelen voor het ophogen van de subsidieregeling voor warmte-infrastructuur glastuinbouw worden gereserveerd voor het MJP 2028 (147,188 miljoen euro). Het nut van de maatregel wordt herkend, deze is eerder uit het Klimaatfonds gefinancierd. Op dit moment is er echter nog 190 miljoen euro beschikbaar binnen deze regeling. De noodzaak om dit budget nu op dit moment op te hogen wordt niet herkend. Met name vanwege het risico dat middelen die niet tijdig kunnen worden uitgegeven niet terugvloeien naar de reservering of het fonds, gezien het wegvallen van de eindejaarsmarge. Ook is er behoefte aan meer inzicht in de te verwachte aanvragen en de financiële reeks. De middelen worden toegekend onder voorwaarden voor de overige 5 voorstel onderdelen: startloket/ondersteuningsloket 0,912 miljoen euro omdat er behoefte is aan een centraal loket om verduurzamingsinitiatieven in de glastuinbouw te versnellen; gebiedsaanpak 5,5 miljoen euro wordt toegekend om het elektriciteitsgebruik te optimaliseren in gebieden met hoge netcongestie onder de voorwaarde dat er geen overlap is met bestaande regelingen voor flexibiliteit; geothermie (32,4 en 4 miljoen euro) wordt gezien als een waardevolle lokale bron voor verduurzaming. Onderzoek en exploratieboringen worden als 'no regret' beschouwd, en de middelen worden onder algemene voorwaarden toegekend. CO₂ kennisontwikkeling (10 miljoen euro) brengt de focus op het ontwikkelen van kennis over CO₂-gebruik en beschikbaarheid, met specifieke aandacht voor het verminderen van CO₂-behoefte via innovatieve technieken. De middelen worden toegekend onder voorwaarde dat ze niet worden gebruikt voor CO₂-afvang, om overlap met andere regelingen te vermijden.”

3.12.3 Reflectie PBL

Dit fiche heet terecht *Verbeteren randvoorwaarden glastuinbouw*. Hoewel het PBL nauwelijks of geen eigenstandig effect toekent aan dit fiche voor wat betreft kwantificering van energiebesparing of CO₂-emissiereductie ziet het PBL het beleidsdoel van dit fiche als zeer zinvol. De stimulans voor geothermie komt boven op de benodigde subsidiering vanuit de SDE++-regeling: het is dus geen vervanging.

Doelmatigheid

Momenteel verschuift er beleidsmatig vrij veel voor wat betreft normering en/of beprijzing in de glastuinbouw. Hoewel de meeste besluitvorming daarover nog gaande is, mag hiervan versnelling van de uitrol van hernieuwbaar en uitfasering van fossiel worden verwacht. De genoemde maatregelen in deze fiches laten zich echter naar alle waarschijnlijkheid niet specifiek bevorderen met normen of beprijzen.

Plausibiliteit

De uitrol van geothermie wordt primair bepaald door de SDE++-regeling en de genoemde deelvoorstellen in het fiche maakt een initiatief kansrijker, maar er kan daarmee dus geen eigenstandig CO₂-reductie effect aan de deelvoorstellen worden toegekend²². Dat geldt ook voor de andere onderdelen van het fiche.

De grootste CO₂-emissiereductie van het fiche wordt toegekend aan het onderdeel SWiG en veruit de grootste claim van de genoemde 200 miljoen euro gaat naar ophoging van dit budget. Het is echter niet helder waar de rekenwaarden op zijn gebaseerd. De fondsbeheerder geeft aan dat het huidige budget nog niet is uitgeput en vraagt om een overzicht van projecten die daar wel voor in aanmerking zouden komen. Volgens het Ministerie van LNV komen er namelijk veel projecten aan. Het PBL kan het argument van onderbenutting niet staven, hoewel gegevens van RVO dat wel indiceren. Tot nu toe zijn er niet meer dan 3 projecten aangevraagd²³. Formeel is daar ook nog geen budget aan toegekend. Van 2 van de 3 projecten is achterhaald dat er ruwweg 1 miljoen euro wordt aangevraagd per project, terwijl de huidige openstelling ruim 89 miljoen euro omvat. Het ophogen van het budget vraagt daarom meer duidelijkheid over concrete projecten die aanspraak kunnen maken op het SWiG-budget.

Bij het onderdeel 'CO₂-reductie exploratieboring' kan het PBL de genoemde CO₂-reductie niet onderschrijven. De CO₂-reductie wordt geclaimd voor de gehele looptijd van het project. Ons inziens kan je nog wel betogen dat de aanlooptijd naar een geothermieproject wordt ingekort (bijvoorbeeld met 2 jaar), waardoor het reductie-effect van die 2 jaar kan worden toegerekend aan het beleid. De rest van de looptijd telt vervolgens bij de SDE++-regeling. Ook dit is al discutabel, want de barrières voor geothermie zijn er vele en er wordt meer gedaan, zoals bodeminventarisaties door TNO-AGE. Bovendien, moet nog maar blijken of de aanlooptijd naar geothermieprojecten ook daadwerkelijk wordt ingekort. Zelfs als dat zo is, is een emissiereductie voor de gehele looptijd niet aan de orde.

Bij seismologisch onderzoek is de claim dat er circa 10 procent van de projecten van de grond komen die er anders niet van de grond zouden zijn gekomen. De onderbouwing kan het PBL niet verifiëren.

Overige opmerkingen

In de Voorjaarsnota is al melding gemaakt van 200 miljoen euro uit het Klimaatfonds om de randvoorwaarden op orde te krijgen. Dit is in de Klimaat- en Energieverkenning 2025 als volgt

²² Overigens lijkt in het fiche een rekenfout gemaakt te zijn door tonnen CO₂-reductie te delen door het bedrag. Dat levert een getal in ton per euro in plaats van, wat je verwacht, een getal in euro per ton.

²³ Zie RVO <https://projecten.rvo.nl/nl?search=&f%5Bo%5D=subsidieregeling%3A3967>

beoordeeld: “Het stimuleren van (energie) infrastructuur is noodzakelijk voor de energietransitie. De SWiG wordt daarom beoordeeld als randvoorwaardelijk beleid. Infrastructuur levert in zichzelf geen PJ's op, maar er wordt rekening gehouden met (toekomstige) warmtelevering in de KEV”²⁴.

²⁴ PBL & TNO (2025), Beleidsoverzicht en factsheets beleidsinstrumenten. Achtergronddocument bij de Klimaat- en Energieverkenning 2025, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving).
<https://www.pbl.nl/system/files/document/2025-09/pbl-2025-beleids-overzicht-en-factsheets-beleids-instrumenten-achtergronddocument-bij-de-klimaat-en-energieverkenning-2025-5799.pdf>

4 Vroege fase opschaling

4.1 Doelstelling en ingediende voorstellen

4.1.1 Operationele doelstelling

De operationele doelstelling van het perceel is als volgt:

- Het vergroten van de beschikbaarheid van innovatieve technologie met een schaalbare functie en belangrijke rol voor de Nederlandse klimaatneutrale samenleving, zodat het daardoor mogelijk wordt om verdere uitrol te bewerkstelligen door generiek beleidsinstrumentarium.
- Dit gaat in eerste instantie om technieken voor hoogwaardige hernieuwbare energiedragers die pas kosteneffectieve CO₂-reductie kunnen faciliteren bij substantiële opschaling. Daarbij is gestart met innovatieve en kansrijke technieken op de terreinen elektrolyse, vergassing en pyrolyse wat bijdraagt aan de beschikbaarheid van 3 tot 4 gigawatt waterstofproductie in 2030 en de opschaling van groen gas.
- Binnen het perceel zal – uitgaande van realisatie van de doelstellingen voor hoogwaardige energiedragers – daarnaast ook ruimte zijn voor andere toekomstige technologieën, mits deze voldoen aan de voorwaarden dat deze opschaalbaar zijn en bijdragen aan de klimaatneutrale samenleving en opbouw van het energiesysteem.

4.1.2 Ingediende voorstellen en oordeel fondsbeheerder

Tabel 4.1

Voorstellen Klimaatfonds met PBL-reflectie, perceel Vroege Fase Opschaling, inclusief conceptbeoordeling Fondsbeheerder (bedragen in miljoen euro)

Titel	Claim	Toekenning MJP 2027	Toekenning MJP 2027 onder voorwaarde	Reservering MJP 2028	Paragraaf reflectie PBL
Stimulering en normering gescheiden inzameling bioafval bij huishoudens ten behoeve van groen gas	24,876	0	6,376	0	4.2.3
Uitvoeringskosten Circulaire Hefboom	1,45	0	0	0	4.3.3
Continuering Circulair Implementeren en Opschalen (CIO)	47,9	0	0	0	4.4.3
Continuering DEI+CE en EKO CE	20,3	0	20,3	0	4.5.3
Continuering subsidie omschakeling plasticverwerkers (SOPV)	20	0	10	0	4.6.3

CAPEX/OPEX subsidie voor plastic recyclers	150	o	o	o	4.7.3
Innovatiezone Energie op Zee	90	o	o	o	4.8.3
Stimulans Industrial Demand Side Response (iDSR)	198,9	o	o	198,9	4.9.3
Verduurzaming kleine schip	150	o	o	o	4.10.3
Publiekscampagne deelmobiliteit	10	o	o	o	4.11.3
Inruilregeling voor de vervanging van oude, fossiele brandstofauto	277	o	o	104	4.12.3
Synthetische luchtvaartbrandstoffen	150	o	o	150	4.13.3
EU STIP – e-SAF pilot-tender	150	o	o	o	4.14.3
Bandenspanning	5	o	o	o	4.15.3
EV-gedragaanpak 2026-2035	27	o	o	o	4.16.3
Subsidie koeltrailer zwaar wegvervoer	75	o	o	o	4.17.3

Algemene opmerkingen PBL fiches voor plastics

Vijf fiches in het perceel vroege fase opschaling waarop het PBL heeft gereflecteerd gaan over plastics (zie paragraaf 4.3 t/m 4.7). Het PBL vindt het relevant om het fiches voor plastics maatregelen in samenhang te bezien, want ze horen samen in strategische afwegingen. Daarom vooraf enkele opmerkingen met betrekking tot deze fiches in samenhang.

De verbranding van plastics leidt op dit moment tot veel vermijdbare CO₂-uitstoot. Een circulaire plastic keten is onmisbaar om te komen tot een klimaatneutrale samenleving. Het opbouwen van een circulaire plastic keten (en dus uitfasen van fossiele kunststof) vraagt om meer recycelaat en *biobased* grondstoffen. Het gaat hierbij zowel om het ondersteunen van nieuwe bedrijven en installaties als om overheid houden van bestaande installaties in Nederland. Het alternatief is het op grote schaal importeren van recycelaat en/of plastics die deels recycelaat als grondstof hebben, maar dit draagt niet bij aan het toekomstige verdienvermogen.

Uit de strategische afwegingen zouden samenhangende en consistente keuzes voor instrumenten moeten volgen. Als bijvoorbeeld wordt gekozen voor het vergoeden van de operationele kosten van recyclers (zoals in de CAPEX/OPEX regeling wordt voorgesteld), dan is het zinvol om voor bestaande en nieuwe installaties te komen tot een vergelijkbare regeling voor de operationele kosten. Dit om marktverstoring zoveel mogelijk te voorkomen en te zorgen dat er geen additionele druk op bestaande recyclinginstallaties ontstaat.

De strategie ontbreekt in de discussie. De discussie gaat nu vooral over het behalen van klimaatwinst en het ondersteunen van recyclers in Nederland op de korte termijn, maar vraagt nadrukkelijk

ook om een langetermijnperspectief en daarbij behorende regelingen om innovatie te bevorderen, zoals de DEI+CE-regeling en de SOPV.

De transitie naar een circulaire economie is onzeker en verschillende oplossingen en verdienmodellen hebben nog ondersteuning nodig om rendabel te kunnen zijn en op te schalen. Dit vraagt ook om investeringen die niet op korte termijn renderen, maar wel de transitie verder brengen. Voorbeelden zijn investeringen in hogere circulaire strategieën zoals hergebruik en reparatie.

Door het ontbreken van de lange termijn in de discussie ontstaan mogelijk problemen en blijven belangrijke afwegingen liggen. De grote variëteit aan subsidies kan leiden tot dubbel subsidiëren, bijvoorbeeld als bedrijven aanspraak kunnen maken op zowel de circulaire hefboom als de CAPEX/OPEX-regeling. Dat speelt nu nog niet, aangezien de circulaire hefboom op zijn vroegst in 2028 operationeel is. Wel is het belangrijk om dat voor de toekomst in de gaten te houden. Voor de lange termijn blijft de vraag nu liggen hoe we daar komen, bijvoorbeeld door tijdelijk een onrendabele top te subsidiëren voor de noodlijdende recyclers die op termijn cruciaal zijn voor de oplossing.

4.2 Stimulering en normering gescheiden inzameling bioafval bij huishoudens ten behoeve van groen gas

4.2.1 Omschrijving voorstel

Het fiche beoogt de gescheiden inzameling van huishoudelijk afval bij gemeenten te verbeteren, met specifieke aandacht voor gfe-afval (groente-, fruit-, etensresten) ten opzichte van het overige huishoudelijke afval. Het beter bron-scheiden van bioafval biedt verschillende kansen, zoals:

- De productie van biogas ter vervanging van primaire grondstoffen zoals aardgas.
- Het inzamelen en (circulair) verwerken van een afvalstroom die momenteel de fractie rest-afval vergroot en wordt verbrand.
- Minder vervuiling van het pmd-afval waardoor deze stroom beter te recycleren is.

Het voorstel kent vier maatregelen. De eerste maatregel betreft het afschaffen van de uitzonderingsgronden waarvan gemeenten momenteel gebruik kunnen maken om niet te hoeven voldoen aan de wettelijke verplichting tot gescheiden afvalinzameling, zoals in wijken met flats of in centrumgebieden. De overige maatregelen betreffen stimulerende maatregelen voor het opzetten van een expertpool die gemeenten helpt met het maken van beleidsplannen voor het uitrollen en implementeren van bioafvalinzameling, een tegemoetkoming voor het uitrollen van inzamelmidelen en een tegemoetkoming voor het uitvoeren van ondersteunende acties door gemeenten voor communicatie, controle en handhaving.

4.2.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

“Toekennen onder voorwaarden van 6,376 miljoen euro. Dit fiche ziet toe op invulling van de reservering van 188,1 miljoen euro voor circulaire economie. De maatregel intensificeert de gescheiden afvalinzameling in gemeenten met als doel de groengasproductie te verhogen. De maatregel wordt onder voorwaarden gedeeltelijk toegekend voor 6,376 miljoen euro. Er is potentieel bij betere afvalinzameling van bioafval. De voorgestelde maatregelen zijn duidelijk onderbouwd met gedragsonderzoek. Ook gaat het hier om een maatregelenpakket (i.p.v. een individuele maatregel), wat de effectiviteit vergroot. De potentie voor gedragsverandering lijkt daarom groot, en daarmee ook de potentiële CO₂- en PJ-besparing. De voorgestelde maatregel 1, 2 en 3 zijn logisch en navolgbaar. Deze worden toegekend. Maatregel 4, een informatiecampagne voor 18,5 miljoen euro, wordt niet toegekend. Het specifieke effect hiervan is onduidelijk en het bedrag is fors ten opzichte van de andere ondersteunende maatregelen, wat tegenstrijdig lijkt. Er wordt dus in totaal 6,376 miljoen euro toegekend, onder voorwaarde dat de bijbehorende normering verder wordt uitgewerkt en door-gang vindt (goedkeuring door parlement). Voor alle maatregelen die zijn ingediend onder de reservering circulaire economie geldt dat het PBL gevraagd wordt te reflecteren op de prioritering gezien de situatie in en opgave van de sector.”

4.2.3 Reflectie PBL

Relevantie

Het PBL stuit op enkele onduidelijkheden rond het voorstel. Ten eerste, het voorstel lijkt niet te passen binnen het perceel vroege fase opschaling van het Klimaatfonds, omdat het meer gericht is

op het voorkomen van verhoging van de afvalstoffenheffing door gemeenten dan op technologie-ontwikkeling. De vraag is waarom financiering uit het Klimaatfonds moet komen en niet vanuit de afvalstoffenheffing. Wel is er sprake van additionaliteit van deze maatregelen ten opzichte van ander klimaatbeleid. Het probleem dat men hier wil oplossen, namelijk het beter scheiden van bioafval in hoogbouw en centrumgebieden, is heel specifiek en andere maatregelen uit het klimaatbeleid grijpen zeer waarschijnlijk niet op dit punt aan. Ten tweede roept het schrappen van uitzonderingen in de wet vragen op, vooral in wijken waar gescheiden inzameling technisch moeilijk is, zoals in historische binnensteden. Hoewel er succesvolle pilots zijn, betekent dit niet direct dat het schrappen van de uitzonderingsregel leidt tot betere inzameling op korte termijn in iedere gemeente in Nederland. De consequenties hiervan moeten vooraf en casus-specifiek goed worden overwogen. Ten slotte zijn de rol en het mandaat van afvalcoaches die in een van de maatregelen worden voorgesteld nog onduidelijk, evenals het aantal dat nodig is in Nederland.

Doelmatigheid

De doelmatigheid van de vier voorgestelde maatregelen is vooralsnog onduidelijk. Zoals blijkt uit een CE Delft-studie²⁵ is het plausibel dat de gevraagde middelen kunnen leiden tot een reductie van CO₂-emissies. Voor sommige maatregelen wordt echter slechts een globale bandbreedte van de mogelijke reductie gegeven, terwijl andere maatregelen naar verwachting niet direct bijdragen aan een afname van de CO₂-emissies. Zo varieert de geschatte reductie door het opzetten van een inzamelinfrastructuur tussen de 1 en 5 kiloton, terwijl het aanstellen van afvalcoaches volgens CE Delft niet leidt tot meetbare emissiereducties.

Het PBL vindt overigens de argumentatie dat alleen normeren onvoldoende is, niet volledig onderbouwd. Onder het kopje 'Link met normeren en beprijzen' staat alleen dat normeren leidt tot extra regeldruk en financiële lasten en daardoor een verhoging van de afvalstoffenbelasting.

Plausibiliteit van het genoemde fysieke effect

Het fiche meldt verschillende effecten, met wisselende plausibiliteit. Het CO₂-effect lijkt plausibel op basis van CE-Delft rapport. De inzamelpotentie (in kiloton) voor gfe-hoogbouw komt echter uit een wat ouder rapport. Dat rapport werd in 2014 gepubliceerd en is daarom mogelijk gedateerd. Dit erkent CE-Delft ook in het rapport.

Het effect van de maatregelen op de potentie van afvalscheiding zelf lijkt plausibel op basis van een studie van VANG²⁶, waarnaar in het fiche wordt verwezen. Voor deze studie zijn zes pilotprojecten uitgevoerd in zes grote Nederlandse gemeenten. Een van de conclusies is - zoals ook in het fiche is benoemd - dat: "Het plaatsen van inzamelmiddelen + basiscommunicatie alleen leidt al tot een effect van gemiddeld 20% meer gescheiden inzameling van bioafval (bij huishoudens)". Echter, er zijn vraagtekens te zetten bij of dit percentage ook haalbaar is voor kleinere gemeenten. Daarmee lijkt de opschaalbaarheid van betere inzameling van gfe-afval bij hoogbouw doormiddel van de voorgestelde maatregelen onzeker.

²⁵ Hek, N. van der, Bouwman, P. en J. de Vries (2025), Factsheet | Stimuleren gescheiden inzameling, publicatienummer: gfe25.250387.170a, CE Delft, Delft. Deze studie is semi openbaar. Het is een niet-gepubliceerde factsheet die echter wel opvraagbaar is bij CE Delft.

²⁶ Uitvoeringsprogramma VANG-HHA - Verbeteren afvalscheiding in de hoogbouw, 2020, zie: <https://www.binnl.nl/api/documents/downloadfile?sectionid=203283&fileid=1246425&forcedownload=true>

De kosten in het fiche lijken minder plausibel. Om te beginnen wordt in het rapport van CE Delft expliciet genoemd dat de berekende kosten betrekking hebben op circa 90 gemeenten, die aangaven dat hoogbouw was uitgesloten van gft-inzameling. Van alle gemeenten vormt dit aandeel ongeveer een kwart en is het “laaghangend fruit waar het meest effect verwacht kan worden.” In het CE Delft rapport staat: “De uitrol van deze maatregel naar alle gemeenten in Nederland zal de kosten aanzienlijk verhogen.” Deze bijstelling wordt echter helemaal niet genoemd in het fiche. Vervolgens is het niet duidelijk waar het bedrag van 200.000 euro in 2027 voor ‘het ontwikkelen van communicatiemateriaal en eventueel uitvoeren van onderzoeken’ op gebaseerd is. Dit bedrag komt niet naar voren in de CE Delft studie. Dit geldt ook voor de 4 miljoen euro in 2028 en 18,5 miljoen (voor Maatregel 4) in 2029. Ook CE Delft geeft aan dat deze kosten niet duidelijk naar voren komen uit de studie van VANG. In de conceptbeoordeling van de fondsbeheerder valt overigens te lezen dat de fondsbeheerder dit laatste bedrag van 18,5 miljoen euro ook niet toekent omdat het specifieke effect van de maatregel niet duidelijk is.

4.3 Uitvoeringskosten Circulaire Hefboom

4.3.1 Omschrijving voorstel

De circulaire hefboom is een nieuw instrument. Het voorstel bestaat uit twee delen, een heffingsdeel en een stimuleringsdeel. De heffing vindt plaats op basis van het aandeel fossiel plastic in producten en wordt betaald door importeurs en producenten die (deels) plasticproducten op de Nederlandse markt brengen. Het aandeel fossiel plastic in producten zou in (toekomstige) digitale productpaspoorten (DPP) vermeld moeten staan. De heffingen worden vervolgens terugseluid in een transitiefonds bestemd voor de betreffende sector. Op dit moment wordt onderzocht in hoeverre het juridisch mogelijk is om het heffingsgedeelte te realiseren. Dat lijkt te kunnen. Het terugsluis-mechanisme en de uitvoering heeft nog meer studie nodig. Dit fiche legt alleen een claim voor de voorziene kosten voor uitwerking van de circulaire hefboom, buiten het beleidsdepartement. Het betreft hier een aanvraag voor uitzoek- en implementatiewerk voor een heffing met terugsluis. Het gaat dus niet om de circulaire hefboom zelf.

4.3.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

“Afwijzen. Indiener heeft verzocht deze maatregel te dekken uit de reservering voor de uitvoeringskosten IC12 circulaire plastics norm. Aangezien de besluitvorming over een eventueel alternatief voor deze normering nog niet heeft plaatsgevonden, kunnen er geen middelen uit deze reservering worden toegekend. Bovendien gaat het voorgestelde instrument van de hefboom in tegen de begrotingsregels. I&W heeft verder aangegeven 0,25 miljoen euro van in totaal 0,95 miljoen euro onderuitputting van de eerder toegekende middelen uit het fonds voor CE in te willen zetten voor deze maatregel. Dit verzoek wordt niet goedgekeurd. I&W dient de volledige onderuitputting terug te boeken naar het Klimaatfonds.”

4.3.3 Reflectie PBL

Relevantie

Het gaat om 1,2 miljoen euro totaal voor 2026-2028 voor onderzoek naar en implementatiewerk voor de circulaire hefboom. Onderzoek is nodig voor een goede vormgeving van het instrument. Op deze manier bereidt Nederland zich voor op de EU-verplichting voor 2030.

Het lijkt ons zinvol om een alternatief voor de circulaire plastic norm te ondersteunen, ook als er nog geen besluitvorming over het exacte instrument is genomen. Dit onderwerp is zeer urgent en ook de Staatssecretaris van IenW heeft al eerder aangegeven²⁷ positief tegen dit instrument aan te kijken.

De beoogde inwerkingtreding van de circulaire hefboom in 2028 is laat, dus het instrument kan niet dienen om recyclers in Nederland die op dit moment in financiële problemen zijn te ondersteunen.

²⁷ Verslag van een commissiedebat, gehouden op 11 september 2025, over Circulaire economie.
<https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-32852-391.html>

Normeren en beprijzen

De hefboom bestaat uit een combinatie van beprijzen en subsidiëren. Dit is in principe een goede methode om te prikkelen, en tegelijkertijd draagvlak te behouden doordat de heffing terugvloeit naar de sector.

Plausibiliteit van het genoemde fysieke effect

Er is geen fysiek effect gekwantificeerd. Dat is onderdeel van het te starten onderzoek. In algemene zin kan een goed vormgegeven circulaire hefboom een grote bijdrage leveren aan de klimaatdoelen.

4.4 Continuering Circulair Implementeren en Opschalen (CIO)

4.4.1 Omschrijving voorstel

De subsidieregeling Circulair Implementeren en Opschalen (CIO) richt zich op circulaire projecten, waardoor materialen en producten langer en vaker gebruikt worden. De subsidie helpt bedrijven bij het starten en opschalen van nieuwe circulaire projecten, gericht op:

- Hergebruik van producten;
- Reparatie, hergebruik, opknappen en *remanufacturing/refurbishing* van onderdelen;
- Verwerking en hergebruik van materialen via hoogwaardige recycling;
- Ondersteunende diensten en logistiek voor hergebruik, reparatie en recycling.

De maatregel reduceert CO₂-emissie door levensduurverlenging en hoogwaardige verwerking (recycling). Een indicatieve berekening van CE Delft stelt, dat elke kilo kunststofverpakking die gerecycled i.p.v. verbrand wordt, circa 1 kg CO₂-emissie reduceert. Kunststof weegt hier het zwaarst, maar ook verbranding van textiel en hout (meubels) veroorzaakt aanzienlijke uitstoot.

Dit is een bestaande maatregel die – ondanks populariteit – na 2025 geen nieuwe openstelling heeft staan, doordat buiten het Klimaatfonds momenteel weinig stimuleringsmiddelen voor CE beschikbaar zijn.

4.4.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

“Afwijzen. Dit fiche ziet toe op invulling van de reservering van 188,1 miljoen euro voor circulaire economie. Het fiche is onvoldoende uitgewerkt, zo ontbreekt de PxQ-onderbouwing. Het is positief dat de huidige regeling overtekend wordt, echter ontbreekt de uitwerking en lijkt er niet sprake van structurele reductie. Het wordt niet duidelijk waarom dit nu uit het Klimaatfonds gefinancierd dient te worden. Voor alle maatregelen die zijn ingediend onder de CE-reservering geldt dat het PBL gevraagd wordt te reflecteren op de prioritering gezien de situatie in en opgave van de sector.”

4.4.3 Reflectie PBL

Relevantie

Het is een hele brede regeling, waaronder zowel levensduurverlenging door hergebruik en reparatie als meer hoogwaardige recycling vallen. Het zou logischer zijn om deze circulariteitsstrategieën apart te houden, omdat ze behoorlijk verschillen wat betreft organisatie en benodigde middelen. Strategieën gescheiden houden is ook logisch vanwege de vermoede wisselende effectiviteit van de verschillende onderdelen, hoewel daar geen inzicht in bestaat. Het is evident dat door circulaire strategieën in te zetten klimaatwinst kan worden geboekt.

In het algemeen is het belangrijk om deze activiteiten te ondersteunen, aangezien de business case voor circulaire economie slecht is, maar de maatschappelijke baten inclusief klimaatbaten wel hoog zijn.

Dat de regeling was overtekend zegt iets over populariteit, niet over effectiviteit en uitvoerbaarheid. Wij hebben geen zicht op hoe de 47,5 miljoen euro zich verhoudt tot eerdere beschikbare bedragen.

Doelmatigheid, normen of beprijzen

Er is een verband tussen deze subsidieregeling en de *Right to Repair* en de *Ecodesignrichtlijn*. Deze Europese maatregelen zijn echter nog niet volledig uitgewerkt en gaan pas in de toekomst in. Er is niet direct een alternatief voor handen om dit op nationaal niveau te regelen, anders dan stimulering van projecten.

Additionaliteit

Het sterke punt van de CIO-regeling is de additionaliteit t.o.v. overig klimaat- en CE-beleid. Zowel de focus op opschaling als de focus op hogere R-strategieën vervult een belangrijke niche. Om deze additionaliteit te versterken, zou de regeling de verschillende circulaire strategieën apart kunnen houden om expliciet budget te reserveren voor hoge R-strategieën. Gezien de hierboven genoemde *Right to Repair* en *Ecodesign*, zal specifiek innovatie en opschaling nodig zijn op (design voor) reparatie en hergebruik, wat doorgaans niet direct door klimaatmaatregelen tot stand komt.

Plausibiliteit van het genoemde fysieke effect

Het gaat bij de 100 kiloton CO₂ per jaar om emissiereductie in Nederland. Daarnaast levert substitutie additionele emissiereductie op buiten Nederland. Deze scope 3 emissie is echter niet gekwantificeerd.

De 100 kiloton is plausibel. Waarschijnlijk is dit een onderschatting, omdat de 1 kilogram CO₂-emissiereductie per kilogram kunststof veel lager ligt dan waar bij de CAPEX/OPEX subsidie voor plastic recyclersmee wordt gerekend (zie paragraaf 4.7), te weten 2 tot 3 kilogram CO₂ per kilogram recycelaat.

4.5 Continuering DEI+CE en EKKO CE

4.5.1 Omschrijving voorstel

De Demonstratie Energie en Klimaatinnovatie (DEI+CE) ondersteunt pilot- en demonstratieprojecten. Ondernemers worden door de DEI+CE met kapitaal ondersteund tijdens de opschalingsfase(s) van een innovatie. Deze financiële instrumenten dekken de (tijdelijke) onrendabele top af.

Gevraagd wordt om de maatregel “continuering DEI+CE” verder te financieren met middelen vanuit de bestaande maatregel “Ondersteuning van o.a. ketenvorming en recyclingtechnieken voor circulaire plastics”.

Het instrument is gericht op innovatieve technologieën die relevant zijn voor de Nederlandse klimaatneutrale samenleving. Deze technologieën kunnen later breder worden uitgerold door andere, generieke beleidsinstrumenten. Het gaat in eerste instantie om technieken voor hoogwaardige hernieuwbare energiedragers die pas kosteneffectieve CO₂-reductie kunnen faciliteren bij opschaling. Gestart wordt met innovatieve en kansrijke technieken op de terreinen elektrolyse, vergassing en pyrolyse.

Naast de DEI+CE betreft dit fiche ook een openstelling van de EKKO CE (Energie & Klimaat Onderzoek en Ontwikkeling: Circulaire Economie). Dit is ook innovatieregeling voor circulaire technieken met ten opzichte van de DEI+CE een relatief laag bedrag (3 miljoen euro tegenover 20 miljoen euro).

4.5.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

“Toekennen onder voorwaarden van 20,3 miljoen euro. Dit fiche ziet toe op invulling van de reservering van 188,1 miljoen euro voor circulaire economie. De maatregel vraagt een bijstorting in de DEI+CE. De DEI+CE is eerder positief beoordeeld en gefinancierd uit het Klimaatfonds. Echter is nog onduidelijk hoe tot het gevraagde bedrag wordt gekomen (de PxQ ontbreekt) en wat hiermee aanvullend bereikt kan worden. Hier moet eerst meer inzicht in worden gegeven alvorens de toekenning daadwerkelijk kan worden gedaan. Indien uit de aanvullende informatie geen additionaliteit blijkt, komt de toekenning onder voorwaarden te vervallen en vloeien de middelen terug naar de algemene reservering circulaire economie. Voor alle maatregelen die zijn ingediend onder de reservering circulaire economie geldt dat het PBL gevraagd wordt te reflecteren op de prioritering gezien de situatie in en opgave van de sector.”

4.5.3 Reflectie PBL

Relevantie

De verlenging van de DEI+CE-regeling heeft een focus op het opschalen van technologische innovaties die bijdragen aan CO₂-reductie, het verwerken (of gereedmaken voor verwerking) van afvalstromen, en het verminderen van het gebruik van grondstoffen via product- en procesinnovaties. De ambitie sluit aan bij de rijksbrede missie van een volledig circulaire economie te realiseren.

Steeds meer onderzoeken, waaronder de ICER 2025²⁸, laten zien dat veel circulaire innovaties blijven steken in de pilotfase. De ambitie van de DEI+ CE om financiële steun te bieden aan technologieën die de stap van pilot naar marktadoptie mogelijk maken, is daarom zeer relevant voor het versnellen van de circulaire transitie. Echter is niet geheel duidelijk of de DEI+ CE zicht richt op het ondersteunen van pilots of poogt innovaties op te schalen voorbij de pilot fase. De focus van de regeling wordt in het fiche omschreven als "vroeg-fase opschaling" (de stap maken van pilot of demonstratie naar bredere toepassing) maar secundaire bronnen (zoals de RVO website) leggen de focus op pilot en demonstratieprojecten.

Daarnaast zal EU-regulering – zoals de PPWR²⁹ – de vraag naar innovatieve toepassingen in de pilotfase en daar voorbij verder vergroten, wat het belang van deze regeling onderstreept.

Het doorzetten van het programma biedt als voordeel dat wordt voortgebouwd op een succesvol en populair initiatief, waardoor geen opstartkosten nodig zijn en de aanpak reeds bekend is bij betrokken partijen. Bovendien zijn de uitkomsten van eerdere evaluaties overwegend positief.

Doelmatigheid

De grote overvraging in de afgelopen DEI+-rondes is niet verrassend gezien de huidige fase van de transitie. Evaluaties laten zien dat veel bestaande subsidieregelingen zich vooral richten op technologieën met een lagere TRL dan de DEI+CE, terwijl juist opschaling een van de belangrijkste knelpunten vormt. De DEI+CE voorziet daarmee in een duidelijke lacune in het instrumentarium.

Tegelijkertijd blijft op basis van de aanvraag onduidelijk in hoeverre de volledige ambitie van de DEI+CE daadwerkelijk wordt gerealiseerd. Zo stelt het voorstel dat de regeling zich richt op "opschaling en noodzakelijke technologische ontwikkelingen die CE-producten, -diensten of -processen mogelijk maken" (p. 3), terwijl de gehonoreerde projecten zich in de praktijk voornamelijk lijken te concentreren op afvalverwerking en recycling.

De bijbehorende EKO-CE-call, die is gericht op "onderzoek naar gedrag van consumenten, bedrijfs- of verdienmodellen" (p. 3), biedt weliswaar ruimte voor meer sociaaleconomisch georiënteerde projecten, maar lijkt vooral gericht op onderzoek en minder op opschaling.

Plausibiliteit van de emissiereductie

Uit de gerapporteerde CO₂-emissiereductie van eerder toegekende projecten in de DEI+-regeling kan worden afgeleid dat per 15 miljoen euro subsidie ongeveer 0,04 megaton CO₂-emissiereductie per jaar binnen Nederland behaald kan worden. Daarbij is het goed te realiseren dat de DEI+CE vooral gericht is op pilot- en demonstratieprojecten. Het directe effect van dit instrument is weliswaar plausibel maar relatief klein.

Hoewel een expliciete berekening van de CO₂-emissiereductie ontbreekt, lijkt het plausibel dat de gehonoreerde projecten (indirect) kunnen bijdragen aan een substantiële emissiereductie. De beschreven ambities van de DEI+CE en de aard van eerder gehonoreerde projecten sluiten aan bij wat

²⁸ Hanemaaijer, A. et al. (2025), Integrale Circulaire Economie Rapportage 2025. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving. <https://www.pbl.nl/system/files/document/2025-02/pbl-2025-integrale-circulaire-economie-rapportage-2025-5365.pdf>

²⁹ Packaging and Packaging Waste Regulation: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202500040

noodzakelijk wordt geacht voor het realiseren van voortgang in de transitie. Tegelijkertijd zijn sommige doelstellingen, zoals procesinnovatie of onderzoek naar consumentengedrag, lastig direct te relateren aan concrete CO₂-reducties. Niettemin kunnen deze projecten een belangrijke bijdrage leveren aan de bredere transitie en zijn ze essentieel voor systemische verandering.

De beoogde verdere opschaling en marktadoptie van ontwikkelde technologieën van de DEI+CE kan bovendien leiden tot aanvullende emissiereducties. In het huidige voorstel blijft echter onduidelijk hoe deze indirecte effecten en de bijbehorende emissiereducties worden meegenomen in de beoordeling. Desondanks is onze verwachting dat de DEI+CE op de langere termijn substantieel kan bijdragen aan het realiseren van zowel de klimaatdoelen als de doelstellingen voor de circulaire economie.

Overige opmerkingen

In de aanvraag ontbreken nog enkele elementen. Zo ontbreekt een nadere beschrijving van de opzet en inrichting van de evaluatie. Ook is de toelichting op de 'additionaliteit ten opzichte van het huidige klimaatbeleid' niet uitgewerkt. Deze kan wel deels worden afgeleid uit de eerdere tekst, waarin wordt beschreven hoe het voorkomen en verminderen van grondstoffengebruik kan bijdragen aan CO₂-emissiereductie. Ook is onduidelijk hoe DEI+CE bijdraagt aan de gescheiden inzameling en sortering van afval, als voorbereiding op hergebruik of recycling en het terugwinnen van kritieke materialen.

4.6 Continuering subsidie omschakeling plasticverwerkers (SOPV)

4.6.1 Omschrijving voorstel

De Subsidie Omschakeling Plasticverwerkers (SOPV) is een relatief eenvoudige regeling. De subsidie is voor plasticverwerkers en *compounders*. Ondernemers kunnen per jaar maximaal tweemaal een subsidie krijgen voor het uitvoeren van één of meer productietesten waarbij zij meer circulaire plastics verwerken in de producten. De toegekende subsidie bedraagt maximaal 25.000 euro per aanvraag en dekt maximaal 75 procent van de kosten die de ondernemer maakt. De andere 25 procent betalen de ondernemers zelf.

4.6.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

“Toekennen onder voorwaarden van 10 miljoen euro. De maatregel ziet op de vergoeding van productietesten met circulair plastic in de bedrijfsvoering en volgt uit de reservering van 188,1 miljoen euro voor circulaire economie. Het belang van laagdrempelig testen met circulaire materialen wordt gezien. Daarom wordt gestart met een eerste tranche van 10 miljoen euro, onder voorwaarde zodat kan worden gezien of de maatregel succesvol is. Echter dient eerst de onderbouwing voor het gevraagde bedrag te verbeteren (de PxQ ontbreekt bijvoorbeeld nog). Voor alle maatregelen die zijn ingediend onder de reservering circulaire economie geldt dat het PBL gevraagd wordt te reflecteren op de prioritering gezien de situatie in en opgave van de sector.”

4.6.3 Reflectie PBL

Relevantie

De SOPV lijkt ons een relevante regeling om de vraag naar recyclaat te stimuleren. De subsidieregeling is vooruitlopend op de EU plastic-norm voor 2030 en draagt bij aan de doelen die daarin worden gesteld. De vraag is echter hoe groot de interesse in de praktijk is. Dat viel in 2024 en 2025 tegen: voor 2025 is 6 miljoen euro aan subsidie ingesteld en 3,2 miljoen euro verleend, en in 2026 is 13 miljoen aan subsidie ingesteld en voor 5,1 miljoen euro aan subsidie aangevraagd (op het moment van schrijven worden er nog subsidieaanvragen beoordeeld). Het bedrag is verlaagd naar 4 miljoen euro in 2026.

Normeren en beprijzen

In 2023 is besloten tot het ontwikkelen van de Subsidie Omschakeling Plasticverwerkers (SOPV) in aanloop naar de destijds geplande circulaire plastic-norm. Toen de circulaire plastic-norm in de besluitvorming werd gepauzeerd, bleef de subsidieregeling in stand. Inmiddels nadert er wel Europese regelgeving vanaf 2030 waarin vergelijkbare normen zijn opgenomen. Met de SOPV kunnen plasticverwerkers zich voorbereiden op de aankomende EU-regelgeving.

Plausibiliteit van het genoemde fysieke effect

Het effect is onzeker, want in hoge mate afhankelijk van de vraag of de tests ook leiden tot meer recyclaat in de productie. Overigens worden er in het voorstel ook geen uitspraken gedaan over de omvang van het effect.

4.7 CAPEX/OPEX subsidie voor plastic recyclers

4.7.1 Omschrijving voorstel

De regeling geeft naast een subsidie in investeringen voor recycling ook een subsidie voor de meerkosten ten opzichte van fossiel plastic.

Het bestaande subsidie-instrumentarium voor het ontwikkelen van de recycalaatmarkt is gericht op investeringsondersteuning (CAPEX). Dit gebeurt met name door de instrumenten DEI-CE, DEI+, VEKI en de groeifondsprogramma's CPNL en BBC. Ook is er in het Meerjarenprogramma Klimaatfonds 2026 een overbruggingskredietregeling voor plastic recyclers toegekend (voor 20 miljoen euro).

De Plasticstafel³⁰ heeft aangegeven dat een tegemoetkoming in de meerkosten ten opzichte van fossiel plastic nodig is, en vraagt het Kabinet een CAPEX/OPEX ondersteuning uit te werken: “Daarom adviseert de plasticstafel het kabinet om het mogelijk te maken om de klimaatfondsmiddelen in te zetten voor de ontwikkeling van een gekoppelde CAPEX-OPEX subsidieregeling voor uitbreiding van de productiecapaciteit voor circulair plastic bij producenten en verwerkers.”

Uit de Plasticstafel kwam de expliciete wens naar voren voor ook een OPEX subsidie-instrument. Dit is eerder in verschillende studies onderzocht en blijkt lastig. Dat ligt anders voor een gecombineerde CAPEX/OPEX regeling, waar al een blauwdruk voor ligt, goedgekeurd door de Commissie. Insteek is daarom om nu een regeling te ontwikkelen die ook voor kleinere projecten te gebruiken. Een lagere projectomvang past beter bij de kosten van projecten voor mechanische en chemische recycling, omdat die nog relatief kleinschalig zijn.

4.7.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

“Afwijzen. Dit fiche ziet toe op invulling van de reservering van 188,1 miljoen euro voor circulaire economie. Er wordt nog niet voldaan aan de voorwaarde die daar is gesteld: de vrijwillige afspraken die voorgesteld worden, zijn niet hard genoeg om de voorwaarde voor normering in te vullen. Verder is de regeling die is ingediend nog onvoldoende uitgewerkt. Het blijft onduidelijk of de beleidsdoelen realistisch zijn in een markt die het zwaar heeft en faillissementen kent. Het ligt dan niet voor de hand om middelen toe te kennen voor verdere opschaling van de sector. Voor alle maatregelen die zijn ingediend onder de CE-reservering geldt dat het PBL gevraagd wordt te reflecteren op de prioritering gezien de situatie in en opgave van de sector.”

4.7.3 Reflectie PBL

Relevantie

Met het oog op klimaatneutraliteit en het verminderen van importafhankelijkheden van de Nederlandse economie is het van belang om de recyclingsector in stand te houden en op te schalen. Dit is

³⁰ Het kabinet-Schoof heeft in het voorjaar van 2025 maatschappelijke organisaties en sectorvertegenwoordigers van een Plasticstafel gevraagd tot één of meerdere normerende en/of beprijzende maatregelen te komen die gedragen en uitvoerbaar zijn als alternatief voor de circulair-plastic-norm en de polymerenheffing. De Plasticstafel publiceerde op 1 juli 2025 een eindrapport. <https://open.overheid.nl/documenten/69e84841-214e-4416-912e-a9e72ad4d27f/file>

ook nodig om de aangekondigde Europese normeringen – zoals de PPWR – door Nederlandse bedrijven mogelijk te maken. Recycling van kunststoffen voorkomt dat de kunststoffen worden verbrand en is daarmee direct van invloed op de CO₂-emissies. Om voldoende recycalaat te hebben in 2030 om te voldoen aan de PPWR is uitbreiding van de recyclingcapaciteit nodig.

In de conceptbeoordeling wordt aangegeven dat de sector het zwaar heeft en dat het daarom niet voor de hand ligt om middelen toe te kennen voor het opschalen van deze sector. Bij deze redenering willen we enkele kanttekeningen plaatsen. Ten eerste heeft Nederland een goede uitgangspositie op plastic recycling die verloren dreigt te gaan door, met name door de kunstmatig lage prijzen van fossiele kunststoffen uit vooral China en de VS. Als Nederland er voor kiest om deze positie te behouden en uit te breiden – mede met het oog op het voldoen aan de PPWR in 2030 – is tijdelijke ondersteuning vanuit de overheid zinvol en noodzakelijk. Dit vraagt om het ondersteunen van bestaande recyclers én het ondersteunen van capaciteitsuitbreiding. Voor het ondersteunen van bestaande recyclers zijn echter geen voorstellen ingediend. Ten tweede is het alternatief voor recycling in Nederland het importeren van recycalaat uit het buitenland om aan de PPWR te voldoen. Als er door minder recycling in Nederland meer plastic afval wordt verbrand, zal dat leiden tot extra CO₂-emissies. Daarnaast wordt Nederland voor plastic recycalaat dan in toenemende mate afhankelijk van landen buiten de EU.

Normeren en beprijzen

Onder de PPWR volgen er normen vanuit de EU. De subsidieregeling is bedoeld als ondersteunend hieraan en om ervoor te zorgen dat Nederland is voorbereid.

Plausibiliteit van het genoemde fysieke effect

Het genoemde reductie-effect is niet plausibel. De 200 kiloton capaciteit erbij per jaar is erg ambitieus. Daarnaast lijkt de 575 kiloton CO₂-emissiereductie niet het effect van alleen deze regeling maar eerder van de combinatie met de PPWR. Het voorgestelde instrument is daar een hulpmiddel bij. Het is niet mogelijk het effect van beide instrumenten separaat in te schatten.

De kosteneffectiviteit is berekend op 326 euro per ton CO₂-emissiereductie. Deze berekening lijkt niet te kloppen. Immers gaat het om 460 kiloton per jaar, en de uitgaven van 150 miljoen euro cumulatief. Deze getallen zijn niet van dezelfde orde en kunnen niet door elkaar gedeeld worden.

Overige opmerkingen

Een belangrijk aandachtspunt bij dit CAPEX/OPEX fiche is de marktversturende werking die dit instrument naar verwachting zal hebben. De voorgestelde regeling geldt namelijk voor nieuw te bouwen installaties, waarbij zowel voor de kapitaalkosten als de operationele kosten subsidie kan worden verkregen. De regeling helpt bestaande recyclers dus niet, maar zet deze juist sterker onder druk, door bij nieuwe installaties de operationele kosten wel te vergoeden en bij bestaande niet. In dat licht is onderstaande passage vanuit het advies van de 'Plasticstafel' relevant.

Voor behoud en verdere opschaling van de huidige sorteer- en recyclingcapaciteit en productiecapaciteit voor biobased polymeren is ondersteuning voor de onrendabele top vanuit de klimaatfondsmiddelen een belangrijke succesfactor, waarbij de potentiële impact kan worden vergroot.

Om te kunnen voldoen aan de Europese verplichtingen voor verpakkingen in 2030 is niet alleen meer recycalaat nodig, maar voor voedsel dient het recycalaat ook aan hogere kwaliteitseisen te voldoen, dan nu met mechanische recycling wordt geleverd. Dit vraagt naar verwachting ook om investeringen in nieuwe installaties die deze kwaliteit kunnen leveren.

Gesteld wordt dat de toepassing van recycleat plastic in producten het gebruik van fossiel plastic vermindert, waarbij er per kilo recycleat er 2 tot 3 kilogram CO₂ wordt bespaard. Daarbij wordt in de voorgestelde regeling echter geen onderscheid gemaakt in de verschillen in rendementen tussen de verschillende recyclingtechnieken. Het lijkt zinvol om binnen de voorgestelde CAPEX/OPEX regeling om bij het investeren wel onderscheid te maken tussen verschillende recyclingtechnieken, omdat er een groot verschil in CO₂-effect zit tussen mechanische recycling en chemische recycling en ook tussen de verschillende chemische recycling technieken. Zo scoren mechanische recycling en polymerisatie aanzienlijk beter wat betreft het milieurendement dan pyrolyse en vergassing.

Circulaire economie draagt bij een CO₂-emissiereductie. Bij gebrek aan alternatieve financieringsbronnen ligt het in de rede om de recyclingindustrie vanuit het Klimaatfonds te stimuleren vanwege de verwachte CO₂-winst die daaruit volgt. Toch lijkt er discussie of deze maatregel gericht op nieuwe installaties of het ondersteunen van bestaande recyclinginstallaties thuishoort in het Klimaatfonds. Duidelijkheid hierover is van groot belang vanwege investeringsbeslissingen gericht op een CO₂-arme plasticproductie én toekomstig verdienvermogen in Nederland.

4.8 Innovatiezone Energie op Zee

4.8.1 Omschrijving voorstel

Het voorstel behelst de oprichting van een offshore innovatiezone voor energie op zee. Het doel is om innovaties in windenergie op zee te ondersteunen en te versnellen, met een focus op het verlagen van kosten, verbeteren van systeemintegratie, en minimaliseren van ecologische impact. De innovatiezone moet dienen als een test- en experimenteergebied. Het voorstel claimt 75 miljoen euro voor infrastructuur en 5 miljoen euro per jaar voor exploitatie en kleinschalige projecten. Grotere projecten kunnen gebruikmaken van bestaande subsidies.

De maatregel beoogt de opschaling van windenergie te ondersteunen. Er zijn uitdagingen zoals systeemintegratie en ecologische duurzaamheid die moeten worden aangepakt. De innovatiezone biedt ruimte voor testlocaties om innovatieve technologieën te ontwikkelen, die uiteindelijk de kostprijs van windenergie kunnen verlagen en de integratie in het energiesysteem kunnen verbeteren. De planning voorziet in een operationele innovatiezone in 2028, met verdere stappen vanaf 2026.

4.8.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

“Afwijzen. De maatregel betreft een innovatiezone bij bestaande windparken op zee. Het ficheformat is niet volledig ingevuld, zo ontbreekt de PxQ-onderbouwing. De redenen waarom de huidige uitvoering niet werkt, lijken ook deels op alternatieve wijze opgelost te kunnen worden (bijvoorbeeld door regelgeving rondom vergunningen, dan wel vanuit bestaande inpassingskosten). De urgentie ontbreekt waarom dit nu uit het Klimaatfonds ondersteund moet worden. De maatregel wordt afgewezen.”

4.8.3 Reflectie PBL

Wind-op-zee is een volwassen technologie die zich in de praktijk heeft bewezen en waar zowel vanuit beleid als vanuit de markt vraag naar is. Dat wil echter niet zeggen dat er geen ruimte is voor innovatie bij wind-op-zee. Deels vindt dit ook al plaats omdat bedrijven een belang hebben bij verdere kostendaling en innovatie, maar er is ook een rol voor de overheid in het stimuleren van innovatie, omdat de winst van innovatie niet alleen bij de innoverende bedrijven neerslaat maar ook bij andere bedrijven (positieve externaliteit). Daarnaast richt het voorstel zich ook op andere technologieën, zoals zon-pv op zee.

De voorgestelde Innovatiezone is in aanvulling op al bestaande subsidies voor innovatie, zoals de MOOI, EKOI en DEI+. Het is de vraag wat aanvullend beleid daar nog aan toevoegt en in hoeverre het bijdraagt aan de opschaling van startups, afgezien van het bieden van een toegewezen ruimte op zee voor dergelijke innovaties. Daarnaast zijn er alternatieven zoals bijvoorbeeld normeringen of vraagcreatie. Beprijzing zoals het ETS geeft ook een extra stimulans voor de uitrol van nieuwe, CO₂-vrije technologie zoals wind-op-zee en kan daarmee bijdragen aan *learning-by-doing*.

In het voorstel wordt aangegeven dat er geen inschatting gemaakt kan worden van de te realiseren CO₂-emissiereductie (effect niet te valideren).

4.9 Stimulans Industrial Demand Side Response (iDSR)

4.9.1 Omschrijving voorstel

Het voorstel *Stimulans Industrial Demand Side Response (iDSR)* richt zich op het intensiveren en mogelijk aanpassen van de bestaande Flex-E regeling. Deze regeling ondersteunt de flexibilisering van de elektriciteitsvraag in de industrie door bedrijfsprocessen te sturen en gebruik te maken van energieopslag en conversie. De maatregel omvat een verlenging van de bestaande investeringssteun tot 2026, met een voorkeur voor extra budget voor 5-10 jaar om iDSR sneller te realiseren en netcongestie te verlichten. Het beoogt directe en indirecte CO₂-reductie door het verschuiven van elektriciteitsvraag naar momenten met meer hernieuwbare opwekking. De regeling wil zo de industrie ondersteunen bij het verduurzamen en vergroten van de leveringszekerheid, met een potentieel positieve invloed op werkgelegenheid en lagere systeemkosten.

4.9.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

“Reservering van 198,9 miljoen euro behouden. De maatregel betreft de uitwerking van een bestaande reservering van 198,9 miljoen euro in het Klimaatfonds. Er wordt 276 miljoen euro gevraagd. Het fiche geeft aan dat mogelijk wordt aangesloten op de Flex-E-regeling. Dit is een reeds bestaande, goed functionerende regeling. Het wordt echter niet goed duidelijk hoe dit fiche precies op die regeling aansluit. Ook is de financiële reeks onduidelijk, de claim lijkt fors hoger dan de bestaande reservering en de kasreeks telt niet op. De onderbouwing heeft een verdere uitwerking nodig, waarbij ook openstaande PM's worden ingevuld. Ook dient eerst meer inzicht gegeven te worden in de potentie in de markt. De huidige Flex-E-regeling staat open voor circa 7 miljoen euro het fiche stelt voor direct circa 70 miljoen euro per jaar te subsidiëren. Dit is een fors verschil en hier is meer onderbouwing voor nodig. Ook is de staatssteungoedkeuring onzeker indien hogere steunbedragen per project worden gegeven.”

4.9.3 Reflectie PBL

PBL gaf in haar reflectie op het voorstel van vorig jaar aan het nut en noodzaak te zien van de verdere ontwikkeling van demand side response in de industrie, echter met de kanttekening dat het voorstel nog niet voldoende was uitgewerkt. In vergelijking met het voorstel van vorig jaar legt het huidige voorstel meer nadruk op het verlengen en uitbreiden van de bestaande regeling met aandacht voor grotere projecten. Het voorstel is evenwel nog steeds weinig concreet.

Het gaat om een claim voor voortzetting of uitbreiding van de Flex-E regeling. Stimuleren van flexibiliteit in de vraag is van belang voor verdere opschaling van hernieuwbare elektriciteitsproductie uit wind en zon. De Flex-E regeling is opengesteld in 2025 met een totaalbudget van circa 30 miljoen euro, waarbij circa driekwart van het budget is gereserveerd voor onderzoeken (flexibiliteitscans en haalbaarheidsonderzoeken) en circa kwart voor CAPEX-steun voor flexvermogen zoals grote elektrische boilers. De huidige Flex-E regeling geeft CAPEX-steun met een maximum van 300.000 euro per project. In de reflectie van vorig jaar merkte het PBL ook op dat het relatief lage subsidiebedrag van 300.000 euro per project mogelijk niet voldoende is om significante investeringen in flexibele capaciteit te stimuleren. Bij uitbreiding zoals voorzien in dit fiche zou dit mogelijk worden verruimd tot 2 miljoen euro per project. Het is niet duidelijk hoe de gereserveerde middelen in dit fiche zullen worden ingezet.

Plausibiliteit van het genoemde fysieke effect

Het genoemde effect gaat uit van een subsidie-intensiteit van 250 euro per kilowatt flexvermogen, en realisatie van 1,2 gigawatt flexvermogen. Dit zou betekenen dat het volledige geclaimde budget wordt ingezet voor CAPEX-steun voor flexvermogen. Omdat het fiche onvoldoende duidelijk maakt hoe het budget verdeeld zal worden over onderzoek en CAPEX-steun, is het genoemde effect niet te valideren.

4.10 Verduurzaming kleine schip

4.10.1 Omschrijving fiche

Het voorstel wil met 150 miljoen euro aan middelen zorgen voor hybridisering van ongeveer 500 kleine schepen in de binnenvaart tussen 2027 en 2030. Hybridisering moet leiden tot minder gebruik van de dieselmotor en daarmee CO₂-reductie. Aanvullend wil het fiche voorwaarden opnemen voor verplichte bijmenging van een percentage biobrandstoffen (bovenop de RED III-norm) en energie-efficiëntie. De regeling dient als aanvulling op de 'programma-aanpak energietransitie binnenvaart' en heeft als doel het mkb te helpen om mee te komen in de energietransitie.

4.10.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

"Afwijzen. De maatregel ziet op verduurzaming van specifiek kleine schepen. Het is nog niet duidelijk of er veel interesse is voor tijdelijke hybridisering, dat moet nog blijken uit de huidige subsidie-regeling voor duurzame aandrijflijnen. Er zijn reeds (fors) middelen uit het Klimaatfonds vrijgemaakt voor verduurzaming van de binnenvaart. Deze kunnen eerst benut worden. De maatregel wordt daarom afgewezen."

4.10.3 Reflectie PBL

De claim is over het algemeen goed onderbouwd, maar sommige belangrijke keuzes in de inrichting van de regeling worden in het midden gelaten. Bijvoorbeeld op het punt van subsidievoorwaarden om het gebruik van elektrische voortstuwing te borgen. Ook de aanvullende voorwaarden voor extra bijmenging bio en energie-efficiëntie worden niet specifiek gemaakt.

Kan de effectiviteit worden vergroot door (een combinatie met) normeren of beprijzen?

Er is al sprake van beprijzing vanuit de ETS₂ opt-in en de RED III. De CO₂-uitstoot van de binnenvaart wordt hierdoor vanaf 2028 beprijsd (ETS₂) en de binnenvaart krijgt een in de tijd oplopende verplichting voor gebruik van (een minimum aandeel) hernieuwbare energie (REDIII-implementatie). Het langetermijnperspectief voor de schipper blijft echter onduidelijk: waar moet een schip aan voldoen in 2035, 2040 en daarna? Aangezien binnenvaartmotoren tientallen jaren meegaan, is een duidelijk langetermijnperspectief nodig om grote, toekomstbestendige investeringsbeslissingen te faciliteren.

Plausibiliteit CO₂-besparing

Het fiche raamt een jaarlijkse emissiereductie van 41 kiloton CO₂ na 2031 (en 17 kiloton in 2030), rekening houdend met twee jaar tussen subsidieaanvraag en installatie van de motor. In de emissieberekening lijkt geen rekening te zijn gehouden met de toenemende bijmenging van biobrandstoffen in het basispad (situatie zonder deze maatregel) die nodig is om aan de REDIII-implementatie te voldoen. Als daar wel rekening mee wordt gehouden, valt de emissiereductie naar schatting ongeveer twintig procent lager uit. Daarbuiten lijkt de geraamde reductie realistisch, mits er voldoende animo is en de inzet van de elektromotor kan worden geborgd in de subsidievoorwaarden. De berekende kosteneffectiviteit (4000 euro/ton CO₂) is laag, de voordelen van de regeling moeten meer worden gezocht in de brede energietransitie van de binnenvaart en opschaling van nieuwe technieken.

Freerider effecten (subsidiedeelnemers die zonder de regeling ook zouden hybridiseren) lijken niet waarschijnlijk, omdat de regeling zich richt op kleine, niet kapitaalkrachtige schippers. Zij zouden

zonder subsidie waarschijnlijk met dezelfde motor blijven varen, of stoppen. Het hangt echter wel af van de invulling van de regeling: bereik je inderdaad die doelgroep, of kunnen ook grote rederijen profiteren (waarbij het freerider effect mogelijk hoger is)?

Overige opmerkingen

De voorgestelde hybridisering kan een tussenstap zijn naar volledige elektrificatie. Elektrische vrachtwagenbatterijen zijn in principe geschikt voor de vermogensvraag van kleine schepen en relatief goedkoop (Panteia & Rebel 2025)³¹: de technologie voor 100% *zero emission* (ZE) kleine schepen ligt er dus al. De belangrijkste obstakels in elektrificatie van kleine schepen lijken de beperkte investeringsmogelijkheden en draagkracht van kleine binnenvaartondernemers; en (onnodige) kostenverhogingen door keuringseisen. Hybridisering van kleine schepen omzeilt deze obstakels voor een deel, maar levert ook minder CO₂ reductie op dan elektrificatie. Een alternatief kan zijn om ook bij kleine schepen in te zetten op 100% ZE, waar de overheid kleine ondernemers helpt door een hoger percentage van de meerkosten ten opzichte van een nieuwe dieselmotor te vergoeden. Het is echter de vraag of dat voldoende zou zijn om 100% ZE tot een realistische optie te maken voor kleine schippers.

Panteia & Rebel (2025) geven aan dat het keuring en regelgeving zijn die batterijtechniek (met name afkomstig uit vrachtwagenmotoren) in de binnenvaart onnodig duur maken. Het ligt voor de hand om deze Europese regelgeving te versoepelen, dat komt zowel 100% ZE als hybride ten goede. Nederland kan zich daar in onderhandelingen voor inzetten, als belangrijke speler in de Europese binnenvaart.

De regeling is weliswaar gericht op kleine schepen, maar is bedoeld om kleine, niet kapitaalkrachtige ondernemers in de binnenvaart te helpen mee te komen in de energietransitie. Het kan effectiever zijn om de regeling direct op kleine binnenvaartondernemers te richten. Hoewel kleine ondernemers vaak in kleine schepen varen, bestaat het risico dat juist de kleine schepen van grote rederijen profiteren van de regeling.

Het is belangrijk om hybridisering zodanig uit te voeren dat het schip later zonder extra aanpassingen kan overstappen op 100% ZE. Anders kan hybridisering de energietransitie in de binnenvaart juist in de weg zitten.

³¹ Panteia & Rebel (2025), Hybridiseren van de kleine binnenvaart. Toepassing van zero-emissie truck technologie, techniek en businesscase, Topsector Logistiek. <https://content.topsectorlogistiek.nl/wp-content/uploads/sites/6/2025/02/Hybridiseren-van-de-kleine-binnenvaart.pdf>

4.11 Publiekscampagne deelmobiliteit

4.11.1 Omschrijving fiche

De maatregel richt zich op het versterken van de rol van deelmobiliteit in het (nieuwe) mobiliteitsstelsel. Het budget (cumulatief bedrag van circa 10 miljoen euro) zal worden gebruikt voor een brede deelmobiliteit-publiekscampagne met als doel de bekendheid te vergroten van deelmobiliteit. Deze campagne richt zich op alle vormen van deelmobiliteit, zoals de deelauto, deelscooter, deel(bak)fiets en heeft mensen met de leeftijd van 25-45 jaar als doelgroep.

4.11.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

“Afwijzen. De maatregel ziet op het voorzetten van een bestaande publiekscampagne die volgend jaar afloopt. Maatregel is onderdeel van een breder flankerend beleidspakket, dat nog niet uitgewerkt of uitgevoerd is. Het effect van overheidscampagnes is bovendien over het algemeen niet zeer groot. Hoewel er mogelijk een energiebesparingseffect kan zijn, kan het in de praktijk ook zijn dat deelauto's of deel (e-)scooters vervanging zijn van OV, fiets of wandelen in plaats van een (fossiele) auto. Dat levert geen netto besparing op. Concluderend zijn de genoemde gedragseffecten en daarmee de CO₂- en PJ-effecten onzeker en is de maatregel in uitvoering minder urgent. De maatregel wordt daarom afgewezen.”

4.11.3 Reflectie PBL

Een publiekscampagne zoals voorgesteld in het fiche lijkt een logische ondersteunende maatregel van het programma Natuurlijk!Deelmobiliteit. De maatregel past echter niet logischerwijs in het Klimaatfonds omdat de maatregel niet gericht is op het vergroten van de beschikbaarheid van innovatieve technologie voor hoogwaardige hernieuwbare energiedragers met een belangrijke rol voor de Nederlandse klimaatneutrale samenleving. Wel kan deelmobiliteit een belangrijke rol spelen in het leefbaar en bereikbaar houden van stad en regio. Een toenemend gebruik van deelmobiliteit zal per saldo tot meer mobiliteit leiden en tot een afname van de CO₂-uitstoot, tenzij de extra ritten vooral met particuliere deelauto's gemaakt worden³². De claim is bedoeld voor een publiekscampagne, maar de precieze totstandkoming van het geclaimde budget heeft geen verdere onderbouwing, behalve dat dit een optimaal budget zou zijn voor tv-inzet.

Kan de effectiviteit worden vergroot door (een combinatie met) normeren of beprijzen?

Deelmobiliteit heeft momenteel een klein marktaandeel. Zo waren er in Nederland in 2025 ruim 46.000 deelvoertuigen, waarvan iets minder dan 9450 deelauto's³³. Het aanbod is dus niet zo groot dat een groot deel van de Nederlandse bevolking over kan gaan op deze vorm van mobiliteit. Directe normering van deelmobiliteit zou daarom niet goed aansluiten bij het aanbod, bovendien lijkt een directe vorm van normering van deelmobiliteit niet mogelijk.

³² MuConsult (2024), Effecten van gedragsmaatregelen mobiliteit ten behoeve van de KEV 2024, Amersfoort: MuConsult. https://www.pbl.nl/system/files/document/2025-01/pbl-2024-muconsult-pbl013-effecten-van-gedragsmaatregelen-mobiliteit-ten-behoeve-van-de-kev-2024_5657.pdf

³³ CROW (2026) Staat van de deelmobiliteit 2025 <https://www.crow.nl/kennisproducten/staat-van-de-deelmobiliteit/>

Indirecte vormen van normeren zijn bijvoorbeeld lagere gemeentelijke parkeernormen of fiscale maatregelen waarbij autobezit minder aantrekkelijk wordt, waarbij deelmobiliteit op locaties waar voldoende aanbod is een van de denkbare alternatieven is voor de benzine- of dieselauto.

Plausibiliteit CO₂-besparing

De grootte van het effect lijkt een overschatting. Het betreft een ondersteunende maatregel binnen het beleidspakket voor deelmobiliteit uit het programma Natuurlijk!Deelmobiliteit. De indiener verwacht een CO₂-reductie van cumulatief 0,28 megaton tot en met 2030 (jaarlijkse reductie van 0,069 megaton) van alleen de campagne. Kennis over het effect van dit soort campagnes is beperkt, maar in dit geval lijkt het genoemde effect aan de hoge kant. De indiener verwacht een gedragseffect van 3%. Dit ligt binnen de bandbreedte van de beschikbare literatuur maar het is de vraag of die 3% ook blijvend overstapt op deelmobiliteit (bestending van het effect). Uit eerdere gedragscampagnes zoals rond spitsmijden blijkt dat het effect deels tijdelijk van aard is³⁴. Daarnaast is door het beperkte aanbod lang niet iedereen in staat om al over te stappen op deelmobiliteit, waardoor de vraag is of 3% van de populatie in dit geval wel haalbaar is. De effectschatting lijkt ook uit te gaan van enkel emissieloze deelauto's. Op dit moment is daar nog geen sprake van. De maatregel heeft naast een ondersteunde rol van deelmobiliteit wellicht wel een ondersteunende rol in het vergroten van draagvlak van duurzaam mobiliteitsbeleid.

³⁴ MuConsult (2017), Meta-Evaluatie Spitsmijdenprojecten. Eindrapport, Amersfoort: MuConsult.
<https://muconsult.nl/wp-content/uploads/2024/06/2017-02-09-Meta-Evaluatie-Spitsmijdenprojecten-eindrapport.pdf>

4.12 Inruilregeling voor de vervanging van oude, fossiele brandstofauto

4.12.1 Omschrijving fiche

De indiener beoogt een vervangingspremie te introduceren voor huishoudens die een oude auto (emissieklasse euro-1 t/m euro-4) laten slopen en die vervangen door een tweedehands elektrische auto (*electric vehicle*, EV). Mogelijk wordt er een inkomenstoets toegevoegd om te zorgen dat de regeling alleen voor lagere inkomens beschikbaar is. De claim uit het Klimaatfonds bedraagt in totaal 276,5 miljoen euro voor een periode van 4 jaar (circa 70 miljoen euro per jaar van 2027 t/m 2030).

Het betreft een aangepaste versie van een fiche dat is ingediend onder het MJP 2026. Toen ging het om een claim van 120 miljoen euro voor cofinanciering van een vergelijkbare maatregel, waarbij de resterende 360 miljoen euro uit het Sociaal Klimaatfonds (SCF) moest komen. Die claim is toen onder voorwaarden goedgekeurd, waaronder de voorwaarde dat de claim uit het SCF werd goedgekeurd. Tijdens de voorjaarsbesluitvorming 2026 is politiek besloten een andere maatregel in te dienen bij het SCF. De maatregel voor de inruilregeling is dit jaar in huidige vorm opnieuw ingediend bij het Klimaatfonds.

4.12.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

“Toekennen onder voorwaarden van 0 euro (hoogte nader te bepalen) en reserveren van 104 miljoen euro. De maatregel ziet op een vervangingspremie bij het inleveren van de oude fossiele auto. Hoewel dit in theorie een rechtvaardige maatregel is, wordt nog niet duidelijk hoe waarschijnlijk het is dat dit het gedrag van mensen (d.w.z. overstappen naar een (tweedehands) elektrische auto) substantieel gaat veranderen. Een elektrische auto is vaak fors duurder dan de waarde van de inruilpremie, waardoor er nog steeds een forse investering plaats moet vinden. Bovendien is geld niet de enige reden dat mensen geen EV aanschaffen. Daardoor is er twijfel of deze maatregel inderdaad terecht komt bij lagere inkomens. Het wordt uit het fiche niet duidelijk of er in de uitwerking ook al is gekeken naar soortgelijke maatregelen bij buurlanden en Nederlandse gemeenten. Hoewel het CO₂-effect naar verwachting zeer beperkt is (en daarom de kosten per vermeden ton CO₂ hoog), kan de maatregel in theorie wel een effect kan hebben op de rechtvaardige energietransitie, de verduurzaming van het wagenpark en het stimuleren van de Nederlandse tweedehands EV-markt. Daarom wordt voorgesteld te starten met een pilot. Daarmee kan gekeken kan worden of een dergelijke aanpak succesvol kan zijn. Er kan een nadere onderbouwing worden aangeleverd over welk bedrag passend is voor een dergelijke pilot. Vervolgens zal deze onderbouwing beoordeeld worden en indien positief bevonden, wordt een passend bedrag uit de reservering gehaald en als toekenning onder voorwaarden opgenomen. Los daarvan wordt zowel voor de pilot als voor de reservering een aantal inhoudelijke voorwaarden gesteld.”

4.12.3 Reflectie PBL

De reflectie van vorig jaar blijft onveranderd: “Het voorstel is gericht op huishoudens die zich de komende jaren veelal geen elektrische auto kunnen permitteren. Het voorstel is gericht op een eerlijkere verdeling van de lasten en lusten van de energietransitie, en kan daarmee bijdragen aan verhoging van het draagvlak voor die transitie. Tot nu toe komen subsidies voor elektrische auto's

voornamelijk terecht bij huishoudens met hogere inkomens. Het is rechtvaardig om ook subsidies te richten op het vervangen van oude auto's door huishoudens met een smallere beurs³⁵."

Daarnaast is de claim helder onderbouwd en goed uitgewerkt. Cofinanciering vanuit het Sociaal Klimaatfonds, zoals vorig jaar werd beoogd, lijkt in dit geval logisch.

Kan de effectiviteit worden vergroot door (een combinatie met) normeren of beprijzen?

Er is al sprake van normering en beprijzing. Het Europees bronbeleid normeert de instroom van elektrische auto's in het wagenpark en de brandstofaccijns beprijst het gebruik van brandstof. Met de introductie van het nieuwe emissiehandelssysteem voor het wegverkeer en de gebouwde omgeving (ETS2) in 2028 wordt CO₂-uitstoot in het wegverkeer straks ook direct beprijsd, waardoor dat nu nog indirect gebeurt via de brandstofaccijns. Het fiche geeft terecht aan dat desondanks een EV voor veel huishoudens op dit moment nog geen optie is vanwege hoge aanschafkosten en de nog onvolwassen tweedehandsmarkt. De regeling kan de drempel naar de EV verlagen. Door te kiezen voor een vervangingsregeling in plaats van enkel een subsidie voor gebruikte EV's wordt het potentiële effect van de maatregel weliswaar kleiner (je moet immers ook een oude auto laten slopen om in aanmerking te komen) maar het maakt de regeling waarschijnlijk wel doelmatiger: er wordt voorkomen dat er simpelweg meer auto's in het wagenpark komen en de kans is groter dat juist de huishoudens waarvoor de regeling is bedoeld kunnen deelnemen.

Plausibiliteit CO₂-besparing

De schatting van het CO₂-effect is plausibel. De analyse van de effecten zit gedegen in elkaar. Het PBL ziet geen reden om te twijfelen aan de inschatting maar tegelijkertijd is de kennis beperkt van hoe vervangingskeuzes bij oudere voertuigen eruitzien en hoe dit zich vertaalt naar import- en exportstromen van oudere voertuigen. Iedere inschatting van het gedragseffect van een dergelijke regeling is daarom inherent onzeker. Qua ordegrrootte lijkt een effect van tot 0,1 megaton in 2030 verdedigbaar.

³⁵ Dimitroupoulos, A. & H. Vrijburg (2024), Vervangingssubsidie voor auto's draagt bij aan een inclusieve energietransitie, ESB 109, 358-361. <https://esb.nu/vervangingssubsidie-voor-autos-draagt-bij-aan-in-inclusieve-energietransitie/>

4.13 Synthetische luchtvaartbrandstoffen

4.13.1 Omschrijving fiche

Het fiche betreft een nadere uitwerking van een bestaande reservering uit het Klimaatfonds, namelijk om 150 miljoen euro extra toe te kennen voor een subsidie voor opschaling van de productiecapaciteit van synthetische duurzame luchtvaartbrandstof (kortweg e-SAF). De subsidie is een antwoord op de behoefte van de markt aan financiering van projecten in een hoger TRL-niveau (TRL 7–9: volwassen technologie geschikt voor opschaling) voor de productie van e-SAF. Naar aanleiding van deze behoefte wordt de reeds toegekende 60 miljoen euro aangevuld voor projecten met een hoger TRL-niveau. Het fiche breidt de subsidie verder uit met 150 miljoen euro om ook de grootste projecten, met het grootste klimaateffect, te kunnen ondersteunen.

De subsidie is bedoeld om de productie van e-SAF in Nederland te verzekeren. Uitgaande van de e-SAF-bijmengverplichting in de Europese regelgeving (ReFuelEU_Aviation verordening) is het idee achter deze subsidie om productie in Nederland te stimuleren en zo de afhankelijkheid van buitenlandse leveranciers te beperken. De subsidie moet ervoor zorgen dat bestaande fysieke capaciteiten (zoals het raffinagecluster in Rotterdam en het distributienetwerk, waaronder buisleidingen) en kennis in Nederland behouden blijven en verder worden ontwikkeld.

4.13.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

“Reservering van 150 miljoen euro behouden. De maatregel is nog niet voldoende uitgewerkt: er is nog niet voldoende voldaan aan de voorwaarden over kennisdeling en evaluatie. Ook de regeling zelf is nog niet uitgewerkt. Middelen mogen niet aan departementale fte’s besteed worden. De al eerder toegekende middelen (60 miljoen euro) die nog op de I&W-begroting staan, dienen terug te komen naar het fonds zodat zij bij deze reservering opgeteld kunnen worden in het fonds. Tot slot kent de maatregel samenhang met de maatregel ‘EU STIP-e-SAF pilottender’. Hierbij geldt dat deze maatregel meer ziet op de opschaling van duurzame industrie op nationaal niveau, terwijl de andere maatregel op Europees niveau opschaling stimuleert. Het PBL wordt gevraagd expliciet te reflecteren op de samenhang tussen deze maatregel en de reservering voor e-fuels, en de bredere opgave in de sector en de beste route (nationaal en/of Europees) om de productie op te schalen en de doelen te bereiken.”

4.13.3 Reflectie PBL

Het vergroten van het aanbod van hernieuwbare brandstoffen voor de lucht- en scheepvaart is cruciaal voor een klimaatneutrale mobiliteit in 2050³⁶. De Europese regelgeving (ReFuelEU) verplicht vanaf 2030 in toenemende mate de levering van e-SAF aan de luchtvaart op Europese luchthavens. Tegelijkertijd komen investeringen in e-SAF productiefaciliteiten tot op heden niet van de grond³⁷.

³⁶ Geilenkirchen, G.P. et al. (2024), Klimaatneutrale mobiliteit in 2050. Een verkenning van beelden en paden daar naartoe, Den Haag; Planbureau voor de Leefomgeving & TNO <https://www.pbl.nl/downloads/pbl-2024-klimaatneutrale-mobiliteit-in-2050-5235pdf>

³⁷ Zie bijvoorbeeld: EASA (2025), ReFuelEU Aviation annual Technical Report. 2024 in review, European Union Aviation Safety Agency. <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/general-publications/refueeu-aviation-annual-technical-report-2025#group-easa-downloads>

De redenering in dit fiche is dat een subsidie nodig is om *Final Investment Decisions* (FID's) te stimuleren: "Er is geen passende regeling waarin dit type projecten wordt ondersteund, waardoor men niet kan komen tot een investeringsbesluit." Met deze subsidie beoogt de indiener dat marktpartijen besluiten om e-SAF-productie in Nederland te vestigen. De subsidie is gericht op grootschalige projecten (tot 250 kiloton productiecapaciteit per jaar) die gepaard gaan met grote investeringen (tot 2 miljard euro), en waarvoor daarom ook hogere subsidiebedragen nodig zijn. Het doel is om grootschalige commerciële (*first-of-a-kind*) SAF-fabrieken in Nederland te vestigen. Er wordt een beperkt aantal subsidieaanvragen verwacht. Voor deze regeling is gekozen voor het principe *first-come-first-served*.

Een subsidieregeling is een geschikt instrument om grootschalige e-SAF-productieprojecten in Nederland aantrekkelijker te maken. De motivering en redenering in het fiche zijn in lijn met het fiche 'EU STIP e-SAF pilot-tender' (zie paragraaf 4.14). Gezien het feit dat de indiener (en ook PBL) de vraag naar deze subsidie moeilijk kan inschatten, is de kwantificatie van effecten en efficiëntie complex. Deze subsidie staat los van het fiche EU STIP e-SAF pilot-tender, maar beide instrumenten kunnen als aanvullend op elkaar worden beschouwd. In de reflectie op dat fiche gaan we nader in op de samenhang tussen de beide fiches.

Dit voorstel past logisch in (dit perceel van) het Klimaatfonds, het gaat om het vergroten van de beschikbaarheid van innovatieve technologie (e-SAF) met een schaalbare functie en die een belangrijke rol kan spelen in een klimaatneutrale samenleving³⁸.

Kan de effectiviteit worden vergroot door (een combinatie met) normeren of beprijzen?

De CO₂-uitstoot van intra-Europese vluchten wordt al beprijsd via EU-ETS₁. Uitbreiding van deze beprijzing naar alle uitstoot van broeikasgassen kan de beoogde subsidieregeling effectiever maken, maar vereist internationale overeenstemming die op korte termijn niet te verwachten valt. Er is al Europese normering (ReFuelEU) die het gebruik van e-SAF op Europese luchthavens afdwingt vanaf 2030. Dit vergroot de effectiviteit van de subsidieregeling omdat de afzet daarmee gegarandeerd is. Het fiche beoogt met een subsidieregeling de kansen voor het realiseren van e-SAF-productiecapaciteit in Nederland te vergroten. Daarmee beoogt de indiener de afhankelijkheid van niet-Europese leveranciers te verkleinen en de industriële en kennisbasis in Nederland te behouden en verder te ontwikkelen.

Plausibiliteit CO₂-besparing

Deze subsidie beoogt de productiecapaciteit voor e-SAF in Nederland op gang te brengen. Deels is het effect hiervan randvoorwaardelijk, het gebruik is hiermee immers niet geregeld. Maar omdat het gebruik vanuit ReFuelEU al wordt afgedwongen terwijl productiecapaciteit op dit moment nog niet tot stand komt in de EU, kan worden beargumenteerd dat een subsidie bijdraagt aan de met de normering beoogde CO₂-besparing.

De efficiëntie van de subsidie wordt in het fiche op twee verschillende plekken en op twee verschillende manieren beschreven. Bovendien zijn deze cijfers grove inschattingen op basis van

³⁸ Davydenko, I., H. Hilbers & H. de Wilde (2024), Klimaatneutrale luchtvaart in 2050. Een verkenning van beelden en paden daar naartoe, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving. <https://www.pbl.nl/system/files/document/2024-03/pbl-2024-klimaatneutrale-luchtvaart-in-2050-5227.pdf>

gesprekken met marktpartijen. Op basis van de informatie in het fiche kan het PBL geen eenduidige conclusie trekken over de efficiëntie van de voorgestelde subsidie.

4.14 EU STIP – e-SAF pilot-tender

4.14.1 Omschrijving fiche

Dit fiche bevat een voorstel voor een bijdrage van 150 miljoen euro aan een pilot-tender voor synthetische duurzame luchtvaartbrandstoffen (kortweg e-SAF), als onderdeel van de ‘e-SAF Early Movers Coalition’ van 8 lidstaten die samen met de Europese Commissie een financieringsmechanisme voor e-SAF willen opzetten. Duitsland en Luxemburg hebben toegezegd geld te investeren en andere lidstaten (waaronder Nederland) zijn ook om een bijdrage gevraagd. De Europese Commissie heeft aangegeven dat er in totaal 500 miljoen euro beschikbaar moet komen voor de pilot-tender.

Deze middelen worden gebruikt voor het opzetten van een dubbelzijdig veilingmechanisme waarin een marktintermediair met asymmetrische contracten een huidig knelpunt in de markt moet wegnemen, namelijk dat (potentiële) producten van e-SAF lange termijn afnamecontracten nodig hebben om financiering voor hun productiefaciliteiten te krijgen, terwijl afnemers van e-SAF werken met korte termijn contracten om flexibel te blijven in een (mogelijk) volatiele markt. De marktintermediair gebruikt de middelen uit de pilot-tender om langlopende afnamecontracten te sluiten met producenten die tegen de laagste prijs kunnen leveren en veilt de ingekochte e-SAF vervolgens bij opbod aan afnemers.

Concreet volgen uit het fiche de volgende redenen om hierop in te zetten vanuit Nederland:

1. De subsidie mitigeert lange-termijn risico's voor aanbieders en korte-termijn risico's voor afnemers van e-SAF.
2. Creëert e-SAF aanbod voor de afnemers (luchtvaartbrandstofleveranciers, luchtvaartmaatschappijen). De afnemers moeten voldoen aan de verplichtingen van ReFuelEU Aviation, waarbij een deel van de geleverde/getankte brandstoffen in de EU e-SAF moet bevatten vanaf 2030.
3. Faciliteert het opstarten van een Europese markt voor e-fuels. Het biedt tevens strategische voordelen in het kader van autonomie, leveringszekerheid en de concurrentiepositie.
4. Creëert transparantie vanwege het publiceren van de aan- en verkoopprijzen van de veiling. Het geeft daarmee marktinzicht in de e-SAF prijzen en de mate van bereidheid van afnemers om te betalen.
5. Vergroot de uitvoerbaarheid van de Europese bijmengverplichting en draagt daarmee bij aan lange-termijn beleidszekerheid.
6. Bevordert via verdere prijstransparantie afnamecontracten buiten het veilingproces om.
7. De subsidie draagt bij aan de vermindering van CO₂-uitstoot.

4.14.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

“Afwijzen. Maatregel ziet op bijdrage aan openstelling Europese aanbesteding, vergelijkbaar met H2Global. Positief is dat deze maatregelen inzet op een groter schaalniveau op Europees niveau. Het is niet duidelijk of de opbouw van de SAF-markt beter nationaal of Europees opgepakt kan worden. Ook zou meer duidelijk moeten worden hoeveel de positieve effecten van de maatregelen

neerslaan binnen Nederland³⁹. In het fonds bestaat reeds een reservering voor de nationale opbouw van E-fuelproductie. Het PBL wordt gevraagd expliciet te reflecteren op de samenhang tussen deze maatregel en de reservering voor E-fuels, en de bredere opgave in de sector en de beste route (nationaal en/of Europees) om de productie op te schalen en de doelen te bereiken.”

4.14.3 Reflectie PBL

Deze subsidie draagt eraan bij er productiecapaciteit voor e-SAF wordt ontwikkeld en/of vergroot. Zoals in de reflectie op het vorige fiche (paragraaf 4.13.3) al is betoogd is opschaling van het aanbod van hernieuwbare luchtvaartbrandstoffen cruciaal voor de energietransitie in de luchtvaart. Daarnaast ondersteunt de subsidie de verduurzaming van de industriële capaciteit voor vloeibare brandstoffen, versterkt de subsidie de kennispositie en kan het, voor zover de productiecapaciteit in Nederland wordt gerealiseerd, de concurrentiepositie van Nederland op dit terrein verbeteren. Hoewel dit niet expliciet in het fiche wordt benoemd, draagt de subsidie ook bij aan het verhogen van het TRL-niveau van grootschalige e-fuelproductie, wat bredere positieve effecten heeft dan alleen e-SAF-productie in Nederland. Vanuit dit perspectief, met name als ondersteuning van R&D-activiteiten, is de subsidie nuttig.

Het doel van de subsidie is daarmee te fungeren als flankerend beleid om de haalbaarheid van de norm te borgen. ReFuelEU Aviation schrijft in 2030 een bijmenging van 1,2% e-SAF voor op Europese luchthavens, wat neerkomt op circa 45.000 ton e-SAF afzet in Nederland. Met andere woorden: er bestaat al een Europese norm die de afzetmarkt garandeert. Brandstofleveranciers zijn verplicht om aan de norm te voldoen en de extra kosten van e-SAF te betalen, maar de markt kent uitdagingen rondom het bij elkaar brengen van vraag en aanbod.

Vanuit de ReFuelEU Aviation-norm bezien is de afzetmarkt voor e-SAF dus al gegarandeerd; een dubbelzijdige veiling kan worden gezien als een subsidie voor de gebruiker (door verlaging van de e-SAF-prijs die de afnemer betaalt ten opzichte van de productiekosten). Daar staat tegenover dat investeringen in e-SAF productiefaciliteiten tot op heden niet tot een FID komen. Eén van de oorzaken die hiervoor wordt aangehaald is de mismatch in de markt tussen producten die langjarige afnamezekerheid nodig hebben om het risicoprofiel voor investeerders te verlagen en potentiële afnemers die met korte termijn contracten willen werken⁴⁰. Met een dubbelzijdige veiling wordt dit ondervangen (voor in ieder geval een deel van de markt) wat kan bijdragen aan het de eerste FIDs voor e-SAF productie.

Een andere vraag met betrekking tot de beschrijving van de subsidie betreft energie-onafhankelijkheid. Enerzijds stelt het fiche dat e-SAF-productie Nederland en Europa minder afhankelijk maakt van niet-Europese energieleveranciers. Anderzijds wordt gesteld dat “de productie van e-SAF zeer waarschijnlijk geen of slechts een zeer beperkte claim legt op de energievraag in Nederland”, omdat projecten uitgaan van productie op basis van geïmporteerde halffabricaten (bijvoorbeeld groene methanol en duurzame energie). Een aandachtspunt is daarom de beschikbaarheid van halffabricaten binnen Europa: de afhankelijkheid van buiten-Europese energiedragers kan daarmee

³⁹ Financieel bijdragende lidstaten hebben inspraak in de ontwerpcriteria van de dubbelzijdige veiling

⁴⁰ Sustainable Transport Investment Plan, Brussel 5 November 2025, https://transport.ec.europa.eu/document/download/73447373-de2a-4ba4-9371-36d1186035d4_en?file-name=COM_2025_664_STIP.pdf

mogelijk blijven bestaan als binnen-Europese bronnen van halffabricaten niet volledig in de energiebehoefte voorzien, terwijl de Nederlandse elektriciteitsmarkt wordt ontzien van extra vraag naar groene stroom voor waterstofproductie.

De claim is onderbouwd: er is een rekensom gemaakt van hoeveel e-SAF met deze subsidie kan worden geproduceerd, tegen welke kosten en met welke CO₂-besparing. Er wordt uitgegaan van een mechanisme van dubbele veilingen, dat door Hintco⁴¹ zal worden uitgevoerd. e-SAF-producenten verkopen in een veiling e-SAF aan Hintco; vervolgens verkoopt Hintco de ingekochte e-SAF via een veiling aan de afnemers. Het prijsverschil, de hogere prijs die aan producenten wordt betaald ten opzichte van de lagere opbrengst in de verkoopveiling, wordt gefinancierd uit de subsidie.

Kan de effectiviteit worden vergroot door (een combinatie met) normeren of beprijzen?

Dit punt vindt het PBL lastiger te beoordelen. Enerzijds valt de luchtvaart onder het ETS en geldt de ReFuelEU Aviation-norm. Puur vanuit deze twee instrumenten geredeneerd is deze subsidie niet nodig, omdat ReFuelEU Aviation de bijmenging van e-SAF in 2030 verplicht stelt, met hoge boetes bij het niet halen van het bijmengpercentage en de verplichting om tekorten door te schuiven naar volgende jaren. Tegelijkertijd is de praktijk op dit moment anders: er zijn onvoldoende activiteiten van marktpartijen om te waarborgen dat er in 2030 daadwerkelijk voldoende e-SAF-aanbod is. De subsidie verlaagt het risico voor e-SAF-producenten om te investeren in productiecapaciteit en draagt zo bij aan beschikbaarheid van e-SAF in 2030.

Plausibiliteit CO₂-besparing

Het fiche laat zien hoeveel e-SAF met deze subsidie kan worden geproduceerd en wat de verwachte besparing van CO₂ is. De berekeningen zijn gevoelig voor de marktdynamiek, namelijk het verschil in kosten tussen de vraag- en aanbodveilingen.

Reflectie op samenhang met fiche ‘synthetische luchtvaartbrandstoffen’

De fondsbeheerder vraagt het PBL om expliciet te reflecteren op de samenhang tussen het fiches ‘EU-STIP – e-SAF-tender’ en ‘Synthetische brandstoffen’. Daarbij vraagt de fondsbeheerder: ‘Welke route (nationaal en/of internationaal) vindt het PBL het meest kansrijk om op in te zetten voor de opschaling van e-SAF?’

De markt voor (hernieuwbare) luchtvaartbrandstoffen is internationaal van aard. Ook de verplichting voor inzet van e-SAF geldt op Europees niveau. Opschaling van het aanbod van e-SAF is in de basis dus een Europees vraagstuk. Dat pleit voor een internationale aanpak. De subsidie voor investeringen in Nederlandse productiefaciliteiten uit het fiche ‘Synthetische brandstoffen’ stuurt gericht op productiecapaciteit in Nederland, wat bij kan dragen aan toekomstig verdienvermogen van de Nederlandse economie. Het is echter onzeker of productie van e-SAF concurrerend kan plaatsvinden in Nederland. Deloitte & To7o⁴² verwachten dat e-SAF productie op basis van in Nederland geproduceerde waterstof niet competitief zal zijn ten opzichte van productie in het buitenland

⁴¹ Hintco, <https://hintco.eu/>, is uitvoerder van dubbelzijdige veilingen van waterstof-gebaseerde producten in de publiek-private samenwerkingsstichting H2global.

⁴² Deloitte & To7o (2024), Knelpuntenanalyse vraag en aanbod duurzame energiedragers voor de luchtvaart, Deloitte Nederland. <https://open.overheid.nl/documenten/5f5a6do4-84a4-4620-973d-1daood9e0459/file>

vanwege de relatief hoge kosten voor hernieuwbare elektriciteit (waaronder ook de potentieel hoge netwerkkosten). Productie op basis van halffabricaten (zoals e-methanol) of waterstof dat per pijpleiding wordt geïmporteerd kan mogelijk wel competitief in Nederland. Overigens lijkt de markt voor e-SAF productie zich ondanks de relatief hoge productiekosten in de EU tot nu toe wel voor- namelijk in de EU te concentreren: 75% van de mondiaal geplande productiecapaciteit staat in de EU gepland⁴³. Dit is mede het gevolg van de voorsprong van de EU in termen van technische kennis, beschikbare infrastructuur en overheidssteun.

De fiches verschillen echter niet alleen in geografische reikwijdte, maar ook in de beoogde instrumentering. In het ene geval betreft het een subsidie voor de investering in nieuwe productiefaciliteiten, in het andere voor een dubbelzijdig veilingsmechanisme die het verschil in behoeften vanuit de vraag- en aanbodkant van de markt meer in lijn met elkaar moet brengen. Beide instrumenten kunnen bijdragen aan het tot stand brengen van de markt. In hun analyse van de Europese SAF-markt van medio 2025 constateert T&E dat er weliswaar 41 grote projecten in ontwikkeling zijn, maar dat er nog geen enkele FID is genomen⁴⁴. Financiering is volgens het onderzoek de grootste horde. Het gaat veelal om startups in plaats van gevestigde partijen die voor een groot deel moeten leunen op externe financiering maar nog geen *track record* hebben. In combinatie met een gebrek aan langjarige afnamecontracten geeft dit een hoog risicoprofiel wat investeerders terughoudend maakt. De beoogde CAPEX-subsidie uit het fiche ‘Synthetische brandstoffen’ draagt bij aan de financiering van de productiefaciliteiten, terwijl het dubbelzijdige veilingsmechanisme uit het EU-STIP-fiche de onzekerheid verlaagd omtrent langjarige afnamezekerheid. Het PBL kan niet goed beoordelen in welke mate ieder van deze voorstellen afzonderlijk de barrières voor investeringen wegnemen en wat ze ten opzichte van elkaar toevoegen aan het verlagen van het risicoprofiel voor investeerders.

Bij het EU-STIP fiche is geen garantie dat productie in Nederland ontstaat, tenzij daar voorwaarden aan worden gesteld. Het fiche geeft aan dat dit een optie is, maar werkt dit niet nader uit. De combinatie van deze twee subsidies vergroot de kans dat e-SAF productie in Nederland zal plaatsvinden. Ook biedt dit meer zekerheid over de beschikbaarheid van e-SAF voor Nederlandse afnemers.

⁴³ SIA (2025), 2025 International e-fuels observatory, Bureau Francais des e-fuels & SIA. <https://www.sia-partners.com/en/insights/publications/international-e-fuels-observatory-2025-edition>

⁴⁴ T&E (2025), The e-SAF market: Europe’s head start and the road ahead. Can Europe deliver on its e-kerosene ambitions?, Brussels: T&E. https://www.transportenvironment.org/uploads/files/202504_e-kerosene_report.pdf

4.15 Bandenspanning

4.15.1 Omschrijving fiche

Net als de claim onder het MJP 2026 claimt de indiener wederom budget voor financiering van het voortzetten van de bandencampagne die afgelopen jaren liep. De campagne wil automobilisten bewust maken van nut en noodzaak van het op peil houden van de bandenspanning van hun auto ('Doe voor vertrek de bandencheck'). De claim is lager dan vorig jaar omdat de campagne aldus het fiche tot een absoluut minimum wordt beperkt. Er wordt nu 1 miljoen euro per jaar gevraagd voor een periode van 5 jaar (in plaats van 1,5 miljoen euro per jaar).

4.15.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

"Afwijzen. De maatregel ziet op een bestaande campagne, die al voor een langere periode loopt. De werking van deze campagne met uitsluitend communicatie lijkt uitgewerkt. Het effect van overheidscampagnes is bovendien over het algemeen niet zeer groot. Bij het op peil houden van bandenspanning is er sprake van een bredere keuzeomgeving waarin niet alleen kennis en bewustzijn een rol spelen voor de automobilist, maar bijvoorbeeld ook praktische bezwaren. Daarnaast, hoewel een betere bandenspanning voor een (klein) positief effect op o.a. energiebesparing kan zorgen, is het onwaarschijnlijk dat de maatregel een groot CO₂- en PJ- effect gaat hebben bij voortzetting. De maatregel wordt daarom afgewezen."

4.15.3 Reflectie PBL

Deze maatregel past niet logischerwijs in het klimaatfonds. De maatregel is niet gericht op het vergroten van de beschikbaarheid van innovatieve technologie voor hoogwaardige hernieuwbare energiedragers met een belangrijke rol voor de Nederlandse klimaatneutrale samenleving. Het gaat om het goed gebruik van bestaande technologie. Wel kan het op spanning houden van banden in potentie tot een wezenlijke CO₂-besparing leiden. Het blijkt in de praktijk echter lastig om dit potentieel te verwezenlijken.

Kan de effectiviteit worden vergroot door (een combinatie met) normeren of beprijzen?

Het op spanning houden van banden valt moeilijk te normeren. Beprijzen gebeurt al via de brandstofaccijns en straks ook via ETS₂ (zie ook paragraaf 4.12). Een lage bandenspanning leidt tot hoger brandstofverbruik en daarmee tot hogere kosten. Ook slijt de band sneller. Desalniettemin rijdt een wezenlijk deel van de automobilisten rond met banden met onderspanning, deels omdat men het vergeet, deels vanwege de gedoe-factor. De campagne beoogt de bewustwording op peil te houden / te vergroten.

Plausibiliteit CO₂-besparing

De CO₂-reductie is in het fiche geraamd op 50 kiloton per jaar, en dat is naar grove schatting van het PBL plausibel. De campagne moet ervoor zorgen dat het gewenste gedrag (banden oppompen) bestendigt. Zonder herinnering zouden meer mensen vergeten hun banden op te pompen en zou

het effect van eerdere campagnes waarschijnlijk kleiner worden, zoals ook bleek bij andere gedragsinterventies rond bijvoorbeeld spitsmijden⁴⁵.

PBL heeft het effect van een bandencampagne gericht op aanschaf van de best beschikbare band én het regelmatig oppompen van de banden in een eerder onderzoek⁴⁶ geraamd op 0,1 megaton CO₂-reductie in 2030. Het is aannemelijk dat het voorstel in het fiche een kleiner effect heeft omdat de campagne alleen is gericht op het oppompen van de banden, het een uitgekleden campagne betreft en het reductiepotentieel lager uitvalt dan in de studie van het PBL door de snellere groei van het aantal elektrische auto's en het toenemend gebruik van hernieuwbare brandstoffen. Tegelijkertijd is het goed denkbaar dat zonder aanvullende campagnes het effect van eerdere campagnes kleiner wordt, automobilisten geven in de evaluatie van eerdere campagnes aan dat ze niet oppompen omdat ze het vergeten.

De CO₂-uitstoot van het personenautoverkeer in Nederland daalt van circa 14 megaton in 2025 naar circa 12 megaton in 2030 aldus de KEV2025. Een reductie van 0,05 megaton zou dus impliceren dat die uitstoot door de campagne 0,4% lager ligt. Dat lijkt plausibel, met ruime bandbreedte.

⁴⁵ MuConsult (2024), Effecten van gedragsmaatregelen mobiliteit ten behoeve van de KEV 2024, Amersfoort: MuConsult. https://www.pbl.nl/system/files/document/2025-01/pbl-2024-muconsult-pbl013-effecten-van-gedragsmaatregelen-mobiliteit-ten-behoeve-van-de-kev-2024_5657.pdf

⁴⁶ PBL (2019), Achtergronddocument effecten ontwerp Klimaatakkoord: Mobiliteit, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving. <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2019-achtergronddocument-effecten-ontwerp-klimaatakkoord-mobiliteit-3703.pdf>

4.16 EV-gedragsaanpak 2026-2035

4.16.1 Omschrijving fiche

Dit beleidsinstrument beoogt een snellere ingroei van elektrische auto's onder kansrijke doelgroepen door de bekendheid met elektrisch rijden te vergroten en de niet-financiële drempels voor de aanschaf van EV's te verlagen. Het budget is bedoeld voor de implementatie en aansturing van gedrags- en communicatiemaatregelen vanuit de Rijksoverheid richting kansrijke doelgroepen. De maatregel betreft een nog nader vorm te geven gedragsaanpak inclusief ondersteunende communicatieactiviteiten richting specifieke kansrijke doelgroepen. Cumulatief is van 2026 tot en met 2035 een bedrag begroot van 27 miljoen euro.

4.16.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

“Afwijzen. De maatregel betreft een publiekscampagne voor stimuleren van elektrische auto's door misverstanden te adresseren en vragen te beantwoorden. De maatregel is nog niet volledig uitgewerkt: het is onduidelijk hoe de maatregel en de ondersteunende gedragsmaatregelen er precies uit komen te zien. De maatregel ziet op gedragsverandering en kan bijdragen aan energiebesparing, maar betreft geen prioriteit voor de uitvoering. Ook is de claim erg fors voor een publiekscampagne. Daarom wordt de maatregel afgewezen.”

4.16.3 Reflectie PBL

Onderbouwing

In het fiche wordt helder omschreven dat het budget bedoeld is voor de implementatie en aansturing van gedrags- en communicatiemaatregelen, maar waar de exacte kostenschattings op is gebaseerd is niet duidelijk. De te implementeren gedragsstrategie dient nog ontwikkeld te worden. Daarmee is de claim niet volledig onderbouwd.

Kan de effectiviteit worden vergroot door (een combinatie met) normeren of beprijzen?

In de personenautomarkt is al sprake van normering en beprijzing. Met EU-bronbeleid (normering) wordt het aanbod (en daarmee indirect de aanschaf) van nieuwe EV's afgedwongen. Ook op nationaal niveau wordt de aanschaf van EV's in de zakelijke markt afgedwongen via de pseudo-eindheffing. Deze forse fiscale prijsprikkels kan gezien worden als een indirecte vorm van normeren binnen de zakenautomarkt. Daarnaast is er ook al sprake van beprijzing. Via accijnzen en later ook het ETS₂ wordt de CO₂-uitstoot van fossiele brandstoffen beprijsd (zie ook paragraaf 4.12).

In het fiche wordt wel terecht opgemerkt dat onder potentiële kopers momenteel drempels bestaan die niet altijd berusten op actuele informatie/kenmerken van EV's, waardoor een gedragsaanpak potentie heeft. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om informatie over actieradius en laadmogelijkheden. Een gedragscampagne dat hierop inspeelt zou de effectiviteit van andere beleidsinstrumenten (pseudo-eindheffing en fiscale stimuleringsmaatregelen) kunnen vergroten.

Plausibiliteit CO₂-besparing

De effectschatting in het fiche is vermoedelijk gebaseerd op *expert-judgement*. Bij de effectinschatting van -0,1 megaton in 2030 wordt uitgegaan van max bereik van 18.500 extra EV's jaarlijks. Deze inschatting van het extra aantal EV's is moeilijk te valideren.

Het instrument kan worden geclassificeerd als flankerend beleid waarvan de concrete vormgeving nog niet is uitgewerkt. Mede daardoor is het effect moeilijk vooraf in te schatten en zal het afhangen van de precieze vormgeving van de gedragsstrategie, de mate waarin de doelgroep zal worden bereikt, de bestaande drempels van die groep worden weggenomen, en de mate waarin deze groep niet al “autonoom” de komende jaren meer bekend raakt met EV's.

De directe impact van een campagne gericht op de aanschaf van EV's is ook niet eenduidig. Onze kennis over de mate waarin gedragscampagnes tot een additioneel effect (bovenop de autonome ontwikkelingen) kunnen leiden is beperkt. Iedere inschatting van het gedragseffect van een gedragscampagne is daarom inherent onzeker.

Wel kan opgemerkt worden dan in de huidige geraamde ingroei van EV's (in het basispad/*counterfactual*) niet alleen rekening wordt gehouden met de technologische en financiële ontwikkeling van EV's, maar ook met de ontwikkeling van consumentenvoorkeuren. De veronderstelling is dat de intrinsieke voorkeur van de consumenten voor EV's gaandeweg toeneemt doordat bijvoorbeeld meer mensen ervaring opdoen met deze nieuwe technologie, omdat steeds meer mensen in hun omgeving deze technologie bezitten, en doordat mensen meer vertrouwd en beter geïnformeerd raken. Nieuwe gedrags- en communicatiemaatregelen kunnen hieraan bijdragen, en zouden daarmee de bestaande onzekerheidsbandbreedte van de geraamde EV ingroei kunnen verkleinen, en ook de effectiviteit van andere beleidsinstrumenten (pseudo-eindheffing en fiscale stimuleringsmaatregelen) kunnen vergroten.

Mede in relatie tot eerder geanalyseerde effecten van ander type beleidsinstrumenten met forse prijsprikkels lijkt een additioneel effect van 0,1 megaton, zoals becijferd in het fiche, wel vrij fors en eerder de bovenkant van het effect representeren.

Ook wordt in het fiche voorbijgegaan aan de interactie tussen de elektrificatie van het wegverkeer en de hoeveelheid biobrandstoffen die wordt bijgemengd in het kader van de brandstoftransitieverplichting voor brandstofleveranciers. Doordat hernieuwbare elektriciteit ook mag worden ingeboekt leidt dat ertoe dat, als de elektrificatie sneller gaat, de ingezette hoeveelheid biobrandstoffen voor de brandstoftransitieverplichting lager uitvalt. De initiële geraamde CO₂-reductie (door extra EV ingroei) wordt hierdoor gedempt.

Overige opmerkingen

De invoering van een communicatie- en gedragscampagne lijkt een logisch instrument om de onzekerheid rond EV's onder bepaalde groepen te kunnen verkleinen. Kennis over het additionele effect van dit type instrumenten is beperkt. Ook is de precieze vormgeving van dit instrument niet voldoende uitgewerkt om hier nader op te kunnen reflecteren. Naar verwachting zal het een ondersteunende rol hebben in de reeds geraamde ingroei van EV's en de onzekerheid over de impact van andere (toekomstige) fiscale beleidsinstrumenten gericht op de overstap naar EV's kunnen verkleinen. Ook kan de campagne het maatschappelijke draagvlak voor beleidsinstrumenten gericht op normeren en prijzen vergroten.

4.17 Subsidie koeltrailer zwaar wegvervoer

4.17.1 Omschrijving fiche

Dit fiche claimt middelen voor een subsidieregeling gericht op de aanschaf van elektrische koelaggregaten voor vrachtoertuigen. De claim bedraagt in totaal 75 miljoen euro voor de periode 2027-2031 (15 miljoen euro per jaar) waarmee de indiener beoogt om 1/3 van de koelaggregaten op vrachtoertuigen in Nederland te verduurzamen.

4.17.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

“Afwijzen. Maatregel ziet op subsidie voor verduurzaming van met diesel aangedreven koelaggregaten. Hoewel de maatregel in theorie een besparingspotentieel heeft, ontbreekt de urgentie om hier vanuit het Klimaatfonds op in te zetten. Er is nog geen (Europees) normerend beleid op koeltrailers, daar lijken eerst mogelijkheden te zitten om stappen op te zetten. Ook biedt de vrachtwagenheffing potentieel om dergelijke trailers te gaan verduurzamen. Daarom wordt de maatregel afgewezen.”

4.17.3 Reflectie PBL

Het Europees bronbeleid zorgt ervoor dat nieuwe vrachtauto's en trekkers in steeds grotere mate nul emissie worden. In Nederland wordt die transitie gesubsidieerd via de AanZET-regeling. Deze regelgeving heeft echter geen betrekking op de koelaggregaten die op de voertuigen of op de aanhangers (opleggers) zitten. Deze vallen namelijk onder de Europese regelgeving voor mobiele machines en die bevat geen eisen voor CO₂-reductie of elektrificatie. Bij elektrische vrachtauto's lijkt het waarschijnlijk dat ook het koelaggregaat elektrisch wordt. Die kan dan worden aangesloten op de accu's van het voertuig, waardoor de meerkosten beperkt blijven. Bij opleggers zijn de meerkosten van elektrische koelaggregaten relatief hoog omdat veelal een eigen accupakket moet worden geïnstalleerd. De markt lijkt op dit moment nog geneigd uit voorzorg voor de bekende (diesel) oplossing te kiezen. Er valt dus iets te zeggen voor een subsidieregeling die dit deel van de markt (koelaggregaten op aanhangers) op gang brengt. Dit past ook binnen de doelen voor dit perceel van het Klimaatfonds omdat het gaat om eerste opschaling van duurzame technologie die past in een klimaatneutrale samenleving.

De claim is onderbouwd. De meerkosten zouden neerkomen op 50 duizend euro per koelaggregaat (dit kan het PBL zo snel niet valideren), waarvan de subsidie 10% afdekt (dus 5 duizend per aggregaat). Jaarlijks zouden dan 3 duizend aggregaten gesubsidieerd kunnen worden voor de geclaimde 15 miljoen euro per jaar.

Kan de effectiviteit worden vergroot door (een combinatie met) normeren of beprijzen?

Normeren is effectiever en de doelmatigheid van het beleid kan worden vergroot door naast de subsidie ook te normeren, zoals dat ook bij de vrachtoertuigen zelf gebeurt. Normering zou dan net als bij de voertuigen in Europees verband moeten worden gebeuren omdat de aggregaten internationaal worden toegepast en alle milieueisen aan voertuigen en dit soort machines via de EU worden gereguleerd. Voor zover bij het PBL bekend zijn daar op dit moment geen plannen voor. Nederland lobbyt hier wel voor aldus het fiche, maar het kan gezien eerdere ervaringen met de onderhandelingen over dit type normering nog vele jaren duren voordat hierover afspraken zijn vastgelegd en normering in werking treedt.

Beprijzen gebeurt al via de dieselaccijns en het aanstaande ETS₂ (zie paragraaf 4.12).

Plausibiliteit CO₂-besparing

Het genoemde reductie-effect lijkt niet plausibel. De effectschatting is waarschijnlijk te hoog. De CO₂-uitstoot van koelaggregaten op vrachtvoertuigen in 2024 bedraagt 240 kiloton (bron: Emissie-registratie). Het fiche lijkt voorbij te gaan aan de verplichting voor inzet van hernieuwbare energie in vervoer, waardoor het aandeel hernieuwbaar in met name de dieselplas voor wegverkeer de komende jaren toeneemt en de CO₂-uitstoot van het dieselverbruik dus afneemt. Hiermee reduceert de uitstoot met zo'n 20 procent tot 2030⁴⁷. De CO₂-uitstoot zal in 2030 eerder zo'n 0,2 megaton bedragen. Daarnaast is onzeker of er voldoende animo is in de markt om een derde van de vloot te verduurzamen. De subsidie dekt maar 10% van de meerkosten af. Sowieso hebben dit soort subsidies last van freeriders: investeringen die ook zonder de subsidie zouden zijn gedaan en dus geen extra milieuwinst opleveren. Bij dit soort investeringen kan het aandeel freeriders typisch zo'n 40 tot 60 procent zijn, hoewel het sterk kan variëren per regeling. Om de doelmatigheid te vergroten zou onderzocht moeten worden hoe het risico op freeriders zoveel mogelijk verkleind kan worden, bijvoorbeeld door de subsidie zoveel mogelijk te richten op dat deel van de markt waar autonome groei minder waarschijnlijk is (de opleggers) en in mindere mate of alleen onder specifieke voorwaarden op koelaggregaten op vrachtauto's.

⁴⁷ PBL et al. (2025), Klimaat- en Energieverkenning 2025, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
<https://www.pbl.nl/downloads/pbl-2025-klimaat-en-energieverkenning-2025-5692pdf>

5 Verduurzaming industrie en innovatie van het mkb

5.1 Doelstelling en ingediende voorstellen

5.1.1 Operationele doelstelling

Algemene doelstelling:

- Ondersteuning vanuit het fonds voor het verwezenlijken van groene industriepolitiek in het bijzonder via het maken van bindende maatwerkafspraken met de 10-20 grootste uitstoters, waarbij wederkerigheid het uitgangspunt is.
- Ondersteuning bij implementatie van innovatieve broeikasgasemissie reducerende technieken bij het mkb.
- Er is samenloop met de percelen energie-infrastructuur en vroege fase opschaling.
- De maatwerkaanpak is, in samenhang met de andere instrumenten voor verduurzaming van de industrie, van belang om de reductieopgave voor de industrie in 2030 te realiseren.
- Het kabinet Rutte IV heeft de reductieopgave voor de industrie verhoogd met 6,4 megaton additionele reductie per jaar in 2030.
- Naast bindende afspraken over de realisatie van extra CO₂-reductie, wil het kabinet afspraken maken over de lange termijn verduurzamingsplannen voor klimaatneutrale en circulaire productie en grootschalige technologische doorbraakprojecten.

5.1.2 Ingediende voorstellen en oordeel fondsbeheerder

Tabel 5.1

Voorstel Klimaatfonds met PBL-reflectie, perceel Verduurzaming Industrie en Innovatie van het MKB, inclusief conceptbeoordeling Fondsbeheerder (bedragen in miljoen euro)

Titel	Claim	Toekenning MJP 2027	Toekenning MJP 2027 onder voorwaarde	Reservering MJP 2028	Paragraaf reflectie PBL
Versnellingsmaatregelen GWW	20,65	0	0	0	5.2.3

5.2 Versnellingsmaatregelen GWW

5.2.1 Omschrijving voorstel

Het voorstel behelst drie maatregelen om CO₂ reductie te behalen door milieuprestatie-eisen in de grond-, weg- en waterbouw (GWW) sector. Er loopt een wetgevingstraject voor normering op milieuprestatie-eisen voor grote projecten en belangrijke materialen in de GWW. De drie voorstellen zijn een aanvulling hierop maar kunnen ook afzonderlijk van het wetgevingstraject worden ingevoerd. De eerste maatregel richt zich op meer beschikbare betrouwbare data. De tweede op toepassen van milieuprestatie-eisen op meer projecten en materialen, en de derde op aanscherping van eisen voor de zogenoemde koplopers. Koplopers zijn actoren die versneld CO₂ willen reduceren en milieu-impact verder willen verlagen.

5.2.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

“Het voorstel wordt afgewezen. De middelen in het perceel zijn reeds overtekend en het te verwachten CO₂-reductie-effect van het voorstel is onzeker. Daarom wordt het als onvoldoende urgent gezien om hier middelen voor vrij te maken ten koste van andere maatregelen.”

5.2.3 Reflectie PBL

Onderbouwing

Het voorstel is helder uitgewerkt en onderbouwd. De normering in het wetgevingstraject ligt bij de Raad van State. De normering voor grote projecten en belangrijke materialen in de GWW, biedt al een goede impuls voor CO₂-emissiereductie. Meer betrouwbare data is echter nodig om dit mogelijk te maken [maatregel a]. Een traject om koplopers te ondersteunen, is een verstandige aanpak [maatregel c]. Deze werkwijze helpt namelijk bij het aanscherpen van eisen in de loop van de tijd voor het peloton en bevordert de doelmatigheid. Scherpere eisen die bovendien voor meer projecten en meer materialen gaan gelden, geven meer reductie van CO₂-emissie in de GWW. Dat geldt ook voor ondersteuning van partijen bij kleinere projecten en andere materialen (die niet onder de komende wetgeving vallen) zodat zij gestimuleerd worden in het toepassen van milieuprestatie-eisen [maatregel b]. Die partijen hebben namelijk niet altijd de kennis en capaciteit hebben om dit zelfstandig te doen.

Plausibiliteit

De structurele CO₂-emissiereductie van 0,36⁴⁸ megaton die in het voorstel wordt genoemd, is onderbouwd met een studie naar de effecten van de maatregelen. Dit is een mondiale reductie. De helft hiervan is reductie in Nederland, namelijk 0,18 megaton. De bandbreedtes in de onderbouwde studie zijn 0,23-0,35 megaton mondiaal en 0,15-0,18 megaton CO₂-emissiereductie in Nederland. Onzekerheid zit in het niet-verplichte karakter van de maatregelen, de CO₂-emissiereductie die wordt behaald door te sturen op MKI en de verdeling over binnen- en buitenlandse emissie. Het is aannemelijk dat met de stimulerende maatregelen uit het fiche ook nog een extra impuls gegeven wordt aan de reductie die met het wetgevingstraject mogelijk is (1 megaton).

⁴⁸ N.B.: Bij optelling van de niet-afgeronde CO₂-emissiereducties blijkt de totale reductie niet 0,36 maar 0,35 megaton

Dit zou een extra reductie leveren bovenop de genoemde reductie in het fiche. Dat er een effect is wordt onderbouwd in de onderliggende studie van CE-Delft⁴⁹. Met financiering van de drie faciliterende en stimulerende maatregelen, via een koploper-peloton systematiek, ondersteuning en data, is een CO₂-emissiereductie van 0,18 megaton plausibel.

⁴⁹ Vries, J., de, Laan, J. van der, I., Nieuwenhuijse (2025), Factsheet | Versnellingsmaatregelen toepassing milieuprestatie-eisen GWW, CE Delft. Opvraagbaar bij CE Delft.

6 Verduurzaming van de gebouwde omgeving

6.1 Doelstelling en ingediende voorstellen

6.1.1 Operationele doelstelling

De operationele doelstellingen voor het perceel Gebouwde Omgeving zijn de belangrijkste meetlat waarlangs de voorstellen worden gelegd en zijn de volgende:

- Het terugdringen van de energiebehoefte en de uitstoot van broeikasgassen door isolatie en de toename van duurzame installaties zoals warmtepompen in de gebouwde omgeving.

Dit betekent in ieder geval:

- Overstappen op duurzamere installaties of een warmtenet, waaronder 1 miljoen geïnstalleerde hybride warmtepompen en 500.000 nieuwe aansluitingen op een warmtenet in de bestaande bouw in uiterlijk 2030.
- Het isoleren van 2,5 miljoen woningen in uiterlijk 2030.
- De uitfasering van utiliteitsgebouwen met de slechtste energieprestaties, waaronder maatschappelijk vastgoed.

Binnen het perceel zal – uitgaande van realisatie van bovengenoemde doelstellingen voor verduurzaming van de gebouwde omgeving – daarnaast ook ruimte zijn voor andere doelen die bijdragen aan het realiseren van de benodigde broeikasgasemissiereductie.

6.1.2 Ingediende voorstellen en oordeel fondsbeheerder

Tabel 6.1

Voorstellen Klimaatfonds met PBL-reflectie, perceel Verduurzaming Gebouwde Omgeving, inclusief conceptbeoordeling Fondsbeheerder (bedragen in miljoen euro)

Titel	Claim	Toekenning MJP 2027	Toekenning MJP 2027 onder voorwaarde	Reservering MJP 2028	Paragraaf reflectie PBL
Stimulering warmtepompen en verlagen in pandige kosten warmtenetten via SAH	145	77	68	0	6.2.3
Aanvullende middelen Energiefonds	750	0	0	0	6.3.3

6.2 Stimulering warmtepompen en verlagen in pandige kosten warmtenetten via SAH

6.2.1 Omschrijving voorstel

Dit fiche bevat twee onderdelen, namelijk de stimulering van warmtepompen met de Investerings-subsidie duurzame energie en energiebesparing (ISDE), en subsidie voor de in pandige kosten voor warmtenet-aansluitingen via de Stimuleringsregeling aardgasvrije huurwoningen (SAH). Beide onderdelen zijn een intensivering van bestaande beleidsinstrumenten.

De ISDE stimuleert het verminderen van energieverbruik ten behoeve van ruimteverwarming en warm tapwater en de transitie naar aardgasvrij. Dit levert besparing van energiekosten voor burgers en bedrijven, CO₂-emissiereductie en een verlaagde afhankelijkheid van import van fossiele brandstoffen. Subsidie is nodig omdat zelfs bij een relatief korte terugverdientijd de desbetreffende maatregel te weinig genomen wordt.

De SAH geeft subsidie voor de in pandige kosten voor warmtenetten. Realisatie van aansluitingen op collectieve warmtesystemen is een belangrijke pijler van de warmtetransitie en helpt (potentieel) netcongestie te beperken en te zorgen dat energiebronnen beter benut kunnen worden. De subsidiëring van de in pandige kosten zorgt voor een aantrekkelijker aanbod om over te stappen op een warmtenet voor de eindgebruiker. Een aantrekkelijker aanbod kan zorgen voor een hoger aantal warmtenetaansluitingen en zorgt dus ook voor een beter sluitende businesscase, omdat door een lager volloopprijs voor eindgebruikers de in pandige kosten in combinatie met de bijdrage aansluitkosten ook dalen.

Er staat nog 145 miljoen euro gereserveerd in het Klimaatfonds voor de ISDE. Hiervan wordt 68 miljoen euro ingezet om in de ISDE, waarmee circa 17 duizend extra warmtepompen kunnen worden geïnstalleerd. De resterende 77 miljoen euro wordt ingezet voor de SAH, waarmee circa 11 duizend warmtenetaansluitingen kunnen worden gerealiseerd.

6.2.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

“Toekennen van 77 miljoen euro en toekenning onder voorwaarden van 68 miljoen euro. Deze maatregel bevat twee onderdelen. Ten eerste wordt voorgesteld om 68 miljoen euro in te zetten voor subsidies voor warmtepompen via de ISDE. Ten tweede wordt voorgesteld om 77 miljoen euro in te zetten voor subsidie voor in pandige aansluitkosten voor warmtenetten via de SAH. Voor de gevraagde 68 miljoen euro voor subsidies voor warmtepompen wordt de toekenning onder dezelfde voorwaarde gehandhaafd. Subsidies voor warmtepompen zijn met name doelmatig in combinatie met normerende en beprijzende maatregelen. In het MJP 2026 is daarom de voorwaarde bij deze aanvullende subsidiemaatregel voor warmtepompen gesteld dat de normering voor ruimteverwarming ingevoerd moet zijn. Het kabinet Schoof heeft in het Hoofdlijnenakkoord besloten dat deze specifieke normering er niet komt. Hiermee wordt de inzet van deze aanvullende middelen minder doelmatig (er zijn meer middelen nodig om hetzelfde effect te bereiken). De voorgestelde 77 miljoen euro voor in pandige aansluitkosten warmtenetten wordt toegekend. De SAH is een belangrijke schakel bij het realiseren van warmtenetten in startmotorwijken (corporatiewoningen). Hiermee worden de in pandige kosten voor aansluiten aan een warmtenet gesubsidieerd.”

6.2.3 Reflectie PBL

Doelmatigheid

CE Delft⁵⁰ heeft in een evaluatie van de ISDE geconcludeerd dat de uitvoering redelijk doelmatig is en vergelijkbaar met de vorige evaluatieperiode en andere regelingen. CE Delft adviseert om de regeling zo veel mogelijk te continueren en aan te laten sluiten bij de doelstelling, waarbij gestuurd blijft worden op doeltreffendheid en doelmatigheid.

Een combinatie van normering, beprijzing en subsidie is naar verwachting effectiever en doelmatiger om investeringen in warmtepompen in de bestaande bouw te stimuleren. Zoals wordt geconcludeerd in het rapport Normering verwarmingssystemen⁵¹ zal een normering alleen onvoldoende zijn om het doel te bereiken. Het is juist de samenhang bij gestroomlijnde instrumenten die maakt dat de kans groter wordt dat voor verduurzamingsmaatregelen wordt gekozen.

De SAH helpt in combinatie met andere beleidsinstrumenten (zoals WIS en SDE++) om warmtenetten te realiseren. Hiermee kan ook een aantrekkelijker aanbod worden gedaan aan eindgebruikers. De SAH is overtekend en gesloten voor aanvragen.

Relevantie

De ISDE is in 2025 door CE Delft positief geëvalueerd, in hierboven genoemde studie. Zowel de subsidiëring van warmtepompen als isolatie blijkt een doelmatige en doeltreffende manier om CO₂ besparing in de gebouwde omgeving te realiseren. Er zijn verschillende aanbevelingen gedaan, over onder betere informatie voor energieloketten en intermediairs. De SAH is in 2023 positief geëvalueerd door de RVO.

Plausibiliteit van het genoemde fysieke effect

De berekende CO₂-reductie is 0,05 megaton CO₂ is plausibel, met de kanttekening dat is uitgegaan van de bruto doelmatigheid van de ISDE, zoals vastgesteld in de evaluatie van de ISDE en niet van de netto doelmatigheid. Dit betekent dat er geen rekening mee is gehouden dat een deel van de maatregelen ook zonder ISDE zou zijn gerealiseerd.

⁵⁰ Zie Schep, E. et al. (2025), Evaluatie ISDE, Periode 2019-2023, CE Delft, Delft. https://ce.nl/wp-content/uploads/2025/06/CE_Delft_240452_Evaluatie_ISDE_Def.pdf

⁵¹ Zie W Stichting W/E adviseurs (2023), Normering verwarmingssystemen, Vervolgonderzoek grenswaarden, uitzonderingssituaties, uitvoering en handhaving, W/E 32166, Stichting W/E Adviseurs, Eindhoven/Utrecht. <https://www.w-e.nl/wp-content/uploads/2023/05/we-rapport-normering-verwarmingssystemen.pdf>

6.3 Aanvullende middelen Energiefonds

6.3.1 Omschrijving voorstel

Deze maatregel betreft een intensivering van de bestaande beleidsmaatregel ‘financiële tegemoetkoming bieden aan huishoudens in energiearmoede via een energiefonds’. Aanvullende middelen worden toegevoegd aan het publieke energiefonds om kwetsbare huishoudens met lage inkomens en hoge energielasten te ondersteunen totdat hun woning verduurzaamd is.

6.3.2 Conceptbeoordeling fondsbeheerder

“Afwijzen. Deze maatregel betreft een intensivering van de bestaande beleidsmaatregel ‘financiële tegemoetkoming bieden aan huishoudens in energiearmoede via een energiefonds’. De aangevraagde middelen zijn bedoeld om de inkomens van kwetsbare huishoudens met lage inkomens en hoge energielasten te ondersteunen, totdat hun woning verduurzaamd. Daarmee draagt deze maatregel bij aan een rechtvaardige transitie. Omdat er geen budget beschikbaar is binnen het perceel gebouwde omgeving wordt deze maatregel afgewezen.”

6.3.3 Reflectie PBL

Doelmatigheid

Met deze maatregel is er oog voor huishoudens in energiearmoede, waarbij een financiële tegemoetkoming wordt aangeboden door middel van het Energiefonds. Dit instrument richt zich hiermee op de ondersteuning van een groep huishoudens die beperkte mogelijkheden hebben om te investeren in hun woning, onder andere financieel of doordat ze geen eigenaar zijn van de woning. Het Energiefonds verhoogt de kans dat huishoudens wel mee kunnen komen in de energietransitie.

Relevantie

Volgens het fiche is er geen sprake van directe CO₂-reductie als gevolg van deze maatregel, en dat klopt. Het PBL merkt echter wel op dat beperken van energiearmoede desondanks van belang is voor een rechtvaardige energietransitie. Het betreft een tegemoetkoming die bedoeld is om de betaalbaarheid van de energierekening te borgen voor kwetsbare huishoudens tijdens de energietransitie. De berekeningen in het fiche maken aannemelijk dat er zonder de intensivering onvoldoende budget is voor het publieke Energiefonds om de beoogde effecten te bereiken.

Plausibiliteit van het genoemde fysieke effect

Dit is randvoorwaardelijk en hierdoor is het niet mogelijk een zelfstandig CO₂-reductie-effect toe te kennen, zoals ook wordt gesteld in het voorstel zelf.

Bijlage 1: Afkortingen

AFIR	<i>Alternative Fuels Infrastructure Regulation</i>
BAL	Besluit Activiteiten Leefomgeving
BBC	Nationaal Groeifondsprogramma <i>Biobased Circular</i>
CAPEX	<i>Capital Expenditures</i> , kapitaaluitgaven
CCS	<i>Carbon Capture and Storage</i>
CE	Circulaire economie
CPNL	Nationaal Groeifondsproject <i>Circular Plastics NL</i>
CIO	Circulair Implementeren en Opschalen
DEI+	Subsidieregeling Demonstratie Energie- en Klimaatinnovatie ⁵²
DEI+CE	DEI subsidieregeling specifiek voor innovaties die helpen bij de overstap naar een circulaire economie en vermindering van CO ₂ -uitstoot
DPP	Digitale Productpaspoorten
EBN	Energie Beheer Nederland
EED	<i>Energy Efficiency Directive</i> , Europese Energie-efficiency Richtlijn
e-fuels	klimaatneutrale brandstoffen die worden geproduceerd uit elektriciteit
EKOO	Energie & Klimaat Onderzoek en Ontwikkeling
EPV	Energieprestatievergoeding
EPZ	Elektriciteitsproductiebedrijf Zuid Nederland
e-SAF	<i>electro-Sustainable Aviation Fuel</i> , duurzame vliegtuigbrandstof
ETS	<i>Emission Trading System</i> , CO ₂ -emissiehandelssysteem voor de grote uitstoters
ETS ₂	<i>Emission Trading System 2</i> , CO ₂ -emissiehandelssysteem voor gebouwen, weg-transport en een deel van de kleine industrie
EV	<i>Electric Vehicle</i>
Flex-E	Subsidieregeling voor Flexibel Elektriciteitsverbruik
fte	fulltime-equivalent
gfe	groente-, fruit- en etensresten
gft	groente-, fruit- en tuinafval
GWV	Grond- Weg- en Waterbouw
H ₂ Global	Publiek-private samenwerkingsstichting om import van hernieuwbare waterstof(dragers) naar Duitsland en Noordwest-Europa te bevorderen.
HNO	<i>Hydrogen Network Operator</i>
IC ₁₂	maatregel 12 van het pakket Klimaatfondsmaatregelen voor industrie en circulaire economie
iDSR	<i>Industrial Demand Side Response</i>
IenW	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
IPCEI	<i>Important Project of Common European Interest</i>
ISDE	Investeringsubsidie duurzame energie en energiebesparing
KEV	Klimaat- en Energieverkenning
KGG	Ministerie van Klimaat en Groene Groei
LNVN	Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur

⁵² DEI+ handleiding, https://www.rvo.nl/sites/default/files/2025-02/Handleiding_DEI_2025_05022025.pdf

MJP	Meerjarenprogramma
Mkb	Midden- en kleinbedrijf
MOOI	Missie gedreven Onderzoek, Ontwikkeling en Innovatie
MR	Ministerraad
NEO NL	Nucleaire Energie Organisatie Nederland
NPE	Nationaal Plan Energiesysteem
OPEX	<i>Operational Expenditures</i> , operationele uitgaven
OV	Openbaar Vervoer
OWE	Opschaling volledig hernieuwbare waterstofproductie via elektrolyse
PBL	Planbureau voor de Leefomgeving
PH	Partiële Herziening
PPWR	<i>Packaging and Packaging Waste Regulation</i>
pmd	plastic en metalen verpakkingen en drankkartons
PxQ	<i>Price x Quantity</i>
RED III	<i>Renewable Energy Directive</i> , Derde versie van de richtlijn voor hernieuwbare energie, met als belangrijk aspect het versnellen van vergunningsprocessen.
RP	Regeerprogramma
RVO	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
SAH	Stimuleringsregeling Aardgasvrije Huurwoningen
SCF	<i>Social Climate Fund</i>
SDE++	Stimuleringsregeling Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie
SOPV	Subsidie Omschakeling Plasticverwerkers
SMR	<i>Small Modular Reactors</i>
SWiG	Subsidie Warmte-infrastructuur Glastuinbouw
TCO	<i>Total Cost of Ownership</i>
TK	Tweede Kamer
TNO	Nederlandse organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek
TRL	<i>Technology Readiness Level</i> , een maat voor de technologische rijpheid van techniek
TTF	<i>Title Transfer Facility</i>
TVKN	Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050
VEKI	Versnelde klimaatinvesteringen industrie
VFO	Vroege Fase Opschaling
WIS	Warmtenetten Investeringsubsidie
WOZ	Windenergie op zee
WTS	WarmtelinQ Transport Services B.V.
ZE	<i>Zero Emission</i>

Bijlage 2: Verzoek van het ministerie van KGG aan het PBL

Op 21 november jl. heeft het fondsbeheerteam van het Klimaatfonds deelprogramma's ontvangen van de indienende bewindspersonen (perceelhouders) met daarin het verzoek om middelen voor het Meerjarenprogramma 2027. Gegeven de beperkte budgettaire vrije ruimte zijn de indienende departementen gevraagd alleen prioritaire maatregelen en kleine aanvragen gericht op de uitvoering in te dienen. De fondsbeheerder heeft een conceptbeoordeling gemaakt van de ingediende voorstellen.

Conform artikel 7 van de wet 'Tijdelijke regels inzake de instelling van een Klimaatfonds (Tijdelijke wet Klimaatfonds)' wordt onafhankelijk advies ingewonnen bij de totstandkoming van uitgaven ten laste van het fonds. In dat verband is afgesproken dat het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) een reflectie zal geven op ingediende maatregelen en de conceptbeoordeling aan de hand van de doelen en criteria van het fonds (artikel 2 en 3 van het wetsvoorstel voor de instelling van het Klimaatfonds). In aanvulling daarop wordt de Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek (TNO) gevraagd om een reflectie specifiek op de sociaaleconomische gevolgen.

In het kader van een doelmatige besteding van de middelen en concrete bijdragen aan de klimaatdoelstellingen van dit kabinet verzoek ik u een kwalitatieve (en indien mogelijk kwantitatieve) schriftelijke reflectie op tenminste de volgende vijf punten:

1. Voor de maatregelen in de categorie "toekennen (onder voorwaarden)", is het verzoek te reflecteren op voorstellen en de eerste beoordeling van de fondsbeheerder aan de hand van de doelen en criteria van het fonds (instellingswet artikel 2 en 3) en daarbij voor het beoordelen van de doelmatigheid in ieder geval in te gaan op:
 - a. Of normeren of beprijzen effectiever is en/of het de doelmatigheid van de maatregel verhoogt door het daarmee te combineren.
 - b. De plausibiliteit van de emissiereductie of andere kwantificeerbare gevolgen waaronder energiebesparing aan de hand van een classificering in vijf categorieën:
 - i. Randvoorwaardelijk, geen zelfstandig reductie-effect;
 - ii. Genoemde reductie-effect plausibel;
 - iii. Genoemde reductie-effect plausibel, mits invoering in combinatie met aanvullende normering/beprijzing (graag specificeren welke);
 - iv. Genoemde reductie-effect niet plausibel (graag toelichten waarom, bijv. overschatting of onderschatting); en
 - v. Niet te valideren (graag toelichten waarom, bijv. het ontbreken van de benodigde cijfers).
2. Voor de maatregelen die zijn opgenomen als reservering voor het Meerjarenprogramma 2028 of zijn afgewezen is het verzoek na te gaan of er maatregelen tussen zitten die zodanig urgent zijn dat ze wel moeten worden opgenomen als toekenning (al dan niet onder voorwaarden) in het Meerjarenprogramma 2027 voor het bereiken van de emissiereductiedoelen voor 2030 en klimaatneutraliteit in 2050.
Andersom, is het PBL van mening dat bepaalde reserveringen naar verwachting niet op een

doeltreffende/doelmatige manier bijdragen aan de doelstellingen van het fonds of de emissiereductiedoelen voor 2030/2050?

3. Per perceel is het verzoek een reflectie te geven van de bijdrage van het geheel aan maatregelen in relatie tot de kosten aan het bereiken van de doelen van het Klimaatfonds (artikel 2 van het wetsvoorstel van de instelling van het Klimaatfonds) en de perceeldoelen, 55% emissiereductie (sectordoelen) in 2030 en/of klimaatneutraliteit in 2050.
4. Alle maatregelen overziend is het verzoek te reflecteren op de vraag of de voorgestelde verdeling van de middelen over de percelen (nog) passend is bij de opgave die er ligt om de CO₂-reductiedoelen in 2030 en 2050 te bereiken en indien mogelijk een reflectie te geven op mogelijke schuiven tussen percelen.
5. Tot slot is het verzoek een aantal specifieke aandachtspunten voor één of meerdere percelen te betrekken bij uw reflectie. Deze vindt u bijgevoegd.

Uw reflectie wordt betrokken bij de totstandkoming van het OntwerpMeerjarenprogramma 2027 waar in het voorjaar een besluit over wordt genomen. De reflectie zal als bijlage bij het ontwerp-Meerjarenprogramma bij de Voorjaarsnota 2026 aan de Tweede Kamer aangeboden worden.

Eventuele aandachtspunten voor de reflectie per perceel

Kernenergie

- Vindt PBL het aannemelijk dat door de maatregel 'IPCEI' de bouwkosten van nieuwe Nederlandse kerncentrales worden verlaagd met ten minste eenzelfde ordegrootte als de Nederlandse investering in de IPCEI?

Energie-infrastructuur en vroege fase opschaling

- *Warmte*
 - Hoe kijkt PBL naar de beoordeling van het verzoek om aanvullende middelen voor WarmtelinQ vrij te maken, gegeven onder andere de risicoverdeling tussen warmtebronleverancier, warmtebedrijf en WTS en de reeds gestarte uitvoering van het project?
- *Waterstof*
 - Hoe kijkt PBL naar de ondersteuning van de maatregel 'HyStock', waarbij in de beoordeling wordt ingezet op ondersteuning van de bovengrondse investeringen voor vier cavernes en het logen van alleen de eerste caverne, met inachtneming van het moment waarop de markt dergelijke projecten zonder ondersteuning op kan pakken?
- *Mobiliteit*
 - Hoe kijkt PBL naar de samenhang tussen de reservering voor de productie van duurzame luchtvaartbrandstoffen in Nederland (Efuels, € 150 mln.) en de afgewezen aanvraag voor middelen voor de Europese maatregel 'EU STIP-e-SAF' pilot-tender, gegeven Europese doelen en normen hiervoor? Welke route (nationaal en/of internationaal) vindt PBL het meest kansrijk om op in te zetten voor de opschaling van E-SAF?
- *Circulaire economie*
 - Hoe kijkt PBL naar de doelmatigheid en doeltreffendheid van subsidiëring van de opbouw van verschillende onderdelen van de circulaire economieketen voor 2030 zoals ingediend met de voorstellen (CCIO, DEI+-CE, Bioafval, SOPV, CAPEX-OPEX) ten opzichte van het richten op het (slechts) ondersteunen van noodlijdende recyclingbedrijven tot en met 2030 (zoals in vorig Meerjarenprogramma gedaan is)?



Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Participatieverslag Nationaal Plan Energiesysteem Actualisatie 2026



Inhoud

1. Inleiding	4	5. Regionale consultatiesessies	26
		5.1 Doorgroei decentrale productie	26
2. Inrichting van het participatieproces	6	5.2 Elektrificatie en netcongestie	28
2.1 Ronde 1: doel en thematische focus van de actualisatie, mei-september 2025	6	5.3 Herijking waterstofketen	30
2.2 Ronde 2: consultatie van concept inhoudelijke boodschappen van de actualisatie, maart-mei 2026	6	5.4 Koers voor collectieve warmte	31
2.3 Afstemming met netbeheerders voor de actualisatie van het NPE, doorlopend mei 2025 – juli 2026	7	6. Thematische consultatiesessies	34
2.4 Ronde 3: politiek-bestuurlijke gesprekken en schriftelijke reacties op de conceptversie van de actualisatie, juni-juli 2026	8	6.1 Inleiding	34
		6.2 Algemene reacties op de actualisatie van het NPE	34
3. Consultatie finale conceptversie	10	6.3 Herijking elektriciteitsketen	35
3.1 Overkoepelend	11	6.4 Herijking waterstofketen	38
3.2 Industrie	13	6.5 Verdieping koolstofketen en CCS	40
3.3 Waterstof	16	6.6 Themasessie kosten van het energiesysteem	41
3.4 Elektriciteit	17	B1. Deelnemende partijen in de consultatiesessies	44
3.5 Duurzame koolstof, fossiel en CCS	18	B2. Schriftelijke reacties op de conceptversie van de actualisatie van het NPE	48
3.6 Warmte, decentrale ontwikkeling en kosten	19		
4. Algemene consultatiesessies Actualisatie NPE	20		
4.1 Hoofdboodschappen EZK	20		
4.2 Algemene reactie op actualisatie van het NPE	20		
4.3 Reactie op internationale context en Europees 2040-beeld	21		
4.4 Reactie op energievraag industrie en mobiliteit	21		
4.5 Reacties op de vier energieketens	22		
4.6 Reactie op decentrale ontwikkelingen en kosten energiesysteem	24		

1.

Inleiding

Het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE) raakt aan de manier waarop we in Nederland energie gebruiken en daarmee aan hoe we wonen, reizen, produceren en recreëren. Het energiesysteem is dus van belang voor ons allemaal, voor huishoudens, bedrijven en maatschappelijke instellingen. Daarmee is het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE), als kabinetsvisie op de ontwikkeling van het Nederlandse energiesysteem, ook belangrijk voor een brede groep betrokkenen in de samenleving. Het kabinet vindt het dan ook van groot belang om voortdurend in gesprek te zijn en te blijven over het NPE. Dit participatieverslag geeft specifiek weer hoe die gesprekken eruit hebben gezien voor de actualisatie van het NPE en welke inzichten dat heeft opgeleverd.

De actualisatie van het eerste NPE uit 2023 geeft inzicht in belangrijke ontwikkelingen sinds de publicatie van het eerste NPE in 2023 en richt zich hierbij specifiek op een concreter beeld van het gewenste energiesysteem in 2040 als tussenmoment richting 2050. De inhoudelijke reikwijdte van het NPE is groot: het omvat de gehele productie, import, verwerking, transport en gebruik van energiedragers in Nederland en kijkt naar dit systeem in de Europese context waarin Nederland. In de actualisatie gaat het kabinet in op een groot aantal thema's binnen deze reikwijdte, maar niet op de gehele scope van het NPE, dat gebeurt weer bij de herziening van het NPE in 2029. De consultatiegesprekken hebben zich dan ook specifiek gericht op de thema's die centraal staan in deze actualisatie.



2.

Inrichting van het participatieproces

Voor de actualisatie van het NPE heeft het ministerie van EZK in verschillende rondes en langs verschillende lijnen met belanghebbenden gesproken. Hieronder staan die rondes uitgewerkt.

2.1 Ronde 1: doel en thematische focus van de actualisatie, mei-september 2025

In de eerste ronde zijn vijf consultatiesessies georganiseerd over het doel en de thematische focus van de actualisatie van het NPE. Hierin is teruggeblikt op het eerste NPE uit 2023 en gevraagd naar de belangrijkste veranderingen sindsdien die aan de orde zouden moeten komen in de actualisatie. Ook is gevraagd naar de functie van het NPE en hoe het sturend karakter versterkt zou kunnen worden. Voor elk deze consultatiesessies zijn steeds ongeveer tien partijen uitgenodigd met een gemengde samenstelling van brancheorganisaties uit de energiesector, kennisinstellingen, maatschappelijke organisaties, waaronder natuur- en milieuorganisaties, en netbeheerders. In totaal is met ruim veertig partijen gesproken. Zie bijlage 1 voor een overzicht van de deelnemende partijen.

Als onderdeel van deze eerste ronde is op bestuurlijk niveau ook gesproken met ongeveer 20 partijen uit het energiesysteem, zie bijlage 1 voor de gesproken partijen.

2.2 Ronde 2: consultatie van concept inhoudelijke boodschappen van de actualisatie, maart-mei 2026

In de tweede ronde zijn inhoudelijke conceptboodschappen voor de actualisatie getoetst bij een brede set aan maatschappelijke partijen. Voor deze consultatieronde zijn vier verschillende lijnen gevolgd.

Ten eerste zijn hiervoor vijf consultatiesessies georganiseerd met circa 10 deelnemende partijen per sessie. Voor elk deze consultatiesessies zijn steeds ongeveer tien partijen uitgenodigd met een gemengde samenstelling van brancheorganisaties uit de energiesector, kennisinstellingen, maatschappelijke organisaties, waaronder natuur- en milieuorganisaties, en netbeheerders. In totaal is met ruim veertig partijen gesproken. Zie bijlage 1 voor een overzicht van de deelnemende partijen.

Ten tweede zijn vier regiosessies georganiseerd in verschillende delen van het land (zuid, noord, midden/oost en west) met circa 10-20 deelnemers bestaande uit gemeenten, provincies, regionale netbeheerders en professionals.

Ten derde is de actualisatie ter toetsing besproken op bestaande gremia voor het energiesysteem, zoals het NPVI, het Uitvoeringsoverleg Energiesysteem, het Nationaal Waterstof Programma en het Themateam Klimaat en Energie van de innovatieagenda. Ook is de actualisatie besproken in een kennis-aan-tafel-sessie met het Planbureau voor de Leefomgeving.

Ten vierde zijn op bestuurlijk niveau opnieuw circa 20 gesprekken gevoerd met bestuurders uit het energiesysteem. Een overzicht van partijen is opgenomen in de bijlage.

2.3 Afstemming met netbeheerders voor de actualisatie van het NPE, doorlopend mei 2025 – juli 2026

Als belangrijke partners in de ontwikkeling van het energiesysteem is gedurende het volledige proces intensief gesproken met de netbeheerders. Hieronder staat deze samenwerking in stappen beschreven.

In het najaar 2025 heeft NBNL met 'Keuzes Integraal Energiesysteem' (KIES) een analyse gepresenteerd van systeemvraagstukken waarop zij zowel het maatschappelijk gesprek willen voeden als beleidsmatige keuzes op wensen. Hierover is vanaf zomer 2025 uitvoerig met NBNL gesproken in voorbereiding op de actualisatie van het NPE. Daarnaast hebben netbeheerders deelgenomen aan de consultatiesessies zoals hierboven beschreven in de diverse rondes.

Gedurende het eerste half jaar van 2026 zijn met regelmaat sessies geweest met EZK, NBNL, Gasunie en TenneT. In vier langere sessies is dieper ingegaan op de inhoudelijke onderdelen van het NPE, zoals waterstofgebruik, elektrificatie en CCS in de industrie, systeemsturing en de opbouw van de waterstof- en elektriciteitsketen. Vanaf begin 2026 zijn er ook drie gesprekken geweest op bestuurlijk niveau met TenneT en Gasunie samen over de actualisatie van het NPE. Aanvullend is er zowel met TenneT als met Gasunie een bestuurlijke een langere sessies geweest over actualisatie van het NPE.

Daarnaast zijn de netbeheerders bij de verschillende ambtelijk georganiseerde stakeholdersessies aanwezig geweest die in maart en april zijn geweest, waaronder bij het NPVI en het Uitvoeringsoverleg Energiesysteem.

2.4 Ronde 3: politiek-bestuurlijke gesprekken en schriftelijke reacties op de conceptversie van de actualisatie, juni-juli 2026

Als afronding van de consultatie hebben de partijen uit het veld, mede-overheden en netbeheerders gelegenheid gehad schriftelijk te reageren op de conceptversie van de actualisatie van het NPE en hebben de minister van Klimaat en Groene Groei en staatssecretaris van Klimaat en Groene Groei gesprekken gevoerd met deze partijen. Dit ging in totaal om vijf gesprekken: (1) met de gezamenlijke netbeheerders, (2) met het Uitvoeringsoverleg Energiesysteem waarin sectorpartijen zijn vertegenwoordigd, (3) met industriepartijen, (4) met medeoverheden en (5) met de Stuurgroep van het Nationaal Programma Verduurzaming Industrie (NPVI). Daarnaast heeft de minister ook gesproken met de gezamenlijke jongerenorganisaties (de Jongerentafel). Ook hun schriftelijke inbreng is opgenomen in de bijlage. Een overzicht van deelnemende partijen staat opgenomen in bijlage 1.

De schriftelijke reacties zijn in bijlage 2 van dit verslag integraal opgenomen. In hoofdstuk 6 zijn de belangrijkste reacties uit deze schriftelijke ronde en de gesprekken met de bewindspersonen gebundeld en staat per thema beschreven hoe deze zijn verwerkt in de definitieve versie van de actualisatie van het NPE. Hiermee geeft het kabinet opvolging aan de motie Jumelet c.s. die vraagt om een openbare consultatie met het veld.



3.

Consultatie finale conceptversie

Gedurende de zomermaanden (juni-augustus) heeft een uitgebreide gespreksronde met de bewinds- personen plaatsgevonden. Alle betrokkenen zijn ook uitgenodigd schriftelijk te reageren, en een groot deel heeft dat ook gedaan. In totaal zijn vijf bijeenkomsten in deze consultatieronde georganiseerd met: (1) met de gezamenlijke netbeheerders, (2) met het Uitvoeringsoverleg Energiesysteem waarin sectorpartijen zijn vertegenwoordigd, (3) met industriepartijen, (4) met medeoverheden en (5) met de Stuurgroep van het Nationaal Programma Verduurzaming Industrie (NPVI). Een overzicht van deelnemende partijen staat opgenomen in bijlage 1.

De schriftelijke reacties zijn in bijlage 2 van dit verslag integraal opgenomen. In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste reacties uit deze schriftelijke ronde samengenomen en kort beschreven. Hierbij zijn eerst overkoepelende reacties weergegeven en vervolgens de belangrijkste reacties per thema. Vervolgens staat per thema beknopt beschreven hoe deze reacties zijn verwerkt in de definitieve versie van de actualisatie van het NPE.

3.1 Overkoepelend

Algemene reacties op de actualisatie van het NPE

De actualisatie van het NPE wordt breed ontvangen als een stap naar een realistischer visie en een aangescherpte koers. Waardering is er voor de erkenning van netcongestie als remmende factor, de bijgestelde verwachtingen voor waterstof, de scherpere blik op kosten en weerbaarheid en het toevoegen van een beleidsagenda. Daar staan breed gedeelde reacties tegenover die vragen om meer uitwerking: het plan blijft in de ogen van veel partijen kwalitatief en normatief. De beleidsagenda mag concreter, verder doorlopen en voorzien worden van verantwoordelijkheden en planning, bij voorkeur met een financiële uitvoeringsagenda erbij.

Op het thema kosten vinden veel partijen dat vroege gebruikers te veel van de kosten dragen, met name wat betreft de netwerktarieven, niet alleen van elektriciteit maar van alle modaliteiten (waterstof, CCS), en de vertaling van systeemkosten naar individuele businesscases moet nog meer aandacht krijgen. Een aantal partijen vraagt om een langere rol voor hybride oplossingen in het eindbeeld.

Op het thema sturing vragen partijen om duidelijker regie te nemen op een samenhangend beeld van ketenontwikkeling, vraag en aanbod, om aansluiting bij de clusterplannen en om integratie van vergunningverlening. Vanuit een van de net-beheerders komt de kanttekening dat bij aanpassingen van de sturing op de langetermijnsce­nario's bij het maken van werkafspraken moet worden gezien of die passen binnen de huidige wettelijke kaders.

Enkele partijen vragen om uitbreiding van de relevante publieke belangen die in het NPE worden gewogen met het publieke belang van 'internationale concurrentiekracht' en ook vinden sommige partijen dat er een scherpere weging nodig is van de publieke belangen.

Naast zorgen over middelen bestaan er ook zorgen over uitvoerbaarheid in bredere zin: voldoende deskundige mensen, werk­bare procedures en regels die uitvoering mogelijk moeten maken. Daarnaast zijn er enkele partijen die de suggestie doen om na vaststelling van het NPE een aanvullende uitvoeringstoets te doen met betrokken partijen.

Er is veel aandacht voor weerbaarheid, en sommige partijen vragen om explicieter te maken welk niveau van energiezekerheid Nederland nastreeft en welke kosten daarbij horen, en hoe die kosten worden verdeeld tussen overheid, gebruikers en samenleving. Ook wordt gevraagd om kritieke onzekerheden expliciet te benoemen met het bijbehorende handelingsperspectief, zodat het plan adaptief is.

Enkele partijen willen daarnaast de parallelle beleidsstukken (zoals de Visie Opschaling Aanbod Duurzame Koolstofdragers (VOADK) en de Visie op Brandstoffen- en Chemiegrondstoffenproductie) gelijktijdig kunnen wegen, vragen om explicieter te maken welk niveau van energiezekerheid Nederland nastreeft en wie de kosten daarvan draagt, en stellen een uitvoeringstoets voor na vaststelling.

Vrijwel alle partijen vragen tegelijk om meer toelichting op de aannames achter de gebruikte cijfers, met name over de verhouding tussen import en eigen productie, om een ontwikkelschets door de tijd en om ruimte voor verschillende scenario's.

Verwerking van algemene reacties

Op het thema kosten is naar aanleiding van de reacties scherper beschreven hoe de stijgende nettarieven een probleem vormen dat geadresseerd moet worden om het beoogde tempo te halen. Het NPE bevat zelf geen budgettaire besluitvorming, dus voorstellen voor extra middelen of een aparte financieringsagenda zijn niet overgenomen.

De beleidsagenda is aangevuld met suggesties uit de consultatie, en in de tekst is explicieter gemaakt dat de transitiepaden een stap richting 2035 zetten die in het volgende NPE wordt doorgetrokken. Internationale concurrentiekracht is bij de publieke belangen benoemd als onderdeel van een economisch krachtig Nederland. Het kabinet brengt geen vaste rangorde aan tussen de publieke belangen, omdat deze weging per onderwerp en in de tijd kan verschillen. Wel is op onderdelen explicieter gemaakt hoe publieke belangen worden gewogen. In de inleiding is verduidelijkt hoe het NPE zich verhoudt tot relevante ruimtelijke beleidsdocumenten.

Het kabinet herkent de wens om doorlopend in gesprek te blijven over de uitvoering van het NPE met partijen. In deze actualisatie is de uitvoerbaarheid van de plannen uitdrukkelijk meegewogen. Beperkingen door netcongestie en de uitdagnen rondom het uitrotpad voor wind op zee, beïnvloeden bijvoorbeeld de ontwikkeling van het energiesysteem de komende jaren aanzienlijk. Het kabinet zet er via de beleidsagenda op in om deze knelpunten de komende tijd zo veel mogelijk te mitigeren en blijft na de vaststelling van deze actualisatie van het NPE doorlopend met sectorpartijen in gesprek om steeds weer te kijken hoe obstakels het beste kunnen worden aangepakt. Zowel bij de uitwerking van deze actualisatie van het NPE als bij

de voorbereiding van een volledige herziening van het NPE in 2029 zal het kabinet op structurele basis het gesprek met gezamenlijke jongerenorganisaties aangaan, om op die wijze hun perspectief op intergenerationele rechtvaardigheid goed mee te kunnen wegen. Ook bij het versterken van systeemsturing gaat het om het verstevigen van de samenwerking en verhelderen van rollen en verantwoordelijkheden en wordt dit komende periode verder vastgelegd in te maken werkafspraken.

Bij het thema weerbaarheid is het niveau van energiezekerheid benoemd als aspect dat meeweegt bij de vervolgstappen op weerbaarheid. Het NPE 2029 zal uitgebreider ingaan op de weerbaarheid van het energiesysteem, mede op basis van het advies dat de Raad voor Energie hierover zal geven.

De toelichting op de gebruikte aannames bij de cijfermatige basis van het NPE is op basis van de reacties aangevuld en aangescherpt. De aannames zijn uitgebreider beschreven en op onderdelen zijn relevante onzekerheden verder geduid.

Om adequaat te kunnen sturen ondanks de onvermijdelijke onzekerheden, is de sturing met het NPE in de kern adaptief van karakter. Het kabinet gebruikt de NPE-cyclus om periodiek te herijken. Daarnaast wordt de actuele stand van zaken jaarlijks gemonitord en vastgelegd in de Klimaat- en Energienota. Mede door de doorlopende afstemming met partijen in het veld over wat er nodig is, stelt deze cyclus het kabinet in staat om elke twee tot drie jaar gericht bij te sturen. Deze adaptieve aanpak biedt tevens de flexibiliteit om technologische ontwikkelingen de ruimte te geven. Zo is er op basis van reacties meer ruimte gelaten voor de exacte rol die oplossingen zoals hybride warmte in het uiteindelijke eindbeeld van ons energiesysteem zullen vervullen.

3.2 Industrie

Reacties op het thema industrie

In de schriftelijke reacties geven partijen aan dat het NPE goed erkent hoe belangrijk de (energie-intensieve) industrie is én blijft voor Nederland en Europa. De rol van industrie voor het energiesysteem en in een internationale context met Nederland als handelsland worden beter uitgewerkt. Voor raffinage wordt in de basis een realistisch beeld neergezet van weliswaar een afname van traditionele raffinage met opbouw van duurzame routes, maar tegelijkertijd met erkenning van de strategische rol, behoud van exportfunctie en koppeling met de internationale brand- en grondstoffenvraag. De inzet op elektrificatie en CCS wordt als logisch gezien, waarbij het NPE duidelijk maakt dat moleculen essentieel blijven.

Het meer geleidelijke groeipad voor waterstof sluit beter aan bij ontwikkelingen in de markt. Dit geeft een meer realistische koers voor uitvoering en kosten. Daarmee geeft de actualisatie voor de industrie een betere balans tussen de waarden duurzaamheid, betaalbaarheid en weerbaarheid. Partijen onderschrijven het achterblijven van randvoorwaarden voor verduurzaming van de industrie, zoals netcongestie, hogere waterstofkosten dan voorzien, stijgende systeemkosten en een grotere internationale concurrentiedruk; waarmee duurzame businesscases onder druk staan.

Tegelijkertijd geven industriepartijen in algemene zin aan dat industriële competitiviteit sterker als publieke belang van het NPE naar voren kan worden gebracht: een energiesysteem dat energiearmoede voorkomt, economische groei mogelijk maakt en ervoor zorgt dat vitale industriële sectoren internationaal

concurrerend kunnen blijven opereren. In dit licht dient het NPE concreter ingevuld te worden om meer investeringszekerheid te bieden. Knelpunten worden erkend, maar niet opgelost. Hierbij wordt specifiek aandacht gevraagd voor de ‘fixed costs doom loop’ en het uitwerken van de inzet op kritieke grondstoffen, materialen en componenten. Uitwerking van maatregelen, middelen en uitvoeringskracht in de tijd is nodig om investeringen aantrekkelijk, financieerbaar en uitvoerbaar (en niet verplicht) te maken. Zo moet vraagcreatie een meer centrale pijler worden van het NPE, inclusief een concrete strategie met maatregelen die in internationaal verband ontwikkeld worden. Ook wordt breed voorgesteld een financieringsagenda op te stellen die betaalbaarheid en kostenverdeling van systeemniveau naar bedrijfsniveau vertaalt en (verdeling van) weerbaarheidskosten inzichtelijk maakt.

Verschillende partijen pleiten daarnaast voor explicitering van cijfermatige aannames in het NPE, uitgewerkte cijfermatige paden met bandbreedtes per sector en cluster, met ruimte voor meerdere scenario's en een adaptieve planning. Ook geven ze sterk het belang aan van meer regie op de uitvoering via minder verkokering, doelmatige systeeminrichting, verduidelijking van verantwoordelijkheden, samenhangende wegingswijze tussen waarden (het in het NPE geschetste trilemma en bijvoorbeeld energiebesparing versus vraagontwikkeling) en verduidelijking van het proces en het betrekken van de industrie in het sturingsproces. Daarnaast pleit men voor de uitwerking van systeemsturing voor het gelijk laten oplopen van vraag naar en aanbod van energie, in samenspraak met de industrie. Daarbij wordt opgeroepen om vergunningverlening voor verduurzamingsprojecten te integreren en procedures voor industriële projecten, energie-infrastructuur en ruimtelijke inpassing in samenhang te organiseren.

Specifiek voor het industriehoofdstuk pleiten partijen voor een visie op gecontroleerde ombouw, in plaats van afbouw. Men vraagt om een specificatie welk deel van de industrie en productiecapaciteit voor strategische intermediaire producten (zoals kritieke chemische bouwstenen) behouden moet blijven. Men vindt het met name van belang om traditionele raffinage als strategische opgave voor leveringszekerheid te zien; en ongecontroleerde afbouw voordat duurzame alternatieven beschikbaar zijn, te voorkomen. In dit licht ziet men ook graag een samenhangende strategie voor de waardeketens brandstoffen en chemie, samen met het ARRRRA-cluster en bijv. de Critical Chemical Alliance; en samenhang tussen de beleidsproducten Nationaal Plan Energiesysteem, Aanpak Aanbod Duurzame Koolstof en de aankomende visie Brandstoffen- en chemiegrondstoffenproductie. Er wordt in diezelfde lijn breed aangegeven dat randvoorwaarden voor verduurzaming raffinage expliciet opgenomen dienen te worden. Ditzelfde geldt voor het opnemen van een expliciete strategie en instrumenten voor (Europese) vraagcreatie, gekoppeld aan de Europese IDAA en RED IV.

Daarnaast wordt in de reacties aangegeven dat nuances in de NPE-lijn ten aanzien van elektrificatie verder benadrukt kunnen worden: er is geen sprake van een abstracte keuze tussen elektronen en moleculen; we zetten in op elektrificatie waar dat kan en logisch is, brandstoffen en grondstoffen waar die nodig blijven en CCS waar dat de meest praktische route is om uitstoot te verminderen. Ook wordt opgeroepen om voldoende ruimte te behouden voor overbruggingsroutes (groen gas, WKK, geothermie, hybride elektrificatie, blauwe waterstof). Een aantal partijen geven daarbij aan dat wel gelet dient te worden op de beperkte beschikbaarheid van groen gas; en dat inzet van groen gas geen belemmering of uitstel mag veroorzaken van

inzet op structurele verduurzamingsroutes. Een kleiner deel van de partijen gaat verder en stelt dat hybride oplossingen geen tussenstap zijn maar een structureel en kosteneffectief onderdeel van het eindbeeld, ook na 2040.

Een enkele partij vraagt om een cijfermatige uitwerking van het type hernieuwbare brandstofproductie door de tijd, het scherper formuleren van de beoogde inzet op de BTV en het uitwerken van beleid ten aanzien van terminals en de visie op de terminalroute. Daarnaast vragen enkele partijen aandacht voor de positie van Cluster 6 en decentrale industrie. Zij roepen op tot een concrete regionale doorvertaling van systeemkeuzes en waakzaamheid voor een ongelijk speelveld voor binnenlandse productie (uitstel van infrastructuurinvesteringen) door inzet op vraagontwikkeling bij aanlandingslocaties van windenergie van zee.

Verwerking van reacties op het thema industrie

De verwerking van reacties over de industrie die in algemene zin zijn benoemd (publieke belangen, concretisering van maatregelen, vraagcreatie, cijfermatige aannames en systeemsturing) staat hierboven omschreven onder 'verwerking van algemene reacties'. De verwerking van specifieke zaken over de elektriciteitsketen (bijv. fixed costs doom loop) en koolstofketen (bijv. ontwikkeling CCS-keten, AVI's en biomassacentrales) staat omschreven onder de kopjes van deze respectievelijke ketens hieronder.

Op basis van de specifieke schriftelijke reacties op het industriehoofdstuk is de strategische rol van de raffinagesector voor leveringszekerheid verder benadrukt in de hoofdboodschappen omtrent raffinage in het Verdiepingsdocument. Daarnaast zijn

hier de randvoorwaarden voor gecontroleerde ombouw expliciet benoemd (waaronder regelgeving, gelijk speelveld, marktvraag, anti-dumping, stikstofruimte, ruimte en betaalbare energiekosten en energie-infrastructuur); en zijn de risico's van ongecontroleerde afbouw opgenomen. Voor een visie op ombouw wordt verwezen naar de aankomende kamerbrief met de visie op de brandstoffen- en chemiegrondstoffenproductie (visie BCP). In de paragraaf inzake chemie in het Verdiepingsdocument (H2.3) is een explicietere link opgenomen tussen verschillende beleidstrajecten en -documenten; zoals de noodzaak tot een gezamenlijke strategie voor vraagcreatie vanuit het ARRR-cluster en de Critical Chemical Alliance; en de samenhang tussen Nationaal Plan Energiesysteem, Aanpak Aanbod Duurzame Koolstof en de aankomende visie BCP. Ook zijn hier verschillende elementen van vraagcreatie benoemd, zoals productregels, regels voor koolstofboekhouding, erkenning van chemische recycling en bescherming tegen import die niet aan dezelfde eisen voldoet. Dit biedt een basis voor de toegevoegde actie voor vraagcreatie in de beleidsagenda voor de ontwikkeling van een strategie voor deze vraagcreatie in relatie tot IDAA en RED IV. Waar relevant voor systeemkeuzes over het energiesysteem is behoud van productiecapaciteit meegenomen in de achterliggende aannames van de verschillende gebruikte scenario's en omschreven in Hoofdstuk 2.3 van het Verdiepingsdocument (bijv. behoud productiecapaciteit staal, het voorzien in eigen brandstofproductie en de vraag naar basischemicaliën en het behoud van exportpositie).

De benoemde nuance ten aanzien van elektrificatie is duidelijker beschreven in het Hoofddocument (H2.3). Ruimte voor overbruggingsroutes was reeds opgenomen in het Verdiepingsdocument onder Hoofdstuk 2.3 (paragraaf voor 'overige industrie') en H4.3.2. Dit is duidelijker beschreven,

door bijvoorbeeld ruimte voor hybride oplossingen expliciet te benoemen. De beperkte ruimte voor inzet van groen gas werd reeds erkend in H3.1 van het Hoofddocument. Daarnaast is er, onder andere in het koolstofhoofdstuk van het verdiepingsdocument, aandacht voor de toenemende afhankelijkheid van groen gas, waarbij wordt benadrukt dat gelijktijdige opschaling van groen-gasproductie en inzet op alternatieve verduurzamingsopties van belang is.

Er is geen cijfermatige uitwerking van typen hernieuwbare brandstofproductie in de tijd opgenomen aangezien dit een vastgesteld pad zou suggereren. In Bijlage 1 van het verdiepingsdocument is omschreven dat de cijferbasis een samenhangend beeld als hulpmiddel schetst, maar nadrukkelijk geen blauwdruk van het toekomstig energiesysteem is. In Hoofdstuk 3.3 van het verdiepingsdocument is aangegeven dat nog geen besluiten zijn genomen rond de BTV. Het belang van terminals en benodigde investering in import-infrastructuur is opgenomen in het Hoofddocument onder het hoofdstuk weerbaarheid (strategische diversificatie van importketens). Bij de invulling van de benoemde integrale systeemplanning (Verdiepingsdocument H10) zal gekeken worden naar de mogelijkheid om een sterkere verbinding te leggen tussen DIVIT, de Cluster Systeem Analyses, scenario-analyses en systeemkeuzes. Daarmee kan meer inzicht verkregen worden in bijvoorbeeld de regionale doorvertaling van systeemkeuzes.

Tot slot zijn kleinere tekstuele verbeteringsuggesties direct overgenomen.

3.3 Waterstof

Reacties op het thema waterstof

Het bijgestelde waterstofbeeld wordt breed herkend als realistischer dan dat uit het NPE van 2023. Tegelijk vinden partijen dat een lagere vraagverwachting geen argument mag zijn om minder ambitieus te zijn over de rol van waterstof op langere termijn: ook bij een bescheidener volume blijft waterstof onmisbaar voor sectoren die waterstof als grondstof nodig hebben of die zich moeilijk laten elektrificeren.

Een belangrijke rol van import in dat eindbeeld wordt gesteund, maar niet als volledige vervanging van eigen productie. Sommige partijen hebben zorgen over afhankelijkheid van een klein aantal leveranciers of van één type waterstofdrager, en vragen om ook andere dragers dan ammoniak expliciet in beeld te brengen. Ook wordt gevraagd de balans tussen binnenlandse productie en import van waterstof en waterstofdragers mee te wegen in het weerbaarheidsvraagstuk. Enkele partijen vragen aandacht voor de midstream, omdat er nog geen investeringsbeslissingen liggen voor importterminals en conversie terwijl het beleid zich vooral op productie en eindgebruik richt.

Op de korte termijn draait het vooral om zekerheid en kosten, en dan bovenal voor infrastructuur. Zolang het tijdpad en kosten van de landelijke waterstofinfrastructuur onzeker zijn, houden afnemers en producenten hun investeringsbeslissingen op. De nettarieven voor elektrolyse liggen hoger dan in buurlanden, en partijen vinden dat vroege gebruikers van waterstofinfrastructuur een onevenredig deel van de vaste kosten dragen. Partijen dringen aan op tijdige start van ondergrondse opslag, waarbij naast zoutcavernes ook lege gasvelden in beeld zouden moeten

komen, omdat de doorlooptijden lang zijn. Ook wordt door enkele partijen genoemd de wens om regio's ruimte te geven voor een eigen waterstofsysteem zonder de kosten daarvan volledig in de regio te leggen, en de oproep te sturen op een uniforme waterstofkwaliteit met zuivering op systeemniveau.

Een deel van de partijen bepleit daarnaast een duidelijke rol voor nieuwe koolstofarme waterstof uit aardgas naast directe elektrificatie en hernieuwbare waterstof, met name voor warmte, daar waar elektrificatie technisch niet haalbaar is of waar het net geen ruimte biedt.

Verwerking van reacties op het thema waterstof

Het langetermijnbeeld is op onderdelen aangescherpt. De factoren die de omvang van de verschillende typen waterstofvraag bepalen zijn nu duidelijker gescheiden van de factoren die de bandbreedte daarvan bepalen, en waterstof als brandstof komt vaker terug naast waterstof als grondstof. Vloeibare waterstof en andere dragers zijn op meer plekken benoemd, met de constatering dat de markt op korte termijn naar ammoniak neigt en dat gerichte aandacht voor alternatieve ketens nodig is om afhankelijkheid van één drager te voorkomen. Leveringszekerheid en weerbaarheid zijn daarbij explicieter benoemd. De inzet op koolstofarme waterstof wordt in het NPE uitgebreid toegelicht en is niet aangepast. Verdere uitwerking van voorwaarden voor koolstofarme waterstof zal het kabinet in een aparte Kamerbrief naar de Tweede Kamer sturen na publicatie van het NPE.

Voor de korte termijn herkent het kabinet de zorgen over de infrastructuur. In de beleidsagenda is opgenomen dat zo snel mogelijk zekerheid wordt geboden over de kosten en het

uitrolplan van de landelijke waterstofinfrastructuur, zodat partijen daarop kunnen plannen. De ongunstige kostenstructuur van de nettarieven voor elektrolyse ten opzichte van buurlanden is benoemd, en Nederland zet zich in Europees verband in voor harmonisatie van de methodologie voor nettarieven. De rol van opslag in gasvelden is als mogelijkheid opgenomen, met benoeming dat een pilot daarvoor een randvoorwaarde is. Financiële vraagstukken, zoals rondom additionele subsidies en noodzaak voor duidelijkheid over de kosten van waterstoftransport zijn opgenomen in de beleidsagenda, maar worden binnen de reguliere financiële besluitvorming behandeld. De zienswijze op regionale waterstofinfrastructuur is in het industriehoofdstuk verder verduidelijkt.

3.4 Elektriciteit

Reacties op het thema elektriciteit

Partijen steunen de ingezette elektrificatiekoers, maar uiten zorgen over de stijgende nettarieven, de randvoorwaarden voor flexibiliteit en de haalbaarheid van wind op land.

Meerdere partijen waarschuwen dat de sterke stijging van nettarieven de businesscase voor elektrificatie ondergraaft. Vroege gebruikers dreigen hierdoor een onevenredig zwaar deel van de vaste infrastructuurkosten te dragen, wat de transitie remt en investeringen naar het buitenland verdrijft.

Partijen wijzen erop dat het ontsluiten van flexibiliteit kosten met zich meebrengt voor netgebruikers, waardoor een integrale afweging tussen flexibiliteit en fysieke netverzwaring noodzakelijk is. Daarnaast wordt gevraagd om een duidelijke visie op

de verduurzaming van regelbaar vermogen om de leveringszekerheid te borgen. Verschillende partijen benadrukken dat er tijdig een visie moet komen op de verduurzaming van regelbaar vermogen (zoals gascentrales) om de leveringszekerheid te borgen op momenten dat zon en wind tekortschieten.

Sommige partijen uiten zorgen over het behalen van de hernieuwbare opwekambities door het uitblijven van landelijke Rijksmilieunormen en de dreiging van strikte afstandsnormen voor wind op land.

Verwerking reacties op het thema elektriciteit

Het kabinet herkent de zorgen over stijgende nettarieven en in de verwerking van de reacties is dit probleem duidelijker beschreven in de tekst. In het NPE is de problematiek rondom de businesscase en de stijgende systeemkosten verder geduid als urgent knelpunt dat opgelost moet worden om het juiste transitietempo te behouden. Omdat het NPE geen budgettair besluitvormingsdocument is, wordt er niet vooruitgelopen op specifieke financiële oplossingen.

Op het thema flexibiliteit zijn suggesties over de kosten-baten-afweging van flexibiliteit versus netverzwaring opgenomen in het verdiepingsdocument. Daarnaast is de aanstuurbaarheid van warmtepompen als randvoorwaarde voor netbewuste elektrificatie opgenomen.

In het hoofddocument is opgenomen dat een snelle en gedragen oplossing voor de afstandsnormen van windenergie op land essentieel is voor de beoogde doorgroei.

Hoewel het kabinet in het NPE vasthoudt aan de lijn dat proactieve verduurzaming van centrales met waterstof of CCS op de korte termijn (5-10 jaar) maatschappelijk te kostbaar is, erkent het NPE de structurele langetermijnbehoefte aan 10 tot 25 GW regelbaar vermogen. De voorzieningszekerheid wordt geborgd met de invoering van een marktbreed capaciteitsmechanisme en in de beleidsagenda is onder Actie 5 een specifieke actie toegevoegd om de toekomstige behoefte en het verduurzamingspad van regelbaar vermogen in 2028-2029 te herijken.

3.5 Duurzame koolstof, fossiel en CCS

Reacties op de thema's duurzame koolstof, fossiel en CCS

Verschillende partijen uiten zorgen over de beschikbaarheid en verdeling van duurzame koolstof en biograndstoffen over verschillende toepassingen, met het verzoek de veronderstelde stromen te expliciteren. Verschillende partijen doen het verzoek om naast inzet op elektrificatie ook in te zetten op andere energiedragers, waaronder duurzame koolstofdragers. Enkele partijen vinden dat groen gas in het NPE te beperkt wordt gepositioneerd voor sommige sectoren en vragen om meer inzet op het vergroten van de beschikbaarheid ervan.

Sommige partijen uit de industrie roepen op rond de afbouw van fossiel te sturen op gecontroleerde ombouw en in eerste plaats behoud van de industrie.

De grotere en langere rol van CCS wordt herkend en onderschreven. Verder komt van enkele partijen het verzoek om een expliciete ambitie voor CO₂-opslagcapaciteit met prioriteit voor locaties op de Noordzee, aandacht voor hergebruik van

CO₂ en negatieve emissies bij de overgang naar circulaire en biobased productie, en toegankelijkheid van de infrastructuur voor decentraal gelegen partijen, inclusief aanvoer per spoor en binnenvaart.

Verwerking reacties op de thema's duurzame koolstof, fossiel en CCS

De beschikbaarheid van biograndstoffen en de verdeling daarvan is nader toegelicht in het Verdiepingsdocument. Daarbij wordt verwezen naar de Nationale Biograndstoffenstrategie en de Aanpak Aanbod Duurzame Koolstofdragers waarin deze thematiek centraal staat. Met deze stukken wordt tevens gehoor gegeven aan de oproep om naast elektrificatie ook in te zetten op het vergroten van het aanbod aan andere energiedragers (waaronder duurzame koolstofdragers) en de daarvoor benodigde grondstoffen. Daarnaast is er, onder andere in het koolstofhoofdstuk van het Verdiepingsdocument, aandacht voor de toenemende afhankelijkheid van groen gas, waarbij wordt benadrukt dat gelijktijdige opschaling van groen-gasproductie en inzet op alternatieve verduurzamingsopties van belang is.

De rol van CCS is benadrukt en verduidelijkt in de tekst. Daarbij is ook het belang onderstreept van het ondersteunen van CO₂-opslagcapaciteit zowel binnen Nederland als in Noordwest-Europees verband. De rol van negatieve emissies wordt in het kader van verschillende energieketens behandeld: binnen de koolstofketen is dit een belangrijk thema, maar ook in het kader van de CCS-keten en vanwege de rol bij biomassacentrales ook in de elektriciteitsketen.

Het hoofdstuk over de verantwoorde afbouw van fossiel beschrijft het belang van ombouw en van een gecontroleerde

transitie in de raffinage en chemiesectoren. De binnenkort te verschijnen Visie op Brandstof- en Chemiegrondstofproductie gaat hier uitgebreider op in.

3.6 Warmte, decentrale ontwikkeling en kosten

Reacties op de thema's warmte, decentrale ontwikkeling en kosten

Op warmte stellen veel partijen dat collectieve warmte een te beperkte rol inneemt in deze actualisatie: partijen missen een beschrijving van de bronnen voor duurzame warmte, een ambitie voor geothermie en de rol van collectieve warmte bij het verlichten van netcongestie, en wijzen op de mismatch tussen ambitie en beschikbare middelen.

Medeoverheden vragen om wederkerigheid en gelijkwaardige samenwerking bij het maken van energieafspraken, om een proces voor regionale doorvertaling van de nationale ambities en om ruimte voor regionale keuzes in de energiemix, inclusief decentrale toepassing van moleculen en flexibiliteit.

Partijen herkennen de boodschappen over een significante toename aan investeringen die nodig zijn voor een succesvolle energietransitie in de komende jaren. Tegelijkertijd benadrukken meerdere partijen dat deze investeringsbehoefte en het huidige investeringsgat onderzocht moet blijven worden en dat deelnemingen een belangrijke rol spelen bij het tot stand brengen van de juiste investeringen.

Verwerking op de thema's warmte, decentrale ontwikkeling en kosten

Op het thema warmte zijn teksten op basis van de reacties verder aangevuld met de beschrijving van de bronnen voor duurzame warmte. Op de verhouding tussen ambitie en beschikbare publieke middelen zijn geen aanvullingen gemaakt, aangezien het NPE geen budgettaire besluitvorming bevat.

Op het thema energie-afspraken is in het betreffende hoofdstuk een passage toegevoegd over gelijkwaardige samenwerking tussen overheden, waarbij het Rijk vanuit zijn eigen rol richting geeft. Rijk en medeoverheden werken samen om middels energiebeelden en gebiedsuitwerkingen te komen tot energie-afspraken, met ondersteuning vanuit het LOE. Hierin komt de regionale doorvertaling van de inhoudelijke richtingen uit deze actualisatie van het NPE tot uitdrukking.

Op het thema kosten is de reactie verwerkt in aanvullende passages over de (verdere) analyse van de investeringsbehoefte en het investeringsgat. Ook is nader ingegaan op de rol van deelnemingen bij het tot stand brengen van investeringen.

4.

Algemene consultatiesessies Actualisatie NPE

Ter bespreking van de hoofdboodschappen van de actualisatie van het Nationaal plan energiesysteem (NPE) zijn twee generieke sessies gehouden met vertegenwoordigers van industrie, netbeheerders, de duurzame maakindustrie, de ACM en landelijk vertegenwoordig van jonge energie en klimaatprofessionals.

4.1 Hoofdboodschappen EZK

De actualisatie van het nationaal plan energiesysteem (NPE) richt zich op de belangrijke veranderingen en inzichten sinds 2023 en niet op de gehele scope van het NPE uit 2023. Daarnaast is er behoefte aan een vertaling van het lange termijn-beeld naar concrete stappen voor de komende jaren.

De belangrijkste veranderingen zijn de internationale (geo) politiek ontwikkelingen, het EU-beleidskader (o.a. klimaatdoel 2040) en veranderingen in buurlanden, maar ook veranderingen en betere inzichten in markten, prijzen en technologie, zoals bij waterstof. Daarnaast zijn er belangrijke ontwikkelingen in de uitvoering van de energietransitie, zoals netcongestie. Vanuit deze ontwikkelingen ligt de focus van de actualisatie op het jaar 2040 als tussenstap naar 2050, op veranderingen in de vraag- en aanbodontwikkeling en op sturing op het energiesysteem vanuit de overheid. Daarmee moet het NPE een beter sturend

instrument worden, met een duidelijker pad naar de lange termijn.

4.2 Algemene reactie op actualisatie van het NPE

Het NPE was volgens deelnemers oorspronkelijk vooral een toekomstbeeld, maar verschuift nu duidelijk naar de “hoe-vraag”. Hoe wordt toekomstbeeld omgezet in beleid, welke keuzes moet het huidige kabinet nú maken richting 2040 om de doelen voor 2050 te halen, en welke kritische tijdspaden horen daarbij? Juist die vertaling naar de huidige kabinetsperiode is essentieel, inclusief het expliciet benoemen van onvermijdelijke keuzes.

Tegelijkertijd blijft de actualisatie nog te afwachtend ten opzichte van Europese uitwerking; het NPE zou scherpere

toekomstbeelden moeten formuleren, een duidelijk voorkeursscenario moeten kiezen en moeilijke afwegingen rond doelmatigheid en transitie objectief moeten maken, met een helder eindbeeld voor het kabinet.

Daar staat tegenover dat de 2040-visie al concreter is geworden, met meer aandacht voor kritieke paden en versnelde procedures, met name rond elektrificatie. Locatiesturing wordt daarbij cruciaal, zeker in volle regio's zoals Rotterdam waar ruimte schaars is, en vraagt om meer sturing en druk op lokale bestuurders. Ook is herverdelingsbeleid nodig om kosten en baten eerlijk te verdelen en bedrijven te compenseren die door netcongestie worden geremd.

Tot slot blijft de inzet op lokale opwek en opslag essentieel, terwijl gas als overgangsbrandstof voorlopig een belangrijke – mogelijk zelfs onmisbare – rol kan spelen in de energietransitie.

4.3 Reactie op internationale context en Europees 2040-beeld

In de internationale context schieten de beschreven scenario's nog tekort, omdat zij de impact van geopolitieke ontwikkelingen onderschatten en onvoldoende expliciet maken hoe sterk Nederland verweven is met zijn omgeving. De rol van buurlanden verdient daarbij een duidelijkere plek, bijvoorbeeld in relatie tot samenwerking in de Noordzee, grensoverschrijdende CCS-ketens en de import van energie en groen gas binnen Europa. Ook de afhankelijkheid van de industrie blijft onderbelicht, terwijl Nederland door zijn grote aandeel energie-import – en de verwachte toename van import van waterstofdragers – structureel kwetsbaar blijft voor externe schokken. Dit vormt

een risico voor de energiezekerheid en onderstreept het belang van meer lokale productie, innovatie en strategische autonomie, zodat Nederland minder gevoelig wordt voor prijsfluctuaties en geopolitieke spanningen.

Tegelijkertijd moet deze discussie nadrukkelijk op Europees niveau worden gevoerd, aangezien het een breder macro-economisch vraagstuk betreft dat ook sectoren als kunstmest- en staalproductie raakt. Hoewel het NPE inzet op meer weerbaarheid, lijkt het aandeel eigen energieopwekking af te nemen en kan een grotere afhankelijkheid van geïmporteerde biobrandstoffen dit ondermijnen. Diversificatie van leveranciers en een dalende energievraag kunnen dit deels opvangen, maar de onderbouwing van weerbaarheid – met name vanuit grondstoffen – kan sterker. Daarnaast ontbreekt aandacht voor nieuwe kwetsbaarheden die juist door systeemdiversificatie ontstaan, zoals de storingsgevoeligheid van warmtenetten. Transparantie over deze spanningen tussen weerbaarheid en kwetsbaarheid is cruciaal om een realistisch en robuust energiebeleid te formuleren.

4.4 Reactie op energievraag industrie en mobiliteit

Volgens deelnemers uit de industrie neemt de industrie, terecht een centrale positie in binnen het NPE, omdat zij verantwoordelijk is voor een groot deel van de energievraag en de uiteindelijke vorm van het energiesysteem in 2050 sterk afhankelijk is van de keuzes die worden gemaakt. Tegelijk roept dit bij een aantal van hen de vraag op welke ontwikkeling ten grondslag ligt aan het NPE en in hoeverre deze ontwikkelingen voldoende onderbouwing biedt om keuzes te maken. Richting 2040 is de

ontwikkeling van de industriële energievraag namelijk complex: enerzijds neemt het energieverbruik per eenheid product af door efficiëntieverbeteringen, anderzijds kan de vraag juist stijgen als de industrie extra rollen krijgt, zoals de productie van waterstof en biobrandstoffen.

De voornaamste reactie van deelnemers hierop was dat de taak van de industrie in deze vraagontwikkeling nog niet duidelijk is. Wordt er meer geïmporteerd, dan zal de vraag hiernaar vanuit de industrie ook afnemen.

Dit vraagt om duidelijke sturing vanuit de nationale en Europese overheid, bijvoorbeeld in sectoren zoals staal, kunstmest, datacenters en voedselverwerking, waar energiebeleid direct doorwerkt in investeringsbeslissingen en transitiepaden. En om stabiel en voorspelbaar beleid dat investeringszekerheid biedt, zowel in de afbouw van fossiel als in de opbouw van duurzame alternatieven. Deelnemers hebben behoefte aan een methode om samen sturen. De industrie mist routekaarten vanuit het beleid waarmee zij gezamenlijk kunnen bouwen aan de toekomst.

Daarom is meer focus en snelheid noodzakelijk, evenals een methodische aanpak van “samen sturen”, waarbij de industrie duidelijke routekaarten vanuit beleid krijgt om gezamenlijk richting te bouwen.

Een cruciale bottleneck hierbij is netcongestie, die de elektrificatie van de industrie momenteel afremt en bedrijven dwingt tot alternatieve strategieën zoals flexibel vermogen. Het is daarom essentieel dat het NPE transparant maakt hoe deze beperking is meegenomen in de projecties en welke maatregelen nodig zijn om deze barrière tijdig te doorbreken.

4.5 Reacties op de vier energieketens

Elektriciteit

Het versnellen van vergunningen, netwerkuitbreidingen en innovaties is cruciaal om de transitie op tijd te realiseren. Om ruimte op het net te creëren zijn er veel keuzes noodzakelijk, die liggen niet alleen bij de netbeheerders maar ook bij bedrijven en de overheid. Sturing vanuit de overheid blijft noodzakelijk om de gemaakte keuzes ook ergens te laten landen.

De haalbaarheid van het systeem hangt af van de gekozen parameters, zoals het reductiedoel en de omvang van de energievraag. We hebben gezien dat het realiseren van opwek gepaard moet gaan met groeiende vraag naar duurzame energie. Zorgt het NPE ook voor beleid dat nodig is om een (ook een afgeschaalde versie) van de ambitieuze doelstellingen voor opwek te halen? Denk bijvoorbeeld aan de wind-op-zee ontwikkeling. Dit onderwerp raakt ook de ETS discussie. Gaan we inzetten op de ETS (het instellen van verplichtingen), inzetten op vraagcreatie (met subsidies) of een combinatie van de twee? En hoe gaan we bijvoorbeeld om met bedrijven die graag willen/moeten verduurzamen maar die dat simpelweg niet kunnen door de congestieproblematiek?

Flexibiliteit wordt een van de dragende pijlers van het toekomstige energiesysteem, maar vraagt om scherpere keuzes en uitwerking dan nu in het NPE is opgenomen. De groei van duurzame opwek maakt grootschalige opslag onmisbaar, terwijl nog onvoldoende duidelijk is hoe de verhouding tussen opwek en opslag zich ontwikkelt en welke rollen de industrie en overheid daarin nemen. Zeker omdat strategische opslag van gas en olie traditioneel onder publieke verantwoordelijkheid valt

en de businesscase voor nieuwe vormen van opslag onzeker is, is aanvullend beleid cruciaal om te voorkomen dat private investeringen stilvallen. Tegelijkertijd lijkt de afbouw van de gasinfrastructuur richting 2040 te vroeg en weinig realistisch: gasopslag zal naar verwachting ook daarna nog nodig zijn en de infrastructuur blijft, mede door de opkomst van hybride warmtepompen, een belangrijke ‘backbone’.

Waterstof

De druk op flexibiliteit neemt toe, onder andere door het lagere tempo voor de uitbouw van elektrolyse, waardoor alternatieven zoals power-to-heat en warmteopslag belangrijker worden. Dit onderstreept de noodzaak van politieke keuzes, bijvoorbeeld over het in stand houden van regelbaar vermogen via gascentrales als overgangsoptie en de bijbehorende compensatiemechanismen, evenals de rol van groen gas en CO₂-opslag om voldoende volumes te realiseren. Heldere tijdspaden, prioritering van flexibiliteitsopties en duidelijke afspraken over financiering en regulering zijn daarbij onmisbaar, omdat zonder concrete keuzes en actie in het heden de benodigde flexibiliteit in de toekomst simpelweg niet tijdig gerealiseerd kan worden.

De hoge kosten van binnenlandse waterstofproductie kunnen leiden tot import, maar we moeten niet vergeten dat sommige kosten het gevolg zijn van onze eigen, opgelegde regels. Strengere eisen aan hoe waterstof opgewekt mag worden, maken de productie moeilijker en duurder. De import van waterstof op basis van halffabricaten lijkt dan een logische keuze, maar is er ook rekening gehouden met de veranderende geopolitieke werkelijkheid? Komt deze aanname (of keuze) ook expliciet terug in het NPE? En zijn er mogelijkheden om de afhankelijkheid van de steeds complexere wereldeconomie te verzachten?

Koolstof

De visie op groen gas is nog onvoldoende scherp en consistent, met name doordat de kortetermijnvisie niet goed aansluit op het langetermijnperspectief. Uit de startanalyse blijkt dat groen gas schaars blijft en daardoor gericht ingezet moet worden, bijvoorbeeld in de gebouwde omgeving of industrie, wat vraagt om expliciete keuzes in plaats van een open einde. Tegelijk is de sector sterk internationaal concurrerend, waardoor er behoefte is aan een duidelijke routekaart die inzicht geeft in herkomst, beschikbaarheid en inzet van deze moleculen.

Groen gas en biobrandstoffen bieden daarnaast ook kansen voor warmtenetten, waarbij overproductie van biograndstoffen niet direct als knelpunt wordt gezien. Wel bestaat er onzekerheid rond de markt voor halffabricaten, zoals geïmporteerde energiedragers en biomaterialen (bijvoorbeeld ammoniak als kunstmestvervanger), waarbij afhankelijkheid van Europese sturing spanning oplevert met het streven naar weerbaarheid. Dit roept ook bredere vragen op over de duurzaamheid en economische haalbaarheid van het importeren van koolstof, en of meer lokale productie mogelijk en wenselijk is—een richting die het NPE explicieter kan verkennen.

Tot slot blijft de vraag naar gas, ook na 2040, naar verwachting structureel aanwezig; een te snelle afbouw van de bestaande gasinfrastructuur terwijl alternatieven nog onvoldoende ontwikkeld zijn, brengt risico's voor de leveringszekerheid met zich mee. In dat licht lijkt een hybride systeem van zowel elektronen als moleculen voorlopig de meest realistische en robuuste koers.

De focus lijkt te liggen op elektrificatie, terwijl het aandeel CCS onvoldoende belicht wordt. Deelnemers verwachten dat het

aandeel CCS significant zal zijn. Daarnaast is CCS geen tijdelijke, maar een structurele oplossing die nodig is voor het behalen van de doelstellingen. Er gebeurt nu veel op het gebied van CCS, neem dit mee in het NPE. Licht toe waar en hoe CCS toegepast gaat worden in het energiesysteem, waarbij ook gedacht moet worden aan decentrale CCS.

4.6 Reactie op decentrale ontwikkelingen en kosten energiesysteem

Decentrale energiesystemen verdienen een veel prominere plek in het NPE, zeker gezien de snelheid waarmee deze ontwikkelingen zich voltrekken en de impact die zij al hebben op het energiesysteem. Zo is netcongestie mede het gevolg van decentrale keuzes van huishoudens en bedrijven, een rol die groter is dan eerder voorzien. Hoewel decentrale oplossingen niet per definitie goedkoper zijn, kunnen ze wel voordelen bieden doordat ze beter aansluiten op bestaande infrastructuur, zoals kortere kabels, of sneller realiseerbaar zijn. Dit vraagt om gebiedsgerichte sturing op kosten en systeemeffecten.

Volgens deelnemers verloopt de uitrol van warmtenetten te traag, waardoor particulieren alternatieven zoeken, wat de versnippering verder vergroot. Daarom is een dubbele inzet nodig: meer focus en versnelling in collectieve oplossingen zoals warmtenetten, gecombineerd met ruimte voor individuele initiatieven. Tot slot verdient ook de groeiende koudevraag expliciete aandacht in het NPE, aangezien deze een steeds grotere rol speelt in het totale energiesysteem.

Het NPE stelt in de laatste versie dat de energietransitie duurder wordt. Het wordt, met name voor huishoudens en bedrijven, veel te duur. De overheid moet strakker sturen op kostenreductie. Zonder kostenbeheersing dreigt de transitie onbetaalbaar te worden. Maar doorgaan op fossiele brandstoffen zal op termijn ook duurder worden. Er is meer nuance nodig: het aanpassen van het energiesysteem vraagt om grote investeringen, maar een fossiele toekomst is evenmin vanzelfsprekend goedkoper. Maar ook wordt de vraag gesteld hoe systeemkeuzes in het NPE de energietransitie goedkoper kunnen maken?

Daarnaast legt het huidige beleid grote investeringsrisico's bij duurzame producenten, terwijl bij systemen als kernenergie de risico's bij de overheid liggen. Dit voelt oneerlijk en verdient heroverweging.



5.

Regionale consultatiesessies

Ter bespreking van de hoofdboodschappen van de actualisatie van het Nationaal plan energiesysteem (NPE) zijn vier dagdelen georganiseerd in Zwolle, Assen, Den Bosch en Utrecht. Deze dagdelen stonden in het teken van de actualisatie van het NPE ten aanzien van de decentrale ontwikkelingen in het energiesysteem. Na een gezamenlijke start konden deelnemers uit provincies, gemeenten, regionale netwerkbedrijven en professionals kiezen uit meerdere deelsessies over doorgroei decentrale productie, elektrificatie en netcongestie, herijking van de waterstofketen en koers voor collectieve warmte.

5.1 Doorgroei decentrale productie

Hoofdboodschappen EZK

Decentrale productie uit zon, wind, geothermie en groen gas is essentieel voor een betrouwbaar, betaalbaar en duurzaam energiesysteem. Het kabinet streeft naar 12-14 GW wind op land en 75-95 GW zon-PV tot 2040, waarbij lokale overheden samen met nationale en regionale ruimtelijke strategieën de precieze invulling bepalen.

Prioriteit gaat naar no-regret opties met gunstige netinpassing, zoals zonne-energie op daken, windturbines bij bedrijventerreinen en geïntegreerde decentrale oplossingen. Grootschalige windenergie op land met directe aansluiting op het hoogspanningsnet blijft belangrijk vanwege lage systeemkosten.

Na 2035 zal het groeitempo van zon- en windenergie toenemen naarmate de vraag verder elektrificeert, de ontwikkeling van energieopslag versnelt en netcongestie vermindert.

Algemene reactie op de hoofdboodschappen

De huidige EZK-boodschap is volgens meerdere deelnemers te technisch en gericht op opwek, waardoor deze voor inwoners en bedrijven moeilijk te volgen is. Er is een breder verhaal nodig dat naast duurzaamheid ook veiligheid, economie en continuïteit omvat. Daarbij zijn alle oplossingen nodig om klimaatdoelen te bereiken en zelfvoorzieningheid te vergroten. Om mensen mee te krijgen, moet het verhaal niet alleen technisch en beleidsmatig zijn, maar vooral aansluiten bij concrete belangen zoals leveringszekerheid, betaalbaarheid, onafhankelijkheid en het verhelpen van netcongestie.

Er bestaat spanning tussen lokale weerstand en systeembehoefte, maar lokale energieproductie zoals wind op land biedt ook economische kansen die aandacht verdienen. Een gebiedsgerichte aanpak die verschuift van “kosten en uiterlijk” naar “baten en kansen” is essentieel om lokale steun te vergroten.

Sociaal draagvlak vereist dat mensen het energieverhaal begrijpen en ervaren waarom maatregelen nodig zijn, ook op praktisch niveau. Dit vraagt om open gesprekken over systeembehoefte versus maatschappelijke belangen, met erkenning dat bij gevoelige keuzes over locaties van infrastructuur maatschappelijke belangen soms zwaarder moeten wegen. Het belang van een robuust energiesysteem voor de samenleving moet veel duidelijker en tastbaarder worden gemaakt.

Reactie op doorgroei decentrale productie

De ambitieuze koers van het NPE en het Rijk wordt in regio's breed gewaardeerd omdat deze richting en houvast biedt. Het helpt om het gesprek te voeren en partijen in beweging te krijgen. Het denken verschuift zichtbaar van alleen opwek naar het energiesysteem als geheel, waarbij opwek, verbruik en locatiekeuzes in samenhang worden gezien. Door vraag en aanbod slimmer te koppelen ontstaan kansen via energiehub's, opslag, flexibiliteit en innovatieve oplossingen, zelfs bij netcongestie.

De regionale dynamiek verschilt echter per gebied, wat maatwerk en gebiedsgerichte keuzes vraagt. Het uitgangspunt moet zijn: geen nieuwe vraag zonder passend aanbod, met integraal opgezette plannen waarin opwek, opslag en conversie altijd onderdeel zijn. Gegeven de schaarse ruimte is het cruciaal om alternatieven te benutten en zelfvoorzienendheid na te streven door energie, mobiliteit en de gebouwde omgeving lokaal te

organiseren. Dit vergt ook een bewuste keuze voor een passende energiemix en focusprofiel per gebied, waarbij nieuwe ontwikkelingen zoals SMR's verkend worden maar ook vragen oproepen over inpassing en samenhang.

Energie moet volwaardig worden ingebed in ruimtelijke keuzes rond wonen, werken en mobiliteit. Gegeven de regionale verschillen in complexiteit moet duidelijk worden vastgesteld welke energiebalans per gebied haalbaar is, met concrete afspraken die ruimtelijk worden verankerd. Ruimtelijke besluiten hebben directe gevolgen voor het energiesysteem en kunnen noodzaken tot vraagverplaatsing of regionale verbindingen.

Houd bij meervoudig ruimtegebruik rekening met cumulatieve effecten om vastlopen van uitvoering te voorkomen. Meervoudig ruimtegebruik biedt kansen, zeker onder netcongestie: lokale energieopwekking met opslag op wijkniveau en innovatieve oplossingen zoals zonnepanelen boven bedrijven-terreinen. Dit vereist intensieve samenwerking tussen energie-ministeries en die van Infrastructuur en Ruimtelijke Ordening.

Verbind in de NPE-actualisatie de korte en lange termijn met duidelijke volgordelijkheid: eerst flexibiliteit en opslag versterken, voordat verdere uitbreiding van hernieuwbaar op land plaatsvindt. Stimulering van zon en wind zonder dit fundament is niet houdbaar; beter inzicht en benutten van het elektriciteitsnet zijn essentieel.

Voorwaarden voor succes

Deelnemers adviseren om te zorgen voor duidelijke prikkels en normen die baten en lasten beter in balans brengen. Netbewust gedrag moet de norm worden via heldere communicatie en

community vorming. Dit vereist expliciete normen rond energiebalans, piekbelasting en zelfvoorzienendheid, gecombineerd met selectiviteit en strengheid waar nodig, ondersteund door geloofwaardigheid en aandacht voor draagvlak.

Het Rijk moet duidelijke kaders stellen en actief betrokken zijn bij opschaling en complexe afwegingen, terwijl decentrale overheden en gemeenten verantwoordelijk blijven voor regionale inpassing. Meer regie, scherpere kaders en eerlijke verdeling van lasten voorkomen dat partijen langs elkaar heen werken en forceren doorbraken in urgentie en resultaat.

Breid het aanbod van alternatieven uit – groengas in agrarische clusters, geothermie, kleine windmolens, energiehubs en beter gebruik van dakoppervlakken – eventueel gecombineerd met nieuwe technologieën zoals SMR's. Dit vergroot flexibiliteit en creëert meer inpassings-mogelijkheden op regionaal niveau.

Zorg voor eenduidigheid in data, taal en eenheden om besluitvorming te vereenvoudigen. Het narratief moet gericht zijn op de burger, niet alleen op ambtenaren, en expliciet benoemen wat bewoners terugkrijgen voor de lasten die hun gemeente draagt – het urgentiegevoel en maatschappelijk draagvlak vergroten.

Zorg er voor dat regelingen beter aansluiten op regionale realiteit en ruimte bieden voor experimenten, zodat knelpunten zoals netcongestie, schaarse ruimte, stikstofregels en beperkte uitvoeringscapaciteit kunnen worden doorbroken en de energietransitie daadwerkelijk versnelt.

Stimuleer lokaal eigenaarschap en betrek marktpartijen actief bij ondersteuning van eigen opwek. Bevecht de concentratie van winsten bij multinationals via meer publieke rolneming; zorg

dat iedereen voordeel heeft en draag daarbij oog voor geopolitieke risico's, zodat baten en lasten eerlijk over de samenleving worden verdeeld.

5.2 Elektrificatie en netcongestie

Hoofdboodschappen EZK

Elektrificatie is de meest kosteneffectieve verduurzamingsroute voor gebouwen, wegtransport en proceswarmte in de industrie. Snelle, flexibele elektrificatie heeft prioriteit en moet plaatsvinden op locaties met voldoende aanbod en transportcapaciteit, om kosten per gebruiker te dempen en afhankelijkheid van geïmporteerde energie te verminderen. Het kabinet stimuleert dit door normering en het rendabel maken van geëlektrificeerde processen.

Netcongestie veroorzaakt wachtrijen voor nieuwe aansluitingen, maar het risico op te snelle elektrificatie is beperkt en leidt sowieso tot emissiereductie. Het elektriciteitsnet wordt tot 2040 fors uitgebreid, hoewel op specifieke locaties beperkingen blijven. Elektrificatie moet daarom prioriteit houden, omdat alternatieve transitiepaden structurele kostennadelen met zich meebrengen.

Het kabinet zet voort op elektrificatie, geeft prioriteit aan het verhelpen van netcongestie en accepteert dat enige vertraging onvermijdelijk is. Dit creëert echter uitdagingen: partijen kunnen financieel in de knel komen terwijl fossiele alternatieven duurder worden, en vertraging kan een significante impact hebben op de voortgang naar de klimaatdoelen.

Reactie op elektrificatie en netcongestie

Netcongestie remt volgens de deelnemers niet alleen de energietransitie, maar verlamt woningbouw, economische ontwikkeling en verduurzaming. Concrete voorbeelden als onvoltooide gebouwen zonder stroomaansluiting tonen aan dat risicomijdend gedrag maatschappelijke processen verlammen. De industrie moet binnen enkele jaren starten met elektrificatie om doelen van 2040 te halen. Kortom deelnemers vinden dat een duidelijk narratief over ernst, impact én handelingsperspectief dat draagvlak schept en urgentiegevoel versterkt, ontbreekt.

Koppel energiebeleid beter aan ruimtelijk-economische keuzes voor wonen, werken en mobiliteit. Kijk daarom naar sectoren of gebieden waar er meer ‘omkeerbare’ processen denkbaar zijn en naar sectoren die economisch en sociaal gezien minder bijdragen. Dit voorkomt meerjarige gevolgen en zorgt dat kritieke ontwikkelingen niet stilvallen.

Accepteer dat (bio)gas tijdelijk de verduurzaming kan faciliteren waar elektrificatie direct niet haalbaar is. Deze tussenstap is meestal goed uit te leggen, kan zonder grote investeringen en biedt ruimte voor verduurzaming ondanks netcongestie. Maak expliciet dat dit een voorbijgaande fase is richting volledig duurzame systeem en schaal bewezen oplossingen op, zoals energie-hubs, die aantoonbaar piekbelasting kunnen verminderen.

De potentie van duurzame energie wordt volgens deelnemers beperkt door de keuzes die we maken, niet door technische mogelijkheden. Publieke rolneming in deze strategische keuzes – inclusief marktordening vraagstukken – kan helpen dilemma’s sneller en makkelijker op te lossen, met de maatschappelijke opgave als centraal uitgangspunt in plaats van alleen systeemlogica.

Voorwaarden voor succes

Voer snel duidelijke landelijke regels in voor netbewust bouwen naar het FGU-model, met expliciete kaders over wat wel en niet kan – lokale opwek, backbone-aansluiting, batterijen en vraaguitbreiding. Dit moet dwingend vanuit het Rijk worden gestuurd, ondanks druk van VRO om zonder extra kosten te ontwikkelen.

Bied bedrijven ondersteuning met tijdelijke oplossingen tijdens wachttijden op netaansluitingen. Bijvoorbeeld door oplossingen voor wachtlijsten, meer flexibiliteit binnen stikstofregels en stimulering van collectieve initiatieven zoals energiehubs. Zonder perspectief riskeert Nederland structureel verlies van industriële investeringen naar het buitenland; dit vraagt snelle alternatieve maatregelen en zekerheid. Stimuleer daarnaast energiegemeenschappen en energiehubs actief via saldering en energiebelastingkorting – dit kan niet worden overgestimuleerd gegeven hun lage systeemkosten. Flexibiliteit is ‘no-regret’ en dient prioriteit te krijgen.

Volgens deelnemers is er dringend behoefte aan meer regie vanuit het Rijk over wat wel en niet mogelijk is binnen de energietransitie. Juist omdat alternatieven voor elektrificatie steeds minder ruimte krijgen, moet het Rijk ook sterker sturen op elektrificatie, energie-infrastructuur en netbewuste ontwikkeling met heldere, eenduidige richtlijnen. Dit vereist versnelling van de aanleg van opwek en netinfrastructuur mogelijk via crisisaanpak, meer flexibiliteit in stikstofregels en doorbreking van risicomijdend gedrag.

5.3 Herijking waterstofketen

Hoofdboodschappen EZK

Elektrificatie blijft de dominante verduurzamingsroute voor personenauto's, lage-temperatuurwarmte en zwaar wegvervoer. Hernieuwbare waterstof speelt een onmisbare maar aanvullende rol, met potentiële toepassingen in hoge-temperatuurwarmte, luchtvaart, binnenvaart en delen van zwaar wegvervoer. De rol van waterstof voor regelbaar vermogen in de elektriciteitssector is vanwege de hoge investeringskosten ook kleiner dan eerder gedacht; potentiële vraag wordt pas richting 2040 verwacht als onderdeel van een bredere mix.

De verwachte vraag naar gasvormige waterstof in het eindbeeld is daardoor lager dan in het vorige NPE. Hoge productiekosten in Nederland maken import van waterstofrijke tussenproducten waarschijnlijker dan binnenlandse elektrolyse voor directe inzet in industrie en mobiliteit.

Voor sectoren die 'puur' waterstofgas nodig hebben (zoals raffinage en chemie) zijn binnenlandse elektrolyse en import via waterstofdragers beide kansrijke opties; de prijsvoorspellingen in studies voor deze routes liggen dicht bij elkaar. Vanwege de voorzieningszekerheid voor 2035 streeft het kabinet naar 3 tot 4 GW elektrolyse en zet het in op verduurzaming van bestaande grijze waterstofproductie door middel van vergassing van restafval en CCS. Verduurzaming hiervan wordt echter niet als wegbereider voor de bredere waterstofmarkt gezien omdat het zich binnen industriële clusters afspeelt.

Realisatie van dit eindbeeld vereist een ambitieuze hoofdinfrastructuur: een landelijk transportnet dat industrie-clusters

verbindt en voldoende waterstofopslagcapaciteit. Vanwege marktwerking en systeemflexibiliteit is het noodzakelijk om aanbod en infrastructuur voor de markt uit te stimuleren. Ook de importinfrastructuur moet actief worden gefaciliteerd; strategisch importbeleid is namelijk essentieel om leveringszekerheid van waterstofrijke energiedragers te waarborgen. Distributienetten worden daarentegen niet vooruitlopend maar waar concrete afname ontstaat gericht aangelegd.

Reactie op herijking waterstof

Deelnemers adviseren om de ingezette koers voor waterstof te behouden, maar deze koers in eenvoudiger, toegankelijker taal richting bestuurders en stakeholders te communiceren. Integreer waterstofbeleid daarnaast in bredere afwegingen die naast techniek ook schaarse ruimte, aanbod, economische meerwaarde en waterstof als flexibel vermogen voor energiezekerheid meenemen.

Ontwikkel expliciet strategisch importbeleid dat leveringszekerheid waarborgt. Realiseer waterstofopslagcapaciteit op één tot twee strategische locaties om zowel crisissituaties als seizoensschommelingen op te vangen. Werk daarnaast expliciet uit hoe piekvraag naar elektriciteit en warmte wordt ingevuld in scenario's zonder waterstofrol. Hoe kan het energiesysteem robuust en betrouwbaar blijven zonder waterstof als optie?

Deelnemers adviseren om een landelijk waterstofnetwerk aan te leggen met T-stukken en aftakkingen zodat elke regio – niet alleen de vijf grote clusters – perspectief behoudt. Analyseer cluster 6-bedrijven gericht en verken lokale distributienetwerken als aanvulling op de backbone. Voorkóm daarbij onderbenutting en bedrijfsverlies door vraag en infrastructuur beter op elkaar af

te stemmen. Erken dat robuuste waterstofvraag waarschijnlijk pas na 2040 ontstaat en maak realistisch gegronde keuzes om mismatch met elektriciteitsoverschot te voorkomen.

Ondanks theoretische behoefte blijven concrete investeringsbeslissingen volgens deelnemers vanwege marktterughoudendheid uit. Robuuste waterstofvraag ontstaat waarschijnlijk pas na 2040, wat risico's met zich meebrengt: bedrijfsverlies, onderbenutting van netten en mismatch met elektriciteitsoverschot. Dit veroorzaakt systeeminefficiënties en kan verduurzamingsplannen vertragen. Essentieel is vraag en infrastructuur beter op elkaar af te stemmen via realistische groeipaden.

5.4 Koers voor collectieve warmte

Hoofdboodschappen EZK

Collectieve warmteoplossingen blijven volgens het kabinet essentieel voor het toekomstige energiesysteem: ze borgen energie-onafhankelijkheid, beperken inzet van schaarse energiedragers, ontlasten (elektriciteits)infrastructuur en bevorderen efficiënt ruimtegebruik. Het kabinet handhaaft daarom in samenwerking met medeoverheden zijn inzet op versnelde opschaling van collectieve warmte als onderdeel van het Nationaal Programma in oprichting.

Tegelijkertijd heeft de uitrol van collectieve warmtesystemen de afgelopen jaren grote uitdagingen blootgelegd in juridische kaders, financiering, bekostiging en uitvoeringspraktijk. De ambities voor 2030 zijn daardoor naar beneden bijgesteld tot 200.000 aansluitingen.

Een interdepartementaal beleidsonderzoek (IBO) onderzoekt integraal de energietransitie van de gebouwde omgeving tot 2050, waarna het transitiepad in het NPE 2028/29 kan worden herzien. Het kabinet heeft in afwachting daarvan de juridische kaders voor ontwikkeling van collectieve warmte uitgewerkt (WCW, WGIW) en financieringsrandvoorwaarden (NDW, WIS) gecreëerd.

Reactie op koers collectieve warmte

Warmtenetten zijn voor veel burgers onduidelijk; een helder, samenhangend verhaal ontbreekt. Veel twijfels en misverstanden bestaan over betrouwbaarheid van warmtebronnen, duurzaamheid, collectief karakter en individuele keuzevrijheid. Dit leidt tot terughoudendheid, ondanks het huidige momentum door energiecrisis en geopolitieke omstandigheden.

Collectieve warmtenetten leveren namelijk meer dan alleen warmte: zij functioneren als netcongestie-beheersing met buffering, waarborgen energieonafhankelijkheid, betrouwbaarheid en efficiënt ruimtegebruik. Dit zorgt ervoor dat het energiesysteem ook in kritieke winterperioden (januari, februari, december) zonder netcongestie kan functioneren.

Kortom deelnemers adviseren om een overtuigend, integraal verhaal te ontwikkelen dat duidelijk maakt wat collectieve warmte oplevert en waarom het systemisch nodig is – niet als alternatief voor elektriciteit, maar als complementaire oplossing die systeemrobustheid en energiezekerheid versterkt.

Ondanks hoge ambities komen projecten moeizaam van de grond doordat duidelijke kaders, bestuurlijke afspraken en

richting vanuit het Rijk ontbreken. Zeker in bestaande wijken speelt de financiële haalbaarheid een doorslaggevende rol doordat de concurrentie met individuele oplossingen, zoals warmtepompen, groot en vaak aantrekkelijker is voor woning-eigenaren en VvE's. Het vraagstuk draait volgens deelnemers uit de regio's uiteindelijk om euro's en prijsprikkels, zoals de verhouding tussen gas en duurzame warmte.

De komende jaren zijn cruciaal om bestuurlijke afspraken te maken en richting te geven, want zonder duidelijke kaders stagneert de ontwikkeling verder. Er bestaat echter een spanningsveld tussen verder (IBO) onderzoek en de noodzaak om nu keuzes te maken; zonder tijdige actie dreigt verdere stagnatie van de warmtetransitie. Terwijl besluitvorming wordt uitgesteld kiezen bewoners steeds vaker voor individuele oplossingen zoals warmtepompen, waardoor toekomstige aansluiting op collectieve systemen moeilijker wordt.

De kern van de uitdaging is daarmee helder: wachten we op meer zekerheid of zetten we nu in op uitvoering, terwijl de randvoorwaarden nog in beweging zijn? Kortom de warmtetransitie vraagt niet langer om de vraag óf we overstappen, maar wanneer en waar te beginnen. Op basis van opmerkingen van deelnemers uit verschillende regio's zou een warmtestrategie veel meer uit kunnen gaan van:

- Begin waar het nu al (uit) kan. Kortom versnel de warmtetransitie door te starten op plekken waar de businesscase al rond is. Richt de inzet op gebieden met hoge haalbaarheid, zoals nieuwbouwlocaties, en ontwikkel van daaruit clusters die geleidelijk kunnen uitgroeien tot grotere warmtenetten.
- Zet capaciteit in waar de grootste impact kan worden gerealiseerd, maar houd ruimte voor lokale initiatieven die later kunnen worden verbonden. Naast grootschalige warmtenetten bieden juist kleinschalige collectieve systemen, zoals mini-warmtenetten en bodemlussen met warmtepompen, veel potentieel. Vooral in kleinere kernen en landelijke gebieden zijn dit vaak de meest haalbare oplossingen.
- Laat complexe gebieden het tempo niet bepalen. De verduurzaming van bestaande bouw en historische binnensteden vraagt veel tijd en voorbereiding. Ontwikkel hiervoor kennis en oplossingen, maar begin ondertussen waar realisatie op korte termijn mogelijk is.
- Kies voor flexibiliteit. Een toekomstbestendige warmtevoorziening vraagt om meerdere warmtebronnen, hybride systemen en schaalbare oplossingen. Voor kleine kernen kan groengas een tijdelijke overbrugging bieden, zodat later opnieuw keuzes kunnen worden gemaakt op basis van technologische en economische ontwikkelingen.

Bouw daarmee stap voor stap aan de warmtetransitie. Door te starten waar kansen het grootst zijn en succesvolle projecten slim te verbinden, ontstaan geleidelijk grotere warmte-vlekken die samen het fundament vormen van een duurzaam energiesysteem.

Voorwaarden voor succes

Een eerste voorwaarde voor succes is het verbeteren van de financiële en institutionele randvoorwaarden voor collectieve warmtesystemen. De huidige businesscases zijn vaak onvoldoende aantrekkelijk doordat te veel wordt gekeken naar de financiële haalbaarheid van individuele projecten. Een bredere maatschappelijke afweging is nodig, waarin ook voordelen zoals het verminderen van netcongestie, lagere systeemkosten en leveringszekerheid worden meegenomen. Dit vraagt om stabielere financiering, beter passende subsidieregelingen en meer ruimte voor lokale warmtebedrijven om investeringen over langere perioden terug te verdienen.

Daarnaast is meer regie vanuit de overheid noodzakelijk. De huidige combinatie van marktwerking, keuzevrijheid en voortdurende analyse leidt te vaak tot uitstel van besluitvorming. Om de warmtetransitie te versnellen zijn duidelijke keuzes, langjarige zekerheid en een sterkere sturende rol van het Rijk nodig. Daarbij hoort een nationale en integrale kosten-batenafweging van het energiesysteem, gekoppeld aan bestaande programma's en ondersteund door sociale maatregelen zoals isolatieprogramma's en energiecoaches.

Een derde succesfactor is het versterken van uitvoeringskracht op regionaal en lokaal niveau. Veel gemeenten beschikken niet over voldoende capaciteit en expertise om complexe warmteprojecten zelfstandig te ontwikkelen. Daarom is structurele ondersteuning nodig, bijvoorbeeld via provincies of regionale expertisepools. Provincies kunnen daarbij een belangrijke rol spelen in het stellen van prioriteiten en het ontwikkelen van projecten op locaties waar de kans op succes en opschaling het grootst is.

Dit vraagt om een consistente aanpak met een lange tijdshorizon.

Tot slot is een betere samenwerking tussen alle betrokken partijen essentieel. Netbeheerders, woningcorporaties, warmtebedrijven, overheden en bewoners moeten gezamenlijk optrekken bij de ontwikkeling van warmtesystemen. Daarbij is het belangrijk om investeringen in warmte en elektriciteit integraal af te wegen, grote vastgoed-eigenaren actief te betrekken en lokaal eigenaarschap te stimuleren. Door bewoners meer invloed te geven op hun energievoorziening ontstaat niet alleen meer draagvlak, maar ook een sterker en veerkrachtiger energiesysteem.

6.

Thematische consultatiesessies

6.1 Inleiding

Ter bespreking van de hoofdboodschappen inzake de elektriciteitsketen, -waterstof en koolstofketen en in bijzonder de afvang en opslag van CO₂ zijn in maart/april meerdere sessies gehouden met vertegenwoordigers uit de energieproductiesector, netbeheerders, de duurzame maakindustrie, kennisinstellingen, consultants en landelijke vertegenwoordigers van natuur- en milieuorganisaties en energiecoöperaties.

Dit verslag geeft de hoofdlijnen weer van de input die is opgehaald uit gesprekken met stakeholders over het kostenhoofdstuk van de actualisatie van het National Plan Energiesysteem (NPE). Het doel van de consultatie was om aandachtspunten en mogelijke verbeterpunten te identificeren ten behoeve van verdere aanscherping van de analyse, de tekst en de daaruitvolgende hoofdboodschappen. De gesprekken boden ruimte voor reflectie op zowel de inhoudelijke uitgangspunten als de wijze waarop deze in het stuk zijn verwoord.

Aanvullend hierop zijn de conceptboodschappen voor elektriciteit en waterstof op een aantal andere momenten bilateraal getoetst met TenneT en Gasunie. Daarnaast is er schriftelijk op elektriciteit gereageerd door Holland Sollar, Nedzero en Energie Nederland.

6.2 Algemene reacties op de actualisatie van het NPE

Deelnemers adviseren om helder te maken in hoeverre het energiesysteem weerbaar gemaakt kan worden tegen geopolitieke spanningen en daarmee samenhangende sterke schommelingen in energieprijzen. Zorg ervoor dat het NPE expliciet ingaat op de gevolgen van deze ontwikkelingen voor de energievraag van met name de industrie en uitvoerbaarheid van de beoogde energietransitie. Daarbij hoort ook inzicht in alternatieve routes als doelen of tijdspaden niet worden gehaald (plan B).

Deelnemers hebben behoefte aan een heldere uitleg van de rol van het NPE ten opzichte van bestaande programma's en beleidskaders, inclusief transparantie over governance, besluitvorming en de strategische adviesrol van de Raad voor Energie. Een aantal deelnemers pleit voor het gebruik van realistische scenario's en uitvoerbaarheid daarin meer centraal te zetten. Naast ambitieuze toekomstbeelden moet het NPE meerdere scenario's verkennen, inclusief minder gunstige ontwikkelingen. Daarbij moeten randvoorwaarden zoals ruimte, netcapaciteit, infrastructuur, vergunningen en financiering integraal worden meegenomen. Dit draagt bij aan een realistischer en robuuster beeld van de toekomst.

Deelnemers uit met name de natuurorganisaties adviseren om de afweging voor inzet van biomassa te verbreden met ecologische en sociale effecten. Naast technische en economische criteria moeten biodiversiteit, ecologische impact en maatschappelijke aspecten nadrukkelijk onderdeel zijn van de afwegingen rond biomassa en andere energieopties.

6.3 Herijking elektriciteitsketen

Hoofdboodschappen EZK

De energietransitie bevindt zich in een nieuwe fase waarin zon- en windenergie domineren. Dit veroorzaakt complexere afhankelijkheden tussen vraag, aanbod en infrastructuur, waardoor investeringen risicovoller worden. Een grotere overheidsrol is nodig om risico's te delen, investeringen te versnellen en zo bij te dragen aan betaalbaarheid, economische groei, emissiereductie en strategische autonomie.

Voortvarende elektrificatie is essentieel voor verduurzaming van gebouwen, mobiliteit en industrie. Dit vermindert broeikasgasuitstoot, verlaagt energieafhankelijkheid en optimaliseert infrastructuurgebruik. De elektriciteitsvraag moet flexibel en locatie gebonden plaatsvinden. Het kabinet ondersteunt elektrificatie in deze sectoren met een mix van subsidies, normering en beprijzing.

Sterke groei van CO₂-vrij aanbod blijft nodig om elektrificatie te faciliteren, maar moet in evenwicht met de (Noordwest-Europese) vraag ontwikkelen om onderbenutting en hoge kosten te voorkomen. Kosteneffectieve uitrol vereist risicodeling via CfD's en gelijkmatig tempo; voor 2040 zijn 2 kerncentrales,

30-40 GW wind op zee en groei van wind en zon op land verstandig gezien vraagontwikkeling en voordelen van diversificatie.

Netcongestie beperkt de mogelijkheden voor elektrificatie op veel locaties en zal voor vertraging zorgen. Toch houdt het kabinet vast aan de inzet op elektrificatie van veel toepassingen omdat alternatieven fors duurder zijn en ook niet altijd sneller realiseerbaar. Het net breidt tot 2040 fors uit en bestaande aansluitingen bieden ruimte. CO₂-vrije energieproductie is noodzakelijk, maar moet in balans met vraag blijven. Een geleidelijke uitrol van wind op zee, kernenergie en hernieuwbare energie vormt de basis voor betrouwbaarheid.

Flexibiliteit is onmisbaar voor efficiënt gebruik van zon- en windenergie, leveringszekerheid en congestiebestrijding. Duidelijke markt- en tariefprikkels zijn essentieel om kosteneffectieve flexibiliteitsoplossingen te stimuleren en passend te belonen.

Leveringszekerheid wordt geborgd door een maatregel voor voorzieningszekerheid in te voeren. Emissies worden teruggedrongen door opschaling van zon, wind, kernenergie en flexibiliteit, ondersteund door ETS-beprijzing en CO₂-vrije stimulering. Verduurzaming van resterende regelbare capaciteit via waterstof of CCS is kostbaar en niet prioritair; biomassa biedt op beperkte schaal perspectief, terwijl groen gas en compensatie lange termijn opties vormen.

Reacties op de rol van elektriciteit en voortvarende elektrificatie

De inzet op elektrificatie van een groot deel van de gebouwde omgeving, wegtransport en lage/midden temperatuur proces-warmte wordt door de deelnemers gedragen. Zet hier dan ook stevig op in, specificeer welk deel van de energievraag zal worden geëlektrificeerd en waar alternatieve energiedragers of opslagmedia meer voor de hand liggen.

Het loslaten van het strikte 2035 doel is door het merendeel van de deelnemers positief ontvangen omdat het als praktisch onhaalbaar en kostbaar wordt gezien. Zorg er dan wel voor dat met tussendoelen voor hernieuwbare elektriciteitsproductie de inspanningen op niveau blijven.

Hoge netkosten en nettarieven vormen volgens deelnemers een belangrijk zorgpunt voor de betaalbaarheid van elektriciteit. Daarnaast vergt de verdeling van schaarse ruimte, technisch talent en benodigde materialen expliciete aandacht. Het NPE moet deze verdelingsvragen adresseren en zorgen voor meer samenhang met het Programma Energiehoofdstructuur (PEH).

Energiesysteem uitgaven moeten niet alleen als kosten, maar ook als investeringen worden beschouwd om veel hogere kosten in de toekomst bij ongewijzigd beleid te voorkomen. Weerbaarheid, betaalbaarheid en inflatiebestrijding verdienen in dat kader prominentere aandacht. Daarbij is het essentieel om meer inzicht te krijgen in risico's en kosten van het uitblijven van de energietransitie (kosten van niets doen).

Vanuit dit perspectief moeten windenergie op zee (WoZ)-doelstellingen gehandhaafd blijven om internationale concurrentiekracht, leveringszekerheid en strategische autonomie te

borgen. Enkele deelnemers adviseren daarnaast om de inzet van kleine kerncentrales vanwege lokale warmtebenutting (rendement tot 80%) in de industrie te overwegen. Andere deelnemers stellen hierbij vragen over strategische onafhankelijkheid van kernenergie gelet op uraniumleveranties en haalbaarheid van nucleaire technologieën.

Reacties op netcongestie en evenwichtige aanbodontwikkeling

Deelnemers bevestigen dat netcongestie weliswaar leidt tot vertraging, maar geen aanleiding is voor andere verduurzamingsroutes. Desalniettemin zijn er grote zorgen over de snelheid van elektrificatie gezien de netbeperkingen. Onderzoek toont aan dat netverzwaring gemiddeld 10 tot 50 keer goedkoper is dan mitigerende maatregelen, wat pleit voor proactieve netinvesteringen.

Netcongestie biedt echter ook kansen voor innovatie en nieuwe oplossingsrichtingen, waaronder repowering van bestaande zonneparken. Voor de aanlanding van wind op zee rijzen vragen over haalbaarheid na 2040. Aanbevolen wordt niet alleen naar aanlanding zelf te kijken, maar ook naar de gevolgen voor het achterliggende elektriciteitsnet en de samenloop met andere grote opgaven, zoals de inpassing van nieuwe kerncentrales in Zeeland.

Deelnemers geven aan dat vraag en aanbod (inclusief wind op zee) zich in een voorspelbaar en stabiel tempo moeten ontwikkelen. Het gaat daarbij niet om vraag of aanbod voorloopt of andersom, maar om een evenwichtige en gelijke groei die continuïteit waarborgt en onzekerheden verkleint.

Zorg voor beleidscontinuïteit en de-risking van private risico's. Stabiele gelijktijdige ontwikkeling schept voldoende continuïteit voor investeringen in logistieke, industriële en technologische ketens die nodig zijn voor duurzame opschaling. Rijkskeuzes te midden van onzekerheden verlagen risico's (de-risking) en daarmee kapitaalkosten, wat de energietransitie draagbaar maakt.

Ruimteplanologie en provinciale regierol zijn cruciaal. Ruimte en energieplanologie zijn namelijk essentieel voor vraagontwikkeling. Provincies moeten regierol pakken om hernieuwbare energiec capaciteit op land te vergroten en elektrificatie lokaal mogelijk te maken. Een deelnemer pleit daarnaast voor beleid dat bedrijven stimuleert zich op energierijke locaties te vestigen, in plaats van andersom.

Reacties op regelbaar vermogen en flexibiliteit

Deelnemers benadrukken de nauwe relatie tussen flexibiliteit in het elektriciteitssysteem en leveringszekerheid. De effecten van beleidspraktijken dienen daarbij integraal te worden doorgekeurd: meer flexibiliteit leidt tot minder vraag- en aanbodfluctuaties en daarmee tot een stabiel systeem. Het consequent doortrekken van deze effecten in beleidskeuzes is noodzakelijk om tot robuuste beslissingen te komen.

De verdere elektrificatie van de energievoorziening leidt tot een structureel hogere elektriciteitsvraag en een toenemende behoefte aan regelbaar vermogen, vooral tijdens perioden met weinig zon- en windaanbod. Het volledig CO₂-vrij maken van het elektriciteitssysteem richting 2035 wordt als moeilijk uitvoerbaar en kostbaar beschouwd. Tegelijkertijd vragen een aantal deelnemers aandacht voor voldoende (gas)opslagcapaciteit en

voor de hoge Nederlandse netwerkkosten voor flexibiliteits- en conversietechnologieën, die de verduurzaming van de industrie kunnen belemmeren. Daarom wordt gepleit voor een duidelijke overheidsstrategie voor de gefaseerde decarbonisatie van regelbaar vermogen.

Flexibiliteit wordt gezien als een belangrijk instrument om netcongestie te beperken, onder meer via batterijopslag, warmtebuffers en vraagsturing in de industrie. Deelnemers benadrukken echter dat flexibiliteit alleen onvoldoende is; structurele oplossingen vereisen vooral netverzwaring en effectief congestiemanagement, waarbij flexibiliteit een ondersteunende rol vervult.

Voorwaarden voor succes

Zorg voor een stabiel en voorspelbaar groeipad voor duurzame energie, ondersteund door consistente beleidskeuzes en risicodeling tussen overheid en markt, bijvoorbeeld via CfD-constructies.

Voer de routekaart voor wind op zee en de vergunningverlening voor wind op land, kernenergie en netinfrastructuur volgens een strakke en voorspelbare planning uit zodat marktpartijen tijdig inzicht hebben in wanneer en hoeveel capaciteit beschikbaar komt.

Versterk de beleidscoördinatie tussen productie, infrastructuur, flexibiliteit en vraagontwikkeling, zodat alle onderdelen van het energiesysteem gelijktijdig kunnen meegroeien. Een stabiele groei van het aanbod versterkt het vertrouwen aan de vraagzijde om te investeren in elektrificatie. Zorg ervoor dat marktontwerp en nettarieven met de transitie meebewegen en dat ruimte blijft

bestaan voor pragmatische oplossingen, zoals batterijen en flexibele gascentrales.

Ontwikkel gericht beleid voor flexibiliteit en energieopslag, inclusief warmteopslag, ruimtelijke sturing en ondersteuning van lokale energiegemeenschappen aangezien de markt dit niet alleen kan oplossen en locatiesturing momenteel nog suboptimaal is. Ruimtelijke ordening en het onderbrengen van vraag en aanbod in één juridische entiteit (zoals energiegemeenschappen) zou volgens sommige deelnemers hierin kunnen voorzien, mits de financiering en organisatie daarvan goed geregeld zijn.

Pas congestiemanagement op grotere schaal toe en creëer ruimte voor de snelle inzet van beschikbare flexibiliteitsopties, zonder onnodig beperkende eisen.

Borg de leveringszekerheid door tijdig te investeren in regelbaar vermogen, bijvoorbeeld via een technologie-neutraal capaciteitsmechanisme, en door randvoorwaarden zoals infrastructuur en duurzame brandstoffen expliciet mee te nemen in beleidskeuzes. Ook in scenario's waarin decarbonisatie primair via het ETS zou verlopen, blijft het volgens deelnemers essentieel dat expliciet wordt gemaakt hoe randvoorwaarden worden geborgd.

6.4 Herijking waterstofketen

Hoofdboodschappen EZK

Hernieuwbare waterstof blijft essentieel voor de verduurzaming van sectoren zoals de chemie en raffinage, waar directe elektrificatie beperkt mogelijk is.

De verwachte waterstofvraag is lager dan eerder voorzien door hoge productiekosten, waardoor ook de rol van waterstof voor regelbaar vermogen in de elektriciteitssector afneemt.

Het belang van importketens voor waterstof en waterstofrijke energiedragers neemt toe, terwijl elektrolyse een meer beperkte rol krijgt in de aanlanding van windenergie op zee.

Om de toekomstige vraag te bedienen zijn tijdige investeringen nodig in hernieuwbare waterstofproductie, een landelijk waterstofnetwerk, opslagcapaciteit en importinfrastructuur, inclusief circa 3–4 GW elektrolysecapaciteit richting 2035.

Om een waterstofmarkt te creëren is het cruciaal om hoofdinfrastructuur en opslag voor de markt uit aan te leggen. Distributienetten daarentegen worden niet vooruitlopend op de markt aangelegd, maar kunnen worden ontwikkeld daar waar zich op korte termijn concrete afname aandient.

Koolstofarme waterstof kan een belangrijke bijdrage leveren aan CO₂-reductie richting 2040, maar vraagt vanwege de hoge kosten om een scherpe beoordeling op kosteneffectiviteit en daadwerkelijke emissiereductie.

Reacties op de herijking van waterstof

Deelnemers onderschrijven de belangrijke rol van waterstof in een sterk geëlektrificeerd energiesysteem, maar plaatsen vraagtekens bij de omvang van de toekomstige industriële vraag. Deze hangt sterk af van het behoud van industrie in Nederland, de haalbaarheid van de halffabricatenroute en Europees beleid, zoals een effectief CBAM en voldoende beschikbaarheid van duurzame biomassa. Ook wordt verwacht dat de rol van waterstof in het energiesysteem beperkter zal zijn dan eerder gedacht.

De grote internationale kostenverschillen voor waterstof worden erkend, maar deelnemers verwachten dat deze mogelijk afnemen naarmate de markt groeit. Sommigen wijzen erop dat de verminderde inzet van waterstof de elektrificatie kan remmen via hogere elektriciteitsprijzen, waardoor compensatie via negatieve emissies mogelijk kosteneffectiever is. Daarnaast wordt het potentieel van groen gas als duurzame koolstofbron erkend, maar de beschikbare volumes blijven beperkt. Daarom zijn scherpe keuzes nodig over de inzet van groen gas en wordt CCS gezien als een belangrijke aanvullende route, bij voorkeur via efficiëntere ketens zoals torrefactie en vergassing in plaats van traditionele afvalverbranding met CCS.

Deelnemers maken zich zorgen over het handelingsperspectief van de industrie, omdat elektrificatie wordt belemmerd door netcongestie, regionale waterstofnetten kostbaar zijn en de beschikbaarheid van groen gas beperkt blijft. De ontwikkeling van waterstof wordt sterk beïnvloed door transport- en aansluitkosten; daarom wordt tijdige aanleg van infrastructuur essentieel geacht om marktontwikkeling mogelijk te maken. Te hoge aansluitkosten kunnen investeringen in waterstofgebruik aanzienlijk afremmen. Tegelijkertijd zijn deze economische

ontwikkelingen sterk dynamisch en onzeker, waardoor tijdige en toekomstgerichte infrastructuurontwikkeling van groot belang is. Volgens de deelnemers is voor de vraag uit investeren in waterstofinfrastructuur dan ook essentieel om marktontwikkeling mogelijk te maken. De daarmee gepaard gaande positieve spill-overs, kunnen ongeacht de exacte eindtoepassing, gerechtvaardigd worden.

Tegelijkertijd bestaan er verschillende opvattingen over de optimale inrichting van het waterstofsysteem. Sommige deelnemers vragen zich af of een landelijke waterstof-backbone de meest kosteneffectieve oplossing is en wijzen op mogelijke alternatieven zoals de inzet van SMR's. Daarnaast wordt gepleit voor meer duidelijkheid over waterstofkwaliteit en voor realistische verwachtingen over de rol van elektrolyzers, die netcongestie zowel kunnen verlichten als versterken. Sommige partijen verwachten dat verduurzaming grotendeels via hybride oplossingen zal verlopen, waarbij economische haalbaarheid een belangrijkere beperkende factor is dan technische haalbaarheid.

6.5 Verdieping koolstofketen en CCS

Hoofdboodschappen EZK

De vraag naar duurzame koolstof neemt vanwege het gebrek aan betaalbare alternatieven richting 2040 toe, vooral voor groen gas en biograndstoffen in de industrie en elektriciteitssector. Elektrificatie blijft de voorkeursroute voor mobiliteit maar duurzame brandstoffen blijven noodzakelijk oor luchtvaart, scheepvaart en delen van het zware transport.

Omdat duurzame biograndstoffen schaars zijn en de toekomstige vraag in sommige sectoren onzeker blijft, is verdere inzet op alternatieve verduurzamingsopties en opschaling van productie, aanbod en import van duurzame koolstofdragers noodzakelijk.

CCS blijft een belangrijke pijler voor CO₂-reductie richting 2040, met name voor verduurzaming van staalproductie, kunstmest, afvalverbranding, raffinage en de elektriciteitssector (gas- en biomassacentrales). De lange doorlooptijden en complexe infrastructuurontwikkeling vragen echter om tijdige investeringen, uitbreiding van opslagmogelijkheden en internationale samenwerking.

Reacties op verdieping koolstofketen

Deelnemers vragen om meer duidelijkheid over de toekomstige vraag naar duurzame koolstof, de verdeling van schaarse biomassa over sectoren en de rol die Nederland wil spelen in de nationale versus Europese markt. Een duidelijke langetermijnvisie is nodig om investeringen in nieuwe biograndstof- en brandstofketens mogelijk te maken, waarbij vraagcreatie vanuit

de circulaire economie als belangrijke randvoorwaarde wordt gezien.

Daarnaast wordt het belang van negatieve emissies breed onderschreven. Deelnemers pleiten voor een spoedig besluit over de inzet van BECCS, inclusief heldere duurzaamheidscriteria en een zorgvuldige afweging van alternatieven zoals koolstofopslag in bodems, bossen en materialen. Enkele deelnemers uiten sterke bezorgdheid over de duurzaamheid van BECCS. Tegelijkertijd zien industriepartijen voldoende beschikbaarheid van biograndstoffen op de internationale markt en beschouwen zij BECCS als een kans om de ontwikkeling van biomassa- en biograndstofketens verder te stimuleren.

Reacties op de afvang en opslag van CO₂ (CCS)

Deelnemers herkennen de gepresenteerde cijfers wat betreft verwachtingen voor CO₂-afvang en het vraagstuk buisleidingen versus alternatieven. De maatschappelijke kosten van buisleidingen zijn weliswaar lager, maar de projecten komen vanwege goedkopere alternatieven nog lastig op gang. Ten aanzien van de opslag van CO₂ zetten deelnemers vraagtekens bij het markt gedreven financieringsmodel en vragen ze aandacht voor de lange doorlooptijden die bij de ontwikkeling van opslag van CO₂ gebruikelijk zijn. Er wordt in dit kader stilgestaan bij het Aramis-project.

Deelnemers adviseren om afvang van CO₂ in het algemeen en het project Aramis meer integraal te bekijken. Het huidige marktmodel van Aramis draagt namelijk niet bij aan het succes van het initiatief. Het gaat hier namelijk niet om punt tot punt emissies, maar om infrastructuur die verschillende partijen bij elkaar moet brengen. Dat maakt realisatie lastig. Er moet een

bepaald aantal partijen definitief meedoen om met de bouw ervan te kunnen beginnen. Aramis en de DRC worden door de deelnemers uit de industrie en de gassector als belangrijke voorwaarde voor verduurzaming van de industrie gezien. De DRC omdat het ARRA cluster sterk verweven is met Duitsland en België. Wel moet er een redelijke risico-baten verdeling zijn.

Randvoorwaarden voor succes

Deelnemers benadrukken dat het opnemen van negatieve emissies in het ETS-systeem cruciaal is, omdat dit een prijs zal toekennen aan negatieve emissies en daarmee een belangrijke factor wordt voor de businesscase van CO₂-verwijdering. Tegelijkertijd wordt gewezen op de noodzaak om op korte termijn oplossingen te vinden voor knelpunten rond netcongestie, stikstof en vergunningverlening. Daarbij wordt expliciet gevraagd of er voldoende aandacht is voor vergunningverlening bij de verdere opschaling van projecten. Ook bestaat behoefte aan een sterkere regierol van de overheid en een steviger juridisch kader, bijvoorbeeld via een Crisiswet voor netcongestie, om vergunningprocedures te versnellen. Daarnaast worden vragen gesteld over de effectiviteit van de SDE++ voor CCS-projecten en of extra publieke middelen niet beter kunnen worden ingezet voor de aanleg van infrastructuur, zoals pijpleidingen, in plaats van voor verdere uitbreiding van de SDE++-subsidie.

6.6 Themasesessie kosten van het energiesysteem

Hoofdboodschappen EZK

De totale kosten van het energiesysteem hangen sterk af van de inrichting van het energiesysteem en de totale energievraag. Het kabinet zet zich in om de stijging van de totale kosten te beperken, zonder de benodigde ontwikkeling van het energiesysteem uit het oog te verliezen.

De systeemkosten stijgen tot 2050, maar externe kosten en geopolitieke afhankelijkheid van fossiele brandstoffen dalen bij een duurzaam energiesysteem. Voor de samenleving is verduurzaming daarom uiteindelijk goedkoper dan niet-handelen. Economische groei, kostenverlagend beleid en herverdeling van de kosten helpen daarbij om de kosten voor eindgebruikers beheersbaar te houden.

De transitie naar klimaatneutraal vereist aanzienlijke investeringen in het energiesysteem, waarvan nog niet alle onderdelen een voldoende aantrekkelijke businesscase hebben.

Het kabinet verlaagt de kosten van het toekomstige energiesysteem door vanuit het totaalbeeld te sturen op verhoudingsgewijs goedkope verduurzamingstechnieken in te zetten, door prijsprikkels in stand te houden, marktrisico's te verlagen en innovatie te stimuleren.

Gebruikers betalen net als nu voor het toekomstige energiesysteem, maar specifieke huishoudens en bedrijven krijgen doelgerichte ondersteuning om betaalbaarheid en concurrentievermogen te waarborgen en omdat de transitie anders niet snel genoeg plaatsvindt.

Het kennisprogramma EIK monitort vanaf dit jaar kosten en herverdelingseffecten voor beter beleid. Daarmee kan onder ander de druk op de Rijksbegroting als gevolg van stijgende steunbehoefte en dalende overheidsinkomsten in kaart worden gebracht.

Reacties op kosten van het energiesysteem

Deelnemers waarderen het adresseren van het kostenaspect van de energietransitie en zien een integraal kostenbeeld als zeer gewenst. Zij kunnen zich over het algemeen vinden in de hoofdlijnen en boodschappen van het kostenhoofdstuk, met overwegend positieve reacties.

Uit de gesprekken komt naar voren dat heldere definities en een scherpe afbakening van kernbegrippen essentieel zijn voor de leesbaarheid en interpretatie van het stuk. In het bijzonder wordt gewezen op het belang van een nadere duiding van het begrip ‘baten’, waarbij expliciet onderscheid kan worden gemaakt tussen directe financiële baten die in de verschillende scenario's al zijn meegenomen en brede maatschappelijke baten, zoals externe positieve effecten of economische opportuniteit. Daarnaast is het belangrijk om het onderscheid tussen ‘kosten’ en ‘betaalbaarheid’ helder te maken, aangezien deze begrippen vaak door elkaar worden gebruikt maar verschillende betekenissen hebben.

Deelnemers benadrukken dat stimulering van vraag essentieel is voor marktgroei en schaalvoordelen en het spreiden van kosten over een grotere groep gebruikers. Goed ontworpen prijsprikkels voor eindgebruikers stimuleren energiebesparing, efficiëntie en vermijden piekbelasting, waardoor totale kosten dalen.

In het verlengde hiervan is een sterk en voorspelbaar beleidskader randvoorwaarde voor investeringen en het bieden van marktzekerheid. De overheid dient daarnaast niet alleen systeemkosten te monitoren, maar ook actief te sturen om de transitie te realiseren, aangezien systeemoptimalisatie in modelanalyses niet automatisch leidt tot beste uitkomsten voor eindgebruikers. Het expliciet maken van deze spanning is van groot belang.

Klimaat- en energiebeleid heeft verdelingseffecten die aandacht verdienen, maar hoeven niet volledig binnen dit beleid opgelost te worden. De focus moet daarom liggen op beheersen van kosten en lasten voor eindgebruikers, niet primair op herverdelingsinstrumenten. Het maatschappelijk doel van bijvoorbeeld de autobelastingen is niet uitsluitend gelinkt aan het energiegebruik; en kan ook elders worden belast (verschuiving van belastingen). Tegelijk is een prijsprikkel niet overal het ultieme middel om doelen te bereiken.

De verschuiving van operationele naar kapitaalkosten maakt rentestanden steeds belangrijker voor de transitie. De hoogte daarvan gaat daarmee een steeds grotere rol spelen in de energietransitie.

Betaalbaarheid, betrouwbaarheid, weerbaarheid en strategische autonomie vragen om expliciete afwegingen en bredere strategische context. Deelnemers geven aan dat naast betaalbaarheid ook betrouwbaarheid extra aandacht verdient bij deze afweging.

Deelnemers wijzen daarnaast op de grote onzekerheid in prijsontwikkelingen: de TNO-studie is gebaseerd op prijspeil 2024, terwijl de prijzen in 2025 al aanzienlijk hoger liggen. Daarom is een duidelijke visie op risicobeheersing nodig, met keuzes over welke risico's wel of niet worden meegenomen en strategieën voor de resterende financiële risico's, ook wanneer de overheid risico's afdekt.

Het uitvoeringsaspect is cruciaal voor de transitie. Iets kan wel volgens kostenperspectief het voordeligst zijn, maar als het niet haalbaar is, is het niet realistisch. Netverzwaring blijft een belangrijk onderwerp: zolang er weinig ruimte is op het net, is er geen handelingsperspectief.

B1. Deelnemende partijen in de consultatiesessies

Deelnemende partijen aan consultatiesessies in ronde 1: mei-september 2025

- Klimaat- en Energiekoepel
- HyCC
- Natuur en Milieu
- GroenVermogenNL
- TNO
- Equinor
- Havenbedrijf Rotterdam
- Energie NL
- COVA
- Hynetwork
- ACM
- Port of Rotterdam
- Alliander
- Natuur en Milieu
- Universiteit Utrecht
- TU Delft
- Energie Nederland
- VNO-NCW
- TU Eindhoven
- NL Hydrogen
- GreenPeace
- NedZero
- Topsector Energie - energie en industrie
- VNCI
- VEMW
- Groene chemie / chemelot
- VNO-NCW
- Rabobank
- Jonge Klimaatbeweging
- Groen Gas
- EBN
- VEMW
- NVDE
- VEMOBIN
- Netbeheer Nederland
- NVDB
- Invest NL
- Urgenda
- Element NL
- Universiteit Utrecht
- Sustainable finance lab/Invest NL
- TU Delft
- Tennet
- Platform bio-economie
- NVDE
- Platform hernieuwbare brandstoffen
- Holland Solar
- Nucleair Nederland
- Energie Samen

Deelnemende partijen aan consultatiesessies in ronde 2: maart-mei 2026

- ABN Amro
- Gemeente Terneuzen
- Netbeheer NL
- Rotterdam-Den Haag
- ACM Gemeente Utrecht
- Noord-Holland
- RVO
- Alblasserwaard
- Gemeente Veenendaal
- Noordzeekanaalgebied
- Sitech Services BV
- Alliander
- Gemeente Goeree-Overflakkee
- NP RES
- Smart Delta Resources
- Bezinningsgroep energie
- Groningen Seaports
- NVDE
- Stedendriehoek
- CE Delft
- Gemeente Haarlemmermeer
- PROMO
- Stedin
- CIEP
- Havenbedrijf Rotterdam
- Provincie Drenthe
- TenneT
- COVA
- HINICIO / KEK
- Provincie Flevoland
- TKI
- CPB
- Gemeente Hoeksche Waard
- Provincie Friesland
- TNO
- DCMR Milieudienst Rijnmond
- Holland Rijnland
- Provincie Gelderland
- Topsector Energie - energie en industrie
- Deltalinqs
- Holland Solar Provincie Groningen
- TU Delft
- DNB
- Hyxchange
- Provincie Limburg
- TU Eindhoven
- Gemeente Drechtsteden
- ING
- Provincie Noord-Brabant
- Universiteit Utrecht
- Ebert HERA B.V.
- Instituut voor Publieke Economie
- Provincie Noord-Holland
- Universiteit van Amsterdam
- EBN Invest International
- Provincie Overijssel
- Vemobin
- Element NL
- Invest NL
- Provincie Utrecht
- VEMW
- Energie Nederland
- InvestNL
- Provincie Zeeland
- VNCI
- Energie Samen
- IPO
- Provincie Zuid-Holland
- VNO-NCW
- Energy Storage NL
- Klimaat- en Energiekoepel
- PWC
- Westland infra
- Enexis
- Liander
- Rabobank
- Eqolibrum
- Maastricht University
- Regio Amersfoort
- FME
- Metropoolregio Eindhoven
- Regio Twente
- FNV
- Midden-Holland
- Regio U10
- Gasunie
- Natuur en Milieu
- Regio West-Overijssel
- Gemeente Amersfoort
- NedZero
- RES Hart van Brabant
- Gemeente Leeuwarden
- Netbeheer Nederland
- RES Midden- en Noord Limburg
- Gemeente Rheden
- PBL
- RES Noordoost Brabant

Deelnemende partijen aan consultatiegesprekken bewindspersonen in ronde 3: juni-juli 2026

Energiesector

- NP RES
- Natuur & Milieu
- Unie van Waterschappen
- Natuur en Milieufederaties
- NVDE
- Energie-Nederland
- EnergieSamen
- Netbeheer Nederland
- VEMW
- FME
- Nucleair Nederland
- KEK

Netbeheerders/ Deelnemingen

- NBNL
- Gasunie
- TenneT
- Enexis
- EBN

Overheden

- VNG
- IPO
- Gedeputeerde Utrecht
- Gedeputeerde Gelderland
- Gedeputeerde Zuid-Holland
- Wethouder Hengelo
- Wethouder Hardenberg
- Wethouder Woerden

Industrie

- VNO-NCW
- Nyrstar
- DOW
- Shell
- Yara
- Nobian
- LyondellBasell
- ExxonMobile
- VNP
- Sabic
- Tata
- Neste

- Air Liquide
- Air Products
- Ardagh
- Wiener Berger
- FrieslandCampina
- Regionale netbeheerders
- Cluster Chemelot
- Cluster 6
- Cluster Noord-Nederland
- Cluster Noordzeekanaalgebied
- Cluster Rotterdam-Moerdijk
- Cluster Zeeland/West-Brabant
- VEMW
- Platform NPVI

B2. Schriftelijke reacties op de conceptversie van de actualisatie van het NPE

- Air Products
- Cluster 6
- Cluster Chemelot
- Cluster Rotterdam
- EBN
- Energie-Nederland
- Gasunie
- Gezamenlijke jongerenorganisaties
- IPO
- Netbeheer Nederland
- Neste
- NL Hydrogen
- VEMOBIN
- VEMW
- VNG
- VNO-NCW, MKB-Nederland
- VNCI
- Tata Steel
- Shell
- Uitvoeringsoverleg Energiesysteem

Reflectie Air Products op de actualisatie van het NPE

13 juli 2026

Air Products dankt het ministerie van Economische Zaken en Klimaat voor de mogelijkheid om op 8 juli jl. deel te nemen aan de consultatiesessie over de actualisatie van het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE). Deze notitie bevat onze schriftelijke inbreng ter aanvulling op de mondelinge reflectie tijdens die sessie. Onze reflectie richt zich specifiek op het onderdeel waterstof binnen het NPE.

Algemene beschouwing waterstofsysteem

Wij verwelkomen de actualisatie van het NPE. Het plan geeft een realistischer beeld van de ontwikkeling van de waterstofmarkt richting 2040. De volumes die het NPE voorziet sluiten bovendien goed aan bij de recente waterstofsysteemstudie die CE Delft in opdracht van NLHydrogen heeft uitgevoerd. Waar het NPE uitgaat van ongeveer 200 tot 300 PJ waterstofvraag in 2040, schetst CE Delft een vergelijkbaar groeipad richting circa 500 PJ waterstofvraag in 2050. De conclusie van beide studies is in essentie dezelfde: waterstof blijft een onmisbare bouwsteen van het toekomstige energiesysteem, maar de ontwikkeling verloopt geleidelijker dan enkele jaren geleden werd verwacht.

Wij kunnen ons vinden in de verschuiving van een systeem dat sterk leunt op binnenlandse elektrolyse naar een systeem waarin import een grotere rol speelt. Dat geldt in het bijzonder voor ammoniak als waterstofdrager. De internationale markt ontwikkelt zich snel: de kostprijs van groene ammoniak is de afgelopen jaren gedaald en ligt inmiddels dicht bij die van conventionele ammoniak. Afhankelijk van locatie en aardgasprijs zien wij momenteel prijsniveaus van ongeveer USD 700 per ton voor grijze ammoniak in Noordwest-Europa (Argus, July 2026). Het economische argument voor grootschalige import wordt daarmee steeds sterker.

Tegelijkertijd is het belangrijk dat Nederland voldoende ruimte behoudt voor eigen productie van waterstof en ammoniak. Binnenlandse productie en import zijn geen alternatieven, maar complementaire onderdelen van hetzelfde systeem. Naar onze mening biedt het NPE hiervoor voldoende ruimte.

Twee suggesties voor aanscherping

Om het NPE nog verder te versterken, doen wij twee suggesties. Deze richten zich op de twee factoren die naar onze mening bepalend zullen zijn voor het succes van het toekomstige waterstofsysteem: vraagcreatie en infrastructuur.

1. Vraagcreatie

Wij verwelkomen het besluit om in 2027 duidelijkheid te bieden over de hoogte van de brandstoftransitieverplichting na 2030, inclusief de positie van de raffinageroute. Dergelijke langetermijnzekerheid is essentieel voor investeringsbeslissingen in RFNBO-waterstof. Wat wij echter nog missen, is een duidelijke strategie voor vraagcreatie op Europees niveau.

KvK-nummer 29048443

De vraag is daarom hoe Nederland, samen met de industrie, zal sturen op de volgende fase. Hoe gaan wij vraagcreatie verankeren in bijvoorbeeld de aangekondigde Industrial Decarbonisation Accelerator Act? En hoe zorgen wij ervoor dat een eventuele RED IV voldoende vraagzekerheid creëert voor waterstof en waterstofdragers na 2030? Op dit punt zouden wij graag meer sturing zien vanuit het kabinet.

2. Infrastructuur

Wij moeten ervoor zorgen dat de voorziene import ook daadwerkelijk kan plaatsvinden. Air Products, VTTI, Vopak en andere bedrijven hebben plannen voor investeringen in importterminals in Nederland. Voor geen van deze projecten is vandaag echter een definitieve investeringsbeslissing (FID) genomen.

Onze zorg is dat het huidige ondersteuningspakket zich vooral richt op productie en eindgebruik, terwijl de import- en conversieschakel nog onvoldoende aandacht krijgt. Met name voor ammoniakkrakers en andere conversiefaciliteiten zijn de investeringen groot, terwijl vraagontwikkeling en bezettingsgraad nog onzeker zijn. Zonder aanvullende ondersteuning dreigt juist deze cruciale schakel in de keten achter te blijven.

Afsluitend

Onze boodschap is als volgt: wij steunen de richting van het NPE en herkennen zowel de geactualiseerde volumes als de grotere rol voor import. Het succes van het toekomstige waterstofsysteem zal voor een belangrijk deel afhangen van twee factoren: voldoende vraagcreatie – nationaal én Europees – en tijdige investeringen in import- en conversie-infrastructuur. Alleen wanneer beide voorwaarden worden ingevuld, kunnen de waterstofvolumes die het NPE voorziet daadwerkelijk beschikbaar komen voor de Nederlandse industrie en kan Nederland zijn positie als Europese waterstofhub waarmaken.

Air Products licht bovenstaande punten uiteraard graag nader toe en denkt graag mee bij de verdere uitwerking van het NPE.

KvK-nummer 29048443

8. 2. Cluster 6

Goedendag,

Hierbij geef ik vanuit Cluster6, namens Barbara Verwayen, graag schriftelijke input naar aanleiding van de consultatie actualisatie NPE.

- Algemeen: De uitgangspunten voor de actualisatie lijken een stuk realistischer dan in de eerdere versie van de NPE (Bv. netcongestie is remmende factor en bijstelling rol van waterstof in het energiesysteem).
- Algemeen: Beperkt aandacht voor concurrentievermogen. Betaalbaarheid wordt genoemd, maar dit is nog onderbelicht. Betaalbaarheid en daarmee behoud van concurrentievermogen is een voorwaarde voor bedrijven om te investeren in verduurzaming (en daarmee een duurzaam energiesysteem).
- Vraagontwikkeling elektriciteit tbv wind op zee: Bij de inzet van het kabinet op vraagontwikkeling tpv aanlanding wind op zee/kerncentrale ligt een risico op een ongelijk speelveld binnen Nederland. Indien deze focus leidt tot vertraging van binnenlandse infrastructuur, dan is het van belang dat flankerend beleid nodig is voor bedrijven die meer decentraal gelegen zijn.
- CO2 infrastructuur: Aramis ook toegankelijk maken voor decentrale partijen. Zowel qua faciliteiten om CO2 die per as, spoor of binnenvaartschip aangeleverd wordt als qua capaciteit in het systeem.
- Ontwikkeling decentraal energiesysteem: Het Rijk maakt afspraken met decentrale overheden voor decentrale ontwikkeling energiesysteem. —> Verzoek van het cluster om hierin intensiever in te zetten op samenwerking met de industrie, gezien de spilfunctie van industrie in de ontwikkeling decentrale energiesysteem.
- Hybride systemen: Er wordt ingezet op elektrificatie en in eerste instantie op hybride systemen —> vanwege netcongestie is er binnen Cluster6 behoefte aan aanvullende ruimte voor overbrugging en transitieoplossing. Deels kan dit worden ingevuld met flexcontracten, maar voor veel bedrijven is extra opwerk middels WKK's nodig. Dit kan betekenen dat er tijdelijk extra uitstoot is (door inzet gas voor een WKK) om alvast stappen te zetten richting volledige elektrificatie. Aanvullend beleid is nodig om hybride (inzet WKK's) mogelijk te maken (ipv afbouw stimuleren).

Als er naar aanleiding van bovenstaande punten vragen zijn dan horen we dat graag.

Hartelijke groet,

Maarten van der Wal

Regiomanager



Inbreng clusterregisseur Chemelot namens Chemelot op actualisatie NPE

15 juli 2026.

Chemelot steunt de actualisatie van de NPE en de – in onze ogen - meer realistische koers en oog voor uitvoerbaarheid, de kosten, positie van waterstof en CCS. Tegelijk moeten we voorkomen dat het NPE te veel vanuit één hoofdroute redeneert. Voor een chemisch cluster als Chemelot is verduurzaming niet simpelweg: alles elektrisch maken. Elektrificatie is belangrijk, maar Chemelot heeft ook brandstoffen en grondstoffen nodig. Met “moleculen” bedoelen we in dit verband energiedragers en grondstoffen zoals waterstof, groen gas, ammoniak, methanol en duurzame koolstofbronnen. Die zijn nodig om producten te maken, processen draaiend te houden en afhankelijkheden te beperken.

1. Op de vraag over **CCS versus elektrificatie** zou de lijn moeten zijn: gebruik elektriciteit waar dat technisch en economisch logisch is, maar gebruik CCS waar dat sneller, betaalbaarder of robuuster is. Sommige processen kunnen goed elektrisch worden. Andere processen, vooral in de chemie, hebben hoge temperaturen of specifieke grondstoffen nodig. Daar kan CCS voorlopig of soms structureel een logische route zijn om uitstoot sterk te verminderen.
2. Op de vraag over **groen gas** is de nuance dat groen gas nuttig kan zijn, maar niet als algemene oplossing voor alles. Het moet gericht worden ingezet waar elektriciteit of waterstof niet tijdig beschikbaar, niet betaalbaar of technisch minder geschikt is. Voor Chemelot kan groen gas vooral een aanvullende rol spelen in specifieke processen of als

overgangsooplossing. Het mag echter geen reden zijn om elektriciteits-, waterstof- en CO₂-infrastructuur uit te stellen.

3. Op de vraag of **elektrificatie de hoofdroute** blijft, is het antwoord: ja, voor veel delen van de samenleving, maar niet 1-op-1 voor de chemische industrie. Voor woningen, personenvervoer en veel lage-temperatuurwarmte is elektrificatie logisch. Voor Chemelot blijven daarnaast ook waterstof, duurzame koolstofbronnen, CO₂-infrastructuur nodig. De betere formulering is daarom: elektrificatie waar dat kan en logisch is, brandstoffen en grondstoffen waar die nodig blijven, en CCS waar dat de meest praktische route is om uitstoot te verminderen.

Daarmee hangt ook de discussie over import en halffabricaten samen. Het kan logisch zijn om bepaalde waterstofdragers of tussenproducten te importeren, zoals ammoniak of methanol. Maar het NPE mag niet de indruk wekken dat belangrijke productiestappen vanzelfsprekend naar het buitenland verschuiven. Voor strategische autonomie is het juist belangrijk dat Nederland en Europa voldoende eigen productie behouden van kritieke chemische bouwstenen. Denk aan kunstmest, ammoniak, caprolactam, acrylonitril, polymeren en synthetische rubbers. Anders vervangen we de ene afhankelijkheid door een andere: minder fossiele import, maar meer afhankelijkheid van buitenlandse chemische bouwstenen.

Ook het begrip “optimaal energiesysteem” moet breder worden ingevuld. Het gaat niet alleen om de laagste systeemkosten op papier. Een energiesysteem is pas optimaal als het ook betrouwbaar, betaalbaar en uitvoerbaar is, en als het belangrijke industrie en werkgelegenheid in Nederland kan houden. Een systeem dat theoretisch efficiënt is, maar leidt tot vertrek van kritieke chemische ketens, is voor Nederland niet optimaal.

Bijlage 2.3 Cluster Chemelot

Voor Chemelot is infrastructuur de harde randvoorwaarde.

De Cluster Energie Strategie noemt daarbij vooral: versnelling van 380kV Graetheide, tijdige aansluiting op het landelijke waterstofnetwerk, realisatie van de Delta Rhine Corridor voor onder meer waterstof en CO₂, en de elektriciteitsaansluiting Zevenellen/Buggenum als randvoorwaarde voor FUREC. Zonder deze infrastructuur blijven investeringen in nieuwe duurzame industrie hangen.

Daarnaast zijn kosten minstens zo belangrijk als fysieke beschikbaarheid. Het gaat niet alleen om de vraag of er een aansluiting komt, maar ook of elektriciteit, waterstof en CO₂-transport betaalbaar zijn ten opzichte van omliggende landen. Als Nederland structureel duurder blijft, wordt het moeilijk om investeringen hier te laten landen.

Tot slot moet het NPE wat ons betreft sterker inzetten op het stimuleren van de vraag naar duurzame producten. Bedrijven gaan pas investeren in circulaire of duurzame chemie als er ook een markt voor is. Dat vraagt om Europese vraagcreatie, duidelijke productregels, goede regels voor koolstofboekhouding, erkenning van chemische recycling en bescherming tegen import die niet aan dezelfde eisen voldoet.

Samengevat: steun vanuit Chemelot voor de realistischere koers van het NPE, maar vraag om meer pragmatiek en meer aandacht voor industriële clusters. Voor Chemelot betekent dat: geen abstracte keuze tussen elektriciteit en moleculen, maar een praktische combinatie van elektriciteit, waterstof, duurzame grondstoffen, CCS en CO₂-infrastructuur. Daarbij horen concrete randvoorwaarden: 380kV Graetheide, aansluiting op het waterstofnetwerk, Delta Rhine Corridor, Zevenellen/FUREC, concurrerende energie- en netwerkkosten en Europese vraag naar duurzame chemische producten.

Cluster Rotterdam

Beste NPVI-bureau,

Namens de clustersamenwerking Rotterdam-Moerdijk breng ik graag de volgende zaken met betrekking tot de actualisatie van het NPE onder uw aandacht.

Dank voor het concept van de actualisatie. Wij herkennen de hoofdlijnen van de aanpassingen die zijn gemaakt.

Gevoeligheidsanalyse

Het NPE heeft op basis van vele bronnen een kwantitatieve basis voor de actualisatie van het NPE ontwikkeld. Wij hadden graag een gevoeligheidsanalyse gezien waarmee inzicht wordt verkregen in de robuustheid van het NPE voor de bandbreedte van de scenario's die de diverse bronnen schetsen.

Door ons cluster is in opdracht van de stuurgroep NPVI een kwantitatief narratief opgesteld. Uitgangspunt hierbij is de ontwikkeling van de Rotterdamse haven tot het toonaangevende haven- en industriecomplex van Europa, volgens de Havenvisie 2050. Dit betekent dat de haven voorziet in de essentiële materiële behoeften van de samenleving en een bron is van brede welvaart, werkgelegenheid en innovatie, zoals ze dit vandaag ook is. Hiermee willen we een eerste kwantitatieve invulling geven aan deze visie voor de industrie. Voor ons is dit een relevant scenario om de robuustheid van het NPE tegen af te zetten.

Bijlage 2.4 Cluster Rotterdam

Internationale waardeketens

Wij vragen ook aandacht voor de grensoverschrijdendheid van waardeketens in de brandstoffen en de chemie, in het bijzonder in het ARRRRA-gebied. De uitwerking van deze ketens en de mogelijke gevolgen voor het Nederlandse energiesysteem komen in het NPE nog beperkt aan bod.

Regionale doorvertaling

Wij zijn zeer geïnteresseerd in de regionale doorvertaling naar de industrieclusters en bieden graag aan om dit bottom-up te voeden vanuit de processen die reeds lopen in ons industriecluster zoals het kwantitatief narratief (visie voor 2050) en DIVIT (bottom-up beeld vanuit harde en zachte plannen vanuit bedrijfsleven t/m circa 2035). Daarnaast hebben wij ook behoefte aan een ruimtelijke vertaling. Zelf werken we reeds aan een ruimtelijke vertaling van DIVIT en het kwantitatief narratief en leggen hierbij ook de relatie met Novex Rotterdamse haven.

Toekomst raffinaderijen

Wij delen het beeld dat de brandstoffenproductie zal dalen en bovendien steeds verder zal overgaan op duurzame brandstoffen. In het NPE is nog onderbelicht hoe de daarmee teruglopende raffinagecapaciteit zich verhoudt tot de chemie. Raffinaderijen leveren immers de bulk van de grondstoffen voor de chemie. Daarnaast merken we op dat de wet- en regelgeving nog niet is ingericht op duurzame brandstoffenproductie (circulair en biobased). Bedrijven die hiermee aan de slag willen, lopen tegen tal van belemmerende regels aan die minimaal vertragend en kostenverhogend werken en soms projecten onmogelijk maken.

CCS/CCU onmisbaar

Elektrificatie is in veel situaties de meest interessante route voor verduurzaming van de industrie. Tegelijkertijd blijft er altijd CO₂ vrijkomen in de (bio)raffinaderijen en de (groene) chemie. Dit is inherent aan het productieproces waarbij restgassen ontstaan die bestaan uit kleine koolwaterstoffen (C₁ t/m C₃). Met goede CO₂-infrastructuur en het juiste instrumentarium ondersteuning van CCS en CCU kan deze CO₂ worden afgevangen.

Bij een transitie naar circulair en biobased kunnen hiermee negatieve emissies worden gerealiseerd waarmee de industrie kan compenseren voor de moeilijk of niet af te vangen CO₂ uit bijvoorbeeld de landbouw (zie PBL-rapportage van enkele jaren geleden).

Energie-infrastructuur als ruimtelijke kans

In paragraaf 5.6 van het NPE staat het een en ander over ruimte. Wij missen de kans die er is om de ruimte die wordt ingenomen door ondergrondse energie-infrastructuur te benutten voor de ontwikkeling van natuur, water, klimaatadaptatie, recreatie en landschap. Wij adviseren om deze aspecten vanaf de planvorming onderdeel te laten zijn van het ontwerp. Zo kunnen we van de niet-zichtbare energie-infrastructuur bovengronds iets maken waar we trots op zijn. Hierbij merken wij ook graag op dat een goede governance van buisleidingenstroken bijdraagt aan de benutting van de ruimtelijke kansen én aan efficiënt ruimtegebruik binnen de buisleidingenstrook. LSNed is wat ons betreft hier een goed voorbeeld van.

Kosten en financiering

Wij vragen aandacht voor de betaalbaarheid van het energiesysteem. Het creëren van marktvraag naar duurzame energiebronnen en duurzame producten is essentieel om ervoor te zorgen dat bedrijven een business case hebben om te verduurzamen, zodat zij aangesloten blijven op het energiesysteem en daarmee de kosten van het nieuwe systeem helpen dragen.

Verder vragen wij u de kosten en financiering niet alleen op systeemniveau beschouwen, maar ook op projectniveau regelen.

Met vriendelijke groet,
Anne-Marie Spierings
Clusterregisseur Rotterdam-Moerdijk



Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

Onderwerp: Consultatie EBN op actualisatie NPE
Datum: 17 juli 2026

Aan het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat,

Energie Beheer Nederland (EBN) waardeert de mogelijkheid om te kunnen consulteren op het geactualiseerde Nationaal Plan Energiesysteem (NPE). Wij ondersteunen de ambitie die aan het voorstel ten grondslag ligt en zien tegelijkertijd een aantal punten waarop nadere uitwerking wenselijk is om de effectiviteit, uitvoerbaarheid en investeringszekerheid te versterken.

Hieronder volgt de reactie van EBN op het NPE, waarin wordt toegelicht welke onderdelen worden onderschreven en welke aanvullingen en nuances kunnen worden overwogen. Ook wordt er ingegaan op het belang van uitvoeringskracht van het NPE.

Wat onderschrijven we?

- De actualisatie van het NPE brengt een welkome focus op de relatief korte termijn (2040) met een **gezonde balans tussen ambitie en realiteitszin**, waarbij weerbaarheid (energiezekerheid) en betaalbaarheid nu naast klimaat nadrukkelijk worden meegenomen in de overwegingen.
- De nadruk daarbij op het **produceren van (duurzame) energie van eigen bodem**¹ past goed bij een aantal doelstellingen van EBN: productie van aardwarmte, groen gas en productie van Nederlands aardgas. Daarbij is het voornemen van de overheid om meer regie te nemen op het maken van systeemkeuzes positief². Vanwege de bestaande kennis en activiteiten kan EBN bijdragen **op het gebied van warmtebronnen, warmtenetten en duurzame moleculen**³. Daarbij is het van belang om de juiste balans te vinden tussen markt- en overheidssturing⁴.
- Tegelijkertijd wordt ook **import van waterstofdragers en andere duurzame grondstoffen** als belangrijke aanvulling gezien op binnenlandse productie. Uitwisseling binnen de EU, maar ook invoer van buiten de EU kan helpen om natuurlijke verschillen tussen landen optimaal te gebruiken en ons aanbod te diversifiëren, wat de weerbaarheid van Nederland en de EU versterkt⁵.
- Het NPE benadrukt de cruciale rol van waterstof in het toekomstige energiesysteem bij het stabiliseren van het systeem en het behouden van de Nederlandse industrie. Vanwege de onzekerheid over de verhouding tussen de kosten voor elektrificatie en het gebruik van waterstof voor industrie is het nog niet binnen een kleine bandbreedte

¹ Hoofddocument pagina 3, Inleiding, punt 2

² Hoofddocument pagina 3, Inleiding, punt 5

³ Hoofddocument pagina 4, paragraaf 1.2, punt 2

⁴ Hoofddocument pagina 14, paragraaf 2.7, punt 1

⁵ Achtergronddocument pagina 19, punt 2

EBN B.V.
Daalsesingel 1
3511 SV Utrecht
The Netherlands

Telefoon: +31(0)30 - 233 9001
Email: ebn.mail@ebn.nl
Website: www.ebn.nl

KvK-nummer: 14026250
BTW-nummer: NL001726614B01



vast te stellen welke volumes aan waterstof in de toekomst optimaal zullen zijn. Echter, zelfs aan de onderkant van deze bandbreedte zal er nog aanzienlijk meer waterstof nodig zijn. Het NPE benadrukt daarbij terecht het belang van waterstofopslag in de toekomst, in lijn met de Nationale Agenda Waterstofopslag⁶.

- Het NPE benadrukt de **behoefte aan CCS om de klimaatdoelen te halen**. CCS is op de korte termijn noodzakelijk om de moeilijk te verduurzamen industrie voor Nederland en Europa te behouden, terwijl het op de middellange en lange termijn een belangrijke rol kan spelen om negatieve emissies te realiseren.
- Ook zien we de bevestiging van de **belangrijke rol van fossiele energiebronnen** als waardering voor de activiteiten die EBN onderneemt om productie en opslag van aardgas op het niveau te houden die in deze fase van de transitie nodig is⁷.
- We zijn blij dat **langetermijnambitie overeind blijft om collectieve warmte te realiseren** waar dit vanuit maatschappelijk oogpunt en systeemkosten de meest doelmatige oplossing is.⁸ Het NPE stelt terecht dat collectieve warmte onder de juiste omstandigheden een belangrijke bijdrage kan leveren aan het verminderen van netcongestie, de flexibilisering van de vraag (in combinatie met warmte-opslag), en daarmee het beperken van investeringen in elektriciteitsinfrastructuur.
- Ook EBN ziet **locatiesturing en decentrale oplossingen** als noodzakelijk om snelheid van de transitie te verhogen en kosten te beperken⁹. In samenwerking met provincies, gemeentes en Netbeheer Nederland dragen we graag bij aan het maken van optimale systeemkeuzes.

Werken aan uitvoeringskracht van het NPE

- Zonder uitvoeringsagenda en middelen mist het NPE uitvoeringskracht** – Het NPE schetst de richting van het energiesysteem en zou daarmee duidelijkheid en investeringszekerheid moeten bieden. Dit geeft zekerheid aan marktpartijen. Die waarde neemt echter af zolang uitvoering, ketenknelpunten en vooral de benodigde financiële middelen onvoldoende concreet zijn uitgewerkt. Dat geldt voor warmte, maar ook voor de andere ketens (CCS, waterstof en de keten van wind op zee naar directe en indirecte elektrificatie in de industrie).
- Borg het belang van deelnemingen in de energietransitie** - Het NPE geeft goed inzicht in het belang om systeemsturing te versterken¹⁰. Dit is belangrijk om vanuit publieke regie tijdig ontwikkelingen in het energiesysteem bij te sturen. In het NPE wordt onvoldoende helder gemaakt hoe systeemsturing vanuit publieke regie versterkt kan worden en de rol die deelnemingenbeleid daarin kan spelen. In het NPE 2023 stond nadrukkelijk het belang benoemd om risicovolle en substantiële investeringen die veelal geen business case kennen tot een succes te brengen via publiek-private samenwerkingen en ketenbrede consortia met een rol voor (beleids)deelnemingen. EBN heeft als beleidsdeelneming met het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) als 100% aandeelhouder, een unieke aanpak waarin het samenwerkingen aangaat met publieke én private partijen, bijvoorbeeld op het gebied van geothermie, CCS en gas.

⁶ Nationale Agenda Ondergrondse Waterstofopslag | Rijksoverheid.nl

⁷ Hoofddocument pagina 29, paragraaf 3.8, punt 2-3

⁸ Hoofddocument pagina 27, paragraaf 3.6, punt 2

⁹ Hoofddocument pagina 13, paragraaf 2.6, punt 5

¹⁰ Hoofddocument pagina 14, paragraaf 2.7

Bijlage 2.5 EBN

Tegen deze achtergrond is het van belang dat er een additioneel hoofdstuk in het NPE wordt opgenomen als onderdeel van hoofdstuk 10 van het verdieppingsdocument 'versterken systeemsturing', waarin de rol van deelnemingen in de energietransitie explicieter wordt benadrukt, in lijn met het adviesrapport 'Deelnemen zonder Dogma's' van de Raad voor de leefomgeving en infrastructuur. De overheid zou, via haar deelnemingen, een meer aanjagende rol kunnen vervullen bij het versterken van onze energievoorziening en het realiseren van de noodzakelijke (energie)infrastructuur. De toegevoegde waarde van dergelijke publieke investeringen is groot: het levert op de lange termijn rendement op dat terugvloeit naar de staatskas, waar de hele Nederlandse samenleving meeprofiteert.

Aanvullingen

Hieronder volgen enkele suggesties voor aanvullingen en detaillering van het NPE.

Warmte

- **Mismatch tussen ambitie en beschikbare middelen voor collectieve warmte** – In het NPE erkent het kabinet dat de uitrol van collectieve warmte aanzienlijk trager verloopt dan eerder voorzien. De doelstelling voor de bestaande bouw is daarom neerwaarts bijgesteld van 500.000 naar 200.000 extra aansluitingen in 2030. Tegelijkertijd blijft de langetermijnambitie overeind: collectieve warmte realiseren waar dit vanuit maatschappelijk oogpunt en systeemkosten de meest doelmatige oplossing is. De actuele inschatting vanuit de sector is dat zelfs de bijgestelde doelstelling van 200.000 extra aansluitingen in 2030 niet haalbaar is onder de huidige randvoorwaarden. Het recente Trendrapport Warmte van Stichting Warmtenetwerk laat zien dat de huidige projectpijn richting circa 128.000 aansluitingen vóór 2030 gaat, waarbij bovendien sprake is van aanzienlijke onzekerheid rondom realisatie. De belangrijkste reden hiervoor is dat de financiële randvoorwaarden onvoldoende zijn om projecten op schaal tot realisatie te brengen. Het NPE kan explicieter zijn in het belang van structurele publieke investeringen die nodig zijn om hoge voorinvesteringen door warmtebedrijven mogelijk te maken tegen een aantrekkelijk aanbod voor eindgebruikers.
- **Waardeer collectieve warmte nadrukkelijker als instrument tegen netcongestie** – Het stimuleren van warmtenetten is een kostenbesparende maatregel, vanwege de resulterende besparingen op de elektrische infrastructuur. Door een tekort aan middelen lopen we het gevaar deze besparingen niet te realiseren.¹³ Het is daarom belangrijk de congestieverzachende werking en bredere systeemwaarde van collectieve warmte beter te kwantificeren en expliciet mee te nemen in investeringsafwegingen, en als zodanig te benoemen in het NPE. Vervolgens moet, daar waar collectieve warmte maatschappelijk gezien de goedkoopste oplossing is, dit ook leiden tot een aantrekkelijke prijs voor de gebruiker. Dat is nu niet het geval.
- **Nadere beschrijving voor de ambitie voor de ontwikkeling van duurzame warmtebronnen ontbreekt** – Momenteel reflecteert het NPE vooral een ambitie voor de ontwikkeling van collectieve warmtenetten, maar minder voor duurzame warmtebronnen¹². Ook in deze keten geldt echter dat de onderdelen (bron-transport-afname) tegelijkertijd moeten worden ontwikkeld. Ten eerste omdat ontwikkeltijden van grote regionale bronnen zoals geothermie zeer lang zijn, zeker als zij nog in onbekende gebieden liggen. Ten tweede omdat de beschikbaarheid en het type

¹³ Dit wordt bevestigd door Netbeheer Nederland die het volgende constateren: "Zonder betere financiële stimulering en duidelijkheid valt de opschaling van warmtenetten stil, terwijl het aantal warmtepompen doorgroeit in potentiële warmtenetgebieden." Volgens een rapport in opdracht NBNI leidt dit tot **extra maatschappelijke kosten van 1,2 mrd per jaar**.

¹² Voor geothermie wordt een doel voor 2030 genoemd van 15 PJ, maar niet voor daarna.

warmtebron ook bepaalt welke bronnenstrategie (ruimtelijk) inpasbaar is, welk soort net er aangelegd zal moeten worden en welk prijskaartje voor de eindgebruiker daar aan zal hangen. Zonder coördinatie in de collectieve warmteketen is er een grote kans dat duurzame lokale warmtebronnen niet meer inpasbaar en inzetbaar zijn in de energietransitie. Het NPE is een belangrijk instrument om op bronniveau sturing te geven.

- **Ambitie geothermie** – Er wordt in het NPE geen ambitie gesteld voor geothermie, terwijl dit een belangrijke binnenlandse duurzame, stabiele energiebron is die de weerbaarheid vergroot. De minimale ambitie is wat ons betreft 55 PJ in 2050¹³. Dit kan oplopen tot 125 PJ, zoals het ministerie van EZK eerder heeft aangegeven in het Ontwikkelingsperspectief Duurzame Warmtebronnen van 2025. Het ontbreken van duidelijke doelen voor geothermie en andere duurzame bronnen in het NPE zorgt voor extra onzekerheid in de markt en houdt een verdere opschaling en daarmee kostendaling tegen.

(Duurzame) moleculen

- **Aardgasbergingen blijven een belangrijk onderdeel van het energiesysteem** – Ook bij verminderde volumes blijven aardgasbergingen een belangrijke rol spelen bij het leveren van voldoende gas op momenten van veel vraag en/of weinig aanbod. De toenemende (maar onvoorspelbare) vraag naar gas voor elektriciteitsproductie tijdens zogenaamde Dunkelflautes speelt hierbij een belangrijke rol. En uiteraard ook de back-up voor fluctuerend aanbod van zon- en windenergie. Dit vergt mogelijk specifiek beleid op het behoud van gasopslagen voor het borgen van energiezuikerheid.
- **Actieve afbouw fossiel is nodig aan de vraagkant** – Het NPE spreekt over 'verantwoorde afbouw fossiel'¹⁴. Het is van belang om hier expliciet te zijn dat het gaat om de afbouw aan de vraagkant, aangezien aan de aanbodkant de afname logischerwijs volgt op de afbouw aan de vraagkant. Hier is het juist belangrijk om de afname actief te beperken, om de groeiende afhankelijkheid van import te temperen. Het 'Sectorakkoord gaswinning in de energietransitie' is daarin belangrijk om te benoemen in het NPE.
- **Naast cavernes zijn ook gasreservoirs een belangrijke technologie voor ondergrondse waterstofopslag** – Het NPE spreekt uitdrukkelijk over cavernes. Dit is van belang voor de ontwikkeling van gasreservoirs voor de opslag van waterstof, in lijn met de Nationale Agenda Ondergrondse Waterstofopslag¹⁵. Om verschillende redenen is dit van belang wat nadrukkelijker in het NPE naar voren kan komen:
 - **Toegang tot een nieuwe technologie** – Waterstofopslag in gasvelden is een bijna volwassen technologie. Bij het komen tot volle wasdom zal het meer mogelijkheden creëren om waterstof op te slaan in Nederland, in leeggeproduceerde gasvelden die reeds bestaan, en dus niet (zoals bij cavernes) kunstmatig gecreëerd hoeven te worden.
 - **Geografische spreiding** – Zowel cavernes als reservoirs zijn gebonden aan specifieke kenmerken van de ondergrond. Cavernes zijn enkel mogelijk in Noordoost-Nederland. Gasreservoirs zijn ook beschikbaar op andere plekken in Nederland, zoals bijvoorbeeld in West Nederland nabij de Rotterdamse haven. Deze technologie geeft daarmee een grotere spreiding van het potentieel van waterstofopslag, dichtbij industriële complexen, havens en energieclusters.

¹³ Dit getal is gebaseerd op 1/3e van de warmtevraag voor glastuinbouw in 2040 (~20 PJ; Glastuinbouw NL hanteert dit ook) plus 1/3e van de warmtevraag van collectieve netten in 2050 (~35 PJ, op basis van NPE23).

¹⁴ Hoofddocument pagina 29, paragraaf 3.7.

¹⁵ Nationale Agenda Ondergrondse Waterstofopslag | Rijksoverheid.nl



- **Minder kosten voor volume** – De kosten voor het creëren van opslagvolumes in gasreservoirs zijn grosso modo lager dan de kosten in cavernes. Hierdoor kunnen flinke besparingen gerealiseerd worden als volumes moeten worden opgeschaald.
 - **Diverser portfolio** – Door een juiste mix van gasreservoirs en cavernes kan, net als met piekgasinstallaties en seizoensbergingen voor aardgas, een optimalere portfolio worden samengesteld van enerzijds kortetermijnopslagen (cavernes) en middel- tot langetermijnopslagen (gasvelden). Dit leidt tot een kosteneffectiever en duurzamer energiesysteem en een grotere energie-onafhankelijkheid.
 - **Weerbaarheid nadrukkelijker meewegen** – In het NPE is terecht meer aandacht voor weerbaarheid. Wij zouden graag zien dat weerbaarheid ook nadrukkelijker wordt meegenomen bij de bespreking en de weging van verschillende technologieën.
- CCS
- **Ambitie CO₂-opslag** – Het NPE bevat momenteel geen expliciete ambitie ten aanzien van de ontwikkeling van CO₂-opslagcapaciteit. Gezien het belang van CCS voor het realiseren van nationale en Europese klimaatdoelstellingen, is het wenselijk om een dergelijke ambitie alsnog op te nemen. Het ligt daarbij voor de hand om aansluiting te zoeken bij de Europese doelstellingen uit de Net-Zero Industry Act (NZIA), waarin het belang van CO₂-opslag expliciet wordt erkend en een gezamenlijke opslagambitie voor de Europese Unie is vastgelegd.
 - **Plaatsgebondenheid opslag van CO₂ op de Noordzee** – De mogelijkheden voor CO₂-opslag op de Noordzee zijn sterk locatiegebonden door de afhankelijk van de aanwezigheid van geschikte geologische structuren. In tegenstelling tot bijvoorbeeld windparken, waarvoor meer ruimtelijke uitwijkmogelijkheden bestaan, zijn de beschikbare locaties voor CO₂-opslag beperkt. Om de ontwikkeling van CO₂-opslag als essentieel onderdeel van de energietransitie mogelijk te maken, is het daarom wenselijk deze locaties in de ruimtelijke ordening en vergunningverlening prioriteit te geven.

Met vriendelijke groet,

EBN BV

Notitie
Van Energie-Nederland
Aan Ministerie van Economische Zaken & Klimaat - Drs. N. Redeker
Datum 10 juli 2026
Onderwerp Reactie concept update Nationaal Plan Energiesysteem (NPE)

Algemene indruk positief

Energie-Nederland ziet een duidelijke verbetering van deze update van het NPE ten opzichte van de versie uit 2023. Er wordt terecht een duidelijke keuze voor elektrificatie gemaakt, zonder dat de rol van moleculen veronachtzaamd wordt (waterstof blijft bijvoorbeeld nodig). Aan het oplossen van netcongestie wordt terecht hoge prioriteit gegeven. Ook zien we dat er prioriteit wordt gegeven aan vraagcreatie. In het vorige NPE was de hoofd-feedback van Energie-Nederland dat "maximaal aanbod" een niet houdbaar uitgangspunt is. Met de nieuwe focus op vraagcreatie is hier veel meer balans in gekomen.

Urgente aanpassingen

In de concept update van het NPE ontbreken een aantal punten die echt nog actief toegevoegd moeten worden om een gebalanceerd verhaal te worden. Hierbij de 3 hoofdpunten die volgens Energie-Nederland minimaal aangepast moeten worden, inclusief concrete voorstellen.

1. Doorbreek de doom-loop: agendeer debat over "gebruiker betaalt" principe energie netwerkkosten

In de concept update van NPE staat: "Het uitgangspunt van het kabinet blijft dat, waar dat maatschappelijk gewenst is, de kosten van het energiesysteem gedragen worden door de gebruikers" (pag. 13). In een ideale wereld is dit het geval, maar Energie-Nederland ziet hierdoor ook een "doom-loop" ontstaan, waarbij de vraag niet stijgt door hoge netkosten, waardoor de tarieven nog verder oplopen. Niet alleen amortisatie, maar ook financiering uit andere bronnen dan de directe gebruikers moet overwogen worden. In de concept update NPE staat hierover enkel het volgende: "zonder steviger vraagontwikkeling leiden aanbod- en infrastructuurontwikkeling tot groeiende risico's". Daarmee wordt onvoldoende recht gedaan aan het dilemma wat de komende jaren in meer detail besproken moet worden, zowel voor waterstof-, elektriciteit-, gas- en warmtenetwerken.

Voorstel voor toevoeging onder hoofdstuk 2.6:
Bij de uitrol van energienetwerken moet voorkomen worden dat (directe) doorberekening van investeringen via tarieven het toenemend gebruik van deze nieuwe infrastructuur in de weg staat. In de komende jaren moet goed geëvalueerd worden of het uitgangspunt dat de gebruikers via de tarieven de kosten van de infrastructuur (geheel) betalen nog wel houdbaar is. Dit geldt zowel voor elektriciteit-, gas-, waterstof- als warmtenetwerken.

1 / 3

2. Introduceer een investeringsmonitor energiesysteem die het gat tussen beschikbare middelen en benodigde investeringen duidt

Het NPE benoemt dat er in de komende jaren een verdubbeling of verdrievoudiging van het investeringsniveau in het energiesysteem moet plaatsvinden om de klimaatdoelen te halen. Circa 40-60 miljard euro per jaar volgens TNO. Energie-Nederland herkent deze toenemende opgave.

Het NPE erkent dat de grootste investeringen door private partijen gemaakt zullen moeten worden: "grafweg een derde van de totaal benodigde investeringen in energieproductie en omzetting, ongeveer een kwart tot 30% betreft infrastructuur en de overige derde tot bijna de helft betreft investeringen bij eindgebruikers (pag. 12)". Ook erkent het concept NPE dat "zonder voldoende beschikbare middelen en voldoende uitvoeringskracht zal het niet lukken om de klimaatdoelen richting 2040 te halen zonder dat het negatief effect heeft op onze economie. Hoeveel middelen nodig zijn voor de realisatie van het pad zoals beschreven in het NPE is niet met zekerheid te zeggen omdat het ver in de toekomst is en kostenplaatjes onzekerder worden op die termijn. Het kabinet gaat hiermee aan de slag en weegt dit jaarlijks bij de begrotingsbesluitvorming.

Energie-Nederland heeft begrip voor de onzekerheid die inderdaad groter wordt op termijn. Het zou echter goed zijn om in een investeringsmonitor bij benadering het gat te schetsen wat aan het ontstaan is tussen de benodigde investeringen en de benodigde middelen. Dit geeft op jaarlijkse basis een "reality check".

Energie-Nederland publiceert zelf een jaarlijkse investeringsmonitor voor het deel van het energiesysteem waar onze leden actief zijn. Dit kan, net als het bekende investeringsgat bij de netbeheerders, als input gebruikt worden voor deze bredere Investeringsmonitor Energiesysteem.

Voorstel voor toevoeging:

Om een eventueel gat tussen dream en daad van de grote verbouwing van het energiesysteem te duiden moet er een jaarlijkse "Investeringsmonitor Energiesysteem" komen. Voor het heden moeten de benodigde investeringen afgezet worden tegen de gedane investeringen. Voor de toekomst moeten de benodigde investeringen afgezet worden tegen de beschikbare middelen waarbij een eventuele kloof duidelijk gemaakt wordt.

2 / 3

3. Maak optimalisatie van kosten én baten het uitgangspunt bij ontsluiten van flexibiliteit

Pagina 23 van het concept NPE benadrukt terecht het grote belang van het ontsluiten van “Sterke groei van flexibiliteit”. Bij discussies over flexibiliteit om de nadelige consequenties van netcongestie te beperken, blijkt vaak verondersteld te worden dat het ontsluiten van flexibiliteit weinig kost. Dat vergroot het risico op suboptimale flex-oplossingen.

In de praktijk is flexibiliteit zeker niet gratis. Het veroorzaakt kosten bij netgebruikers, soms ook buiten het zicht van netbeheerders. Kosten buiten het besliskader van de netbeheerder kunnen dure flexibiliteit stimuleren en daardoor de maatschappelijke kosten verhogen ten opzichte van verzwaren. Bij ontsluiten van flexibiliteit is het dus van belang om een integrale afweging tussen flexibiliteit en netverzwaring te maken. Zie ook: [ESB-artikel, april 2026](#).

Voorstel voor aanpassing tekst NPE pagina 23 (aanvulling in rood):
De prikkels vanuit nettarieven en contractvormen worden nog verbeterd. In aanvulling op deze prikkels voert het kabinet gericht beleid om netcongestie aan te pakken, voorzieningszekerheid te borgen en flexibel gebruik te standaardiseren. Hierbij moet steeds een integrale afweging gemaakt worden tussen flexibiliteit en netverzwaring, om suboptimale oplossingen te voorkomen. De inzet bij de verdere ontwikkeling van het flex-portfolio is dus om vraagsturing te ontsluiten waarvan de kosten opwegen tegen de baten en om een hoeveelheid opslag te realiseren die past bij een kosteneffectief systeem.

Reactie Gasunie op concept Actualisatie Nationaal Plan Energiesysteem (NPE)

Inleiding

Gasunie geeft deze reactie in het kader van het consultatieproces van het NPE door het ministerie van EZK. Dit is een reactie op twee documenten die wij op 19 juni 2026 via Netbeheer Nederland hebben ontvangen: het hoofddocument en het verdiepingsdocument.

Gasunie is een netwerkbedrijf voor energie. In Nederland en Noord-Duitsland beheren en onderhouden we de infrastructuur voor grootschalig transport en opslag van gas. Nu is dat nog vooral aardgas, dit zal steeds verder verschuiven naar groen gas, waterstof en CO₂. Wij zorgen ervoor dat dit veilig, ongestoord en zo duurzaam mogelijk gebeurt.

Gasunie waardeert de mogelijkheid om te kunnen reageren op een conceptversie van het geactualiseerde Nationaal Plan Energiesysteem (NPE). Met deze actualisatie maakt het kabinet keuzes over de gewenste ontwikkeling van het energiesysteem richting 2040, waarbij het ministerie een meer centrale rol voor het NPE in het energiebeleid voorziet.

De nieuwe aanpak zoals die in het NPE staat, kan bijdragen aan een doelmatige en tijdige uitrol van energie-infrastructuur. Ook zet het kabinet een belangrijke stap van visie naar uitvoering. De nadruk op versnelling van energie-infrastructuur is noodzakelijk en het is positief dat het strategische belang van het bestaande gasnetwerk, Carbon Capture and Storage (CCS), waterstoftransport en -opslag, en importterminals expliciet wordt erkend.

Op delen van de concepttekst ziet Gasunie ruimte voor een andere benadering, die naar onze mening kan bijdragen aan de verdere versterking van het NPE. Dit wordt hieronder toegelicht.

1 Visie op het energiesysteem

Een brede visie op het energiesysteem is essentieel voor een doelmatige en tijdige transitie.

Het geactualiseerde NPE gaat uit van een duidelijke visie waarin elektrificatie de hoofdroute van de energietransitie is. Op sommige onderdelen staat deze visie nuance in de weg, worden systeemvragen uit de weggegaan en risico's niet genoemd. In de volgende alinea's benoemen we vier thema's waar meer nuance en een holistische blik kan helpen bij een visie richting een betaalbaar, betrouwbaar en duurzaam energiesysteem van de toekomst. We doen dit aan de hand van quotes uit de concept-documenten, via vier grotere thema's en een aantal dieperliggende voorbeelden.

1

Het geactualiseerde NPE gaat uit van een duidelijke visie waarin elektrificatie de hoofdroute van de energietransitie is. Op sommige onderdelen staat deze visie nuance in de weg, worden systeemvragen uit de weggegaan en risico's niet genoemd. In de volgende alinea's benoemen we vier thema's waar meer nuance en een holistische blik kan helpen bij een visie richting een betaalbaar, betrouwbaar en duurzaam energiesysteem van de toekomst. We doen dit aan de hand van quotes uit de concept-documenten, via vier grotere thema's en twee dieperliggende voorbeelden.

Thema 1: Hybride elektrificatie is een blijvend onderdeel van een betaalbaar, betrouwbaar en duurzaam energiesysteem

Quote concept-NPE: "Daarnaast zullen tijdens de transitie hybride oplossingen die zowel elektriciteit als moleculen gebruiken voor bepaalde toepassingen kosteneffectief zijn." (pag. 10 hoofddocument)

Op de kortere termijn verlichten hybride oplossingen de impact van netcongestie en de behoefte aan regelbaar vermogen. Zo helpen hybride oplossingen elektrificatie te versnellen. Echter, deze voordelen zijn er niet alleen op de korte termijn, maar zijn ook efficiënt op lange termijn:

- **Gebouwde Omgeving.** PBL¹ liet zien dat 30% van de gebouwde omgeving hybride elektrificatie nodig heeft om tegen de laagste maatschappelijke kosten klimaatneutraliteit te bereiken. Kalavasta² berekende dat slimme uitrol van hybride de enige manier is om klimaatdoelen in 2030 binnen bereik te brengen én dat richting 2050 hybride systemen tot 600 miljoen euro per jaar (nationale kosten) kunnen besparen.
- **Industrie.** PwC³ liet recenter zien dat hybride boilers op midden- en hogere temperatuurniveau warmtevraag het meest kosteneffectief CO₂-emissies kunnen vermijden. Slimme inzet van blauwe waterstof of groengas op de momenten dat elektriciteit te duur is en om piekvraag in het elektriciteitsnet te vermijden maakt deze oplossing ook na 2040 kosteneffectief.

Hybride oplossingen horen daarom in het eindbeeld en zijn geen tijdelijke tussenstap zoals dat gezien wordt in het concept NPE.

Thema 2: Kosteneffectieve verduurzaming van de industrie vereist voor het grootste deel CCS, low-carbon waterstof en hybride

Quote concept-NPE: "Directe elektrificatie blijft voor een groot deel van de Nederlandse industrie de meest kosteneffectieve en competitieve verduurzamingsroute" (Pag. 18, verdiepingsdocument)

Elektrificatie is een essentieel onderdeel van de energietransitie, ook bij industrie. Het vormt echter niet de hoofdroute. PwC³ liet recent zien dat kosteneffectieve verduurzaming van onze industrie per 2040 vereist:

- Afvang en opslag van CO₂ is goed voor 21 Mton CO₂ per jaar, en daarmee veruit de belangrijkste route. Hiervan komt ongeveer 18 Mton van de productie van koolstofarme (blauwe) waterstof.
- Verduurzaming van de staalproductie 9 Mton (directe ijzereeductie en elektrische ovens)
- Gebruik van hybride boilers, die draaien op stroom tijdens goedkope uren, en anders op waterstof of groengas: ongeveer 6 Mton CO₂ per jaar.
- Groengas (4 Mton) en directe elektrificatie, zoals warmtepompen (<1Mton), vullen dit verder aan.

Het is voor de visie van en beleid voor de toekomstige duurzame industrie essentieel om de bijdragen van alle technologische routes en energiedragers goed in verhouding te blijven zien.

¹ PBL, Actualisatie Startanalyse aardgasvrije buurten 2025, maart 2025, [link](#)

² Kalavasta, De rol van hybride warmtepompen, juli 2025, [link](#)

³ PwC, Decarbonisation routes for the Dutch industry towards 2040, juni 2026, [link](#)

2

Thema 3: Een visie op verduurzaming van regelbaar vermogen (centrales) is essentieel om deze op tijd te kunnen verduurzamen

Quote concept-NPE "Verduurzaming van de resterende behoefte aan regelbaar vermogen met waterstof(dragers) of CCS blijft erg duur waardoor het op de korte termijn (5-10 jaar) niet wenselijk is om hier proactief op in te zetten." (pag. 55 verdiepingsdocument)

Regelbaar vermogen is geen bijzaak. Nederland wordt steeds afhankelijker van elektriciteit, daarbij neemt het aandeel van de weersafhankelijke elektriciteitsproductie toe: er is een systeem nodig waarin ook voldoende elektriciteit beschikbaar is als het niet waait en de zon niet schijnt. Elektriciteitscentrales op (duurzaam) gas blijven ook na 2040 een grote rol spelen en er zal op tijd een plan moeten komen om deze (deels) op waterstof en biomassa/groengas te laten draaien. De NBNL-scenario's laten zien dat in 2040 tussen 31-55 TWh per jaar aan elektriciteit uit centrales moet worden geproduceerd in aanvulling op andere bronnen (zon, wind, kern, buitenland en batterij). Als dit uit aardgas komt, stoten zij 7-13 Mt CO₂ per jaar uit.

We zien dat het NPE ambivalent is als het gaat om de aanleg van infrastructuur voor regelbaar vermogen, terwijl de doorlooptijd van de aanleg van deze infrastructuur lang is. Hybride energiegebruik, ook bij nieuwe economische ontwikkelingen zoals datacentra, kan een deel van de oplossing zijn om het energiesysteem kosteneffectief in balans te houden. We werken graag samen aan een pad naar duurzaam regelbaar vermogen, in tandem met landen om ons heen.

Thema 4: Voorkom een lock-in op import van halffabricaten: er is een risico dat deze niet op grote schaal betaalbaar en duurzaam beschikbaar komen voor Nederland

Quote concept-NPE "Nederlandse productie en verwerking blijven op de lange termijn overwegend competitief door import van waterstofdragers en (waterstofrijke) koolstofdragers." & "Productie van synthetische brandstoffen op basis van Nederlandse elektrolyse wordt grotendeels vervangen door import van eindproducten of grondstoffen" (pag. 18 verdiepingsdocument)

Het NPE sorteert met deze visie voor op het vertrek van energie-intensieve industrie uit Nederland. Daar komt dan de import van waterstofrijke halffabricaten voor in de plaats. Dit is wat ons betreft voorbarig om drie redenen:

1. **Voorsorteren op krimp van basisindustrie vergroot afhankelijkheid van importstromen die er nog onvoldoende zijn, waardoor de economie minder weerbaar wordt.** Het is niet denkbeeldig dat de export van groene moleculen gedomineerd gaat worden door enkele niet-Europese landen - net als bij fossiele brandstoffen. En als de export van groene moleculen helemaal niet op gang komt, zullen we noodgedwongen grijze moleculen gaan importeren.
2. **Lokale productie van halffabricaten kan onder de juiste voorwaarden concurrerend zijn met import.** Gebruik maken van vergelijkbare technologie als elders én elektrolyzers toegang geven tot sterk gereduceerde netwerktarieven (zoals bijvoorbeeld in Duitsland) brengt kosten in vergelijkbare orde.
3. **Verwevenheid met bestaande industrieprocessen maakt inpassen import complexer.** Niet alle processen zijn volledig met import te bedienen. Kunstmest uit ammoniak vereist bijvoorbeeld ook een koolstofbron. Import van ammoniak sluit het combineren met beschikbare CO₂ in Nederland niet per definitie uit; wel kan opsplitsing van ketens technisch en economisch complex zijn.

Een logischer vertrekpunt is om de industrie hier te houden en te helpen verduurzamen. Eigen productie van waterstofdragers in aanvulling op import hoort hierbij. Dit is belangrijk voor onze weerbaarheid en economische activiteit - en dit borgt dat de verduurzaming ook echt hier plaatsvindt. CCS en blauwe waterstof spelen hierin de komende 15+ jaar een centrale rol.

Er zijn meer voorbeelden waar een systeemblik helpt om te blijven koersen op doelmatigheid en snelheid van verduurzaming. Hieronder volgen twee voorbeelden van passages uit de tekst.

3

Quote 1: "Vaak betekent een hybride oplossing al een grote stap richting elektrificatie en verduurzaming, omdat bij een hybride optie elektriciteit wordt gebruikt [...] op momenten met veel wind- en zonne-energie. Dit zijn in de toekomst steeds meer momenten waardoor het grootste deel van het gebruik ook bij een hybride optie vaak al elektrisch en daarmee verduurzaamd is." (pag. 10 hoofddocument)

Ook de andere kant van een hybride optie kan verduurzaamd, via groengas of waterstof, afhankelijk van kosten en beschikbaarheid (dezelfde afhankelijkheden als bij elektriciteit). De passage doet voorkomen alsof verduurzaming enkel over de as van elektriciteit kan plaatsvinden.

Quote 2: "Hoewel ook elektriciteitsgebruik energieverliezen [kent], zijn deze veel lager." (pag. 12 hoofddocument)

Dat all-electric de minste verliezen kent is geen algemene waarheid. All-electric eindgebruik vereist op systeemniveau overcapaciteit van duurzame opwek en het afschakelen daarvan bij overaanbod (curtailment). Daarmee gaat energie verloren. All-electric eindgebruik kent in de keten verliezen door transport, opslag in batterijen en transformatie. Tot slot kent all-electric eindgebruik in periodes van minder wind/zon juist weer conversieverliezen in elektriciteitscentrales. Een bredere systeemblik laat zien dat een economie met veel hybride eindgebruik doelmatiger is. Moleculen zijn efficiënt langdurig op te slaan en eenvoudiger en goedkoper om te transporteren. Dit vermindert investeringen in nieuwe infrastructuur waarbij de behoefte aan curtailment wordt beperkt door conversie. Hybride eindgebruik draagt ook bij aan een weerbaar energiesysteem.

2 Beleidsagenda

De concepttekst van het NPE bevat in het hoofddocument een beleidsagenda voor de periode 2026 tot en met 2029. Voor deze beleidsagenda doen we graag de volgende suggesties voor aanvullingen:

- Er loopt een aantal financiële beleidstrajecten voor het waterstofnetwerk, de waterstofopslagen en Aramis, deze kunnen voor de volledigheid genoemd worden in de agenda
- De programmatische uitwerking voor 3 tot 4 GW elektrolyse uit windenergie door TenneT, EZK, en Gasunie gericht op de geschiktheid van locaties, mogelijkheden voor aanlanding van elektriciteit, en beleidsontwikkeling.
- Beleid gericht op verbindingen met het buitenland. De invoer en uitvoer van duurzame energiedragers en halffabricaten kan niet zonder maritieme corridors, importterminals, en verbindingen met het achterland - waaronder de DRC. Deze verbindingen met buitenland kunnen gezamenlijk met onze buurlanden ontwikkeld worden.

3 Stuurmechanisme

Dit kabinet wil op meerdere manieren meer regie nemen over de energietransitie: via sturing op locatie en moment van realisatie van nationale energiefuncties en via beïnvloeding van de langetermijn scenario's van netbeheerders. Zonder systeemsturing door de overheid zal de energietransitie niet snel en doelmatig verlopen. Met systeemsturing kan de uitkomst ook slechter uitpakken dan zonder systeemsturing, zorgvuldige beleidsvorming is essentieel voor succes.

De passages over systeemsturing via beïnvloeding van langetermijnscenario's geven aan op welke manier het kabinet dit wil realiseren:

Quote concept-NPE: "Het kabinet ziet het groeiende belang van deze langetermijnscenario's en werkt er samen met de netbeheerders aan om het proces van de totstandkoming zoals dat in afgelopen jaren is opgezet verder ontwikkelen en heeft hierover bestuurlijke afspraken gemaakt met de netbeheerders, oog houdend voor ieders rol en de wettelijke vereisten." (pag. 107 verdiepingsdocument)

Op het moment van schrijven van deze reactie zijn de netbeheerders nog in gesprek met het ministerie van EZK over de invulling van deze afspraken. Het vereist nadere juridische analyse of dergelijke afspraken mogelijk zijn

4

binnen de huidige wettelijke kaders of dat het nodig of wenselijk is om deze kaders aan te passen. Het ligt voor de hand om hier ook de ACM bij te betrekken.

Quote concept-NPE: "Het kabinet maakt duidelijkere afspraken met de netbeheerders over een gecoördineerde en samenhangende aanpak voor de infrastructuurontwikkeling, binnen de wettelijke kaders en als doorontwikkeling van bestaande processen, (...). De afspraken zien toe op ontwikkeling van een integrale systeemplanning, die zijn basis vindt in het NPE en het PEH en die de basis vormt bij het opstellen van de individuele investeringsplannen van netbeheerders." (pag. 32 hoofddocument)

Quote concept-NPE: "1. de netbeheerders met elkaar zorgen voor een integrale systeemplanning die zo veel mogelijk aansluit bij de kabinetsvisie op de energietransitie." (pag. 107 verdiepingsdocument)

Dit is een fundamentele aanpassing van de werkwijze van netbeheerders. Netbeheerders hebben de wettelijke taak scenario's rond toekomstige vraag en aanbod van energie op te stellen ter onderbouwing van hun investeringsplannen. Deze dienen transparant en in partidipatief proces te worden ontwikkeld, op basis van meer dan alleen (voorgenomen) beleid. Voorbeelden hiervan zijn eigen klant- en marktinzichten, inbreng van andere marktpartijen en inschattingen van de ontwikkelingen in technologie en geopolitiek. Als netbeheerders hun investering gaan richten op het energiesysteem dat de overheid in het NPE beschrijft, dan verschuift hiermee de verantwoordelijkheid voor strategische investeringskeuzes van de netbeheerders naar de overheid. Deze aanpassing in werkwijze vereist mogelijk een stelselwijziging en verdient een robuust proces.

4 Conclusie

Gasunie ziet het geactualiseerde NPE als een belangrijke stap vooruit. Meer gericht op de uitvoering en de versnelling van de aanleg energie-infrastructuur. Nu het NPE steeds meer het sturende kader van de transitie wordt, komen de keuzes in het NPE ook onder een vergrootglas te liggen. Het is daarom extra belangrijk dat het NPE een integraal en uitvoerbaar plan is dat breed begrepen en gedragen wordt. Wij blijven graag meedenken en -werken aan het NPE.

Geachte minister Van Veldhoven, beste Stientje,

Graag geven wij jongeren via dit document onze input op de actualisatie van het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE). We willen allereerst noemen dat we het enorm waardevol vinden om het jongeren perspectief te mogen delen, onze generatie ervaart immers het langst de gevolgen van de keuzes die nu worden gemaakt.

De actualisatie bevat veel goede elementen. Zo zien we dat elektrificatie, ondanks de uitdagingen in de netcongestie, terecht centraal staat in het plan. De combinatie van elektrificatie en energieonafhankelijkheid zal Nederland weerbaar maken, nu en in de toekomst. Daarnaast waarderen wij de expliciete aandacht die uitgaat naar het opbouwen van afhankelijkheid van kritieke grondstoffen in de energietransitie. Dit is in het kader van circulaire economie een waardevol en sterk punt. Ook vinden we dat de vermindering van de energieconsumptie cruciaal blijft. Door slimmer om te gaan met onze energie en minder te verspillen, zoals ook in het plan wordt voorgesteld, kunnen we de volgende stap zetten in de transitie. Naast deze goede elementen, hebben wij ook inbreng om het plan nog beter te maken. Deze behandelen we graag puntsgewijs.

1. Intergenerationele rechtvaardigheid

Het NPE 2023 heeft terecht rechtvaardigheid genoteerd onder de publieke belangen. Het is goed om te zien dat deze actualisatie dit en de andere publieke belangen weer meeneemt in de overwegingen. Een vorm van rechtvaardigheid die wij als jongeren voelen, is **intergenerationele rechtvaardigheid**. Door middel van een **generatietoets**¹ op beleidskeuzes in het NPE traject richting 2029 kan afwenteling op de toekomst worden voorkomen. *Kan de minister duidelijkheid bieden over wat de risico's, kosten en baten zijn voor toekomstige generaties?*

2. Afbouw fossiele energie

Bij een verantwoorde afbouw van fossiele energiebronnen hoort ook een duidelijk plan met **tussentijdse doelen**. Wij pleiten voor concrete en meetbare tussentijdse doelen voor de afbouw van onze fossiele energie zodat zichtbaar wordt gemaakt hoe de afbouw gerealiseerd kan worden. Deze afbouw zou ook waardevol zijn om terug te zien in de transitiepaden. Hierbij vinden we het ook noodzakelijk dat een **maatschappelijk wenselijk vraagniveau** wordt onderzocht, zodat de opbouw van duurzame opwek gepaard gaat met de afbouw van fossiel. Wij vinden het belangrijk en goed dat we blijven bewegen naar een klimaatneutraal energiesysteem en hopen hier ook zo snel mogelijk te komen. Het onderwerp van fossiele energie blijft leven onder de jongeren die wij vertegenwoordigen, zie daarvoor ook de klimaatmars die binnenkort zal plaatsvinden.² Een tastbaar voorbeeld van zo'n meetbaar doel is de CO2-vrije elektriciteitsketen terugbrengen, zoals ook al in NPE 2023 stond genoteerd. *Kan de minister meetbare en concrete (tussentijdse) doelen voor de afbouw van fossiele energie toevoegen aan het plan?*

3. Prioritering in ruimte op het net

De netcongestie staat terecht genoteerd als risico in de benodigde versnelling van de transitie. In het plan wordt echter geen aandacht besteed aan de verdeling van de **schaarse netruimte**, mocht deze vrijkomen. Ook ontbreekt er een blik op de eventuele prioriteiten die gesteld moeten worden als er energie verdeeld moet worden. Krijgt wind op zee de ruimte, of juist de nieuw gebouwde datacenters? Deze vraag moet beantwoord worden, eventueel met de aankomende crisiswetgeving, in de actualisatie van het plan. *Kan de minister duidelijkheid scheppen over de prioritering en verdeling van de schaarse ruimte op het net, ook als er nieuwe ruimte vrij komt?*

4. Groene vaardigheden en omscholing

¹ 3. De Generatietoets | Kennisbank Openbaar Bestuur
² <https://klimaatmars.nl/>

Een onderwerp wat lijkt te ontbreken in het plan, is de rol van scholing. In een versnelde transitie moet er ook capaciteit zijn op de arbeidsmarkt om de nieuwe uitdagingen op te pakken en is het dus van belang om studenten en anderen **green skills** aan te leren. **Omscholing** naar een duurzame sector moet ook makkelijk worden gemaakt. Dit vergroot de uitvoeringscapaciteit en voorkomt dat een tekort aan gekwalificeerde mensen een bottleneck wordt in de transitie die we samen voor ogen hebben. *Kan de minister dit meenemen in de uitvoering van het NPE?*

5. Internationale gelijkwaardigheid

Als de klimaatcrisis ons iets heeft geleerd is het dat grensoverschrijdende problemen ook **grensoverschrijdende oplossingen** behoeven. Een emissieloos Nederland of Europa is niet de remedie tegen klimaatverandering, we hebben de hele wereld nodig. De NPE noemt herhaaldelijk partnerschappen met landen uit het Mondiale Zuiden als cruciaal voor de Nederlandse importbehoefte en spreekt van een rechtvaardige energietransitie, maar het stuk beschrijft deze landen vrijwel uitsluitend als leverancier aan de Nederlandse/Europese energiebehoefte. Er is geen verwijzing naar wat deze partnerschappen voor deze landen opleveren en hoe deze landen mee kunnen gaan in de transitie naar een duurzame energievoorziening.

6. Participatie

De actualisatie staat vol met belangrijke en richtinggevende keuzes. Wij zien het als een waardevol moment dat wij via dit gesprek en dit document onze inbreng kunnen leveren, maar zien mogelijkheden om vaker betrokken te blijven. De doorgaande dialoog met ons is een cruciaal onderdeel van participatie. Wij pleiten voor een **structurele jongerenstem** in het NPE-proces richting 2029. In hoofdstuk 5.8 is nog ruimte om de gremia op te sommen. Wij stellen voor een actiepunt toe te voegen aan de beleidsagenda waarin een structureel participatieformat in het NPE-proces wordt geborgd. Wij zien hier een belangrijke rol voor jongeren om de stem van toekomstige generaties te vertegenwoordigen. *Hoe gaat de minister input verzamelen voor de uitvoering van het NPE en de update van de klimaatwet?*

Zoals het plan een blik vooruit werpt op de komende jaren, hopen wij in straks in een wereld te leven waarin we op een bewuste, duurzame en rechtvaardige manier met onze energie omgaan. Daartoe worden nu de stappen gezet.

Met groene en vriendelijke groet,

De Klimaatjongeren



Ministerie van Klimaat en Groene Groei
T.a.v. mevrouw drs. S. van Veldhoven-van der Meer
Bezuidenhoutseweg 73
2594 AC Den Haag

uw brief van	uw kenmerk	ons kenmerk	datum
18 juni 2026	n.v.t.	K&E 12343/2026	16 juli 2026

onderwerp
IPO reactie NPE actualisatie

Geachte mevrouw Van Veldhoven,

IPO/provincies waarderen dat het NPE wordt geactualiseerd naar aanleiding van nieuwe ontwikkelingen en inzichten die van invloed zijn op het Nederlandse energiesysteem. Daarbij gaat het onder andere om veranderingen in de (geo)politieke context, het Europese beleidskader, ontwikkelingen rondom netcongestie en de gevolgen daarvan voor de uitvoering van het NPE. Met deze actualisatie geeft het kabinet meer richting aan de klimaat- en energieopgave, wat noodzakelijk is om provincies (en gemeenten) in staat te stellen hier goed uitvoering aan te geven. Zo kunnen we gezamenlijk werken aan een betrouwbaar, betaalbaar en duurzaam energiesysteem. Deze actualisatie is tevens van belang, omdat zij input vormt voor de energieafspraken die in 2028 tussen het Rijk en de medeoverheden worden gemaakt in het kader van de interbestuurlijke samenwerking (IBW/LOE).

Namens alle provincies geeft het IPO hierbij zijn schriftelijke reactie op de actualisatie van het NPE 2026. Deze reactie is gebaseerd op de conceptteksten van de actualisatie van het NPE, versie 18 juni.

Kern van de reactie van IPO:

Het is een goede zaak dat de actualisatie van het NPE plaatsvindt. Echter is voor de uitvoering hiervan een betere doorvertaling wenselijk van de nationale ambities naar de regionale uitvoeringspraktijk. Hiervoor is volgens het IPO het volgende nodig:

1. Meer sturing en kaders met ruimtelijke doorvertaling.
2. Meer inzet op alternatieve energiedragers naast elektriciteit.
3. De juiste randvoorwaarden voor de uitvoering.

Zie voor meer toelichting bijlage A.

Inlichtingen bij : Tara Geerdink

Pagina 1 van 5

IPO/Provincies gaan hierover graag verder in gesprek met het Rijk. Daarbij staat de uitvoering van de opgave centraal, waaronder de verdere concretisering van de energieopgave, de verdeling daarvan over de provincies en de wijze waarop deze per regio kan worden georganiseerd en gerealiseerd. Op deze manier kunnen Rijk, provincies en gemeenten de komende jaren toewerken naar wederkerige energieafspraken over het gehele energiesysteem met de bijbehorende infrastructuur en de benodigde randvoorwaarden.

Met vriendelijke groet,
INTERPROVINCIAAL OVERLEG,



Huib van Essen
Voorzitter IPO Bestuurlijke Adviescommissie Klimaat en Energie

Inlichtingen bij : Tara Geerdink

Pagina 2 van 5

Bijlage A. Toelichting IPO kernreactie

1. Meer sturing en kaders met ruimtelijke doorvertaling

Meer sturing op het energiesysteem is nodig.

Provincies hebben behoefte aan meer duidelijkheid over de concrete inzet van het Rijk, met name over de onderdelen waarop het Rijk wel en niet de regie neemt. Vanuit het NPE is er nog onvoldoende sturing en ontbreken concrete kaders vanuit ruimtelijk en regionaal perspectief voor provinciale afwegingen en keuzes. Dit biedt nog onvoldoende houvast voor de te maken energieafspraken over de vier energiedragers en de bijbehorende infrastructuur (in het kader van IBW/LOE). Dit vereist namelijk een vertaling van de nationale ambities naar provinciale doelstellingen. Een verdeling over de provincies is hiervoor noodzakelijk. Ook is in het NPE meer aandacht nodig voor het versterken van decentrale ontwikkelingen.

Oproep: Organiseer een proces voor regionale doorvertaling van de nationale ambities met het Rijk, provincies en gemeenten om tot energieafspraken te komen.

Het ruimtelijke perspectief is onvoldoende.

De NPE-actualisatie is te veel gericht op de energetische aspecten van het energiesysteem. De ruimtelijke afweging ontbreekt en de samenhang met de Nota Ruimte, het PEH, VAWOZ, de ruimtelijke arrangementen, provinciale omgevingsvisies en VRO/BZK is nog ontoereikend. Ook ontbreekt inzicht in het ruimtebeslag van het NPE. Een doorvertaling van het NPE naar de benodigde ruimte is daarom nodig. Daarbij lijken energie-assets op decentraal niveau – anders dan de hoofdinfrastructuur en assets van nationaal belang – een blinde vlek. Deze assets, zoals MS-stations, batterijen en windmolens, zijn niet opgenomen in het PEH of de Nota Ruimte, maar hebben gezamenlijk wel een aanzienlijk ruimtebeslag. Een goede ruimtelijke doorvertaling van de nationale ambities naar provincies en gemeenten is daarom nodig, net als een nadere uitwerking om energie mede sturend te laten zijn voor de ruimtelijke ordening. Alleen op deze manier kunnen bestuurlijke afspraken worden gemaakt over hernieuwbare energie op land en de andere energiedragers. Daarbij ontbreekt in het NPE de rol van provincies bij het maken van de ruimtelijke afweging voor de energieopgave.

Oproep: Maak inzichtelijk wat de benodigde ruimte is van het NPE 2026 naast andere ruimteclaims van bijvoorbeeld Defensie en de woningbouw-opgave.

Inlichtingen bij : Tara Geerdink

Pagina 3 van 5

2. Meer inzet op alternatieve energiedragers naast elektriciteit

Meer inzet op andere energiedragers en opslag naast forse inzet op elektrificatie.

Naast een sterke inzet op elektrificatie is meer aandacht nodig voor andere energiedragers en energieopslag. Deze dragen bij aan de flexibiliteit van het energiesysteem, kunnen het elektriciteitsnet ontlasten en versterken de weerbaarheid van het energiesysteem.

In de gemaakte keuzes lijken kosten sterk leidend te zijn. Daarbij is beperkt aandacht voor bredere maatschappelijke kosten en waarden, zoals weerbaarheid, maatschappelijke opgaven en energieonafhankelijkheid. Een integrale afweging van deze aspecten is noodzakelijk om tot een robuust en toekomstbestendig energiesysteem te komen.

Diverse provincies zetten in op een brede energiemix, met aandacht voor onder meer waterstof, groengas, warmte en flexibiliteit. Dit staat op onderdelen op gespannen voet met de ingezette koers in het NPE. Hiermee ontstaat de indruk dat de provinciale energievieses onvoldoende zijn benut. De focus zou niet alleen op elektriciteit moeten liggen, maar ook op warmte, moleculen en grond- en brandstoffen, inclusief de samenhang daartussen. Zo staat de afschaling van waterstof (afnemende inzet op elektrolyse) en de toepassing in grote industriële clusters in sommige regio's op gespannen voet met regionale ambities. Daarbij rijst de vraag of deze keuze niet te sterk is gebaseerd is op onzekere aannames ten aanzien van kosten en te veel is ingegeven vanuit een nationaal perspectief. Het is belangrijk ruimte te laten voor regio's om een eigen waterstofsysteem te ontwikkelen, inclusief de benodigde regionale infrastructuur zoals T-aansluitingen. Daarbij is het van belang te voorkomen dat de kosten hiervan volledig in de regio worden neergelegd.

Oproep: Stimuleer de ontwikkeling van alternatieve energiedragers op decentraal niveau. Geef nu prioriteit aan warmte als duurzame drager die netcongestie kan verlichten, de elektriciteitsvraag reduceert en minder ruimtebeslag nodig heeft.

Voldoende aandacht geven aan de netcongestie problematiek.

In de actualisatie is beperkt aandacht voor de enorme impact die netcongestie heeft op wonen, werken en de energietransitie nu en in de toekomst. Meer aandacht voor de maatschappelijke kosten hiervan is dan ook nodig. Nu volledig inzetten op elektrificatie leidt in sommige netcongestie-gebieden tot een stilstand tot zeker 2035. Dit in combinatie met de beperkte inzet op alternatieve energiedragers, maakt dat het perspectief voor ontwikkelingen en bedrijven die in deze gebieden willen verduurzamen en groeien zeer beperkt is. De rol van alternatieve energiedragers, flexibiliteit en systeemintegratie als onderdeel van de oplossing wordt daarbij nog onvoldoende erkend. Daarnaast is zicht op juridische maatregelen nodig om het net beter te kunnen benutten, bijvoorbeeld door dwingend te sturen bij schaarste op elektriciteitsvraag of flexibiliteit voor de toekomst te borgen.

Oproep: Meer inzet op flex, vraagsturing en decentrale systemen. Onderschat dit probleem en de consequenties voor de keuze voor energiedrager(s) niet.

3. De juiste randvoorwaarden voor de uitvoering

Zorgen over de haalbaarheid.

De haalbaarheid van de nationale (NPE) ambities staat onder druk, zowel ruimtelijk, maatschappelijk als systeemtechnisch. Er zijn verschillende belemmeringen voor de uitvoering van de opgaven voor wind en zon op land, duurzame warmte, groengas en waterstof. Voor de opgave voor wind en zon vormen onder meer netcongestie, de aangescherpte zonneladder, het uitblijven van windnormen, de beperkte beschikbaarheid van geschikte locaties, maatschappelijke weerstand en lange procedures, belangrijke knelpunten. De hoge ambitie voor hernieuwbaar op land voor 2040, is waarschijnlijk dan ook niet haalbaar.

Inlichtingen bij : Tara Geerdink

Pagina 4 van 5

Oproep: Helderheid over de Rijksmilieunormen windenergie is nodig, met een strenge afstandsnorm is de hernieuwbare opwek ambitie niet haalbaar.

Zonder extra Rijksstimulans (financiering, regulering, kaderstelling) is duurzame warmte niet haalbaar. Zolang de betaalbaarheid onvoldoende is geborgd, zoals nu het geval is, kan dit niet uit. Garantie van het Rijk is nodig om de businesscase voor warmte rond te krijgen. Voor groengas als alternatieve energiedrager is het oplossen van het stikstofvraagstuk nodig. Ten aanzien van waterstof is het de vraag of het haalbaar en realistisch is om een halve keten op te bouwen met geïmporteerde halffabricaten voor waterstof.

Oproep: Extra financieringsstimulans is snel nodig om betaalbaarheid van warmte te kunnen garanderen.

Randvoorwaarden zijn op dit moment niet op orde.

De inzet van het NPE is alleen haalbaar met voldoende uitvoeringscapaciteit, financiering, heldere (kabinets)besluiten, passende wet- en regelgeving, voldoende netinvesteringen en netcapaciteit en maatschappelijk en politiek draagvlak. Zoals eerder met uw voorgangers besproken, staat de uitvoering van bestaande taken onder druk door onvoldoende bekostiging van provincies¹. Dit heeft betrekking op zowel uitvoeringskosten als de investeringskosten die hiermee samenhangen. Taken die provincies uitvoeren zijn onder meer (via energyboards) aanpak netcongestie, de oprichting van publieke warmtebedrijven, realisering duurzame opwek, ontwikkeling energieplanologie, ontwikkeling energiebeelden, oprichting energyhubs en verduurzaming industrie. Provincies spelen daarbij een centrale rol in het realiseren van de landelijke beleidsdoelen.

Zonder passende bekostiging zullen (zeker op termijn) door provincies keuzes moeten worden gemaakt en moeten er prioriteiten worden gesteld. Provincies kunnen dan sommige taken niet meer uitvoeren en moeten taken stopzetten en/of niet oppakken. Voor nieuwe ambities is, binnen de huidige uitvoeringsmiddelen, geen ruimte. Voor nieuwe taken zullen aanvullende afspraken moeten worden gemaakt om uitvoering mogelijk te maken. Essentieel daarbij is dat beschikbaarheid van middelen langjarig wordt geborgd, zodat provincies in de gelegenheid worden gesteld de bedrijfsvoering goed te organiseren.

Oproep: Zorg voor de juiste randvoorwaarden voor de uitvoering en neem dit op in de beleidsagenda. Geef prioriteit aan het regelen van financiële middelen en benodigd beleid, wet- en regelgeving.

¹ Zie hiervoor het ROB-advies '[Koersen op klimaatneutraal](#)', april 2024
Inlichtingen bij : Tara Geerdink

Schriftelijke reactie van NBNL op actualisatie Nationaal Plan Energiesysteem (NPE)

10 juli 2026

Inleiding

De actualisatie van het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE) geeft een duidelijke visie en koers voor het Nederlandse energiesysteem. In de actualisatie van het NPE geeft het kabinet richting aan de energietransitie. Dit is hard nodig. Het biedt een gedetailleerde beschrijving van het energiesysteem in zowel zijn huidige staat, als een heldere visie waar het naar toe moet gaan. Het doet daarbij recht aan de (zich snel opvolgende) ontwikkelingen die hebben opgetreden sinds 2023 en biedt tevens een realistisch perspectief op de transitie. Wij zien dan ook een hoogwaardig NPE dat niet alleen als kompas dient voor de brede energiesector, maar waarbij de visie en ambitie ook dichter zitten op de realisatie en uitvoerbaarheid van de gemaakte keuzes.

Ten opzichte van het vorige NPE zijn er verdere stappen gemaakt in de versterking van de inhoud en de detaillering van de uitwerking. Zo zien we inhoudelijke verdiepingsslagen op thema's zoals Nederland in relatie tot de internationale context en op weerbaarheid. Ook vinden wij het goed om te zien dat het NPE een beleidsagenda bevat. Om tot uitvoering over te kunnen gaan, moet de koers en ambitie van het NPE immers omgezet worden in concreet beleid en bijbehorende wetgeving en instrumentarium.

Het zorgvuldige proces met brede stakeholderbetrokkenheid, de open houding en het publieke partnerschap waarmee dit NPE tot stand is gekomen hebben we als prettig en constructief ervaren. Dit zetten we graag voort bij de nadere uitwerking op basis van de in het NPE gepresenteerde beleidsagenda en in volgende NPE-cycli, bijvoorbeeld via KIES.

De kern van onze reactie

Wij ondersteunen het belang van de keuzes die gemaakt worden in het NPE en delen de visie van een toekomstig energiesysteem, waarin naast elektronen ook moleculen een belangrijke rol spelen in het energiesysteem. Moleculen zijn zowel nodig voor concrete toepassingen in de sectoren als ter versterking van de weerbaarheid en leveringszekerheid van het systeem.

Wij waarderen het realiteitsgehalte dat is meegewogen in de totstandkoming van deze actualisatie en dat tegelijkertijd wel het einddoel wordt vastgehouden. Dit zien wij o.a. terugkomen in de keuze van het kabinet om terughoudend te zijn om vanwege netcongestie actief in te zetten op alternatieve verduurzamingsopties waar die structureel duurder zijn, en, in de pragmatische keuze dat de benodigde elektronen en moleculen in het energiesysteem voorlopig ook nog grijs mogen zijn.

Het NPE is een belangrijke eerste stap in de realisatie van de maatschappelijke doelen. Om deze stap naar de realisatie goed te kunnen zetten hebben wij **vijf punten** geïdentificeerd waar wat ons betreft aanscherping wenselijk is alvorens het NPE wordt gefinaliseerd:

Intern/Internal

10 juli 2026

Schriftelijke bijdrage NBNL op actualisatie Nationaal Plan Energiesysteem (NPE)

1. Houd hybride warmtepompen met groen gas open als volwaardige verduurzamingsroute in de gebouwde omgeving en benoem aanstuurbaarheid van warmtepompen expliciet als randvoorwaarde voor netbewuste elektrificatie.
2. Koppel de ambitie voor 200.000 extra warmtenetaansluitingen in 2030 aan voldoende uitvoeringsmiddelen, passend flankerend beleid en een uitvoerbaar pakket voor verdere opschaling na 2030.
3. Maak scherpere keuzes voor industriële verduurzaming door hybride routes met elektriciteit, groen gas en (blauwe) waterstof als structurele optie te erkennen, sectorale en regionale prioriteiten te stellen en vraagontwikkeling voor elektriciteit en waterstof actief te ondersteunen.
4. Werk concreter uit welk niveau van energiezekerheid Nederland nastreeft en wat dit betekent voor infrastructuur, opslag, reserves, ruimtelijke inpassing en investeringen.
5. Maak de beleidsagenda nog concreter, met heldere verantwoordelijkheden, planning en financiële dekking, zodat het NPE ook daadwerkelijk uitvoerbaar wordt.

Een nadere toelichting van deze punten vindt u in de bijlage 1 bij deze brief.

Om de realisatie van de doelen in het concept NPE te waarborgen is de nadere uitwerking van het NPE naar concreet beleidsinstrumentarium van groot belang. Wij kijken er naar uit om het publieke partnerschap te continueren in dit vervolgproces. Zo kunnen we er gezamenlijk voor zorgen dat het NPE tot realisatie komt en de maatschappelijke doelen behaald worden.

Vertrouwelijk

Bijlage 1: Toelichting op de inhoudelijke punten

1. Beperk niet nu al de mogelijkheden van de hybride warmtepomp i.c.m. groen gas in de gebouwde omgeving en benadruk het belang van aanstuurbaarheid van warmtepompen

Het concept NPE lijkt hybride oplossingen in de gebouwde omgeving enkel als een transitieoplossing te positioneren. In de conceptteksten wordt de suggestie gewekt dat er onvoldoende groen gas beschikbaar is in het eindbeeld om aan een deel van de vraag in de gebouwde omgeving te voldoen. En dat bovendien de gebouwde omgeving dan niet de sector is die bereid is om de (vanwege deze schaarste hoge) prijs van groen gas te betalen. Wij menen dat het maatschappelijk gezien onverstandig en onnodig is om de mogelijkheid van de hybride warmtepomp in combinatie met groen gas als eindoplossing in de gebouwde omgeving nu al uit te sluiten.

Verduurzaming met een hybride warmtepomp en groen gas is een kosteneffectieve oplossing voor een deel van de woningen en buurten. Daarbij biedt de hybride warmtepomp voor veel woningen een laagdrempelige verduurzamingsroute die direct gepaard gaat met significante CO₂-besparingen en kostenbesparingen voor huishoudens t.o.v. de CV-ketel. Hiermee kan naar schatting 60-85% bespaard worden op het gasverbruik in de GO t.o.v. de HR-ketel¹, met bijbehorende CO₂ voordelen (~93-95% reductie in 2040 t.o.v. 1990). Ook voor bewoners geeft de hybride warmtepomp direct gemiddeld 30% minder energiekosten voor huizen met een matig isolatieniveau t.o.v. de huidige situatie. Wij herkennen dat er op dit moment veel onzekerheid is over de hoeveelheid groen gas die beschikbaar is in het eindbeeld. Wij steunen dan ook de inzet om de productie van groen gas (inclusief import van groen gas) op te schalen: hoe meer groen gas in het eindbeeld beschikbaar is hoe kosteneffectiever Nederland de transitie kan doormaken. Door nu opties open te houden en maximaal in te zetten op de opschaling (inclusief import) van groen gas behouden we handelingsperspectief en kan op een later moment, rond 2040, een eventuele keuze gemaakt worden over de mate waarin groen gas een rol kan spelen in het eindbeeld voor de gebouwde omgeving.

Dit betekent overigens niet dat een afwachtende houding nu passend is. Woningen of buurten waar een warmtenet een robuuste en kansrijke keuze is kunnen de overstap maken naar een warmtenet. Woningen die voldoende goed geïsoleerd zijn en waar er voldoende ruimte op het elektriciteitsnet is kunnen de overstap maken naar een volledig elektrische warmtepomp. Woningen waarbij op dit moment nog onduidelijk is wat de robuuste keuze is en/of die nog niet voldoende geïsoleerd zijn of waar op dit moment onvoldoende capaciteit op het elektriciteitsnet beschikbaar is kunnen versneld de overstap maken naar een hybride warmtepomp. Vervolgens kan voor deze woningen rond 2040 opnieuw bezien worden wat een passende eindoplossing is.

Daarbij merken we op dat in het concept NPE niet gesproken wordt over het belang dat hybride en volledig elektrische warmtepompen aanstuurbaar zijn. Warmtepompen kunnen via slimme aansturing flexibel inspelen op piekmomenten in het elektriciteitsnet. Structurele impact hiervan is dat we zo de systeemkosten verlagen en dat heeft een directe impact op de energierekening van huishoudens. Op korte termijn kunnen we zo bovendien meer warmtepompen inpassen terwijl het elektriciteitsnet verder verzwaard wordt en voorkomen we dat de transitie stagneert door netcongestie.

Wij roepen de minister dan ook op om de positionering van de hybride warmtepomp als verduurzamingsoplossing in de gebouwde omgeving te verduidelijken en om niet nu al optieruimte dicht te zetten, maar juist maximaal in te zetten op het vergroten van de beschikbaarheid van groen gas in het eindbeeld. Door de positionering van hybride warmtepompen met groen gas aan te passen wordt bovendien ook beter aangesloten bij de bijmengverplichting groen gas voor de gebouwde omgeving.

Intern/Internal

10 juli 2026

Schriftelijke bijdrage NBNL op actualisatie Nationaal Plan Energiesysteem (NPE)

die anders met deze visie onder druk kan komen te staan. Daarbij roepen we de minister op om het belang van de aanstuurbaarheid van warmtepompen te benadrukken.

2. Uitvoeringsmiddelen voor warmtenetten zijn noodzakelijk om de opschaling hiervan mogelijk te maken

In de actualisatie wordt de ambitie neergezet om 200.000 extra aansluitingen in 2030 te realiseren. Wij merken op dat het kabinet onlangs¹ heeft geconcludeerd dat het huidige instrumentarium onvoldoende is om die ambitie in te vullen. Daarbij merken wij op dat niet alleen het instrumentarium zelf op dit moment onvoldoende aansluit, maar dat ook de hoeveelheid middelen ontoereikend zijn voor de lange termijn ambitie die het kabinet in dit concept NPE neerzet. Wij vragen dan ook aandacht voor het flankerend beleid dat nodig is om deze ambitie te realiseren en werken graag samen aan de uitwerking hiervan om zo de realisatie van de ambitie te borgen. Zonder dit flankerend beleid is de ambitie uit het concept NPE niet haalbaar en riskeren we bovendien de *window of opportunity*² voor warmtenetten te missen. Dat zou in de energietransitie nog meer nadruk leggen op elektrificatie en dus meer druk op de elektriciteitsnetten. Dit komt de maakbaarheid en betaalbaarheid van de energietransitie niet ten goede.

3. Keuzes voor de industrie, hybride routes en vraagontwikkeling zijn nodig voor verduurzaming van de industrie

Wij onderschrijven de ambitie van de actualisatie om de industriële transitie te versnellen, maar zien op enkele punten kansen voor verdere aanscherping:

Het belang van hybride routes voor de industrie: Zo lijken hybride oplossingen gepositioneerd te worden als tijdelijke tussenstap, terwijl de onderliggende scenario's laten zien dat een toekomstig energiesysteem naar verwachting zal bestaan uit een combinatie van (hybride) elektrificatie, hernieuwbare en blauwe waterstof, CCS, (bio)methaan en groene koolstofstromen. Hybridisering is daarmee niet alleen een transitieroute, maar kan ook een structureel en kostenefficiënt onderdeel van het eindbeeld vormen.

Sectorale of regionale prioritering is nodig: Daarnaast constateren wij dat de bijdrage van het NPE aan 'sleuteltechnologieën', 'groeimarkten' en 'strategische domeinen', zowel in clusters als in regio's, onderbelicht blijft. Het NPE bevat wel de veronderstelling dat er nieuwe industrie-activiteiten gaan ontstaan, bijvoorbeeld rondom de waterstofketen, biomassa keten en CCS keten, maar dit komt niet expliciet uit de techno-economische afweging naar voren. Met andere woorden, vanuit het energiesysteem geven we hier geen actieve sturing aan. Gezien de schaarste in middelen en uitvoeringscapaciteit missen we zo de kans om vanuit maatschappelijk perspectief de meest waardevolle industrie prioriteit te geven. Ook blijft onduidelijk hoe hierbij nieuwe afhankelijkheden van geïmporteerde grondstoffen en halffabricaten worden gemitigeerd.

De ontwikkeling van een afzetmarkt voor duurzame producten en daarmee de industriële vraag naar elektriciteit, waterstof, groen gas, CCS en andere CO₂-arme oplossingen is cruciaal om investeringen in energie-infrastructuur tijdig en kosteneffectief te kunnen realiseren. Specifiek vraagt de samenhang tussen elektriciteitsvraagontwikkeling en wind op zee om aandacht. De uitdaging is om te komen tot

¹ Kamerstuk II, 2025/2026, 36576, nr. 122

² Warmtenetten moeten de komende jaren echt van de grond komen, omdat anders hun verdienmodel verslechtert door de ingroei van individuele warmtepompen in de aansluitgebieden.

Vertrouwelijk

10 juli 2026

Schriftelijke bijdrage NBNL op actualisatie Nationaal Plan Energiesysteem (NPE)

een uitrotpad dat de balans vindt tussen vraag en aanbod van elektriciteit. Want wanneer vraag en aanbod uit balans raken ontstaat ofwel een te hoge elektriciteitsprijs als gevolg van een tekort aan aanbod. Of de infrastructuurkosten en subsidie-uitkeringen aan wind op zee zijn hoger dan nodig, omdat er meer geproduceerd wordt dan er vraag naar is. Dit vraagt om een slimme flexibele uitrolstrategie waarin bijsturen mogelijk is, ondanks de complexiteit hierbij als gevolg van de lange doorlooptijden bij de ontwikkeling van offshore wind (infrastructuur).

Prioritering in de wachtrij van energie-intensieve industrie: De huidige wachtrijsystematiek voor netaansluitingen (*first come first serve*) biedt beperkt ruimte om CO₂-reducerende projecten te versnellen, omdat deze nog nauwelijks in de wachtrij staan. Hierdoor kan verduurzaming van de industrie op termijn worden belemmerd.

De rol van waterstof: Tot slot constateren wij dat het NPE de potentiële rol van waterstof lager inschat dan in eerdere scenario's. Hoewel deze bijstelling gezien de huidige ontwikkelingen voorstelbaar is, benadrukken wij dat ook met een beperktere rol van waterstof de ontwikkeling van opslag en bijbehorende infrastructuur noodzakelijk zijn voor een betrouwbaar toekomstig energiesysteem. Ook is het denkbaar dat ook buiten de grote industriële clusters er (industriële) vraag naar waterstof kan ontstaan. Daarnaast zijn maatregelen nodig om te zorgen voor voldoende hernieuwbaar regelbaar vermogen (of dit nu met waterstof of op andere wijze ingevuld wordt). Al deze investeringen kennen lange doorlooptijden, waardoor het belangrijk is dat hiervoor de benodigde maatregelen tijdig worden getroffen.

4. Maak explicieter wat de implicaties zijn van de keuze voor een weerbaar energiesysteem

Op het thema weerbaarheid zijn ten opzichte van het NPE uit 2023 duidelijke stappen gezet. Tegelijkertijd begrijpen wij dat dit een relatief nieuw onderwerp is dat nog verdere uitwerking vraagt. Voor het vervolg vinden wij het belangrijk dat scherper wordt gemaakt welk niveau van energiezeekerheid Nederland nastreeft en welke maatschappelijke kosten daarbij acceptabel worden geacht. Een expliciete keuze voor een gewenst zekerheidsniveau helpt om de gevolgen voor infrastructuur, ruimtelijke inpassing en investeringen inzichtelijk te maken. Daarbij kan het NPE richting geven aan de prioritering en onderlinge afhankelijkheden van en tussen energiethema's als congestie en weerbaarheid. Daarnaast vereist het versterken van de weerbaarheid dat nieuwe afhankelijkheden in de import van energie, kritieke grondstoffen en materialen tijdig worden onderkend en beheerst, met bijzondere aandacht voor de balans tussen binnenlandse productie en import van waterstof en waterstofdragers

Tot slot zien wij ruimte om de strategische waarde van fossiele reserves, opslag en infrastructuur nadrukkelijker te betrekken in het weerbaarheidsvraagstuk. De actualisatie beschrijft terecht de noodzaak om fossiele energie af te bouwen, maar de rol die bestaande fossiele systemen kunnen vervullen als buffer tegen geopolitieke risico's en verstoringen in het energiesysteem blijft beperkt uitgewerkt. In dat licht roept ook de omvang van de voorgestelde noodvoorraad van 5 TWh gas vragen op. Deze lijkt zeer beperkt. Een nadere onderbouwing van de gewenste weerbaarheidsfunctie van reserves, opslagcapaciteit en infrastructuur zou bijdragen aan een robuuster beeld van de energiezeekerheid tijdens en na de energietransitie. Wij blijven dan ook graag betrokken bij de verdere uitwerking van het thema weerbaarheid in het vervolg op deze actualisatie.

Vertrouwelijk

10 juli 2026

Schriftelijke bijdrage NBNL op actualisatie Nationaal Plan Energiesysteem (NPE)

5. Een concrete beleidsagenda met financiële dekking is essentieel voor de uitvoerbaarheid van het NPE

Wij onderschrijven het belang van de beleidsagenda. Het is immers noodzakelijk dat de ambities en koers van het NPE doorvertaald worden in concreet beleid en bijbehorende wetgeving en uitvoeringsinstrumenten. Dat is een cruciale volgende stap om de realisatie van het NPE te waarborgen.

Daarbij wijzen wij de minister graag op het feit dat de realisatie van de beleidsagenda en de bijbehorende financiële dekking randvoorwaardelijk zijn voor de realisatie van het NPE. En dat die financiële dekking vooralsnog lijkt te ontbreken.

Vertrouwelijk

Bioraffinage verdient een belangrijkere positie in het Nationaal Programma Energiesystemen (NPE) - reactie Neste op 'Concept Actualisatie NPE versie 18 juni' - Juli 2026.

- Hernieuwbare (luchtvaart)brandstoffen - zoals hernieuwbare diesel (HVO) en (SAF) - en circulaire en hernieuwbare grondstoffen voor de chemische industrie kunnen een nog grotere rol spelen om de mobiliteit, luchtvaart en industrie versneld te verduurzamen en minder afhankelijk te maken van fossiele grondstoffen.
- Bioraffinage - het produceren van hernieuwbare brandstoffen (zoals HVO en SAF) en hernieuwbare grondstoffen voor de chemische industrie - levert een belangrijke bijdrage aan strategische autonomie, leveringszekerheid, het behalen van de circulaire en klimaatambities en leidt tot (toekomstbestendige) economische groei in Nederland.
- De concept Actualisatie NPE (versie 18 juni 2026) biedt over het algemeen een goede visie op het toekomstige energiesysteem in Nederland. Een aandachtspunt is dat in de actualisatie het behoud van fossiele raffinagecapaciteit een plaats heeft gekregen waardoor de nadruk minder komt te liggen op het ombouwen en opbouwen van hernieuwbare productiecapaciteit. In dit licht is het wenselijk om de ambities ten aanzien van bioraffinage verder te concretiseren en daarbij onjuiste aannames te corrigeren.
- Bioraffinage en de productie van hernieuwbare (luchtvaart)brandstoffen en oplossingen voor de chemische industrie verdienen, met oog op de verschillende investeringen en de noodzaak om zoveel mogelijk fossiele grond- en brandstoffen te vervangen, een belangrijkere positie in het NPE.

Algemene reactie

Het is positief dat het belang van bioraffinage en hernieuwbare brandstoffen voor de verduurzaming en de toekomst van de Nederlandse economie als een belangrijke oplossing wordt gezien. Daarbij is vraagcreatie - door middel van voorspelbare en ambitieuze beleidsinstrumenten - essentieel. Op dit punt moet er zowel in Nederland als op Europees niveau nog veel gebeuren. De Renewable Energy Directive (RED III) en de Nederlandse brandstoftransitieverplichting (BTV) gelden t/m 2030 en bieden (nog) onvoldoende perspectief voor investeringen in (aanvullende) hernieuwbare productiecapaciteit. In de chemische industrie ontbreken beleidsinstrumenten - zoals mandaten - die zorgen voor marktvraag. Dit wordt terecht signaleerd in het NPE.

Positief is dat het concept NPE een rol ziet voor een hernieuwbare (luchtvaart)brandstoffensector die hernieuwbare producten exporteert. Tegelijkertijd is er relatief weinig aandacht voor de knelpunten ten aanzien investeringen in productiecapaciteit voor hernieuwbare (luchtvaart)brandstoffen: een combinatie van achterblijvende marktvraag en wereldwijde overcapaciteit; onvoldoende perspectief om te kunnen investeren; wet- en regelgeving die niet ingericht is op het gebruiken van afval- en reststromen als grondstoffen; en lokale randvoorwaarden die niet op orde zijn (stikstofruimte, vergunningsruimte, de aanwezigheid van betaalbare groene waterstof en infrastructuur voor groene waterstof en CO₂).

Het valt op dat de Concept Actualisatie NPE (in het Hoofddocument) meer nadruk legt op de waarde van het behoud van de fossiele productiecapaciteit in Nederland, ten opzichte van de opbouw van aanvullende hernieuwbare productiecapaciteit. Dit roept de vraag op hoe dit zich verhoudt tot de Klimaatwet en (inter)nationale ambities ten aanzien van klimaat en verduurzaming. In dit licht zou het logisch en wenselijk zijn om nadrukkelijker in te zetten op kansrijke duurzame technologieën, zoals bioraffinage en hernieuwbare (luchtvaart)brandstoffen en deze routes verder uit te werken.

Neste
Components B.V.
Common Functions
neste.com

Contactpersoon
Djoeke Altena
Public Affairs & Regulatory Affairs

Specifieke aandachtspunten

Integraal beeld ontbreekt ten aanzien van vraagontwikkeling hernieuwbare brandstoffen

- Producenten van hernieuwbare oplossingen hebben behoefte aan meer integraal inzicht in de vraagontwikkeling naar hernieuwbare brandstoffen, zowel binnen de afzonderlijke mobiliteitssectoren als over deze sectoren heen. Dit zou schematisch in beeld moeten worden gebracht, vergelijkbaar met de figuren uit het NPE 2023. Momenteel beperkt deze weergave zich tot de losse figuren 1 op p. 28/29 en 2 op p. 31 van het Verdiepingsdocument en biedt daarmee onvoldoende inzicht.
- Het NPE 2023 bracht in beeld dat er een groot beleidsgat bestaat tussen geïnstrumenteerd beleid en de 2050 doelstellingen. Als er geen additioneel beleid wordt vastgesteld, worden er nog (veel) te veel fossiele brandstoffen gebruikt. Het is wenselijk dat dit totaaloverzicht, inclusief beleidsgat, wordt geactualiseerd en wordt opgenomen in NPE 2026.
- De tekst in het concept NPE 2026 lijkt zich tegen te spreken ten aanzien van de toename van biobrandstoffen. Op p. 20 van het Verdiepingsdocument wordt gesproken van toename van biobrandstoffen in binnenlandse mobiliteit in het komende decennium. Dit beeld wordt door ons herkend, maar blijkt niet uit figuur 1 op p. 28/29 van het Verdiepingsdocument.
- Het is wenselijk om uit te werken hoe de ontwikkeling van de verschillende hernieuwbare technologieën (zoals HVO/HEFA, FAME, ethanol, methanol, etc.) er in de tijd zal uitzien en wat dit betekent voor de inzet van deze hernieuwbare brandstoffen per transportsector in 2040 en 2050. Op deze manier moet nadere uitwerking gegeven worden aan de opmerking op p. 29 van het Verdiepingsdocument, waar wordt vermeld dat de inzet van biobrandstoffen in de binnenlandse mobiliteit bijdraagt aan innovatie en opschaling van biobrandstofproductie die nog lange tijd nodig is in de lucht- en scheepvaart.

Investeringszekerheid hernieuwbare brandstoffen ontbreekt

- Voldoende en voorspelbare marktvraag is cruciaal om te kunnen investeren in de productie van hernieuwbare (luchtvaart)brandstoffen en hernieuwbare grondstoffen voor de chemie. Deze investeringszekerheid ontbreekt op dit moment, wat verklaart waarom er vorig jaar meerdere investeringsprojecten werden geannuleerd.
- Het Hoofddocument (p. 10) benoemt dat de vraagontwikkeling achterblijft bij de eerdere verwachtingen van producenten van hernieuwbare brandstoffen. Het is wenselijk om hierbij in het Hoofddocument te benoemen dat het ontbreken van een lange termijnperspectief vanuit Europa (RED III geldt tot 2030) en Nederland (BTV geldt t/m 2030) een negatieve impact heeft op reeds gedane investeringen in hernieuwbare brandstoffen. Sluit daarbij aan op p. 30 van het Verdiepingsdocument.
- Op p. 30 van het Verdiepingsdocument wordt ook verwezen naar het Formatierapport 'Routes naar realisatie' in het kader van het verlengen van de brandstoftransitieverplichting (BTV). Het is belangrijk om hier ook een passage op te nemen over de noodzaak van hervorming van de BTV. Het simpelweg doortrekken van de verplichting, een scenario uit het formatierapport, leidt namelijk tot een significante afname van biobrandstoffen. Dit volgt ook uit de recentere scenario-analyse Brandstoftransitieverplichting 2031-2040 van RVO.
- In de Beleidsagenda wordt het besluit over de hoogte van de BTV ten onrechte bij waterstof vermeld. Het is daarvoor ook relevant, maar het besluit over het voortzetten van de BTV hoort toch primair bij duurzame koolstof. Ook zou in de Beleidsagenda aandacht kunnen worden gevraagd voor de implementatie van de RED IV (die eerst nog op EU niveau tot stand moet komen).
- In het kader van investeringszekerheid zou zowel in het Hoofddocument als het Verdiepingsdocument nader moeten worden ingegaan op issues rondom

Neste
Components B.V.
Common Functions
neste.com

Contactpersoon
Djoeke Altena
Public Affairs & Regulatory Affairs

vergunningverlening. Dit maakt nu zeer summier onderdeel uit van het Hoofddocument en Verdiepingsdocument. In het verlengde hiervan zou ook kunnen worden ingegaan op het belang van een werkbaar kader voor einde-afvalstatus voor circulaire oplossingen.

- De producenten van biobrandstoffen in Nederland en Europa ondervinden veel hinder van een ongelijk speelveld door overstimulering van productie elders buiten Europa (o.a. China) en importheffingen (o.a. V.S.), waarna deze overmatig gesubsidieerde biobrandstoffen de weg naar de EU markt weten te vinden. Vanuit het oogpunt van investeringszekerheid, maar ook een weerbaar energiesysteem, moeten hiertegen op EU-niveau gericht maatregelen worden getroffen. Hierbij kan worden gedacht aan handelspolitieke maatregelen, zoals anti-dumping en anti-subsidiemaatregelen. De notie hiervan moet ook onderdeel zijn van het NPE.

Weerbaarheid, strategische autonomie, internationale context

- Op p. 15 van het Hoofddocument wordt diversificatie van importstromen (en leveranciers) belangrijk bevonden voor de weerbaarheid. Hierbij kan een koppeling worden gemaakt met de Aanpak Aanbod Duurzame Koolstofdragers, waarbij geëxpliciteerd kan worden dat vanwege de weerbaarheid van het energiesysteem moet worden ingezet op het vergroten en diversifiëren van de aard en herkomst van biograndstoffen.
- In het kader van de afbouw van fossiel wordt de relatie gelegd met belang dat voldoende (fossiele) brandstoffen beschikbaar moeten zijn voor Defensie (p. 89 Verdiepingsdocument). Hier mist dat Defensie sterk inzet op hernieuwbare brandstoffen en dat hernieuwbare (luchtvaart)brandstoffen nog belangrijker zijn voor de weerbaarheid dan het behoud van de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen.

Luchtvaart

- Op p. 31 en p. 32 van het Verdiepingsdocument wordt nader ingegaan op de vraagontwikkeling in de luchtvaart. Een knelpunt dat moet worden benoemd is de huidige beperking vanuit de Europese Commissie om nationaal (hogere) verplichtingen op te leggen, zoals een BTV voor de luchtvaart.
- Een ander aandachtspunt is de vraagopbouw binnen ReFuel EU Aviation die niet geleidelijk verloopt, maar waarbij de vraag slechts 1x per 5 jaar wordt opgehoogd. Dit kan worden signaleerd als issue voor investeringen in productie- en capaciteitsuitbreiding voor SAF.
- Een aandachtspunt bij SAF dat ontbreekt en wel goed aansluit bij het NPE is het belang om SAF te kunnen transporteren via pijpleidingen, zoals CEPS (zonder verlies van duurzaamheidskenmerken). Dit verlaagt de systeemkosten en uitstoot die gepaard gaat met transport en draagt bij aan leveringszekerheid.
- In figuur 2 op p. 16 van het Hoofddocument zien wij een afname van de productie (van 5% in 2025 naar 2% in 2040) bij grondstoffen lucht- en scheepvaart. Deze afname kunnen wij niet plaatsen. Kan deze afname worden verklaard?

Binnenlandse mobiliteit, incl. zwaar wegvervoer

- Een nadere specificering van de rol van HVO in het zwaar wegvervoer in 2040 en 2050 is gewenst. Op p. 19 van het Hoofddocument wordt bijvoorbeeld aangegeven dat het aandeel biobrandstoffen in diesel zal toenemen en waterstof een beperkte rol zal hebben. Het beeld is dat de inzet van HVO (en andere biobrandstoffen) in zwaar wegvervoer met name in de periode tot 2040 nog significant zal toenemen en ook daarna nog een rol zal spelen.
- Ook zouden wij graag de opmerking dat een batterij-elektrische aandrijving voor zwaar wegvervoer de meest kansrijke en kosteneffectieve oplossing lijkt, meer in de tijd geplaatst

willen zien. Zie p. 29 Verdiepingsdocument. Hoe verhoudt dit zich tot de opbouw en latere verwachte afbouw van biobrandstoffen in zwaar wegvervoer?

- Op p. 12 van het Hoofddocument is vermeld dat elektrificatie in binnenlandse mobiliteit leidt tot een lagere energievraag. Dat is terecht en dit resulteert in een ander beeld dan in het NPE 2023. Tegelijkertijd is er ook aandacht voor issues als netcongestie. Het NPE 2026 adresseert onvoldoende wat dan de terugvaloptie is. Moet dan extra worden ingezet op hernieuwbare brandstoffen of valt Nederland liever terug op fossiele brandstoffen? Dat laatste lijkt ongewenst en in strijd met de Klimaatwet en klimaatambities.

Chemie

- Terecht maakt het NPE 2026 op meerdere plaatsen inzichtelijk dat de vraagcreatie in de chemie achterblijft en dat zonder aanvullend beleid de vraag in 2040 naar duurzame koolstof nog zeer beperkt is. Volgens p. 76 van het Verdiepingsdocument gaat dit NPE echter uit van een ambitieuzer scenario, waarin de vraag naar duurzame koolstof voor de chemie in 2040 uitkomt op 180 PJ, uitgaand van lichte krimp en 50% duurzame koolstof. De urgentie voor het ontbreken van instrumenten in de chemie is echter onvoldoende verwoord, met name in het Hoofddocument. Het ontbreken van concrete doelstellingen voor de chemische industrie en bijbehorende (beleids)instrumenten zien we als een groot knelpunt voor de beoogde transitie - die momenteel maar zeer beperkt in gang is gezet. Op p. 21 van het Hoofddocument wordt bovendien gesproken over het (gedeeltelijk) behoud van de export. Dan moet echt nader worden onderstreept welke instrumenten ervoor gaan zorgen dat duurzame koolstof wordt ingezet in de chemie. Instrumenten zijn op korte termijn nodig om de klimaat- en circulaire doelstellingen te kunnen realiseren en om de chemische industrie - en de exportmogelijkheden - voor Nederland te behouden.
- Verder missen wij een meer integrale benadering tussen opschaling van duurzame koolstof in chemie en de productie van hernieuwbare (luchtvaart)brandstoffen. Deze productieketens zijn nauw met elkaar verbonden.

Beschikbaarheid biograndstoffen

- De schaarste van biograndstoffen is op verschillende plaatsen in het Hoofddocument en Verdiepingsdocument beschreven. Tegelijkertijd benoemt p. 26 van het Hoofddocument - terecht - dat op korte termijn voldoende duurzaam aanbod beschikbaar is. Het is goed om te benadrukken dat de toekomstige beschikbaarheid van duurzame biograndstoffen mede afhankelijk is van innovaties, investeringen en ondersteunend beleid.
- De aangekondigde Aanpak Aanbod Duurzame Koolstofdragers (o.a. p. 27 van het Hoofddocument en p. 79/80 van het Verdiepingsdocument) is positief. Daarbij moet worden toegevoegd wat het potentieel van specifieke grondstofstromen, waaronder het optimaal benutten van de bestaande afval- en reststromen, het benutten van tussengewassen en gewassen van gedegradeerde gronden en lignocellulose. Tussengewassen en gewassen van gedegradeerde gronden bieden kansen voor meer lokale teelten en ook teelten met een andere herkomst, wat bijdraagt aan diversificatie en de weerbaarheid van het energiesysteem.
- Het kader van de mondiale rechtvaardigheid en het voorkomen van een buitenproportioneel beslag op biograndstoffen (p. 79 Verdiepingsdocument) zou niet alleen op biograndstoffen moeten worden toegepast. Dit zou tenminste ook aandacht moeten krijgen bij de afbouw van fossiel. Daarnaast moet expliciet worden vermeld dat de ambitie van Nederland is om hier verwerkte biograndstoffen ook weer te exporteren en dat dit het aanspreken van een groter potentieel rechtvaardigt.

Afbouw fossiel

- Het concept NPE 2026 roept de vraag op waar Nederland in het eindbeeld (evt. ná 2050) op stuur: fossielvrij of klimaatneutraal. Zie hierover o.a. p. 83 van het Verdiepingsdocument dat verschillende opties benoemt. Kan dit explicieter worden gemaakt?
- Het is positief dat in het Verdiepingsdocument veel aandacht is voor het belang van de afbouw van fossiele brandstoffen (olie). Echter, wij vinden naar verhouding weinig hierover terugkomen in het Hoofddocument. In het Hoofddocument lijkt hierdoor ook meer aandacht te zijn voor het behoud van fossiele brandstoffen in het kader van weerbaarheid, dan de noodzaak van afbouw voor het klimaat en het belang van goede afstemming op de opbouw van hernieuwbare brandstoffen.

Grondslagerosie/ accijns / ETS

- Het is positief dat op p. 14 van het Hoofddocument wordt gesignaleerd dat moet worden nagedacht over de voortgaande grondslagerosie voor o.a. de accijns- en ETS-inkomsten die plaatsvindt bij een succesvolle energietransitie. Wij merken op dat dit onderdeel niet terugkomt in het Verdiepingsdocument.
- In het Verdiepingsdocument zou aandacht moeten worden gegeven aan de onrechtvaardigheid die ontstaat doordat lagere inkomensgroepen worden geconfronteerd met hoge kosten als gevolg van accijns, ETS, BTW, etc. Daarom zou gesignaleerd moeten worden dat beleidsopties moeten worden verkend om dit tegen te gaan, waaronder tenminste een vorm van accijnsdifferentiatie op basis van CO₂-intensiteit van energie voor vervoer.

Conversieverliezen

- Het valt ons op dat in het kader van de omzetting van biograndstoffen veel nadruk wordt gelegd op conversieverliezen (zie p. 12 en p. 20 van het Hoofddocument en p. 78/79 van het Verdiepingsdocument). Daarmee wordt ten onrechte een te negatief beeld geschetst van bioraffinage. Allereerst liggen de verhoudingen minder negatief dan wordt geschetst. Ook wordt miskend dat alle producten vanuit een bioraffinaderij een hoogwaardige toepassing hebben - anders dan een fossiele raffinaderij - en dat de conversieverliezen niet in verhouding staan tot andere sectoren. Kan dit worden gecorrigeerd?

NL Hydrogen

Geachte heer Redeker,

Een snelle mail vanuit NLHydrogen, de branchevereniging voor waterstofbedrijven. In navolging van de reactie vanuit VNO-NCW en MKB-Nederland willen we vanuit het perspectief van de waterstofsector nog het een en ander toevoegen op de nu lopende interne consultatie. We begrepen dat er vandaag een interne deadline voor ophalen van laatste input voor het NPE passeert, en wilden dat moment niet laten passeren.

In het nieuwe NPE wordt een correctie op waterstofgebied doorgevoerd ten opzichte van de inschattingen in 2022, maar de inschattingen van toen waren dan ook wel erg optimistisch. In de regel vinden we dat in het NPE een mooie balans gevonden wordt tussen realisme en vasthouden van ambities, waarin de rol van groene waterstof en import van waterstofdragers goed wordt verankerd.

Specifiek willen we met deze mail nog eens op de bres springen voor nieuwe koolstofarme waterstofproductie. Er is nu geen rol voor nieuwe koolstofarme waterstofproductie uit aardgas in het NPE, omdat het te duur zou zijn in vergelijking met directe inzet van elektriciteit. We denken uiteraard dat directe elektrificatie de voorkeur geniet waar mogelijk, maar dat netcongestie of technische beperkingen bij inzet voor met name hogetemperatuurwarmte dit in veel gevallen onmogelijk maakt.

Het recente rapport van PwC voor Gasunie over kostenefficiënte decarbonisatieroutes voor de industrie laat zien dat er een duidelijke rol te spelen is voor nieuwe koolstofarme waterstof náást directe elektrificatie en inzet van groene waterstof. We pleiten er zodoende voor dat dit toch een plek te geven in het NPE.

Om die potentie te ontsluiten moeten waardeketens voor koolstofarme waterstof ontworpen worden, waarin productie, infrastructuur en vraag in samenhang worden ontwikkeld en worden ondersteund door beleid – zoals dit ook voor groene waterstof is gedaan. Definieer in het NPE dus een duidelijke eindmarkt voor koolstofarme waterstof voor proceswarmte in de industrie, specifiek voor hoge-temperatuurtoepassingen waarvoor elektrificatie technologisch niet haalbaar is of waarvoor geen infrastructuur beschikbaar is. Met dit als basis kunnen de waardeketens en het verdere ondersteunende beleid verder ontworpen worden.

De minister heeft in het vorige waterstofdebat een aantal voorwaarden geschetst waar nieuwe koolstofarme waterstof uit aardgas aan moet voldoen om in aanmerking te komen voor publieke support.

- Het is kosteneffectief qua abatement costs ten opzichte van andere verduurzamingsroutes.
- Het concurreert niet met andere verduurzamingsroutes.
- Het voldoet aan de kaders van de Europese Delegated Act Low Carbon Fuels, en vertegenwoordigt dus een besparing van 70% CO₂-emissie ten opzichte van het fossiele alternatief.

Naar onze mening kunnen de waardeketens voor koolstofarme waterstof in Nederland hier goed aan voldoen. We hopen zodoende dat dit in de laatste fase voor het NPE toch nog in overweging genomen kan worden. We zijn uiteraard bereikbaar voor verdere vragen of overleg. Alvast bedankt!

Met vriendelijke groet,

Lieuwe Brouwer
Programmacoördinator
NL Hydrogen, Waterstof verbindt vandaag aan morgen.

Reactie VEMOBIN Concept actualisatie Nationaal Plan Energiesysteem

Met dit position paper reageert VEMOBIN op het concept NPE dat eind juni is gedeeld door het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. Bij gebrek aan een regulier formeel consultatieproces dient dit document als voorlopige consultatiereactie te worden beschouwd.

1. VEMOBIN verwelkomt actualisatie van het NPE

VEMOBIN verwelkomt de concept actualisatie van het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE). We herkennen de aanleiding voor de herziening, namelijk het Europese klimaatdoel voor 2040 (-90%), de tegenvallende ontwikkeling van groene waterstof (hogere prijzen, minder vraag), en het zich ontwikkelende inzicht "dat we gedurende de transitie nog fossiele energie nodig hebben en mogelijk meer of langer dan we bij het vorige NPE in 2023 dachten". Ook is het logisch dat uit het NPE meer dan voorheen de ambitie spreekt om door te werken in instrumenten (zoals de SDE++) en ruimtelijke keuzes (zoals het Programma Energie Hoofdstructuur). Dat maakt het NPE belangrijk en, in de woorden van minister van Veldhoven, ook meer richting gevend dan het oorspronkelijke NPE. In deze reactie zal VEMOBIN een **vijftal adviezen ter versterking** doen, en vervolgens positieve punten en aandachtspunten benoemen.

2. Adviezen tot versterking

Op basis van onze analyse (beginnend onderaan deze pagina), die zowel de positieve punten als de beperkingen benoemt, heeft VEMOBIN **vijf adviezen voor versterking** van deze actualisatie van het NPE. Deze punten zijn ook van toepassing op de Visie BCP (Brandstoffen en Chemiegrondstoffenproductie) en de Aanpak Aanbod Duurzame Koolstofdragers die gelijktijdig met het NPE zullen worden gepubliceerd.

- I. Maak de **uitvoerbaarheid** van het NPE **geloofwaardiger** door per hoofdroute expliciet te maken welke publieke middelen, infrastructuur, vergunningverlening en uitvoeringscapaciteit nodig zijn, en welke keuzes volgen wanneer die randvoorwaarden ontbreken. Mogelijk zijn dit de sectorale transitiepaden waarover gesproken wordt, maar dan inclusief uitvoeringsagenda.
- II. Werk een **samenhangende financieringsstrategie** uit die voorkomt dat systeemkosten eenzijdig bij gebruikers terechtkomen en investeringen uit Nederland wegdukken. Hier is nadrukkelijk ook de minister van Financiën bij nodig, zowel als hoeder van de schatkist, als in zijn rol als mede-uitvoerder van de aanbevelingen van Wennink.

- III. **Maak de aannames** onder het tempo van de koolstoftransitie **openbaar** en toets deze via een publieke consultatie, zodat de Tweede Kamer inzicht krijgt in realiteitsgehalte en draagvlak. Dit hoeft niet te leiden tot consensus, maar biedt wel grondslag voor een op feiten-gebaseerd publiek debat.
 - IV. **Ontwikkel een duidelijke Europese inzet en strategie** met een kopgroep van lidstaten (waaronder Duitsland en België als ARRRR-coalitie) die een meerderheid van lidstaten motiveert voor vraagcreatie, marktbescherming en rendabele businesscases voor koolstofarme brandstoffen, naast volledig hernieuwbare producten.
 - V. **Veranker industriële competitiviteit en leveringszekerheid expliciet in het NPE**, zodat behoud en verduurzaming van raffinage niet alleen als risico worden benoemd, maar ook als strategische beleidsopgave worden opgepakt.
- 3. Positieve punten in herziene NPE**

A. De actualisatie van het NPE is realistischer over de plaats van raffinage dan het vorige NPE

De actualisatie omvat veel wijzigingen ten aanzien van raffinage zoals deze tabel laat zien:

Onderwerp	NPE 2023	Actualisatie 2026 (concept)
Bestaan raffinage	Impliciet	Expliciet bevestigd
Strategische rol	Beperkt (brandstofproductie)	Sterk benadrukt
Exportfunctie	Aanwezig	Belangrijk om te behouden
CCS voor raffinage	Genoemd	Centrale pijler
Bio-raffinage	Mogelijkheid	Kernonderdeel toekomstbeeld
Fossiele raffinage	Sterke afbouw	Afbouw maar blijvende rol
Waterstofvraag raffinage	Belangrijk	Robuuste vraag
E-fuels in Nederland	Voorzichtige optie	Sceptischer

B. De richting van de ontwikkeling qua energiedragers sluit aan bij VEMOBIN-visie

De richting is realistisch en duidelijk en gaat uit van een voorkeursvolgorde van energiedragers: elektrisch – waterstof – duurzame koolstofdragers (synthetisch en biologisch). Er wordt een structurele afname van de vraag naar traditionele raffinageproducten verwacht: wegvervoer elektrificeert, waardoor de vraag naar benzine en diesel afneemt. Voor zwaar wegtransport blijven hernieuwbare brandstoffen voorlopig relevant. De luchtvaart blijft brandstoffen vragen, maar verschuift richting duurzame vliegtuigbrandstoffen zoals SAF. Ook de scheepvaart zal geleidelijk verduurzamen: binnenvaart naar elektrisch, zeescheepvaart is sterk afhankelijk van internationale ontwikkelingen.

C. Er is begrip dat vraag vanuit de industrie essentieel is voor de opschaling van wind op zee

Het NPE maakt duidelijk dat een vitale basisindustrie, inclusief raffinage, in het belang is van - en past - bij een duurzaam energiesysteem. Dat blijkt o.a. hieruit: "Het tijdig ontstaan van vraag naar

duurzame energie is cruciaal in deze fase van de transitie. De huidige vraagontwikkeling voor elektriciteit, waterstof en duurzame koolstof blijft vooralsnog achter bij eerdere verwachtingen. Hierdoor bestaat nu onvoldoende trekkracht voor de gewenste snelheid in de aanbodontwikkeling. Zonder steviger vraagontwikkeling leiden aanbod- en infrastructuurontwikkeling tot groeiende risico's, voor zowel private investeerders als voor de inzet van publieke middelen, die stijgen als vraag en aanbod niet in balans ontwikkelen."

4. Beperkingen en omissies in de concept documenten

A. Middelen en uitvoeringskracht lijken niet te passen bij de ambitie

Benoemd staat dat (blz. 5) uitvoeringskracht en publieke middelen randvoorwaardelijk zijn, en dat publieke en private investeringen moeten stijgen tot ca. 50 mld. per jaar. Tegelijkertijd is er op dit moment al (te) weinig publiek geld beschikbaar om gelijktijdig de Delta Rhine Corridor (DRC), Aramis, de waterstofbackbone en het net op zee aan te leggen. Ook de uitvoeringskracht schiet tekort door coördinatieproblemen, stikstofproblematiek en netcongestie. Vasthouden aan de ambitie zonder goed plan voor executie en financiering leidt vaak tot ingebouwde teleurstelling. De onrealistische ambities t.a.v. groene waterstof in 2023 die nu worden gecorrigeerd zouden wat dat betreft een waarschuwing moeten zijn. Een NPE dat frequent wordt herzien omdat onrealistische verwachtingen zijn geschapen ondermijnt de geloofwaardigheid en daarmee de relevantie van het document.

B. Problematische stijging van systeemkosten ('fixed cost doom loop') wel benoemd, niet opgelost

De systeemkosten stijgen zo snel, van 70 naar 100 tot 120 miljard euro per jaar, dat dit de vraag reduceert, terwijl de bedoeling juist is dat de industrie elektrificeert, en een grotere vraag ook nodig is om de investeringen in duurzame opwek te laten renderen. Dit probleem wordt wel aangeraakt, maar niet opgelost. Een recent artikel¹ van prof. Pollitt en dr. Paul Nillesen noemt dit de 'energietransitie paradox': *"naarmate elektriciteitssystemen decarboniseren, stijgen de totale systeemkosten sneller dan de opwekkingskosten dalen, wat leidt tot een hogere gemiddelde elektriciteitsprijzen en verminderde vraag vanaf het net. Stijgende vaste kosten, in combinatie met consumentenreacties zoals verhoogde energie-efficiëntie en opwekking achter de meter zo een 'vaste kosten-doemloop' veroorzaken."*

Het probleem wordt benoemd in de zin dat het uitgangspunt van het kabinet weliswaar blijft dat de kosten van het energiesysteem gedragen worden door de gebruikers, maar alleen *"waar dat kan en dat maatschappelijk gewenst is"*. Deze clausule verdient uitwerking, nu de praktijk leert dat bijvoorbeeld de excessieve Nederlandse netkosten leiden tot investerings-lekkage naar buurlanden in bv. elektrolyse-capaciteit. Een andere 'knop' is de relatief hoge energiebelasting, die losstaat van principes als kostenreflectiviteit, en wel aandacht verdient, maar die in het hoofddocument slechts benoemd wordt in de context van zorgen over grondslagerosie (sic!).

Om de groeiende onbetaalbaarheid van de energietransitie als gevolg van deze en andere beleidskeuzes op bedrijfsniveau tegen te gaan bestaat nog geen strategie, anders dan een verwijzing

¹ https://nl.linkedin.com/posts/remcodboer_the-energy-transition-paradox-activity-7466042812883730432-2g

naar kennisprogramma Energietransitie Integraal Kostenbeeld (EIK, o.a. TNO) dat moet leiden tot een niet nader geduide langetermijnvisie over financiering van de energietransitie.

Het probleem voor de basisindustrie is niet dat de Europese kale energieprijzen hoger liggen dan in de VS en Azië, het probleem is dat energiekosten beleidsmatig onvoldoende geadresseerd worden.

C. Het tempo van de koolstoftransitie is zeer optimistisch en ontbeert een strategie

Hoewel de richting van de ontwikkeling qua energiedragers aansluit bij de VEMOBIN-visie, is niet te verifiëren of het tempo realistisch is, doordat de kwantitatieve aannames onder het NPE niet openbaar zijn gemaakt. Er heeft geen reguliere publieke consultatie plaatsgevonden, waardoor deze zorg en andere opvattingen van belanghebbenden straks ook niet inzichtelijk zijn voor de Tweede Kamer (hoewel de motie Jumelet c.s. daar wel om vroeg).

Inhoudelijk valt op dat de noodzakelijke inzet op meer (Europese) vraagcreatie om de (duurder dan de *status quo* zijnde) koolstoftransitie mogelijk te maken niet van een strategie wordt voorzien. Mogelijk is dit wel het geval in de aangekondigde Visie Brandstoffen en Chemiegrondstoffenproductie en de Aanpak Aanbod Duurzame Koolstofdragers, die gelijktijdig met het NPE worden gepubliceerd, maar ook dit valt niet te verifiëren, aangezien deze documenten nog niet in concept beschikbaar zijn. Ter illustratie, het NPE schrijft: *"In de internationale mobiliteit zijn EU-beleid en EU-normering (RED III, ReFuelEU Maritime, ReFuelEU Aviation, ETS1 en 2, AFIR) en internationale ontwikkelingen (IMO en ICAO onderhandelingen) bepalend voor de groei in vraag naar biobrandstoffen, synthetische brandstoffen en waterstofdragers."* Er is een scenario denkbaar dat alles lukt en versnelt, maar ook dat geen RED-IV tot stand komt (diverse lidstaten trappen hier op de rem), dat IMO en ICAO geen doorbraken laten zien, terwijl ReFuelEU Aviation nu al onder druk staat vanuit de luchtvaartsector vanwege internationale concurrentie en het stagneren van de ontwikkeling van e-SAF. In dit scenario is het onwaarschijnlijk dat de koolstoftransitie in het voor de 2040 klimaatdoelen vereiste tempo voortgaat, laat staan – zoals VEMOBIN wenselijk acht – versnelt.

D. Onduidelijkheid hoe ETS, marktbescherming en vraagcreatie decarbonisatie rendabel maken

Met de erkenning dat conventionele raffinage gedurende de transitie nodig blijft, is de conclusie dat raffinage in Nederland toekomst heeft. Er wordt dan ook geen procentuele reductie van raffinage benoemd, en het NPE zet in op (gedeeltelijk) behoud van de exportrol van (bio-) raffinage na 2040.

Echter, gelet op de afloop van het ETS-plafond naar 0 kton in 2039, en het perspectief van zeer hoge (>200 euro per ton) CO₂-kosten, zijn massieve investeringen nodig in CCS en andere vormen van decarbonisatie waaronder groene waterstof en elektrificatie. Op dit moment bestaat geen effectieve marktbescherming voor raffinage, aangezien dit niet onder CBAM valt. Om als bedrijf zulke investeringen in decarbonisatie intern te kunnen verantwoorden, is rendement noodzakelijk in de vorm van een prijspremie voor blauwe brandstoffen, en mogelijk marktbescherming. Een prijspremie van een aantal centen zou de markt-gebaseerde manier zijn waarop dit georganiseerd kan worden (vergelijkbaar met Canada), in plaats van via miljardensubsidies. Echter, vooralsnog lijken alleen delen van de Nederlandse overheid het standpunt in te nemen dat koolstofarme brandstoffen en producten via Europese mandaten

bevorderd moeten worden. Welke andere lidstaten gaan hier in mee? Of, dat kan ook, hoe gaat Nederland ervoor zorgen dat Europa op korte termijn een oplossing vindt voor dit – door beleid ingegeven – probleem? Meer structurele politieke samenwerking binnen ARRRRA, die een plek heeft gekregen in de samenwerkingsagenda n.a.v. het Industriediner, leent zich hier denkkelijk zeer goed voor. Wanneer deze operatie niet slaagt, ontbreekt het perspectief voor decarbonisatie, met voortijdige afbraak van raffinagecapaciteit tot gevolg.

Ter illustratie dat het probleem wordt erkend:

“Gegeven de verwachting dat er in de toekomst minder raffinaderijen zullen zijn, en het voor de meeste raffinaderijen niet evident is of zij toekomstperspectief hebben, zijn de bedrijven terughoudend met investeren in hun productielocaties. Bij oplopende CO2-kosten verslechtert daardoor de concurrentiepositie, en tegelijkertijd leidt het investeren in verduurzaming die kostenverhogend werkt ook tot een verslechterde mondiale concurrentiepositie door gebrek aan gelijk speelveld. Het is dan niet ondenkbaar dat in de periode tot 2035 een aanzienlijk deel van de productiecapaciteit verdwijnt. Dit is ruim voordat er voldoende duurzame productie is opgebouwd.”

E. Erkenning ontbreekt van de zelf-veroorzaakte achterblijvende industriële competitiviteit

De jaarlijkse [speelveldtoets](#) laat zien dat Nederland zichzelf binnen Europa op achterstand zet, bv. door het ontbreken van IKC voor raffinage, hogere netkosten etc. Deze reflectie ontbreekt in het NPE, waardoor de probleemanalyse van de industrie oppervlakkig blijft. Er is immers een specifiek Nederlands probleem, bovenop het Europese probleem met de concurrentiekracht van de industrie.

De structurele achterstand die Europa qua industriële competitiviteit heeft ten opzichte van grote delen van de wereld wordt te weinig benoemd. Hierdoor wordt bv. onvoldoende duidelijk dat bioraffinagecapaciteit niet vanzelf opbouwt in Europa, maar eerder elders tot stand komt, waardoor deze niet bijdraagt aan leveringszekerheid. Hierover staat in het NPE:

“Een belangrijke kanttekening bij raffinage: de huidige fossiele waterstofvraag krimpt naar verwachting mee met de afnemende olievraag. De bioraffinage die deze rol deels overneemt, is per eenheid product waterstof-intensiever; de netto-omvang van deze vraag in 2040 hangt af van de mate waarin nieuwe bioraffinagecapaciteit in Nederland wordt gevestigd. Dat is geen ‘autonome’ vraag; het vereist actieve opbouw van een duurzame koolstofketen en vestiging van nieuwe bedrijvigheid in Nederland.”

F. Dreigende afname van leveringszekerheid wordt benoemd, maar niet opgelost

Het HCSS-rapport No Fuel No Fight² (mei 2026 in opdracht van VEMOBIN) bevat vijf oplossingen voor de dreigende leveringszekerheidsproblemen voor brandstoffen voor militaire mobiliteit (defensie, vooral kerosine voor de luchtmacht). Dit probleem, en ook andere aspecten van te snelle afbouw worden wel benoemd, maar niet van een oplossing voorzien:

“Goede mobiliteitsvoorzieningen (waaronder ook OV) zijn in de transitieperiode cruciaal om bijvoorbeeld vervoersarmoede te voorkomen. Zo kunnen bijvoorbeeld door snelle daling van de aantallen tankstations mensen die daar afhankelijk van zijn voor hun dagelijkse mobiliteit in

² <https://hcss.nl/report/no-fuel-no-fight-the-dutch-fuel-industry-and-european-military-readiness/>

de knel komen te zitten. Ook voor de weerbaarheid van Nederland is leveringszekerheid van brandstoffen van belang, bijvoorbeeld voor defensie.”

Tot slot

VEMOBIN onderschrijft nut en noodzaak van de herziening van het NPE, maar vraagt het kabinet om een additionele inspanning om ervoor te zorgen dat de uitvoerbaarheid geloofwaardiger en realistischer wordt. Met daarbij aandacht voor welke randvoorwaarden (middelen, vergunningen, infrastructuur) nodig zijn om richting te geven aan het NPE. Ook roepen wij het kabinet met klem op aannames over de koolstoftransitie openbaar te maken.

Ook hopen wij dat het kabinet het NPE ook in een Europese context beziet en door de bril van competitiviteit en leveringszekerheid samen met de sector werkt aan het behouden en verduurzamen van de raffinagesector.

Wij hopen dat u bovenstaande inbreng meeneemt in het uiteindelijke NPE.

Met vriendelijke groet,

Namens VEMOBIN,

Pieter Veldhuizen

Hoofd Klimaat en Public Affairs

Over VEMOBIN

VEMOBIN is de Vereniging Energie voor Mobiliteit en Industrie. De 17 bij VEMOBIN aangesloten bedrijven produceren en leveren energie voor wegverkeer, scheepvaart en luchtvaart of maken energie en grondstoffen voor de chemische sector. Ook verwerking en recycling van afval voor nieuwe grondstoffen (zoals plastic pyrolyse) behoort tot het werkterrein van de VEMOBIN-leden. Je komt ons tegen in havens, vliegvelden, op energiestations en industriegebieden voor productie en levering van elektronen en moleculen, maar ook bij mensen thuis (totaaloplossingen voor thuisladen).

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, Ministerie
van Klimaat en Groene Groei
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

Woerden : 8 juli 2026

onderwerp : Reactie VEMW op Actualisatie Nationaal Plan Energiesysteem (NPE)

Geachte,

VEMW waardeert de actualisatie van het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE). Ten opzichte van de eerste versie uit 2023 laat het geactualiseerde NPE een duidelijke ontwikkeling zien. Het document besteedt meer aandacht aan systeemplanning, de samenhang tussen verschillende energiedragers en de ontwikkeling van de vraagzijde van het energiesysteem. Ook zijn de relaties tussen leveringszekerheid, betaalbaarheid, verduurzaming en ruimtelijke keuzes beter uitgewerkt. Daarmee vormt het concept-NPE een belangrijke stap richting een integrale visie op het energiesysteem van 2040 en 2050.

Tegelijkertijd blijft het NPE een richtinggevend document. Dat is ook precies de kracht ervan. Juist daarom is het belangrijk dat de uitgangspunten robuust zijn, de juiste randvoorwaarden worden benoemd en duidelijk wordt welke keuzes nodig zijn om de gewenste ontwikkeling daadwerkelijk mogelijk te maken. Vanuit dat perspectief vraagt VEMW aandacht voor een aantal punten die nadere uitwerking behoeven.

Het doel van het NPE vraagt om verdere concretisering

Het NPE stelt dat het beoogt een energiesysteem te ontwikkelen waarin publieke belangen als leveringszekerheid, betaalbaarheid, duurzaamheid en weerbaarheid worden geborgd. VEMW onderschrijft deze uitgangspunten, maar ziet ruimte om deze doelstelling concreter te maken.

Het uiteindelijke doel van het energiesysteem is immers niet het realiseren van een bepaalde systeemconfiguratie, maar het voorzien in de energiebehoefte van burgers en bedrijven tegen maatschappelijk aanvaardbare kosten. Betaalbaarheid betekent daarbij meer dan lage energierekeningen. Het betekent een energiesysteem dat energiearmoede voorkomt, economische groei mogelijk maakt en ervoor zorgt dat vitale industriële sectoren internationaal concurrerend kunnen blijven opereren.

Hét kenniscentrum en dé belangenbehartiger voor zakelijke energie- en watergebruikers

Telefoon	0348 48 43 50	IBAN: NL20ABNA0551408340
E-mail	cf@vemw.nl	BICCode: ABNANL2A
Internet	www.vemw.nl	BTW nr. NL 0011.19.904.B01

Juist de industrie speelt een cruciale rol in de energietransitie. Zonder een concurrerende industrie ontbreekt niet alleen een belangrijk deel van de toekomstige energievraag, maar ook het investeringsvermogen dat nodig is om de transitie te realiseren. Het NPE zou daarom internationale concurrentiekracht explicieter als publiek belang moeten benoemen.

Van visie naar uitvoering

Een belangrijke verbetering ten opzichte van het vorige NPE is dat de vraagzijde een veel prominenter plaats heeft gekregen. Dat sluit beter aan bij de werkelijkheid van de energietransitie, waarin niet alleen productie maar ook elektrificatie, flexibiliteit en nieuwe energiedragers bepalend zijn voor de ontwikkeling van het energiesysteem. Daarmee ontstaat echter ook de vraag hoe deze ontwikkeling daadwerkelijk wordt gerealiseerd.

Het NPE beschrijft overtuigend waar Nederland naartoe wil, maar veel minder welk instrumentarium daarvoor nodig is. Bedrijven investeren alleen wanneer er een sluitende businesscase bestaat. Dat vraagt om passende instrumenten die investeringen in elektrificatie, flexibiliteit, opslag, waterstof en verduurzaming daadwerkelijk mogelijk maken.

VEMW ziet daarbij onder andere een belangrijke rol voor demand-side CfD's, instrumenten die langjarige Power Purchase Agreements stimuleren en een stabiel investeringskader voor elektrificatie. Daarnaast zou het NPE nadrukkelijker ruimte moeten bieden aan transitietechnologieën zoals blauwe waterstof. De route naar een klimaatneutraal energiesysteem vraagt immers niet alleen om eindbeelden, maar ook om realistische tussenstappen.

Verder zou het NPE moeten sturen op een hoge en uniforme waterstofkwaliteit die aansluit bij de behoeften van industriële gebruikers. Daarmee wordt voorkomen dat eindgebruikers zelf moeten investeren in aanvullende zuivering. Zuivering op systeemniveau is doelmatiger, goedkoper en efficiënter dan decentrale zuivering bij individuele bedrijven en draagt bij aan een breed inzetbaar waterstofsysteem.

Ook de ontwikkeling van CCS vraagt om een bredere benadering. Niet alleen de infrastructuur, maar ook het risicobeheer in de keten bepaalt uiteindelijk of bedrijven daadwerkelijk kunnen investeren.

Daarnaast geldt dat de ontwikkeling van de vraag alleen succesvol kan zijn wanneer ook het aanbod en de benodigde infrastructuur gelijktijdig meegroeien. Het NPE zou daarom explicieter moeten beschrijven hoe deze drie ontwikkelingen in samenhang worden geprogrammeerd en welke governance daarvoor wordt gericht.

Betaalbaarheid en kostenallocatie verdienen een centralere plaats

Misschien wel de grootste uitdaging voor de komende decennia is de betaalbaarheid van de energietransitie. Het NPE constateert terecht dat de systeemkosten aanzienlijk zullen toenemen. Tegelijkertijd blijft de vraag hoe deze kosten beheersbaar blijven en hoe zij eerlijk worden verdeeld grotendeels onbeantwoord.

E26b20
8 juli 2026
Blad 2 van 4

De energietransitie leidt naar verwachting tot tientallen miljarden euro's aan extra systeemkosten per jaar, terwijl tegelijkertijd omvangrijke investeringen nodig zijn van zowel overheden als eindgebruikers. Zonder voldoende groei van de energievraag dreigt een steeds kleiner aantal gebruikers deze kosten te moeten dragen, waardoor de businesscase voor verdere verduurzaming juist verslechtert. VEMW pleit daarom voor een explicietere analyse van de kostenallocatie.

Daarbij spelen onder meer de volgende vragen:

- Hoe worden de kosten verdeeld tussen huidige en toekomstige gebruikers?
- Is het wenselijk dat investeringen in toekomstige infrastructuur volledig worden doorbelast aan huidige netgebruikers?
- Hoe wordt voorkomen dat first movers op het gebied van waterstof en CCS onevenredig hoge systeemkosten dragen?
- Hoe wordt omgegaan met het leeglooprisico van het aardgasnet?
- Welke rol ziet de overheid voor zichzelf bij risico's die de markt niet zelfstandig kan dragen, zoals vollooprisico's van nieuwe infrastructuur of ketenrisico's bij CCS?
- Hoe worden situaties opgelost waarin vraag en aanbod elkaar economisch niet vanzelf vinden, bijvoorbeeld via instrumenten als demand-side CfD's?

Daarnaast vraagt VEMW aandacht voor de doelmatigheid van de systeemrichting zelf. De komende decennia ontstaat een data-gedreven energiesysteem waarin elektriciteit, waterstof, warmte, CO₂ en flexibiliteit steeds nauwer met elkaar verweven raken en deels grensoverschrijdend worden uitgewisseld. Dat roept ook fundamentele vragen op over de inrichting van het netbeheer. Past de huidige organisatie met zeven onafhankelijk opererende netbeheerders nog optimaal bij de uitdagingen van het toekomstige energiesysteem, of zijn aanpassingen wenselijk om het systeem effectiever en doelmatiger te laten functioneren? Het NPE zou ruimte moeten bieden om dergelijke vragen objectief te onderzoeken.

Maak onzekerheden expliciet en ontwikkel een adaptief NPE

Het energiesysteem van 2050 laat zich niet voorspellen. De ontwikkeling van vraag, aanbod en infrastructuur wordt onder meer beïnvloed door Europese regelgeving, geopolitieke ontwikkelingen, internationale energieprijzen, technologische innovaties, AI, beschikbaarheid van grondstoffen, arbeidsmarktontwikkelingen en de snelheid waarmee vergunningen en infrastructuur gerealiseerd kunnen worden. Juist daarom is het belangrijk dat het NPE transparanter wordt over de aannames waarop de gekozen ontwikkelrichting is gebaseerd.

VEMW pleit ervoor om kritische onzekerheden expliciet op te nemen in het NPE en daarbij ook handelingsperspectieven te beschrijven wanneer ontwikkelingen anders verlopen dan verwacht. Daarmee ontstaat een adaptief plan dat richting geeft, maar

E26b20
8 juli 2026
Blad 3 van 4

tegelijkertijd ruimte laat om tijdig bij te sturen. Dat vergroot niet alleen de robuustheid van het NPE, maar ook de investeringszekerheid voor bedrijven.

Conclusie

VEMW ziet in het geactualiseerde NPE een duidelijke verbetering ten opzichte van de eerste editie. Met name de grotere aandacht voor de vraagzijde, de samenhang tussen energiedragers en de integrale systeembenadering vormen belangrijke stappen vooruit.

Om het NPE daadwerkelijk richtinggevend te laten zijn voor de energietransitie van bedrijven is verdere aanscherping echter nodig. Een concretere doelstelling, een beter uitgewerkt instrumentarium, meer aandacht voor betaalbaarheid en kostenallocatie en een expliciete omgang met onzekerheden maken het plan robuuster en beter uitvoerbaar.

Alleen met een betrouwbaar, betaalbaar én concurrerend energiesysteem kan Nederland de energietransitie succesvol realiseren én tegelijkertijd een aantrekkelijk vestigingsland blijven voor bedrijven.

Wij vertrouwen erop u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd en zijn graag bereid om desgewenst een mondelinge toelichting te geven.

Hoogachtend,

w.g.

dr. H. Grünfeld
Algemeen directeur

E26b20
8 juli 2026
Blad 4 van 4

Consultatiereactie VNG op het concept Nationaal Plan Energiesysteem

Een toekomstig energiesysteem creëert maatschappelijke waarde

Inleiding

De Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG) spreekt haar waardering uit voor de concept actualisatie van het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE). Het is een belangrijke stap om richting te geven aan een toekomstbestendig energiesysteem dat Nederland in staat stelt de maatschappelijke opgaven van deze tijd mogelijk te maken.

De VNG onderschrijft de noodzaak van een weerbaar, duurzaam, betaalbaar en toekomstbestendig energiesysteem. Tegelijkertijd wil de VNG een fundamenteel uitgangspunt meegeven voor de verdere uitwerking van het NPE:

Een toekomstig energiesysteem is geen doel op zichzelf, maar een middel om maatschappelijke waarde te creëren.

Het energiesysteem moet bijdragen aan brede welvaart. Het ondersteunt een samenleving waarin mensen prettig kunnen wonen, de economie en mobiliteit zich ontwikkelen, waarin de economie concurrerend blijft, de leefomgeving gezond en aantrekkelijk is en Nederland weerbaar is in een veranderende geopolitieke context.

Gemeenten ervaren iedere dag dat de energietransitie samenkomt met andere grote maatschappelijke opgaven. Woningbouw, economische ontwikkeling, klimaatadaptatie, mobiliteit, natuur, landbouw, water en gezondheid komen samen in dezelfde fysieke leefomgeving. Juist gemeenten maken daarin de integrale afweging. De VNG onderschrijft daarom de keuze van het kabinet om het NPE te baseren op publieke belangen. Dat biedt een belangrijke basis voor een integrale ontwikkeling van het energiesysteem.

Wij zien dat collectieve warmte nog een beperkte positie heeft in het NPE. Wij achten wenselijk dat daar meer aandacht voor komt. Waterstof krijgt in de actualisatie een kleinere rol in het systeem. Wij voorzien een grote rol voor conversie en flex. Waterstof kan daar, ook decentraal, een belangrijke rol in spelen.

De VNG constateert echter dat de verdere beleidsafweging in het NPE zich grotendeels concentreert op betrouwbaarheid, betaalbaarheid en duurzaamheid. Daarmee ontstaat het risico dat leefomgevingskwaliteit, economische kracht, veiligheid, participatie en rechtvaardigheid onvoldoende sturend worden in de verdere uitwerking.

De VNG doet daarom onderstaande voorstellen om het NPE verder te versterken.

1. Geef alle publieke belangen daadwerkelijk richting aan de systeemkeuzes

Het NPE benoemt acht publieke belangen die richting geven aan de ontwikkeling van het energiesysteem:

- betrouwbaarheid en weerbaarheid;
- betaalbaarheid;

- duurzaamheid;
- economische kracht;
- leefomgevingskwaliteit;
- veiligheid;
- participatie;
- rechtvaardigheid.

De VNG onderschrijft deze brede benadering die benoemd is in het NPE. Juist deze publieke belangen maken duidelijk dat het energiesysteem niet uitsluitend een technische of economische opgave is, maar een maatschappelijke opgave.

De VNG vraagt daarom om in het NPE expliciet vast te leggen hoe alle acht publieke belangen in samenhang worden afgewogen en hoe deze door de overheden worden gewaardeerd en daadwerkelijk richting geven aan de keuzes voor het toekomstige energiesysteem

2. Verbind het NPE nadrukkelijk met de Nota Ruimte

Het energiesysteem kan niet los worden ontwikkeld van de ruimtelijke inrichting van Nederland. Gemeenten maken dagelijks integrale keuzes over woningbouw, economie, natuur, water, mobiliteit, landbouw, klimaatadaptatie en energie.

De VNG vraagt daarom om een sterkere koppeling tussen:

- het Nationaal Plan Energiesysteem;
- de Nota Ruimte;
- het Programma Energiehoofdstructuur;
- de Interbestuurlijke Samenwerkingsagenda.

Ruimtelijke inpassing is geen sluitstuk van energiebeleid, maar een voorwaarde voor een uitvoerbaar energiesysteem. Nationale systeemkeuzes moeten daarom steeds worden verbonden met gebiedsgerichte afwegingen die lokaal en regionaal plaatsvinden.

3. Maak leefomgevingskwaliteit een leidend publiek belang

De VNG waardeert dat leefomgevingskwaliteit expliciet als publiek belang wordt benoemd. Tegelijkertijd vraagt de VNG om dit belang nadrukkelijker terug te laten komen in de verdere uitwerking van het NPE.

Een toekomstbestendig energiesysteem draagt niet alleen bij aan duurzame energievoorziening, maar ook aan:

- een gezonde leefomgeving;
- zorgvuldig ruimtegebruik;
- landschappelijke kwaliteit;
- natuur en biodiversiteit;
- water en klimaatadaptatie;
- maatschappelijk draagvlak.

Leefomgevingskwaliteit is daarmee niet alleen een publiek belang. Het maatschappelijk draagvlak is ook een belangrijke randvoorwaarde voor een succesvolle energietransitie.

4. Versterk de verbinding met strategische autonomie en concurrentievermogen

De energietransitie is niet uitsluitend een klimaatopgave. Het rapport *The Future of European Competitiveness* van Mario Draghi laat zien dat een betrouwbaar en betaalbaar energiesysteem tevens een randvoorwaarde vormt voor:

- het Europese concurrentievermogen;
- strategische autonomie;
- economische weerbaarheid;
- een sterke industriële basis;
- het verminderen van geopolitieke afhankelijkheden.

De VNG vraagt daarom om de verbinding tussen het NPE en deze Europese agenda explicieter te maken. Gemeenten spelen hierin een sleutelrol. De ontwikkeling van energie-infrastructuur, bedrijventerreinen, woningbouw, warmtenetten en netuitbreidingen vindt immers grotendeels plaats binnen de gemeente.

Een toekomstbestendig energiesysteem vraagt daarom om investeringen die niet alleen bijdragen aan de energietransitie, maar tegelijkertijd de gemeentelijke en regionale economie versterken en maatschappelijke waarde creëren.

5. Versterk de interbestuurlijke samenwerking

De VNG onderschrijft de ambitie uit het NPE om gezamenlijk richting te geven aan het toekomstige energiesysteem. Dat vraagt om een gelijkwaardige samenwerking tussen Rijk, provincies, gemeenten en waterschappen. Bij de ondertekening van het Klimaatakkoord heeft de VNG randvoorwaarden gesteld die in 2023 zijn geactualiseerd.

Deze blijven onverkort van kracht:

- het speelveld en de uitvoeringskracht van gemeenten zijn op orde;
- de energietransitie is haalbaar, betaalbaar en rechtvaardig;
- we doen het samen en in vertrouwen;
- we houden koers richting 2050.

De VNG verzoekt het kabinet deze uitgangspunten eveneens leidend te laten zijn voor de verdere uitwerking van de Interbestuurlijke Samenwerkingsagenda die als doel heeft het realiseren van de doelen uit het NPE.

De VNG heeft om te komen tot uitvoering en implementatie van het toekomstig energiesysteem twee aanvullende uitgangspunten:

Wederkerigheid

De ontwikkeling van het toekomstige energiesysteem is een gezamenlijke verantwoordelijkheid van alle overheden. Wederkerigheid betekent dat overheden gezamenlijk publieke belangen afwegen, gezamenlijk afspraken maken en elkaar in staat stellen deze afspraken ook daadwerkelijk uit te voeren. Regie betekent daarbij niet een top-down benadering, maar gezamenlijke verantwoordelijkheid.

Dat vraagt om:

- gelijkwaardige samenwerking;
- erkenning van elkaars rollen;
- gezamenlijke besluitvorming;
- gezamenlijke oplossing van uitvoeringsknelpunten;
- passende bevoegdheden, verantwoordelijkheden en middelen.

Gelijk speelveld

Een effectieve uitvoering vraagt om een gelijkwaardig speelveld tussen overheden. Daarvoor is noodzakelijk dat:

- overheden beschikken over dezelfde informatiepositie;
- transparantie en gelijke toegang tot data worden geborgd;
- keuzes worden gemaakt op het bestuursniveau waar zij het meest effectief zijn;
- verantwoordelijkheden, bevoegdheden en financiële middelen met elkaar in balans zijn.

Hierbij past een bestuurlijke inrichting conform het Huis van Thorbecke.

Conclusie

De VNG onderschrijft de ambitie van het Nationaal Plan Energiesysteem.

De VNG ziet het NPE als een belangrijke stap naar een toekomstbestendig energiesysteem, maar vraagt om een verdere versterking van de integrale benadering.

Een toekomstig energiesysteem creëert maatschappelijke waarde wanneer:

- alle acht publieke belangen daadwerkelijk richtinggevend zijn voor de systeemkeuzes die de overheden hebben te maken;
- collectieve warmte, flex waaronder waterstof een grotere rol krijgen dan nu geformuleerd;
- energiebeleid, ruimtelijke ontwikkeling en economische ontwikkeling in samenhang worden beschouwd;
- het NPE nadrukkelijk wordt verbonden met de Nota Ruimte en het Programma Energiehoofdstructuur;
- de Europese agenda voor strategische autonomie en concurrentievermogen expliciet wordt meegenomen;
- de samenwerking tussen overheden plaatsvindt vanuit wederkerigheid, vertrouwen en een gelijk speelveld.

Alleen door deze integrale benadering kan het toekomstige meer integrale en meer decentrale energiesysteem bijdragen aan brede welvaart, een sterke economie, aan leefomgevingskwaliteit en een betrouwbare energievoorziening voor huidige en toekomstige generaties.

De heer N. Redeker
Directeur Strategie Energiesysteem
Directoraat-Generaal Klimaat en Energie
Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Bezuidenhoutseweg 73
2594 AC Den Haag

Briefnummer
26-124361

Den Haag
16 juli 2026

Onderwerp
Reactie op concept actualisatie NPE

Geachte heer Redeker,

Met deze brief geven VNO-NCW en MKB-Nederland hun reactie op het concept van de actualisatie van het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE). In onze reactie gaan wij achtereenvolgens in op: 1) onze algemene appreciatie, 2) de positieve elementen, en 3) onze aanbevelingen voor verbetering.

1. Algemene appreciatie

Het concept van de actualisatie van het NPE maakt een beweging naar een meer realistische systeemplanning. Het erkent nadrukkelijker dan voorheen de gevolgen van onder meer netcongestie, hogere kosten van waterstof, druk op de industrie, de rol van CCS en het belang van weerbaarheid. Het toevoegen van een uitvoeringsagenda voor 2026-2029 is een substantiële verbetering t.a.v. het vorige NPE.

Tegelijkertijd blijft het NPE in belangrijke mate een kwalitatief en normatief plan. Cijfermatige marktsценario's ontbreken en er ontbreekt een financiële agenda om de plannen te verwezenlijken. Voor investeringen is het bovendien niet alleen relevant of plannen op systeemniveau coherent zijn, maar vooral of concrete projecten (bijvoorbeeld in de zes industriële clusters, in energie- en CO₂-infrastructuur, en in duurzamer energieaanbod en -import) kunnen worden gefinancierd, aangesloten en vergund en bovenal concurrerend kunnen worden geëxploiteerd. Die vertaalslag is nog onvoldoende hard.

Bij onze beoordeling van het concept-NPE hebben wij primair getoetst in hoeverre het plan voldoende perspectief en zekerheid biedt voor de investeringen die bedrijven moeten doen. Dat is des te belangrijker nu het draagvlak voor investeringen onder druk staat door onder meer hoge energieprijzen, stijgende nettarieven, netcongestie, lange vergunningverlening en een achterblijvende vraag naar duurzamere producten. Het concept-NPE slaagt er nog onvoldoende in om deze knelpunten uit de praktijk van het bedrijfsleven herkenbaar te adresseren en een geloofwaardig investeringsperspectief te bieden. Verbeteringen zijn nodig voor meer draagvlak en voor een meer haalbaar NPE.

Malietoren / Bezuidenhoutseweg 12 / Postbus 93002 / 2509 AA Den Haag
www.vno-ncw.nl / 070349 03 49 / www.mkb.nl / 070 349 09 09

Blad
2

2. Positieve elementen

- De toevoeging van een uitvoeringsagenda voor 2026-2029 is een duidelijke verbetering.** Het NPE erkent sterker dan voorheen dat uitvoering de bottleneck is. Het is belangrijk om het NPE te vertalen naar concrete acties die deze kabinetsperiode nodig zijn. Daarbij moeten de komende jaren ook daadwerkelijk concrete projecten tot realisatie komen. Er zijn investeringsbeslissingen (FID's) nodig om opnieuw positief momentum te creëren binnen het energiesysteem om vertrouwen te ontwikkelen bij bedrijven, investeerders en ketenpartijen.
- De balans tussen duurzaamheid, betaalbaarheid en weerbaarheid is een sterk vertrekpunt.** Het document verbreedt het energievraagstuk terecht van verduurzaming naar betaalbaarheid en weerbaarheid. Weerbaarheid wordt breed gedefinieerd en omvat onder meer importafhankelijkheid, cybersecurity en kritieke grondstoffen. Betaalbaarheid wordt echter nog te veel op systeemniveau benaderd en te weinig op het niveau van bedrijven en concrete investeringsbeslissingen. De financiële claim die weerbarheidsdoelen kunnen leggen, verdient ook nadere toelichting.
- Er is meer aandacht voor de vraagkant van het energiesysteem.** Waar het eerdere NPE een sterke focus had op de aanbodzijde, is er nu meer balans met de vraagzijde. Er wordt onderkend dat de energietransitie vertraagt en dat systeemkosten stijgen als de vraagkant niet tijdig wordt ontwikkeld. De aandacht voor de afnamekant zou overigens nog een stuk concreter mogen. De constatering dat vraagontwikkeling nodig is, wordt onvoldoende omgezet in handelingsperspectief (zie aanbevelingen).
- Het document beschouwt (systeem)kosten explicieter.** De erkenning dat totale systeemkosten stijgen en dat keuzes in locatie, infrastructuur, flexibiliteit en energiedragers bepalend zijn om het systeem betaalbaar te houden is essentieel. Het beperken van kostenstijging is ook cruciaal om investeringen aan te trekken en draagvlak te behouden bij burgers en bedrijven.
- De samenhang tussen elektronen en moleculen is beter uitgewerkt, CCS krijgt een realistischere en substantiëlere rol.** Het document kiest primair voor elektrificatie, maar maakt duidelijk dat moleculen essentieel blijven voor onder meer de industrie, lucht- en scheepvaart. Voor onder meer raffinage, kunstmest, afvalverwerking en restgassen is daarnaast CCS vaak een van de meest schaalbare en kosteneffectieve verduurzamingsroutes binnen een redelijke termijn. De realistischere rol voor CCS is daarom positief om klimaatambitie op een effectieve wijze invulling te geven.
- De internationale en Europese context is sterker dan voorheen, maar een clusteraanpak kan sterker.** Aandacht voor Noordwest-Europese infrastructuur, kostendeling en grensoverstijgende industriële ketens is belangrijk voor Nederland. Daar staat tegenover dat de clusteraanpak uit het NPVI te weinig terugkomt in het NPE. Het NPE zou sterker moeten aansluiten op deze bestaande clusterplannen.
- De rol van industrie wordt serieuzer genomen.** Het document erkent dat energie-intensieve industrie strategisch relevant is én blijft voor Nederland en Europa. Dat is belangrijk tegen de achtergrond van sluitingen van fabrieken, productiedalingen, en investeringsuitstel de laatste jaren. De constatering verdient wel een krachtigere vertaling naar actie.

3. Aanbevelingen voor verbetering

1. **Betaalbaarheid blijft te veel op systeemniveau hangen.** Het concept stelt dat de energietransitie op systeemniveau kosteneffectief kan zijn, maar bedrijven investeren op projectniveau. Een route is pas realistisch als de business case klopt (o.b.v. energieprijzen, nettarieven, CO₂-prijzen, vergunningen, vraag naar duurzame producten, etc). Het nastreven van zoveel mogelijk technologie-neutraliteit is belangrijk om het NPE zo kostenefficiënt mogelijk te verwezenlijken.

Voor de benodigde investeringen in het energiesysteem is het bovendien voorwaardelijk dat er **nú en in de toekomst een gelijk speelveld met buurlanden** is ten aanzien van zaken als netkosten en indirecte CO₂-kostencompensatie. Dat gelijke speelveld ontbreekt nu en er is onvoldoende zicht op de verdere ontwikkeling hiervan onder de plannen in het NPE. Hier is dus meer rekenschap en inzet op nodig.

Advies: bereken de energiekosten per gebruiker bij het voorgestelde energiesysteem en beoordeel in hoeverre deze kosten per gebruiker voldoende concurrerend zijn om de benodigde investeringen te realiseren voor het NPE. Daarbij moet het NPE ook expliciet sturen op het creëren van een gelijk speelveld ten aanzien van energiekosten (zowel op korte termijn als verder in de toekomst).

2. **De negatieve spiraal rond systeemkosten wordt benoemd, maar niet doorbroken.** Wanneer duurzame systeeminvesteringen (zoals netuitbreiding) direct doorwerken naar gebruikers, verslechtert de business case voor verduurzaming bij de gebruikers. Daardoor stellen bedrijven investeringen in bijvoorbeeld elektrificatie uit en blijft de groei van de elektriciteitsvraag achter. Als gevolg ontstaat een vicieuze cirkel van stijgende systeemkosten die de benodigde vraagontwikkeling juist ontmoedigt. In andere woorden: de teller stijgt (door noodzakelijke investeringen), terwijl de noemer (het verbruik) onvoldoende meegroeit. Onze waarneming is dat deze negatieve vicieuze cirkel nú al werkelijkheid is. Het doorbreken ervan is urgent als de energietransitie wil slagen.

Advies: zet scherper uiteen hoe het kabinet de negatieve spiraal van stijgende systeemkosten en een (daardoor) verslechterende business case voor verduurzaming omzet in een positieve spiraal: verduurzaming moet lonen, zodat vraag groeit en systeemkosten per gebruiker betaalbaar blijven.

3. **De cijfermatige basis is nog onvoldoende transparant.** Er staan bronnen in het verdiependocument bij het NPE, maar vaak ontbreken exacte cijfers, bandbreedtes en aannames bij de individuele hoofdstukken over de industrie. Voor het draagvlak is het belangrijk om **per hoofdstuk** meer inzicht te krijgen in de veronderstelde aannames, cijfers en bandbreedtes. Bijvoorbeeld bij de hoofdstukken over de elektriciteitsvraag, waterstof, raffinage, etc. Het is belangrijk om bij de analyses ook rekenschap te geven van marktsценario's. Denk in het geval van de (bio)raffinagesector bijvoorbeeld aan rapporten zoals *"The Future of refining in the Netherlands"* van Strategy&PwC uit 2024. Daarnaast is het belangrijk om betrokken sectoren te consulteren over de cijfermatige onderbouwing van complementaire beleidsvisies, zoals de toekomstvisie brandstoffen en chemiegrondstoffen.

Advies: geef voor de verschillende (industriële) sectoren duidelijkere cijfermatige onderbouwing van de streefdoelen in het NPE en verschaf hierbij ook bandbreedtes die

uitgaan van marktsценario's. Consulteer betrokken sectoren daarnaast over complementaire beleidsvisies, zoals de toekomstvisie brandstoffen en chemiegrondstoffen.

4. **Waterstofimport wordt logischerwijs belangrijk, maar eigen productie blijft ook belangrijk.** Het is verstandig om in het NPE in te zetten op eigen productie én import van waterstof. Zeker nu de markt nog in een opbouwende fase verkeert. Volledige import van halfproducten moet worden voorkomen en het NPE moet koolstofarme waterstof als kosteneffectieve transitieroute positioneren.

Advies: het NPE moet aanvullende sporen noemen om de markt op gang te brengen, zoals meer concrete internationale en Europese vraagcreatie (zie ook volgende punt), opbouw van import-/conversie-infrastructuur en verdere ondersteuning voor het gebruik van koolstofarme waterstof uit industriële restgassen.

5. **De focus op vraagontwikkeling is positief, maar er ontbreekt een route om vraag concreet te creëren.** Vraagontwikkeling wordt centraal gezet in het concept, maar er ontbreekt een concrete uitwerking van de wijze waarop vraagontwikkeling naar duurzame Europese industriële productie en energie wordt gerealiseerd. Nederland moet in internationaal en Europees verband kartrekker zijn van nieuwe initiatieven. Tevens is er aandacht nodig voor behoud van de bestaande capaciteiten totdat de instrumenten voor vraagontwikkeling geïmplementeerd zijn.

Advies: neem duurzame vraagcreatie als zelfstandige actie op in de beleidsagenda voor 2026-2029. Neem als Nederland het initiatief voor Europees vraagcreatiebeleid en werk samen met de Europese Commissie en lidstaten aan de ontwikkeling van maatregelen. Start hiervoor ook relevante samenwerkingscoalities, bijvoorbeeld in ARRA-verband. Gebruik instrumenten zoals de Industrial Accelerator Act, Circular Economy Act, de Biotech Act II en het post-2030 hernieuwbare-energiekader (RED IV) om marktvraag te ontwikkelen, investeringsrisico's te verkleinen en meer zekerheid te bieden voor de investeringen die nodig zijn voor de energietransitie.

6. **Stuur op gecontroleerde ombouw van fossiele capaciteit, niet op ongecontroleerde afbouw waardoor afhankelijkheden van derde landen toenemen.** Het NPE maakt onvoldoende duidelijk welk deel van de bestaande capaciteit vanuit weerbaarheid behouden en verduurzaamd moet worden. Dit is urgent omdat een significant deel van de industrie de komende jaren moet overleven. Onze vrees en verwachting is dat wij zonder beleid het VK en Australië achterna zullen gaan: snelle en ongecontroleerde afbouw die sneller gaat dan de opbouw van alternatieven. Hierdoor ontstaat een importkloof waarbij we bijvoorbeeld ook niet meer in staat zullen zijn om defensie te voorzien in scenario's van paraatheid. Vanuit het oogpunt van weerbaarheid is het belangrijk om tijdens de transitie zoveel mogelijk in de eigen Europese vraag te voorzien. Dat voorkomt importafhankelijkheid en betekent ook vanuit klimaat oogpunt lagere ketenemissies dan bij substitutie door fossiele import.

Advies: verschuif de focus van het hoofdstuk over het fossiele energiesysteem naar 'gecontroleerde ombouw' om weerbaarheid te garanderen en bepaal met betrokken sectoren welke capaciteit in Nederland en Europa in ieder geval behouden/omgebouwd moet worden vanuit het oogpunt van het voorkomen van een grotere importkloof.

7. **Cluster 6 wordt erkend, maar verdient concreter perspectief.** Het concept-NPE erkent de belangrijke bijdrage van Cluster 6 aan het verdienvermogen en de verduurzaming van

Nederland. Voor veel bedrijven in de regio zijn elektrificatie en efficiëntieverbetering de voorkeursroutes en blijft betaalbare waterstof een alternatief op de langere termijn. Netcongestie, hoge nettarieven, lange doorlooptijden en de vertraagde uitrol van waterstofinfrastructuur blokkeren investeringen. Juist daarom is het van belang om in de tussenliggende periode ook andere duurzame oplossingen expliciet onderdeel te maken van het energiesysteem. Daarbij verdienen de potentie van regionaal biogas, biogene reststromen, warmtekraftkoppeling (WKK), (ultradiepe) geothermie, 'industrial demand response' en andere vormen van lokaal regelbaar vermogen voor Cluster 6 expliciete aandacht. Het stimuleren van de productie en het gebruik van biogas uit mest heeft daarbij als voordeel dat zowel broeikasgasemissies als stikstofverliezen uit mest worden verlaagd.

Advies: voor Cluster 6 is het belangrijk dat het NPE een expliciete analyse van de regionale economische impact van de plannen maakt en een ruimtelijke uitwerking bevat van de behoefte aan regelbaar vermogen. Omdat elektrificatie vaak niet mogelijk is, moeten alternatieve routes op lokaal niveau worden uitgewerkt zoals biogas (naast groengas), (ultradiepe) geothermie en waterstof met nadrukkelijke aandacht voor betaalbaarheid hiervan.

8. **Kritieke grondstoffen, materialen en componenten kunnen niet wachten tot 2029.** Het concept-NPE identificeert kritieke grondstoffen en materialen als belangrijk thema, maar het onderwerp wordt pas bij het volgende NPE in 2029 integraal uitgewerkt. Het is belangrijk om al eerder dan 2029 tot een visie te komen voor de beschikbaarheid van kritieke grondstoffen, materialen en componenten voor bijvoorbeeld netten, batterijen, wind op zee, zon-PV en elektrolyzers. Anders verschuift Nederland de afhankelijkheid van fossiele moleculen naar kritieke grondstoffen, materialen en technologiecomponenten.

Advies: voeg aan de beleidsagenda voor 2026-2029 een zelfstandige actie toe voor het beperken van afhankelijkheden inzake kritieke grondstoffen, materialen en componenten die strategisch essentieel zijn voor het energiesysteem. Identificeer bijvoorbeeld strategische grondstoffenprojecten in Nederland voor het energiesysteem en draag bij aan de uitvoering hiervan.

9. **Er is behoefte aan meer regie in de uitvoering.** Het concept-NPE benoemt terecht de behoefte aan meer regie, maar adresseert onvoldoende het onderliggende governanceprobleem: er ontbreekt centrale aansturing van/verantwoordelijkheid voor de uitvoering van het beleid. Zolang energie, infrastructuur, vergunningverlening, ruimtelijke ordening en industriebeleid vanuit afzonderlijke kokers worden aangestuurd, bestaat het risico dat maatschappelijke en economische doelen elkaar in de uitvoering blokkeren in plaats van versterken.

Advies: concretiseer in hoofdstuk 5 de regievoering en governance rond de energietransitie en de uitvoering van het NPE. Maak daarbij duidelijk hoe betaalbaarheid als volwaardig doel wordt meegewogen, zodat de benodigde investeringen daadwerkelijk van de grond komen.

10. **Er ontbreekt een financieringsagenda.** De uitvoeringsagenda is positief, maar zonder financieringsagenda blijft onduidelijk hoe de substantiële publieke en private investeringen worden gedragen. Dit is des te belangrijker omdat de beschikbaarheid van publieke middelen en budgettaire ruimte als grote bottleneck worden beschreven. Het NPE moet duidelijker maken hoe publieke middelen, private investeringen en tariefstructuren samen bijdragen aan betaalbare uitvoering.

Advies: het NPE moet de publieke en private investeringsbehoefte en mogelijke financieringsroutes in kaart brengen. De financieringsagenda moet de benodigde investeringen mogelijk maken en het energiesysteem concurrerend houden voor producenten en gebruikers.

Bij voorbaat hartelijk dank voor uw aandacht voor onze aanbevelingen. Wij zijn uiteraard graag bereid om onze reactie nader toe te lichten.

Met vriendelijke groet,



mr.ir. E.R. te Brake
Teammanager Fysieke Omgeving

Den Haag, 15 juli 2026

Kenmerk N-26-028
Onderwerp Reactie VNCI op concept NPE2026

Investeringszekerheid bepaalt het succes van de energietransitie

De koninklijke VNCI maakt graag gebruik van het aanbod om te komen met een eerste reactie op de conceptversies van de actualisatie van het Nationaal Plan Energiesysteem 2026 (NPE) zoals opgesteld en gedeeld door het ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

De Nederlandse chemische industrie onderschrijft de hoofdrichting van de geactualiseerde NPE-visie richting 2040: naast elektrificatie blijven ook moleculen essentieel voor het toekomstige energiesysteem en de procesindustrie met oog op leveringszekerheid en de productie van chemicaliën en materialen. De actualisatie biedt op belangrijke onderdelen een realistischer beeld dan het NPE 2023 en onderkent beter de gevolgen van geopolitieke ontwikkelingen, netcongestie, hogere energiekosten, vertraagde waterstofontwikkeling en de noodzaak van meer publieke regie. Ook waardeert de VNCI de open blik en afstemming met de aanpak in onze buurlanden. Dit dient zo snel mogelijk structureel van aard te worden.

Tegelijkertijd ziet de chemische industrie een aantal aandachtspunten die van belang zijn voor de verdere beleidsuitwerking. Het succes van de transitie zal uiteindelijk worden bepaald door de beschikbaarheid van betaalbare energie, duurzame koolstof, tijdige infrastructuur, nadruk op uitvoerbaarheid en een concurrerend Europees speelveld.

Dit vraagt nadrukkelijk ook om meer aandacht voor de noodzaak van behoud en duurzame ombouw van bestaande industriële productiecapaciteit en de verduurzaming daarvan in co-existent met de ontwikkeling van nieuwe duurzame productie tijdens de transitie. De chemische industrie ziet het concept NPE daarom als een belangrijke stap richting een uitvoerbaar energiesysteem, maar benadrukt dat succesvolle realisatie afhankelijk is van tijdige beleidsbesluiten, investeringszekerheid voor bedrijven en versterking van de economische randvoorwaarden voor verduurzaming.

In deze reactie komen achtereenvolgens de volgende thema's aan bod:

- Regie vereist duidelijke keuzes en publieke verantwoordelijkheid
- Het trilemma weerbaarheid, betaalbaarheid en duurzaamheid vraagt om expliciete politieke afwegingen
- Zonder betaalbare businesscases komt de transitie niet van de grond

- Vraagcreatie is essentieel voor betaalbaarheid transitie en toekomstig verdienvermogen
- Transitie management slaagt alleen met een sterke industrie
- Heldere keuzes over duurzame waterstof, koolstof en CCS cruciaal voor de chemie
- Materialentransitie verdient volwaardige beleidsaandacht
- Uitgangspunten voor beleid moeten toetsbaar zijn op feitelijkheid en samenhang

Als rode draad door deze reactie loopt de overtuiging dat de energietransitie alleen succesvol kan worden gerealiseerd wanneer duurzaamheid hand in hand gaat met betaalbaarheid, weerbaarheid, concurrentiekracht en een geloofwaardig perspectief voor industriële investeringen.

Regie vereist duidelijke keuzes en publieke verantwoordelijkheid

De chemische industrie onderschrijft de conclusie dat de energietransitie niet uitsluitend via marktwerking kan worden gerealiseerd. De toenemende verwevenheid tussen energie-infrastructuur, industriële investeringen, ruimtelijke ordening, grondstoffenstromen en klimaatbeleid vraagt om een sterkere regierol van de overheid, die moet leiden tot een coherent industriebeleid.

Het is positief dat het kabinet nadrukkelijk kiest voor meer systeemsturing. Tegelijkertijd blijft voor bedrijven nog onvoldoende duidelijk hoe deze regierol in de praktijk wordt ingevuld. Duurzaamheidsprojecten zijn nu in de regel economisch meestal niet haalbaar, maar voor een investeringscyclus die vaak 15-20 jaar vooruitkijkt, is een zekere mate van voorspelbaarheid essentieel. Ondernemingen hebben behoefte aan inzicht in de wijze waarop de overheid prioriteiten stelt wanneer schaarste ontstaat, hoe infrastructuurprojecten worden geprogrammeerd en op basis van welke criteria keuzes worden gemaakt tussen verschillende toepassingen, regio's en sectoren.

Vanuit het perspectief van de chemische industrie zou systeemsturing zich bovendien niet uitsluitend moeten richten op elektriciteitsinfrastructuur. Ook de ontwikkeling van CO₂-transport en -opslag, duurzame koolstofketens, waterstofnetwerken en internationale grondstoffenverbindingen vraagt om een integrale benadering. Juist de samenhang tussen deze systemen bepaalt uiteindelijk de haalbaarheid en betaalbaarheid van industriële verduurzaming.

In de huidige versie wordt meermalen beschreven dat de overheid meer regie moet nemen, maar nog onvoldoende duidelijk hoe dit in de praktijk gebeurt. De huidige complexe governance verdient een kritische herbeoordeling om vast te stellen of deze nog aansluit bij de gewenste systeembrede benadering. De industrie ondersteunt een verdere ontwikkeling van systeemplanning, mits deze gepaard gaat met transparante besluitvorming, tijdige betrokkenheid

van bedrijven en een duidelijke afweging tussen publieke belangen, uitvoerbaarheid en behoud en versterking van de concurrentiekracht. Daarnaast is het erkennen van een publiek belang in dergelijke infrastructuurprojecten essentieel om toekomstige afname tegen competitieve kosten zeker te stellen. In andere woorden: momenteel komt een te groot deel van de kosten voor de energietransitie met een breed maatschappelijke nut neer bij een relatief beperkte groep gebruikers.

Het uitwerken van benodigde besluitvorming in de tijd conform de beleidsagenda is een noodzakelijke en waardevolle toevoeging.

Het trilemma weerbaarheid, betaalbaarheid en duurzaamheid vraagt om expliciete politieke afwegingen

De VNCI is positief dat het Kabinet kijkt naar een bredere borging van maatschappelijke belangen met betrekking tot ons energiesysteem. Voor de industrie is het belangrijk dat het NPE verder kijkt dan alleen het energiesysteem en ook concurrentievermogen en (behoud van) verdienvermogen expliciet betreft. Het systeem is namelijk zowel dienend aan als randvoorwaardelijk voor het borgen van voldoende nationale betrokkenheid in productieketens en daarmee gelinkt aan de bredere invulling van leveringszekerheid buiten de energetische.

De invulling van de term weerbaarheid in plaats van betrouwbaarheid lijkt vooralsnog met name opgehangen aan het streven naar meer onafhankelijkheid in de energievoorziening, maar diversificatie van de energie en koolstofbronnen, samenhang en sturing daarop en de mate waarin ook moet worden gekeken naar (cyber)veiligheid tegen welke meerkosten is nog opengelaten.

Een laatste aandachtspunt binnen dit trilemma is hoe de overheid in de praktijk de onderlinge doelen ten opzichte van elkaar zal (af)wegen. Een optimale toekomstige situatie kan immers niet aan alle drie evenveel recht doen en ook het principe van sturen op de laagste systeemkosten en/of maatschappelijke meerkosten vormt één van de assen waarlangs moet worden gekeken, maar is in zichzelf geen garantie dat deze doelen in samenhang zullen worden bereikt.

Zonder betaalbare businesscases komt de transitie niet van de grond

De aandacht voor de totale systeemkosten in het NPE is zeer gerechtvaardigd. Die zijn nu reeds substantieel en zullen in de komende jaren alleen maar verder stijgen, de recente en nog te verwachten stijgingen van de nettarieven voor elektriciteit zijn daar een treffend voorbeeld van. De koppeling van deze kosten aan de maatschappelijke baten ter rechtvaardiging van de transitie is weliswaar gegrond, maar de meerkosten vallen op andere plaatsen in het systeem dan waar de baten materialiseren (als ze dat doen). Daarmee blijft de discussie of en hoe deze kosten worden gedragen door de gebruikers relevant, maar tegelijkertijd ook nog deels onbeantwoord. Tegelijkertijd is een grotere mate van elektrificatie nodig, maar die wordt ook steeds duurder, waardoor deze route in aantrekkelijkheid afneemt.

Hoe geven we in de praktijk invulling aan de minimalisering van de extra kosten als gevolg van deze transitie? Hoe gaan we om met kosten die asymmetrisch evolueren door niet synchroon lopen van ontwikkeling van vraag en aanbod in de tijd? Kosten van 'nietsdoen' lopen ook op in de tijd, maar wat indien – zoals nu voor het overgrote deel van de energie-intensieve industrie het geval is – randvoorwaarden en handelingsperspectief ontbreken? Betaalbaarheid dient te worden beschouwd in de context van beheersing van totale systeemkosten, financiering en financierbaarheid daarvan en de verdeling en verrekening van kosten in de tijd tussen de verschillende gebruikers en de mogelijkheden en rol van de overheid daarbinnen. Voor individuele bedrijven geldt dat zij uiteindelijk op projectniveau investeringsbeslissingen moeten nemen, waarin de (ontwikkeling van de) systeemkosten en doorvertaling daarvan op een goede en betrouwbare manier in de individuele business cases meegenomen moeten kunnen worden zonder dat het de business case onhaalbaar maakt. Het zou een toetsingscriterium kunnen zijn voor het NPE of de uitvoering de concurrentiepositie van bedrijven verslechtert.

Betaalbaarheid is een voorwaarde voor bedrijven en burgers om te investeren in verduurzamingsoplossingen en de kosten dienen niet te leiden tot business cases die niet-investeerbaar zijn of blijven. De energie- en netwerkkosten worden wellicht zelfs nog onderschat in het huidige NPE. Het is om die reden goed dat het Kabinet oog houdt voor het kunnen meekomen van actoren in de transitie. De koppeling van de doelen en aanpak uit het NPE dient daarmee nog vertaald te worden naar een financiële uitvoeringsagenda. De beschikbaarheid van publieke middelen en budgettaire ruimte vormt daar een belangrijk onderdeel van. En hier ligt dus ook een belangrijke link met vraagcreatie die verduurzaming uiteindelijk van de markt moet maken en niet subsidiegedreven.

Vraagcreatie is essentieel voor betaalbaarheid transitie en toekomstig verdienvermogen

Een voorname wijziging in de geactualiseerde versie van het NPE betreft de centrale rol voor vraagcreatie. Het gegeven dat de ontwikkeling van de vraag naar duurzame energie voor zowel elektriciteit, waterstof en duurzame koolstof achterblijft bij eerdere verwachtingen is geen conjuncturele trend, maar vormt zoals terecht gesteld een noodzakelijke voorwaarde voor succesvolle systeemontwikkeling. Het hoofddoel van vraagcreatie is te komen tot een duurzaam model waarin investeringen in productie, transport en opslag van energie én in productie van zowel low-carbon als circulaire producten renderen en er een business case bestaat voor investeringen door partijen in de diverse waardeketens. Dit vraagt om een internationale, minimaal Europese, aanpak waarbij de meerkosten voor deze producten kunnen worden doorbelast aan gebruikers in eindmarkten.

Het NPE constateert terecht dat de regulering van de vraag naar duurzame koolstof in producten achterblijft op die op het gebied van energie, waterstof en koolstof voor mobiliteit. De VNCI verzoekt het Kabinet nadrukkelijk om de ontwikkelingen binnen de genoemde Critical Chemicals Alliance (CCA) op dit vlak te blijven volgen en aanpak en instrumentarium een integraal onderdeel deel te maken van de aanpak voor duurzame koolstof in de aanpak voor het Nationaal Energiesysteem en de uitwerking van Visie op duurzame koolstof in de Chemie.

De invulling voor het creëren van een stabiele afzetmarkt dient dus nog nader te worden geconcretiseerd. Het voorbeeld van waterstof laat bijvoorbeeld zien dat een nationale industrieverplichting voor groene waterstof voor sectoren waarin deze meerkosten niet kunnen worden doorbelast aan de markt zijn doel voorbijgeschiet. Uitgangspunt voor beleid dient te zijn dat dit technologie-neutraal is en niet sturend op de invulling van de oplossing, zodat de vroegtijdige inzet van onnodig dure oplossingen wordt vermeden. De rol voor de overheid is om met beleid te komen voor situaties waarin grijze en groene vraag naast elkaar bestaan in de wetenschap dat vrijwillige betaalbaarheid van afnemers verwaarloosbaar is.

Een andere rol voor de overheid blijft om te temporele verschillen tussen aanbod en vraag in de markt te helpen accommoderen/de-risken. Deze verschillen zijn zelfs bij afgestemde mandaten onvermijdelijk. Bovendien kunnen er verschillen zijn in het tempo en doorlooptijden tussen de investeringscycli voor aanbod, infrastructuur en productie, waarbij voor de laatste geldt dat er vooraf zekerheid moet zijn dat de eerste twee gerealiseerd zijn (vraag volgt aanbod en infrastructuur, niet andersom). De negatieve prijs-spiraal die kan ontstaan bij onderbenutting van infrastructuur vormt een reëel risico en verdere vertraging of opwaartse kostenontwikkeling van de energietransitie is inderdaad dient zoveel mogelijk te worden voorkomen.

Transitiemanagement slaagt alleen mét een sterke industrie

De chemische industrie verwelkomt de meer realistische benadering van de transitie zoals die zijn reflectie krijgt in deze actualisatie. Dit betekent daardoor automatisch ook een langere periode van co-existentie van bestaande industrie en reeds verduurzaamde productie. De link met de Kabinetsdoelen op het vlak van verduurzaming, concurrentievermogen en weerbaarheid moet mede om die reden sterker worden gemaakt. Verduurzaming van de chemie kan alleen met de bestaande industrie. Het behoud van een voldoende grote en concurrerende industriële basis is noodzakelijk om deze (toekomstige) investeringen in verduurzaming van productieketens in ons land te kunnen volbrengen en nieuwe spelers op een goede manier te kunnen inpassen in de bestaande geïntegreerde clusters. De transitie als geheel is op dit moment nog onvoldoende planmatig uitgewerkt en belegd en daarmee bestaat het risico dat er snellere afkalking is van industriële productie, ruim voordat er verduurzaamde alternatieven voor in de plaats zijn gekomen. Met als risico dat die verduurzaamde alternatieven er überhaupt niet komen vanwege de randvoorwaardelijkheid en afhankelijkheid tussen beiden. Het belang van betaalbaarheid van energie voor de industrie en een gelijk internationaal speelveld zijn daarmee onterecht onderbelicht.

Het NPE heeft in de analyse oog voor de problemen in de uitvoering, maar biedt nog onvoldoende aanknopingspunten hoe randvoorwaarden uiteindelijk wel organisatorisch, tijdig en tegen de juiste kosten beschikbaar ingevuld zullen zijn. Het is op dit moment onduidelijk wat er gebeurt als de spanning tussen haalbaarheid van de gestelde doelen en het maakbaarheidsgat te groot wordt. Het streven om de transitie tegen de laagste maatschappelijke meerkosten tot stand te brengen en de keuze om bijvoorbeeld om die reden niet te gaan voor tijdelijke oplossingen indien deze niet beter of goedkoper zijn dan robuuste lange termijn beeld, beperkt dan handelingsperspectief voor actoren. Hoe gaat het Kabinet om met deze afwegingen en hoe houden deze uitgangspunten uiteindelijk stand in de praktijk?

Heldere keuzes over duurzame waterstof, koolstof en CCS cruciaal voor de chemie

Een sterk punt van het NPE is dat het kijkt naar waterstof en koolstof zowel vanuit energetisch als materiaaltechnisch oogpunt. Voor een sector als de chemie is dat zowel nu als in de nabije toekomst van onontkoombaar belang. De globale achterblijvende ontwikkelingen op beschikbare volumes van hernieuwbare waterstof en de naar verwachte aanhouden hoge kosten hiervan rechtvaardigen de flinke bijstelling in het NPE 2026. Tegelijkertijd weten we ook dat er nu stappen moeten worden gezet om kritieke delen van de benodigde waterstofinfrastructuur en backbone tijdig te kunnen ontwikkelen. Waaronder de noodzaak om zo snel mogelijk te starten met de aanleg van ondergrondse opslagcapaciteit voor waterstof in zoutcavernes. Deze projecten

kunnen snel starten, zodra er helder is over de benodigde publiek investering om het marktfalen te adresseren

De grotere en in de tijd langere rol van CCS bij de productie van blauwe waterstof komt niet als een verrassing, evenals het belang van deze technologie bij de productie van koolstofarme waterstof uit onvermijdelijke restgassen in de chemie. CCS, de bijbehorende infrastructuur voor opslag en transport en de financieringsroutes zouden daarom minimaal eenzelfde prioriteit moeten krijgen als bij waterstof. De aandacht voor de cruciale en ook meer strategische rol van Aramis in het NPE is daarom positief, maar niet afdoende.

Op het vlak van elektrificatie ligt er een te grote nadruk op pure energiebesparing boven energie-efficiëntie, daarbovenop in combinatie met mogelijke verplichting van investeringen. Er zou moeten ingezet worden op groei, want ook als de totale energievraag stijgt, dat maakt het net betaalbaar voor iedereen. De noodzaak voor flexibilisering van elektriciteitsgebruik is groot, zeker in tijden van netcongestie, maar er moet worden gewaakt dat flexibilisering niet wordt gezien als de nieuwe industriële norm, zeker niet voor base load gebruikers zoals de chemische industrie. Het verplichten van grootschalige vraagflexibiliteit bij assets die enkel rendabel zijn bij hoge benuttingsgraden kan bijgevolg voor additionele concurrentienadelen zorgen.

Er is een sterke link tussen het verwachte (hernieuwbare) waterstofgebruik en de inzet van duurzame koolstof. In het NPE komt dit tot uitdrukking in de passage over waterstofrijke brand- en grondstoffen. De VNCI herkent de rol van nieuwe commodity's als methanol, pyrolyseolie, biocrude en -nafta, FT-waxen en ammoniak en ziet zeker een belangrijke rol weggelegd voor import van deze al dan niet op synthetische productieroutes gebaseerde basisbouwstenen voor de chemie gezien de rol van Nederland in het ARRRR-cluster en productie voor export veelal binnen Europa. Het NPE laat echter nog te veel ruimte in wat nu de Nederlandse inzet is voor de rol van binnenlandse productie versus die van import. De gesuggereerde toekomstige halvering van de Nederlandse kraakcapaciteit is in elk geval niet de uitkomst van een met de sector afgestemde strategische agenda omtrent noodzakelijke nationale productiecapaciteit, rekening houdend met onderlinge afhankelijkheden en verbinding met downstream verwerking. Deze is ook niet in lijn met de uitkomsten van de CCA. Ook is er nog geen kader overeengekomen voor leveringszekerheid en geopolitieke afhankelijkheden (waar in de EU de discussie over behoud van eigen kunstmestproductie is gestart). Het genoemde perspectief van weerbaarheid als dat het wenselijk is dat Nederland ten minste in de eigen vraag naar grondstoffen kan voorzien, is zowel vanuit de internationale waardeketen als het uiteindelijke consumptieprofiel in ieder geval niet werkbaar en realistisch vorm te geven.

De VNCI wil dan ook waken voor een te vereenvoudigde doorvertaling van de actuele situatie en het huidige beeld van ontwikkelingen binnen de sector, waarin nog vele onzekerheden zijn over hoe markten, technologieën en bijbehorende kosten tot maturiteit zullen komen. Een belangrijker vraag is om te zoeken naar- en waar nodig te acteren op- onderliggende oorzaken waarom bepaalde ontwikkelingen achterblijven in de tijd of ten opzichte van de ons omringende landen of andere internationale regio's en of deze fundamenteel en blijvend van aard zijn of bijvoorbeeld een gevolg van afwijkend nationaal beleid en daarmee geen vast gegeven, maar politiek stuurbaar zijn.

Materialentransitie verdient volwaardige beleidsaandacht

De rol van circulariteit en materialen blijft ook in het geactualiseerde NPE nog beperkt qua uitwerking en zal pas in het NPE2029 volledig geïntegreerd worden. De VNCI apprecieert dat ondanks het uitblijven van wettelijke verplichting om een minimumaandeel duurzame koolstof – zoals biograndstoffen, recyclaat of afgevangen CO₂ – toe te passen bij de productie van chemicaliën en materialen toch is uitgegaan van een ambitieuzer scenario. Er ontstaat daarmee echter wel een situatie dat de ambities ten aanzien van de materialentransitie beleidsmatig onderontwikkeld en niet voldoende geïnstitutionaliseerd en geïnstrumenteerd blijven waardoor teleurstelling is voorgeprogrammeerd.

Er is een groot belang dat er geïntegreerd wordt gekeken naar de aanpak op klimaat en energie en circulariteit voor schaarse duurzame koolstofdragers voor alle noodzakelijke toepassingen. Het NPE schiet nu tekort op het vlak van inschatten van de energiebehoefte voor deze duurzame koolstofcycli. Er bestaat bovendien een reëel risico dat door beleidsasymmetrie toeleveringsketens voor deze dragers maturiseren naar energetische toepassingen, waardoor materiaalketens onvoldoende kunnen mee ontwikkelen met de schaal en tempo van energetische toepassingen. Het is bovendien de vraag of de inzet naar nu nog meer ongereguleerde toepassingen in een later moment nog daadwerkelijk effectief is bij te sturen. Inzet van bijvoorbeeld biograndstoffen voor transitietoepassingen vergt immers een dubbele investeringscyclus voor bedrijven die niet vanzelfsprekend is.

Het is opvallend dat circulariteit in het NPE grotendeels wordt benaderd vanuit kritieke materialen en energie-infrastructuur en daar juist wel verder wordt uitgewerkt. Dat is een te verengde benadering van dit thema en doet onvoldoende recht aan deze voor de chemie andere grote transitie op het vlak van koolstofchemie.



Uitgangspunten voor beleid moeten toetsbaar zijn op feitelijkheid en samenhang

Het is waardevol dat het ministerie naast de expertsessies, waarin steeds specifieke en sterk afgebakende elementen uit het NPE 2026 werden besproken uiteindelijk ook het concept NPE deelt met een deel van de partijen uit het stakeholderveld. Gezien de relevantie van dit stuk was een formele consultatie van het stuk passend geweest. Op dit moment ontbreekt het aan inzicht in de onderbouwing van de gehanteerde uitgangspunten en zijn de modelmatige aannames voor ons niet op hun merites te beoordelen. Specifiek voor koolstof in de chemie (en brandstoffen) is er bovendien een belangrijke samenhang met de uitkomsten uit de Visie Brandstoffen- en Chemiegrondstoffenproductie (BCP), de Nationale visie op Biograndstoffen en het Actieplan Aanbod Duurzame koolstofdragers (AADK). Door het niet gelijktijdig kunnen meewegen van deze documenten die gelijktijdig met het NPE 2026 zullen worden aangeboden, is het niet mogelijk om de onderlinge samenhang, afhankelijkheden en uitgangspunten integraal te beoordelen.

De VNCI is van mening dat de betreffende sectoren ook een mogelijkheid tot consultatie van deze stukken moeten krijgen voor uiteindelijke publicatie.

Mark Intven
Hoofd Klimaat en Energie, Innovatie en Duurzaamheid

Conceptconsultatiereactie Tata Steel Nederland op de actualisatie van het NPE

Tata Steel Nederland verwelkomt de actualisatie van het Nationaal Plan Energiesysteem. Positief is dat het concept-NPE meer aandacht besteedt aan de uitvoerbaarheid van de energietransitie, de ontwikkeling van de energievraag, de betaalbaarheid van het energiesysteem, weerbaarheid en de toevoeging van een uitvoeringsagenda voor 2026–2029. Tegelijkertijd zien wij nog enkele aandachtspunten. Voor industriële verduurzamingsprojecten zijn vraagontwikkeling, betaalbare energie- en infrastructuurkosten, vergunningverlening en investeringszekerheid onlosmakelijk met elkaar verbonden. Wanneer één van deze randvoorwaarden ontbreekt, kunnen investeringen vertragen en blijft ook de ontwikkeling van de duurzame energievraag achter. Wij zien daarom kansen om het NPE op een aantal onderdelen verder te versterken en concreter uit te werken.

1. Maak vraagontwikkeling tot een actieve beleidsopgave

- Het concept-NPE erkent terecht dat tijdige vraagontwikkeling essentieel is voor de opschaling van duurzame energie en infrastructuur. De uitwerking blijft echter vooral gericht op monitoring en toekomstige Europese ontwikkelingen. Monitoring alleen creëert geen vraag. Actief beleid is nodig om elektrificatie, duurzame moleculen en de vraag naar duurzame producten aantrekkelijker te maken. Daarbij zou Nederland niet alleen, zoals benoemd in het NPE moeten aansluiten bij Europese instrumenten, maar juist ook zelf het initiatief moeten nemen voor Europees vraagcreatiebeleid om investeringszekerheid te vergroten en een gelijk speelveld te bevorderen.
- Advies:** Neem duurzame vraagcreatie als zelfstandige actie op in de beleidsagenda. Neem als Nederland het initiatief voor Europees vraagcreatiebeleid en werk samen met de Europese Commissie en andere lidstaten aan maatregelen die de vraag naar duurzame energie, grondstoffen en producten versterken.

2. Verbind energiebesparing aan vraagontwikkeling en systeemkosten

- Het concept-NPE richt zich op het belang van energiebesparing voor een betaalbaar energiesysteem. Tegelijkertijd wordt onvoldoende ingegaan op de samenhang tussen energiebesparing, vraagontwikkeling en de ontwikkeling van energie-infrastructuur. De energietransitie vraagt niet alleen om een lager energieverbruik, maar ook om voldoende vraag naar duurzame elektriciteit, waterstof en CO₂-transport om de benodigde investeringen in infrastructuur mogelijk en betaalbaar te houden.
- Advies:** werk explicieter uit hoe energiebesparing zich verhoudt tot vraagontwikkeling, infrastructuurinvesteringen en de bekostiging van het energiesysteem, zodat deze beleidsdoelen in onderlinge samenhang worden afgewogen.

Sensitivity: general

3. Maak verduurzaming aantrekkelijk

- Het concept-NPE stelt dat de benodigde investeringen voor huishoudens, bedrijven en maatschappelijke instellingen "aantrekkelijk genoeg of verplicht" moeten worden. Een verplichting creëert op zichzelf geen investeerbare businesscase. Wanneer een bedrijf moet investeren, maar de benodigde infrastructuur ontbreekt, energieprijzen en nettarieven niet concurrerend zijn of de markt voor het duurzame product onvoldoende ontwikkeld is, kan een verplichting juist leiden tot verlies van productie, uitstel van investeringen of verplaatsing naar het buitenland.
- Europese normering en beprijzing kunnen onderdeel zijn van het beleidsinstrumentarium, maar moeten aansluiten bij de technische en economische mogelijkheden van bedrijven. Het uitgangspunt moet zijn dat duurzame investeringen aantrekkelijk, uitvoerbaar en financierbaar worden.
- Advies:** vervang het uitgangspunt dat investeringen "aantrekkelijk genoeg of verplicht" moeten worden door een benadering waarin investeringen in de eerste plaats aantrekkelijk, financierbaar en uitvoerbaar worden gemaakt.

4. Benader infrastructuurkosten integraal

- De discussie over systeemkosten richt zich in het concept-NPE sterk op elektriciteit. Dezelfde problematiek speelt ook bij waterstof, CO₂ en andere energie-infrastructuur. Nieuwe infrastructuur wordt in de eerste fase vaak door een beperkt aantal gebruikers benut. Wanneer deze eerste gebruikers een onevenredig groot deel van de kosten moeten dragen, worden vroege investeringen ontmoedigd. Daardoor komt de vraagontwikkeling niet op gang en blijft ook de instroom van volgende gebruikers achter. Dit kan bij iedere infrastructuurmodaliteit leiden tot dezelfde negatieve spiraal van hoge kosten, beperkte deelname en vertraagde uitrol.
- Een integrale visie op kostentoedeling is daarom noodzakelijk. Daarbij moet niet alleen worden gekeken naar de directe kosten voor gebruikers, maar ook naar de bredere maatschappelijke waarde van infrastructuur, waaronder verduurzaming, strategische autonomie, leveringszekerheid en toekomstige economische ontwikkeling.
- Voor elektriciteit en andere energiedragers is het van belang dat de netkosten in Nederland concurrerend blijven ten opzichte van omliggende landen. Binnen FIEN+ wordt een stijging van de netkosten voor elektriciteit van circa 45 procent voorzien. Een financiële enveloppe kan een deel van deze stijging opvangen, maar biedt alleen voldoende perspectief wanneer het structurele kostenverschil met omliggende landen wordt verkleind en niet verder oploopt.
- Daarnaast verdienen de verschillen tussen netvlakken aandacht. Voor grote industriële gebruikers kunnen de kosten van een hoogspanningsaansluiting in Nederland hoger uitvallen dan die van aansluitingen op lagere netvlakken. Wanneer een aansluiting op een hoger netvlak vanuit systeemperspectief wenselijk is, maar financieel onaantrekkelijk blijft, ontbreken de prikkels om keuzes te maken die kunnen bijdragen aan een doelmatiger gebruik van het net.
- Advies:** ontwikkel een integrale visie op de financiering en kostentoedeling van elektriciteits-, waterstof-, CO₂- en andere energie-infrastructuur. Voorkom dat vroege gebruikers onevenredig worden belast en borg dat de totale kosten voor industriële gebruikers concurrerend blijven ten opzichte van omliggende landen.

Sensitivity: general

5. Versterk investeringszekerheid door voorspelbare vergunningverlening

- Investeringszekerheid wordt niet uitsluitend bepaald door energieprijzen, subsidieregelingen en infrastructuur. Ook de voorspelbaarheid en juridische bestendigheid van vergunningverlening zijn bepalend voor industriële investeringen.
- Grote verduurzamingsprojecten kennen lange ontwikkel- en realisatietermijnen. Bedrijven moeten investeringsbeslissingen nemen op basis van verwachtingen over toekomstige normen, vergunningvoorwaarden en beleidskaders. Lange procedures, opeenstapeling van vereisten en onzekerheid over latere aanscherping van voorwaarden kunnen ertoe leiden dat projecten vertragen of niet financieerbaar worden.
- Versnelling van vergunningverlening is daarbij niet voldoende. Bedrijven moeten tijdig weten aan welke eisen een project moet voldoen en erop kunnen vertrouwen dat een verleende vergunning een bestendige basis vormt voor realisatie en exploitatie. Daarbij moeten de procedures voor industriële projecten, energie-infrastructuur en ruimtelijke inpassing op elkaar aansluiten. Wanneer een industrieel project tijdig kan worden vergund, maar de benodigde infrastructuur pas veel later beschikbaar komt, ontstaat nog steeds geen uitvoerbaar investeringsperspectief.
- **Advies:** integreer vergunningverlening voor verduurzamingsprojecten. Organiseer de procedures voor industriële projecten, energie-infrastructuur en ruimtelijke inpassing in samenhang.

6. Organiseer centrale regie op de energietransitie als geheel

- Energiebeleid, infrastructuurplanning, vergunningverlening, ruimtelijke ordening, industriebeleid en financiering worden momenteel vanuit verschillende verantwoordelijkheden en beleidstrajecten aangestuurd. Wanneer niemand verantwoordelijk is voor het geheel, kunnen afzonderlijke besluiten elkaar in de uitvoering blokkeren. Het Rijk moet kunnen sturen op de samenhang, fasering en tijdige beschikbaarheid van alle randvoorwaarden. Daarbij moet duidelijk zijn welke partij verantwoordelijk is wanneer projecten vastlopen door conflicterende beleidsdoelen, vertraagde infrastructuur of onvoldoende afstemming tussen overheden.

7. Maak duidelijk wie de kosten van weerbaarheid draagt

- Het concept-NPE voegt weerbaarheid terecht toe als doelstelling naast duurzaamheid en betaalbaarheid. Maatregelen ter versterking van de weerbaarheid brengen echter kosten met zich mee. Wanneer deze kosten volledig via energietarieven of gebruikersbijdragen bij een beperkte groep bedrijven terecht komen, kunnen zij de concurrentiepositie van juist die bedrijven aantasten die bijdragen aan de strategische weerbaarheid van Nederland en Europa.
- **Advies:** Maak expliciet welke kosten voortkomen uit weerbaarheidsdoelen en hoe deze worden verdeeld tussen overheid, energiegebruikers en maatschappij.

8. Energievraag staalindustrie

- In figuur 3 op pagina 18 van het concept-NPE lijkt de energie vraag van de staalindustrie tussen 2024 en 2040 toe te nemen. Deze weergave sluit niet aan bij de verwachte ontwikkeling van de energie vraag bij de omschakeling naar een productieproces op basis van DRI-technologie. Door de investering in DRI daalt de energie vraag in PJ juist met circa 26%.

Sensitivity: general

Het NPE kan een belangrijke basis vormen voor de toekomstige inrichting van het Nederlandse energiesysteem. Daarvoor moet het plan niet alleen een technisch toekomstbeeld schetsen, maar ook een geloofwaardig investeringsperspectief bieden voor de bedrijven die de energietransitie realiseren. Dat vraagt om actieve vraagcreatie, concurrerende energie- en infrastructuurkosten, ruimte voor verschillende verduurzamingsroutes, voorspelbare vergunningverlening en duidelijke regie op de samenhang tussen beleid, infrastructuur en investeringen. Alleen dan kunnen bedrijven tijdig investeringsbeslissingen nemen en kan duurzame industrie zich in Nederland blijven ontwikkelen. Voor Tata Steel Nederland zijn tijdige en betaalbare infrastructuur voor elektriciteit, waterstof en CO₂, en voldoende investeringszekerheid, essentiële randvoorwaarden voor de realisatie van Groen Staal.

Sensitivity: general

Shell

15 juli 2026

Shell Nederland reactie op concept actualisatie Nationaal Plan Energiesysteem (NPE)

Algemene appreciatie

Shell waardeert de actualisatie van het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE) en de beweging naar een realistischer benadering van de energietransitie. Positief is dat het concept-NPE meer aandacht besteedt aan weerbaarheid, betaalbaarheid, uitvoerbaarheid, de rol van CCS en de internationale context dan eerdere versies.

Tegelijkertijd constateren wij dat het NPE nog onvoldoende antwoord geeft op een fundamentele vraag: welke industriële capaciteit wil Nederland behouden en verduurzamen vanuit het oogpunt van energiezekerheid, economische weerbaarheid en strategische autonomie? Het document bevat ambitieuze beelden van de toekomstige energiemix, maar biedt onvoldoende inzicht in de gevolgen voor bestaande industriële waardeketens, waaronder raffinage, chemie en waterstofproductie.

Voor Shell is het essentieel dat de energietransitie niet uitsluitend wordt beschouwd als de opbouw van nieuwe duurzame activiteiten, maar ook als een proces van gecontroleerde ombouw van bestaande industriële capaciteit. Zonder aanvullende beleidsmaatregelen bestaat het risico dat bestaande productie sneller verdwijnt dan duurzame alternatieven kunnen

worden opgebouwd. Dit zou leiden tot grotere importafhankelijkheid, verlies van industriële waardecreatie en hogere maatschappelijke kosten.

Daarnaast ontbreekt nog een voldoende overtuigend investeringsperspectief. Bedrijven investeren uiteindelijk op basis van individuele businesscases. De betaalbaarheid van energie, infrastructuur en verduurzamingsmaatregelen is daarom niet alleen een systeemvraagstuk, maar vooral een voorwaarde voor daadwerkelijke investeringsbeslissingen.

Belangrijkste aandachtspunten

1. Weerbaarheid vraagt om een visie op behoud en verduurzaming van strategische industrie

Het NPE beschrijft terecht het belang van weerbaarheid, maar vertaalt dit onvoldoende naar concrete keuzes over welke industriële capaciteit Nederland en Europa tijdens de transitie willen behouden.

Voor de raffinagesector lijkt het NPE impliciet uit te gaan van een aanzienlijke afname van capaciteit richting 2040. Tegelijkertijd ontbreekt inzicht in de mate waarin deze afbouw wordt gecompenseerd door elektrificatie, duurzame brandstoffen, circulaire koolstofketens en andere nieuwe activiteiten.

Shell maakt zich zorgen dat zonder gericht beleid een scenario ontstaat vergelijkbaar met ontwikkelingen in het Verenigd Koninkrijk en Australië, waar raffinagecapaciteit in korte tijd sterk is afgenomen. Een ongecontroleerde afbouw die sneller

verloopt dan de opbouw van alternatieven leidt tot grotere importafhankelijkheden en kan de beschikbaarheid van essentiële brandstoffen en grondstoffen onder druk zetten, waaronder voor de defensiesector en andere vitale functies.

Onze aanbevelingen

- Ontwikkel een expliciete visie op de gewenste omvang van de Nederlandse energie-intensieve industrie vanuit het perspectief van weerbaarheid.
- Breng de verwachte kloof tussen binnenlandse productiecapaciteit en importbehoefte kwantitatief in beeld.
- Verschuif de focus van “afbouw fossiel” naar “gecontroleerde ombouw” van bestaande capaciteit.

2. Realistische businesscases zijn randvoorwaardelijk voor verduurzaming

Het NPE erkent dat niet alle benodigde investeringen momenteel een positieve businesscase hebben. Vanuit de praktijk van de industrie is dit echter een structureel probleem en niet een uitzondering.

Veel verduurzamingsprojecten in raffinage, chemie en waterstofproductie worden geconfronteerd met:

- hoge elektriciteitsprijzen;
- stijgende nettatarieven;
- onzekerheid over infrastructuur;
- onvoldoende vraag naar duurzame producten;
- ontoereikende ondersteuning voor CCS en elektrificatie.

De analyse van elektrificatie in het NPE is op onderdelen te optimistisch. De huidige economische realiteit laat zien dat investeringsbeslissingen worden uitgesteld omdat noodzakelijke randvoorwaarden nog ontbreken. Ook wordt onvoldoende erkend dat ETS-prikkels alleen niet voldoende zijn om verduurzamingsinvesteringen rendabel te maken.

Onze aanbevelingen

- Toets het NPE expliciet op investeerbaarheid van projecten.
- Werk een financiële agenda uit naast de uitvoeringsagenda.
- Zorg dat infrastructuurinvesteringen niet leiden tot een verdere verslechtering van businesscases.
- Creëer ruimte voor vooruitinvesteringen door netbeheerders zonder dat dit direct resulteert in onbetaalbare tarieven voor gebruikers.
- Zorg voor passende ondersteuning van CCS en elektrificatie via onder meer adequate SDE++-vergoedingen.

3. Vraagcreatie verdient een veel prominenter plaats

Het NPE constateert terecht dat vraagontwikkeling essentieel is voor het functioneren van toekomstige markten voor duurzame energie, waterstof en circulaire koolstof.

Echter blijft de uitwerking van concrete maatregelen beperkt, terwijl vraagontwikkeling cruciaal is voor investeringsbeslissingen.

Zonder voldoende vraag naar duurzame producten zullen bedrijven geen investeringen doen in nieuwe productiecapaciteit, ongeacht de beschikbaarheid van infrastructuur.

Daarnaast verdient de actuele economische situatie van de industrie meer aandacht. Toenemende internationale concurrentie, overcapaciteit in bepaalde markten en dumpingpraktijken zetten de industrie verder onder druk.

Onze aanbevelingen

- Positioneer vraagcreatie als een centrale pijler van het NPE.
- Werk concrete instrumenten uit voor duurzame vraagontwikkeling.
- Verbind het NPE expliciet aan Europese initiatieven op het gebied van circulaire economie, duurzame producten en industriële transitie.
- Neem ook maatregelen op die bijdragen aan het behoud van bestaande industriële capaciteit totdat nieuwe markten voldoende ontwikkeld zijn.

4. Transparantie over aannames en scenario's is noodzakelijk

Een belangrijk knelpunt is het ontbreken van voldoende transparantie rond de onderliggende aannames.

Het NPE gaat uit van een aanzienlijke krimp van raffinage- en chemische activiteit, maar de bronnen, scenario's en interpretaties waarop deze verwachtingen zijn gebaseerd worden onvoldoende toegelicht.

Met name voor raffinage, duurzame brandstoffen, waterstof en chemie is onduidelijk hoe de verwachte vraagontwikkeling, beschikbare duurzame koolstof en productiecapaciteit zich tot elkaar verhouden.

Ook de veronderstellingen over het aantal toekomstige krakers en de omvang van de chemische industrie verdienen nadere toelichting en afstemming met betrokken sectoren.

Onze aanbevelingen

- Publiceer per sector de gebruikte aannames, scenario's en bandbreedtes.
- Consulteer betrokken sectoren actief bij de verdere beleidsontwikkeling.
- Zorg voor samenhang tussen het NPE, de toekomstige visie op brandstoffen en chemiegrondstoffen en andere relevante beleidsdocumenten.

5. Zet in op Europese productie van strategische energiedragers

Het NPE suggereert dat intermediaire producten zoals methanol en ammoniak in toenemende mate geïmporteerd zullen worden. Shell ziet hierin een risico. Het verleggen van productie naar andere regio's levert niet automatisch meer economische weerbaarheid of strategische autonomie op. Europese productie van deze producten kan onder de juiste randvoorwaarden concurrerend zijn en draagt bij aan leveringszekerheid, industriële werkgelegenheid en strategische onafhankelijkheid.

Onze aanbevelingen

- Zet nadrukkelijk in op behoud en ontwikkeling van productiecapaciteit voor strategische intermediaire producten in Nederland en Europa.
- Voorkom dat nieuwe afhankelijkheden ontstaan door eenzijdige inzet op importscenario's.

Conclusie

Shell ondersteunt de ambitie van het kabinet om te komen tot een betaalbaar, duurzaam en weerbaar energiesysteem. De actualisatie van het NPE vormt daarbij een belangrijke stap vooruit.

Het concept biedt echter nog onvoldoende duidelijkheid over de gewenste toekomst van de Nederlandse industrie en de wijze waarop bestaande capaciteit tijdens de transitie behouden en verduurzaamd kan worden. Daarnaast ontbreken een overtuigende financiële agenda, voldoende aandacht voor investeerbare businesscases en een concreet plan voor vraagcreatie.

Om de energietransitie succesvol te maken is een verschuiving nodig van een discussie over afbouw naar een strategie van gecontroleerde industriële ombouw. Alleen zo kunnen duurzaamheid, economische kracht en weerbaarheid hand in hand worden gerealiseerd.

Aan: minister van KGG

Den Haag, 8 juli 2026

Geachte mevrouw van Veldhoven, beste Stientje,

Het Uitvoeringsoverleg Energiesysteem heeft met veel waardering het concept NPE gelezen en bestudeerd. De deelnemers aan dit overleg spreken hun waardering uit over deze actualisatie, waarbij meer aandacht is gekomen voor leveringszekerheid, betaalbaarheid en weerbaarheid. Ook wordt de uitvoeringsagenda, die gekoppeld is aan dit document, positief ontvangen en getuigt deze versie van een realistischer visie op de actuele situatie.

In deze brief willen de deelnemers enkele gemeenschappelijke hoofdlijnsuggesties onder uw aandacht brengen. Deze brief vertolkt de gezamenlijke lijn van dit Uitvoeringsoverleg.

1. Zorg voor een aanvullende Uitvoerbaarheidstoets

Deelnemers zijn blij dat aandacht wordt besteed aan de uitvoering van het NPE, maar maken zich hier tegelijkertijd grote zorgen over. We doen dan ook de suggestie om na vaststelling van het NPE in het najaar direct een aanvullende uitvoeringstoets te doen met de betrokken maatschappelijke partijen. Om daarin te verdiepen op vragen zoals: Hoe kan ervoor worden gezorgd dat er voldoende deskundige mensen zijn om al deze plannen uit te voeren? Op welke manier worden regels zo opgesteld dat ze onnodige aantasting van de leefomgeving tegen gaan, bijdragen tot acceptatie van de ingrepen en uitvoering voortvarend tot stand kan komen?

Bijlage 2.20 Uitvoeringsoverleg Energiesysteem

2. Concretiseer de beleidsagenda voor de hele periode tot 2035

Deelnemers zijn blij met de bijgesloten beleidsagenda. Deze biedt een eerste beknopt overzicht van de te nemen maatregelen en brengt voorspelbaarheid voor de markten. Toch loopt het voorstel maar tot 2029 terwijl voor partijen en investering langjarige zekerheid cruciaal is. Trek de beleidsagenda daarom door tot 2035.

3. Zorg voldoende middelen om het NPE en de beleidsagenda waar te kunnen maken

Tevens ontbreekt een financieel kader. Zonder financiële middelen zal dit plan niet tot uitvoering kunnen komen. Deelnemers willen nadrukkelijk wijzen op het belang hiervan. Mogelijk zouden de uitgaven meer als investeringen gezien kunnen worden, waar in het kader van het begrotingstekort, op een andere manier naar kan worden gekeken dan naar andere overheidsuitgaven.

Inhoudelijke aandachtspunten van het Uitvoeringsoverleg Energiesysteem

Het waarom

Dit NPE verschijnt op een moment dat twee recente geopolitieke gebeurtenissen (Oekraïne en de afsluiting van de Straat van Hormuz) ons hebben gewezen op de huidige energie-afhankelijkheid van instabiele regio's, die hun uitwerking niet hebben gemist op de economie en het dagelijks leven van inwoners. De snelle prijsstijgingen van energie hebben een ontwrichtende werking op onze economie, zorgt voor een hogere inflatie met alle gevolgen van dien. De beste remedie is om onze

energie-afhankelijkheid van deze regio's te verkleinen. Dat kan het beste door minder gebruik te maken van fossiele brandstoffen en met een hoger tempo over te gaan naar hernieuwbare energie. Dit NPE draagt daaraan bij. Daarbij willen we u vragen om in dit NPE duidelijk te maken op welke manier dit NPE bijdraagt aan de door de EU-gestelde doelen van 90% minder CO₂-uitstoot in 2040.

Toch lijkt de politieke discussie zich soms te richten op de uitgaven op korte termijn en minder op de economische gevolgen op langere termijn. Sommige maatregelen worden in de huidige politiek afgewezen, omdat ze nu geld kosten of minder positief zouden uitwerken voor bepaalde groepen inwoners. Het lijkt erop als uitgaven in de energietransitie wel even uitgesteld kunnen worden. De deelnemers willen er op wijzen dat investeringen in het energiesysteem noodzakelijk zijn, voor nu, maar zeker ook voor de (middel)lange termijn. In dat kader zou het interessant zijn om in het NPE aandacht te besteden aan de vraag wat het afzien van investeringen in de energietransitie de Nederlandse samenleving kost, waarbij ook expliciet aandacht wordt besteed aan de positie van kwetsbare groepen.

Dat zou tevens een manier kunnen zijn om het draagvlak voor de te nemen maatregelen te vergroten. In plaats van uitsluitend te wijzen op de negatieve gevolgen van een ruimtelijke ingreep, moet duidelijk worden gemaakt wat de ruimtelijke gevolgen zullen zijn als niet ingegrepen wordt. In het narratief van de energietransitie zou dat in de ogen van de deelnemers een prominenter plek moeten krijgen, waarmee een eerlijke vergelijking tussen het wel of niet nemen van maatregelen mogelijk wordt.

Besparing

De beste bijdrage tot vermindering van CO₂-uitstoot is het verminderen van ons energiegebruik. Deelnemers zijn blij dat in deze versie van het NPE aandacht wordt besteed aan energiebesparing. Tegelijkertijd merken ze op dat het slechts gaat over stimulering van energiebesparing, waar nog geen concrete maatregelen worden genoemd. De beleidsagenda zou aangevuld kunnen worden met enkele concrete maatregelen. Isolatie van woningen is een beproefd concept, maar ook vermindering van energieverbruik in de industrie kan stevig bijdragen aan vermindering van de uitstoot.

Ruimtelijke inpassing

De energietransitie vraagt een ander ruimtegebruik en een andere inrichting van het huidige energiesysteem. Dit NPE is gekoppeld aan het PEH, maar hoe die vertaling er precies uit ziet wordt niet beschreven in dit plan. Verduidelijking van de relatie tussen NPE en PEH is gewenst.

Bij die ruimtelijke vertaling speelt een directere koppeling tussen opwek van energie en de gebruikers daarvan een steeds belangrijkere rol. Het begrip energieplanologie wordt terecht steeds vaker gebruikt. In eerdere brieven over het decentrale energiesysteem is al ingegaan op de betekenis van energiegemeenschappen en energyhubs, terwijl daar in het huidige concept weinig aandacht voor is. In het NPE zou daar meer aandacht voor mogen komen.

Discussies over het vestigen van (energie-intensieve) bedrijven zouden gepaard moeten gaan met plannen voor duurzame opwek. Dat draagt bij aan de vermindering van de netcongestie.

De discussie over de plaatsing van twee kerncentrales heeft het belang van deze koppeling nog eens nadrukkelijk over het voetlicht gebracht. Deze koppeling zou bij de opstelling van de diverse omgevingsvisies bij elke overheidslaag uitgangspunt moeten zijn. Dat zal uiteindelijk de besluitvorming over de ruimtelijke inpassing en de noodzakelijke vergunningverlening voor de bouw van netinfrastructuur doen versnellen. Daarnaast rekenen de deelnemers er op dat waar mogelijk versnelling in de huidige procedures wordt gerealiseerd.

Betaalbaarheid

Investerings in het energiesysteem zullen uiteindelijk betaald moeten worden. Een belangrijk uitgangspunt daarbij moet zijn dat de concurrentiepositie van het Nederlandse bedrijfsleven in het oog gehouden moet worden. Bovendien moet voorkomen worden dat de kostenstijging er toe zal leiden dat bedrijven uiteindelijk niet over zullen gaan tot elektrificatie.

Ook de betaalbaarheid van het systeem voor particulieren huishoudens mag niet uit het oog worden verloren. De deelnemers vragen hierbij speciale aandacht voor de meest kwetsbare groepen.

Energimix

Een nieuwe ambitie in het NPE voor hernieuwbaar op land en zee schept helderheid. Deze ambities zijn realistisch, maar tegelijkertijd vormen ze een stevige uitdaging. Zeker als het gaat om de ambities bij wind op land. Een verdubbeling van de huidige windcapaciteit op land in 2040 is alleen mogelijk als er een door

alle overheden ondersteund narratief over de noodzaak van wind op land wordt uitgedragen. Ook moeten onnodige belemmeringen voor windmolens worden weggenomen, zonder dat dit een goede leefomgeving aantast. De onzekerheid over afstands- en geluidsnormen heeft de investeringsbereidheid in de afgelopen jaren geen goed gedaan. Daarnaast zijn heldere afspraken met defensie noodzakelijk, evenals een goede stimuleringsregeling, die de risico's voor investeerders aanvaardbaar zal maken.

De bouw van windparken op zee hangt nauw samen met de vraag naar duurzame energie, met name door de industrie. Zo lang de vraag niet groeit, zal de belangstelling voor grootschalige projecten voor wind op zee achterblijven. De deelnemers waarderen het dat in het NPE aandacht wordt besteed aan vraagcreatie, maar hadden gehoopt op meer concrete stimuleringsmaatregelen. In dat kader is het belangrijk dat het huidige instrumentarium (SDE++, VEKI, NIKI, etc.) goed aansluit bij de praktijk van de industrie. Alles moet er op gericht zijn om te komen tot een gecoördineerde opschaling van vraag en aanbod van duurzame energie. Ketensamenwerking is daarvoor noodzakelijk.

Ofschoon de deelnemers net als het kabinet van mening zijn dat elektrificatie de belangrijkste bijdrage aan het verminderen van de CO₂-uitstoot zal leveren, wijzen ze er op dat ook aandacht moet worden besteed aan groen gas. Daarbij lijkt het erop dat groen gas meer als een transitie wordt gezien en minder als een definitieve oplossing, vooral in de gebouwde omgeving. Deelnemers denken dat, zeker voor de eerstkomende decennia, groen gas in combinatie met hybride warmtepompen een betaalbare en daarmee belangrijke manier is om de uitstoot van CO₂ te doen verminderen.

Wat geldt voor de gebouwde omgeving, geldt ook voor de industrie. Soms is het betere de vijand van het goede. Hybridisering van de industrie is al een belangrijke stap voor de industrie. Natuurlijk kan dat als een tussenstap worden gezien, maar niet moet worden uitgesloten dat dit ook na 2040 nog steeds een aanvaardbare en kosten efficiënte oplossing zal zijn. In het NPE lijkt te veel dat het slechts als een tussenstap wordt gezien.

Voor een transitie naar een duurzame economie is het van belang dat schaarse biograndstoffen geprioriteerd worden voor toepassingen en industrieën die de meeste winst voor klimaat én waarde voor Nederland toevoegen binnen de (internationaal) beperkte beschikbaarheid. Risico's op langjarige ongewenste lock-ins dienen te worden vermeden. Biochemie en biobrandstofproductie hebben de potentie om in Nederland duurzame producten te produceren met grote toegevoegde economische waarde en een significante bijdrage te leveren aan de koolstofverwijderingsopgave. Om deze industrieën te behouden en te laten ontwikkelen is het van belang dat beleid, ook in het NPE, duidelijk hierop aanstuurt.

De deelnemers zijn blij dat de ambities voor collectieve warmtenetten overeind blijven. Tegelijkertijd constateren ze wel dat de uitvoering hiervan alleen mogelijk is als voldoende instrumenten en financiële middelen beschikbaar worden gesteld.

Flexibiliteit en wendbaarheid

Momenteel wordt veel nadruk gelegd op de bouw van de hoogspanningsinfrastructuur. Daar was ook aanleiding voor. Tegelijkertijd willen deelnemers wijzen op het belang in de laagspanningsinfrastructuur. Die kan een belangrijke bijdrage leveren aan de huidige netcongestie.

Naast de uitbreiding van de bestaande infrastructuur verdienen flexibiliteit en opslag van energie nadrukkelijke aandacht in het NPE. Beide onderwerpen worden slechts marginaal genoemd, terwijl bij beide onderwerpen nadrukkelijk kansen liggen voor verbetering van het bestaande energiesysteem.

Een voorbeeld daarvan is de blijvende noodzaak voor voldoende CO₂-vrij regelbaar vermogen. Additioneel regelbaar vermogen versterkt de wendbaarheid, weerbaarheid en flexibiliteit van het energiesysteem als geheel.

Waterstof

In het vorige NPE waren de verwachtingen voor waterstof hoger gespannen dan nu. Deelnemers achten de huidige verwachtingen realistischer. Aangezien waterstof nu nog een dure bron van energie is, bepleiten deelnemers om deze in te zetten voor sectoren die moeilijk te elektrificeren zijn, zoals delen van de industrie, luchtvaart en scheepvaart. Ondanks de minder hoge ambities blijft investering in de waterstofinfrastructuur noodzakelijk.

Tot slot

Energietransitie is noodzakelijk voor een robuuste en toekomstbestendige economie. Energietransitie is daarmee niet alleen een duurzaamheidsvraagstuk, maar vooral ook een economisch en sociaal vraagstuk. We hopen dat dit besef de urgentie voor een snelle uitvoering van het NPE zal doen vergroten.

De deelnemers aan het Uitvoeringsoverleg spreken hun bereidheid uit om samen met u te kijken op welke manieren we de energietransitie verder kunnen brengen. We zijn bereid om onze

verantwoordelijkheid te nemen en als daar een verzoek toe komt gezamenlijk onderzoeken op welke manier we antwoorden kunnen geven op vragen van uw zijde.

Met vriendelijke groet,

Jan Jacob van Dijk
voorzitter Uitvoeringsoverleg Energiesysteem

Dit is een uitgave van Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Publicatiedatum: september 2026

Vormgeving: Public Cinema

Druk- en bindwerk: Xerox

Dank aan alle betrokkenen bij de totstandkoming van dit document.

Memo

www.tno.nl

Aan Ministerie van Klimaat en Groene Groei
Onderwerp Reflectie brede welvaart Klimaatfonds MJP 2027
Auteurs Marijke Menkveld, Sacha den Nijs, Ingmar Heikens
en Batoul Mesdaghi

Datum
5 maart 2026

Onze referentie
TNO 2026 M10529

Samenvatting

Vraagstelling

Op verzoek van het Ministerie van Klimaat en Groene Groei heeft TNO een reflectie geschreven op de mogelijke sociaaleconomische effecten van de voorgestelde maatregelen uit het Klimaatfonds Meerjarenprogramma 2027 (MJP 2027). De maatregelen uit het Klimaatfonds zijn beschreven in zogeheten fiches: een beknopte beschrijving van de inhoud en de te verwachten impact van een maatregel waarvoor financiering wordt aangevraagd. TNO-experts geven op basis van de fiches antwoord op de volgende vragen:

1. Hebben de maatregelen waarvoor financiering wordt aangevraagd sociaaleconomische gevolgen voor brede welvaart die een belangrijke rol spelen maar in de fiches niet worden benoemd, onderbelicht zijn of verkeerd worden weergegeven?
2. Kunnen de maatregelen, met het oog op de te verwachten sociaaleconomische gevolgen, beter anders worden vormgegeven zonder aan doelmatigheid en doeltreffendheid te verliezen? Zo ja, hoe?
3. Is er, gezien de sociaaleconomische gevolgen, aanleiding om het budget anders te verdelen tussen maatregelen binnen een perceel? Daarbij merken we op dat een vergelijking tussen percelen niet goed mogelijk is, want dit vraagt een heel andere blik waarbij ook rekening wordt gehouden met eerdere uitgaven.

Methode

De reflectie door TNO-experts betreft een review van de fiches en de conceptbeoordeling van de fondsbeheerder, specifiek op de gevolgen voor brede welvaart, zoals die in het fiche zijn beschreven. Brede welvaart betreft de kwaliteit van leven, gemeten langs meerdere dimensies - hier en nu, voor latere generaties en mensen elders in de wereld – en vanuit meerdere perspectieven: sociaal, milieu en economie. TNO heeft bij deze reflectie een beoordelingskader gebruikt waarin deze drie perspectieven verder zijn uitgewerkt op basis van eerdere publicaties van CBS, PBL, CPB, SCP en RLI en zijn vertaald naar relevante indicatoren voor energie- en klimaatbeleid. Deze indicatoren zijn vervolgens vergeleken met de informatie uit de fiches om de sociaaleconomische gevolgen van een maatregel te beoordelen. In deze reflectie hebben de TNO-experts bewust geen kwantitatieve analyse uitgevoerd en ook geen totaalscore bepaald. Het wegen van verschillende sociaaleconomische gevolgen is aan beleidsmakers en de politiek.

Bevindingen

1. Hebben de maatregelen waarvoor financiering wordt aangevraagd sociaaleconomische gevolgen of gevolgen voor brede welvaart die een belangrijke rol spelen maar in de fiches niet worden benoemd, onderbelicht zijn of verkeerd worden weergegeven?

Brede welvaartseffecten ontbreken of zijn onvoldoende ingevuld of uitgewerkt.

In de fiches voor aanvullend budget voor de subsidietender Wind op Zee en de locatieonderzoeken Wind zijn effecten op brede welvaart niet ingevuld. In een enkel geval wordt geconstateerd dat 'de brede welvaart toeneemt' maar is onduidelijk hoe dit gebeurt (milieuprestatie-eisen GWW).

Veel aanvragen voor uitvoeringscapaciteit overheidsorganisaties

In de percelen kernenergie en verduurzaming industrie worden middelen aangevraagd voor de (instandhouding van) uitvoeringscapaciteit bij overheidsorganisaties. Bij fiches die gaan over uitvoeringscapaciteit van overheidsorganisaties wordt ingegaan op de brede welvaartseffecten van de maatregel die door die organisaties worden uitgevoerd, terwijl de aanvraag voor middelen alleen gaat over de uitvoeringscapaciteit zelf. De brede welvaartseffecten zijn in dit geval indirect. De vraag is of extra uitvoeringscapaciteit ervoor zorgt dat brede welvaartseffecten van beleidsmaatregelen verbeteren.

Verdelingseffecten tussen regio's, bedrijven en huishoudens blijven onderbelicht.

In vrijwel alle fiches wordt maar beperkt stilgestaan bij de impact van maatregelen voor verschillende regio's, bedrijven en huishoudens, terwijl dat belangrijk is voor de effectiviteit en het draagvlak van maatregelen. Dit zien we onder meer bij de fiches over elektrificatie van de spoorlijn tussen Harlingen-Leeuwarden en Zutphen-Hengelo-Oldenzaal, de publiekcampagne deelmobiliteit, de stimulering van warmtepompen en inruilregeling voor oude auto's. Mensen buiten de Randstad hebben baat bij elektrificatie van spoorlijnen, terwijl deelmobiliteit beter past in stedelijke gebieden. De stimulering van warmtepompen vanuit de ISDE komt relatief vaak ten goede aan huishoudens met een hoog inkomen, de kans bestaat dat dit ook het geval is bij een inruilregeling voor oude fossiele brandstofauto's.

Geen aandacht voor 'later' of toekomstige generaties.

In de fiches wordt niet expliciet gemaakt wat de consequenties zijn van maatregelen voor toekomstige generaties. Bij het fiche over het Programma Eindberging zien we dit terug, waarbij de daadwerkelijke besluitvorming over de eindberging van radioactief afval pas in 2050 volgt. Vanuit brede welvaart gezien is niet omschreven dat het noodzakelijk is om eerder te beslissen over de eindberging vanwege de consequenties voor de gezondheid en veiligheid van burgers op langere termijn en het draagvlak voor kernenergie. In het perceel verduurzaming industrie-MKB bestaat het risico dat de clusteraanpak bestaande bedrijvigheid ondersteunt en daarmee de mogelijkheid voor nieuwe economische activiteiten in de weg staat. Voor de lange termijn is het belangrijk keuzes te maken met betrekking tot welke industrie een plaats heeft in Nederland, zeker gezien de impact op brede welvaart (WKR, 2026). De aanvraag voor compensatie van de energierekening voor huishoudens in energiearmoede uit het Energiefonds is geen structurele oplossing, terwijl na-isolatie wel structureel de energierekening kan verlagen op lange termijn. Bij de aanvraag voor elektrificatie van spoorlijnen is niet benoemd dat dit een lange termijn oplossing is, gericht op structurele verbetering van leefomgevingskwaliteit en verlaging van de kosten van het spoor.

2. Kunnen de maatregelen, met het oog op de te verwachten sociaaleconomische gevolgen, beter anders worden vormgegeven zonder aan doelmatigheid en doeltreffendheid te verliezen? Zo ja, hoe?

Perceel Kernenergie

Bij het fiche voor ondersteuning van gemeenten is onduidelijk wat het tijdspad is van de voorgestelde participatie en of het alleen gaat om het informeren van omwonenden van kerncentrales of dat het hier ook gaat om het invloed uitoefenen op de beslissingen die over de locaties van kerncentrales genomen moeten worden. Er zouden daarom randvoorwaarden aan de toekenning van het budget kunnen worden gesteld over de timing en het niveau van participatie om draagvlak te vergroten.

Perceel Energieinfrastructuur

Voor dit perceel hebben wij geen aanbevelingen om de maatregelen anders vorm te geven.

Perceel Vroege Fase Opschaling

De inruilregeling voor vervuillende auto's zou gericht vorm gegeven kunnen worden, bijvoorbeeld door een inkomensgrens te hanteren of huishoudens met een laag inkomen te prioriteren. In de conceptbeoordeling van de fondsbeheerder is "borging dat de juiste (inkomens) doelgroepen bereikt worden" als randvoorwaarde voor toekenning opgenomen. Deze randvoorwaarde zou specifiek geformuleerd kunnen worden, door als randvoorwaarde toe te voegen dat de regeling specifiek gericht moet zijn op huishoudens met een laag inkomen.

Elektrisch rijden en het gebruik van een deelauto is voordeliger na de overstap en de initiële investering. Hierdoor zullen de mobiliteitskosten voor de meeste huishouden dalen. Het stimuleren van de overstap op niet vervuilende vervoersmodi is van belang voor de energietransitie en vergroot het draagvlak. Daarom suggereren we om de aanvragen voor een publiekscampagne over deelmobiliteit en voor een gedragsaanpak elektrisch rijden samen te voegen tot één aanvraag voor een publiekscampagne over de overstap naar duurzame mobiliteit. Voorkomen moet worden dat stimulering van deelmobiliteit bijvoorbeeld ten koste gaat van gebruik van openbaar vervoer.

Bij de subsidieregeling Circulair Implementeren en Opschalen (CIO) zou onderzocht kunnen worden of de doelgroep en de reikwijdte (productgroepen) van de regeling kunnen worden verbreed. In het overleg van de 'plastic tafel' is het verzoek gedaan om via een subsidieregeling de productie van recyclaat te gaan ondersteunen totdat de plastic-bijmengnormering vanuit de Europese Unie vanaf 2030 de vraag naar recyclaat gaat ondersteunen. Er kan ook worden gewacht op de normering vanaf 2030. Een risico is dan wel dat er in Nederland of omliggende landen in 2030 onvoldoende plastic recyclingcapaciteit is om aan de normering te voldoen. De aanvraag zou ook alleen voor de jaren 2028 en 2029 kunnen worden toegekend, vooruitlopend op de normering.

Perceel Verduurzaming Industrie-MKB

Bij versnelling van de milieuprestatie-eisen in de GWW-sector bevelen we aan dat de maatregel zich meer richt op het meekrijgen van het peloton en achterblijvers. Mogelijk wordt daar in het wetstraject rond de milieuprestatie-eisen al door het Ministerie van I&W op ingezet en is aanvullend budget niet nodig.

Perceel Gebouwde Omgeving.

Het Energiefonds kan gerichter vormgegeven worden, bijvoorbeeld specifiek voor huurders van een particuliere of sociale huurwoning. De berekening van de benodigde middelen kan worden aangescherpt, en alleen gereserveerd voor de komende jaren, mede doordat het aantal huishouden in energiearmoede in de toekomst erg onzeker is. Het aangenomen bedrag per huishouden kan leiden tot overcompensatie, en het subsidiëren van woningverduurzaming kan effectiever zijn op de lange termijn. Verder kan bij de ISDE-subsidie een inkomensgrens worden aangehouden voor het aanvragen en kan betere informatievoorziening of bewustwording worden ingezet zodat de ISDE-subsidie evenrediger wordt gebruikt door huishouden uit verschillende inkomensgroepen. Ook bij warmtenetten dienen naast de financiële overwegingen andere barrières of factoren geadresseerd te worden om de kans op aansluitingen te verhogen.

3. Is er, gezien de sociaaleconomische gevolgen, aanleiding om het budget anders te verdelen tussen maatregelen binnen een perceel?

Perceel Kernenergie

Wij willen de suggestie doen om te overwegen een reservering te maken voor de projectorganisatie van het Actieprogramma Eindberging, zodat de keuze over de eindberging van kernafval kan worden meegenomen bij de besluitvorming over de bouw van nieuwe kerncentrales en niet wordt doorgeschoven naar 2050. Daarnaast bevelen we aan te zoeken naar structurele financiering binnen de Rijksbegroting voor meerdere fiches die geen incidentele aanvragen betreffen, zoals voor het toezicht van ANVS, het radionuclidenlaboratorium van het RIVM en het verschaffen van jodiumtabletten aan omwonenden van kerncentrales, vanwege het belang voor lange termijn brede welvaart van omwonenden.

Perceel Energieinfrastructuur

In de fiches Taskforce projectaanpak Middenspanning en Coördinatie MIEK-projecten DRC wordt budget aangevraagd voor de tijdelijke financiering van ambtenaren ten behoeve van het tijdig oppakken van de publieke rol bij infrastructuurprojecten zoals ruimtelijke inpassing, coördinatie en internationale afstemming. Wanneer de financiering vanuit het Klimaatfonds gaat naar personele capaciteit is er minder budget beschikbaar voor investeringen in energieinfrastructuur die direct bijdragen aan emissiereductie. De uitvoeringscapaciteit is tegelijkertijd een belangrijke randvoorwaarde voor het verbeteren van de

energieinfrastructuur. Het is daarom belangrijk dat er wordt nagedacht over het verschaffen van financiering voor deze uitvoeringstaken uit de Rijksbegroting.

Vanwege de positieve effecten op brede welvaart, op korte en lange termijn, wordt aanbevolen om de financiering voor de elektrificatie van de spoorlijnen in dit perceel wel te overwegen. De fondsbeheerder heeft deze aanvragen in de conceptbeoordeling afgewezen omdat in de fiches de maatregel onvoldoende is uitgewerkt en voor het traject Zutphen-Hengelo-Oldenzaal al middelen zijn vrijgemaakt. Overwogen kan worden om budget onder voorwaarden van verdere uitwerking toe te kennen.

In het fiche over randvoorwaarden voor de glastuinbouw wordt extra budget aangevraagd voor de subsidie op warmtelevering aan de glastuinbouw via de SWIG regeling. Als de aanvraag voor extra budget voor de SWIG-regeling niet wordt herkend door de fondsbeheerder en er onderbesteding plaats kan vinden, dan zou de aanvraag kunnen worden afgewezen. Het budget kan dan aan andere aanvragen binnen het perceel worden besteed.

Perceel Vroege Fase Opschaling

We bevelen aan om één campagne voor de overstap op duurzame mobiliteit te financieren die zich richt op zowel deelmobiliteit als elektrisch rijden en OV, fiets en lopen om draagvlak voor de mobiliteitstransitie te vergroten. Het budget kan minder groot zijn dan is aangevraagd door 1 jaar een publiekscampagne te lanceren en deze te evalueren.

De stimulering van e-SAF productie is erg belangrijk voor verduurzaming van de luchtvaart en de transitie naar een groene economie. De aanvraag voor de EU STIP e-SAF pilottender wordt in de concept beoordeling door de fondsbeheerder afgewezen vanwege onduidelijkheid of de voordelen in Nederland neerslaan en omdat er al een reservering is gemaakt voor opbouw van e-SAF productie in Nederland in het MJP 2026. Overwogen kan worden wel een reservering te doen onder voorwaarde dat met onderzoek onderbouwd moet worden welke voordelen van een EU tender in Nederland neerslaan en op welke manier de tender additioneel is ten opzichte van de reservering in het MJP 2026.

Circulaire economie maatregelen zouden op een andere manier gefinancierd kunnen worden dan uit het Klimaatfonds. Momenteel lukt het Nederland namelijk niet om de grondstoffen die zij gebruikt omlaag te brengen en krijgt de circulaire economie niet genoeg prioriteit. Daarbij gaat het niet allen om het stimuleren van producenten, maar ook over het gedrag van de consument. Het is hierbij belangrijk om informatie en communicatie over circulaire producten te delen en misverstanden rondom prijs, gemak, verkrijgbaarheid, sociale normen en gewoonten hierin mee te nemen. Ook kan er naast een subsidie op circulaire projecten ook beleid worden gevoerd om de vraag naar circulaire producten te stimuleren door bijvoorbeeld normering.

Een aanvraag voor subsidie voor gemeenten om volledige gescheiden inzameling van bioafval te realiseren zou kunnen worden afgewezen op basis van de volgende argumenten: De normering en het verwijderen van uitzonderingsgronden kan voldoende zijn om de gescheiden inzamelen van bioafval te verhogen. Gemeenten kunnen de kosten voor gescheiden inzameling doorberekenen in de afvalstoffenheffing.

Perceel Verduurzaming Industrie-MKB

Het budget voor uitvoeringscapaciteit voor maatwerkafspraken en clusteraanpak betreft financiering van een overheidsorganisatie. Dit zou gefinancierd moeten worden uit de Rijksbegroting en niet uit het Klimaatfonds. Door uitvoeringscapaciteit te financieren uit het Klimaatfonds gaat dit ten koste van financiering van daadwerkelijke investeringen met directe brede welvaartseffecten zoals emissiereductie.

Perceel Gebouwde Omgeving

De gestelde voorwaarde voor de ophoging van ISDE voor warmtepompen anticipeert op een normering die er nog niet is. In het Coalitieakkoord van het kabinet Jetten wordt wel een normering van warmtepompen genoemd. Maar zolang niet duidelijk is of een normering doorgaat en de normering niet is uitgewerkt, kan ook de aanvraag niet worden onderbouwd.

Daarmee zou dit budget ook aan andere maatregelen besteed kunnen worden, zoals het Energiefonds. Daarbij kan worden overwogen slechts voor de eerste paar jaren, waarvoor de bijdrage van SCF al is gegarandeerd, een aanvulling vanuit het Klimaatfonds te doen. Voor een structurele oplossing voor huishoudens in energiearmoede moeten de woningen van deze huishoudens worden verbeterd, maar daarvoor zijn geen aanvragen ingediend.

1. Relevante aspecten en indicatoren brede welvaart

Brede welvaart betreft de kwaliteit van leven, gemeten langs meerdere dimensies – ‘hier en nu’, voor latere generaties (‘later’) en mensen elders in de wereld (‘elders’) – en vanuit meerdere perspectieven: sociaal, milieu en economie. TNO heeft bij deze reflectie een beoordelingskader gebruikt waarin deze drie perspectieven verder zijn uitgewerkt op basis van eerdere publicaties van CBS, PBL, CPB, SCP en RLI en zijn vertaald naar relevante aspecten en indicatoren voor energie- en klimaatbeleid. Tabel 1.1 geeft een overzicht, daarna volgt in deze paragraaf een toelichting van de relevante aspecten.

Tabel 1.1: Relevante aspecten en indicatoren van brede welvaart voor energie- en klimaatbeleid

Aspecten- Economie	Indicatoren
1. Verdienvermogen van bedrijven	- Energiekosten of andere productiekosten van bedrijven - Concurrentiepositie van bedrijven - Nieuwe economische activiteiten
2. Werkgelegenheid	- Het aantal en het type banen - Het vervullen van vacatures en krapte op de arbeidsmarkt
3. Consumptie en inkomen van huishoudens	- De energierekening van huishoudens - De woonlasten van huishoudens en kosten van verduurzaming van de woning - Mobiliteitskosten van huishoudens
4. Betrouwbaar energiesysteem en voorzieningszekerheid	- Afhankelijkheid van het buitenland - Leveringszekerheid energie
Aspecten-Milieu	Indicatoren
5. Impact op het klimaat	- Broeikasgasemissies en het halen van klimaatdoelen - Energieverbruik en het aandeel hernieuwbare energie en het halen van energiedoelen - Het risico van weglekeffecten
6. Kwaliteit van de leefomgeving	- Stikstof emissies - Luchtverontreinigende emissies zoals fijn stof - Water en bodemkwaliteit - Natuur en biodiversiteit - Overlast en veiligheid voor omwonenden
Aspecten-Sociaal	Indicatoren
7. Subjectief welzijn van mensen	- Veranderingen in subjectief welzijn van verschillende groepen mensen - Procedurele rechtvaardigheid

Verdienvermogen van bedrijven

Om welvaart te behouden en te garanderen voor toekomstige generaties is er structureel verdienvermogen nodig. Verdienvermogen kan gezien worden als de capaciteit om nu en op de lange termijn, structurele welvaart én welzijn te genereren. Dit gaat niet alléén om economische groei (BBP groei), maar ook over de potentie om economische groei in de toekomst te realiseren. Dat kan bijvoorbeeld middels innovatie, het ontwikkelen van nieuwe economische activiteiten en talentontwikkeling van mensen. Bij het aspect verdienvermogen gaat het ook om hoe de concurrentiepositie van bedrijven zich ontwikkelt, door bijvoorbeeld verschillen in energieprijzen.

Werkgelegenheid

Werk is een belangrijke inkomstenbron en passend werk kan bijdragen aan zingeving. Momenteel is er een tekort aan mensen met de juiste kwalificaties voor de energietransitie (Weterings et al., 2022, 2023). Zeker bij het overwegen van klimaat- en energiebeleid speelt deze schaarste een grote rol en kan dit invloed hebben op hoe effectief het uitgevoerde beleid is en met welke snelheid doelen worden gehaald. De arbeidsmarktsituatie kan beperkend zijn voor het uitvoeren van het beleid, maar het beleid kan juist ook helpen om werkloosheid te verminderen. Wanneer er in een krappe arbeidsmarkt banen verloren gaan is dat niet alleen maar slecht nieuws omdat een (groot) deel van de getroffen mensen naar

verwachting relatief snel een nieuwe baan zal vinden. Bovendien kan het zijn dat deze nieuwe banen meer bijdragen aan de welvaart dan de verloren gegane banen – denk aan banen in laag- versus hoogproductieve sectoren. Veel hangt dus ook af van de kwaliteit van banen, en de mate waarin er sprake is van een (mis)match in skills en vaardigheden van de betreffende mensen in relatie tot de banen. Het is daarbij belangrijk om te beseffen dat arbeidsmarkten regionaal zijn – baanwisselingen vinden overwegend plaats binnen een (arbeidsmarkt)regio.

Consumptie en inkomen van huishoudens

Materiële welvaart, zoals het ontvangen van inkomen, geeft de vrijheid en mogelijkheid om te kiezen waar huishoudens hun geld aan uitgeven. Daarnaast geeft inkomen de mogelijkheid om te sparen en weerbaar te zijn voor financiële schokken. Een tekort aan materiële welvaart kan leiden tot stress, het maken van kortetermijnbeslissingen en daarmee lagere toekomstige welvaart (CPB, PBL & SCP, 2022). De overheid heeft de verantwoordelijkheid om zorg te dragen voor bestaanszekerheid en het beperken van armoede. Daarbij geeft de consumptie van goederen en diensten de mogelijkheid aan mensen om hun behoeften te bevredigen en doelen in hun leven na te streven. Met betrekking tot energie- en klimaatbeleid gaat het hier bij consumptie bijvoorbeeld om energie om de woning te verwarmen, het kiezen van hoe men zich verplaatst (welke modaliteit met betrekking tot mobiliteit) en wat de voetafdruk is van de producten die men koopt.

Betrouwbaar energiesysteem en voorzieningszekerheid

Een betrouwbaar energiesysteem is cruciaal voor bedrijven en huishoudens. Levenszekerheid van energie, flexibiliteit in het energiesysteem en voorzieningszekerheid zijn belangrijke aandachtspunten voor beleid (SEO, 2018). Bijvoorbeeld omdat netcongestie ervoor zorgt dat bedrijven investeringen uitstellen en eventueel hun werkzaamheden naar elders verplaatsen. Daarnaast is (on)afhankelijkheid van de import van energiedragers en materialen voor de energietransitie belangrijk. Een lagere afhankelijkheid van energie import door energiebesparing of binnenlandse productie van hernieuwbare energie vergroot de voorzieningszekerheid en vermindert het risico van energieprijsschokken voor eindgebruikers (Scheepers & van der Linden, 2025). De Nederlandse economie is via handel en investeringen gevoelig voor wereldwijde schokken, een diverse sectorstructuur vermindert die gevoeligheid (van Bree & de Jonge, 2022). De verwachting is dat de leveringszekerheid van elektriciteit na 2030 verslechtert door de trend van steeds meer elektriciteitsproductie uit zon en wind die afhankelijk is van weersomstandigheden, in combinatie met een verwachte groei van vraag naar elektriciteit door elektrificatie en netcongestie (TenneT, 2025). Doordat Nederland de gaswinning in Groningen heeft stopgezet, zijn we meer afhankelijk van aardgas uit het buitenland en is ook de leveringszekerheid van aardgas een aandachtspunt (GTS, 2025).

Impact op het klimaat

Klimaatverandering kan grote gevolgen hebben voor de welvaart van mensen (IPCC, 2022). Nederland heeft als klimaatdoel om 55% reductie van broeikasgasemissies in 2030 ten opzichte van 1990 te realiseren en streeft naar klimaatneutraliteit in 2050. Langetermijneffecten en effecten 'elders' spelen bij dit aspect van brede welvaart een cruciale rol. Een beleidsoptie kan leiden tot emissiereductie in de komende jaren, of tot emissiereductie over een langere periode in de toekomst. Emissiereductie in Nederland draagt bij aan het voorkomen van klimaatschade. Een belangrijke beleidsoverweging is het risico op wegleffecten: het verplaatsen van economische activiteiten bedrijven naar elders in de wereld, zodat er weliswaar emissiereductie plaats vindt in Nederland, maar elders op de wereld de uitstoot gelijk blijft of zelfs stijgt wanneer de productie minder efficiënt is.

Kwaliteit van de leefomgeving

Bij brede welvaart hoort een duurzaam, toekomstbestendig milieu, wat gaat over de kwaliteit van de leefomgeving. De kwaliteit van de leefomgeving gaat zowel over bijvoorbeeld de verontreiniging van de natuur als de gevolgen hiervan voor de gezondheid en veiligheid van omwonenden. Economische activiteiten, het energiesysteem en klimaatbeleid beïnvloeden de fysieke leefomgeving via emissies naar lucht, bodem en water (Smeets et al., 2025) - denk bijvoorbeeld aan stikstofuitstoot en emissies van luchtverontreinigende stoffen door industrie, mobiliteit en elektriciteitsproductie. Vermindering van de veestapel om de stikstofuitstoot te beperken, leidt ook tot minder broeikasgasemissies en vermindering van de ammoniakuitstoot waardoor de water- en bodemkwaliteit verbetert. Daarnaast kunnen

duurzaamheidsmaatregelen zoals woningisolatie, betere ventilatie en elektrisch koken, de luchtkwaliteit binnenshuis verbeteren (CPB, PBL & SCP, 2024).

Subjectief welzijn van mensen

Subjectief welzijn, dat wil zeggen persoonlijke belevingen en waarderingen van mensen, zijn een essentieel onderdeel van brede welvaart. Veranderingen in ervaren welzijn kunnen bovendien grote impact hebben op het draagvlak voor de energietransitie en klimaat- en energiebeleid (Klösters et al., 2024). Energie- en klimaatbeleid speelt hierbij een belangrijke rol, bijvoorbeeld door de impact van beleid op de kwaliteit van de woon- of werkomgeving of financiële (energie)lasten van mensen, en kan daarbij maatschappelijke ongelijkheid vergroten (RLI, 2025). Mensen nemen niet enkel hun eigen welzijn en belangen in overweging om een oordeel te vellen over klimaatbeleid; de sterkste voorspeller voor draagvlak blijkt een rechtvaardige verdeling van lusten en lasten. Procedurele rechtvaardigheid: is ook van belang, oftewel: is de manier waarop de besluitvorming of beleidsoptie tot stand is gekomen eerlijk?

2. Reflectie TNO op Klimaatfonds MJP 2027

In deze paragraaf schetsen we onze reflectie op de gevolgen voor brede welvaart van de (beoordeling van) de fiches voor het Klimaatfonds MJP 2027. We doen dat per perceel en voor alle fiches. Ieder perceel begint met een tabel met de fiches die nieuw zijn ingediend in het MJP 2027 en de conceptbeoordeling van de fondsbeheerder. Daarna volgt de reflectie van TNO-experts aan de hand van de onderzoeksvragen:

1. Hebben de maatregelen waarvoor financiering wordt aangevraagd sociaaleconomische gevolgen of gevolgen voor brede welvaart die een belangrijke rol spelen maar in de fiches niet worden benoemd, onderbelicht zijn of verkeerd worden weergegeven?
2. Kunnen de maatregelen, met het oog op de te verwachten sociaaleconomische gevolgen, beter anders worden vormgegeven zonder aan doelmatigheid en doeltreffendheid te verliezen? Zo ja, hoe?
3. Is er, gezien de sociaaleconomische gevolgen, aanleiding om het budget anders te verdelen tussen maatregelen binnen een perceel? Vergelijking tussen percelen is niet goed mogelijk en vraagt hele andere blik waarbij ook rekening wordt gehouden met eerdere uitgaven.

In het perceel CO₂-vrije gascentrales zijn geen nieuwe fiches meer ingediend.

2.1. Perceel Kernenergie

Voor het perceel 'kernenergie' is € 14,5 miljard uit het Klimaatfonds gereserveerd. In dit perceel zijn dit jaar 9 nieuwe aanvragen ingediend. In combinatie met het budget voor eerder toegekende activiteiten van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en ANVS (245,4 miljoen euro) bedraagt de totale claim 653,2 miljoen euro t/m 2035. De overige middelen die voor het perceel Kernenergie gereserveerd zijn blijven beschikbaar voor de uiteindelijke investering in de nieuwbouw van kerncentrales.

De maatregelen richten zich op de randvoorwaarden die nodig zijn om kernenergie te stimuleren in Nederland. Het gaat hier om maatregelen die de bouw van nieuwe kerncentrales en -reactoren bevorderen, zoals de oprichting van een staatsdeelneming NEO, de voorbereiding van nieuwbouw Kernenergie en de deelname aan het Europese projectinitiatief IPCEI op het gebied van innovatieve nucleaire technologieën. Daarnaast gaat het om maatregelen die een veilige bouw en in gebruik name van kerncentrales en -reactoren moeten bevorderen, zoals ANVS Toezicht Meetnet, RIVM Radionuclidenlaboratorium, Jodiumtabletten, en de Projectorganisatie actieprogramma eindberging. Verder is er financiering toegekend aan medeoverheden voor kennisopbouw en de inrichting van het participatieproces. We bespreken de fiches niet afzonderlijk, de reflectie heeft betrekking op alle nieuw ingediende fiches gezamenlijk in het perceel zoals weergegeven in Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Nieuwe aanvragen MJP 2027 perceel Kernenergie

	Aangevraagd budget in miljoen euro	Conceptbeoordeling fondsbeheerder
IPCEI (Important Project of Common European Interest)	205	Opnemen in MJP 2027 onder voorwaarden
NEO	93.8	Opnemen in MJP 2027 onder voorwaarden
ANVS Toezicht Meetnet	20,6	Reserveren voor MJP 2028
Bedrijfsduurverlenging	22.6	Opnemen in MJP 2027 onder voorwaarden
RIVM Radionuclidenlaboratorium	20.2	Reserveren voor MJP 2028
Ondersteuning gemeenten	9.5	Opnemen in MJP 2027
Projectorganisatie actieprogramma eindberging	9.1	Afgewezen
Nieuwbouw Kernenergie	9.0	Opnemen in MJP 2027
Jodiumtabletten	5.5	Afgewezen

Hebben de maatregelen waarvoor financiering wordt aangevraagd sociaaleconomische gevolgen of gevolgen voor brede welvaart die een belangrijke rol spelen maar in de fiches niet worden benoemd, onderbelicht zijn of verkeerd worden weergegeven?

- In bijna alle fiches wordt in algemene zin toegelicht wat de voordelen zijn van de komst van kernenergie voor het verdienvermogen in Nederland, de werkgelegenheid en het energiesysteem en de voorzieningszekerheid in Nederland. Zo is kernenergie een CO₂-arme bron van energie en een nieuwe kerncentrale kan tussen de 1 en 1,6 GW (circa 12 TWh per jaar) CO₂-vrije elektriciteit opleveren. Ook wordt aangegeven dat het stimuleren van kernenergie kan leiden tot lagere systeemkosten (Scheepers et al., 2025) en dat de weersonafhankelijkheid van kernenergie een stabiliserend effect kan hebben op energieprijzen en daarmee de betaalbaarheid van energie op piekmomenten. Daarnaast benadrukken enkele maatregelen specifieke aspecten van brede welvaart zoals de kwaliteit van de leefomgeving en het (subjectieve) welzijn van mensen.
- Onderbelicht in de fiches is het effect van kernenergie voor 'later' voor verschillende aspecten van brede welvaart. Bijvoorbeeld het effect op de energierekening en betaalbaarheid voor bedrijven en huishoudens later: het is onzeker hoe kernenergie de elektriciteitsprijzen en daarmee de energierekening van huishoudens zal beïnvloeden en dit hangt in grote mate af van de investeringskosten (Fattahi et al., 2022). Daarbij is het van belang om het inpassen van kernenergie in het energiesysteem in beeld te houden. Ten eerste omdat een investering in kernenergie mogelijk ook kan leiden tot minder investeringen in hernieuwbare energie (Veenstra & Mulder, 2025), maar kernenergie kan ook zorgen voor minder extra benodigde transmissiecapaciteit en daarmee minder kosten voor de energieinfrastructuur (Hlobil et al., 2026).
- De fiches beschrijven de brede welvaartseffecten door de komst van kernenergie *in algemene zin*, maar niet hoe de specifieke maatregelen de randvoorwaarden voor een veilige en duurzame implementatie van kernenergie bevorderen. Een voorbeeld is de financiering voor NEO NL, dat is opgericht voor de bouw en exploitaties van kerncentrales en -reactoren in Nederland (Ministerie van Klimaat en Groene Groei, 2025): bij de beoordeling van de effecten op het energiesysteem blijft het antwoord algemeen en beperkt men zich tot de gevolgen van kernenergie in brede zin en niet op de bijdrage van de rol van NEO bij de bouw en exploitatie van kerncentrales. Voor het meenemen van brede welvaart in het beleidsproces is het belangrijk om in het fiche helder te beschrijven op welke aspecten van brede welvaart de maatregel daadwerkelijk rechtstreeks effect heeft. In dit voorbeeld kan bijvoorbeeld genoemd worden dat staatsdeelname helpt bij het dragen van de risico's rondom de bouw van de kerncentrale en de financiering en de borging van publieke belangen zoals leveringszekerheid en veiligheid. Het fiche over het IPCEI is een voorbeeld waarin wel staat omschreven welke voordelen IPCEI direct heeft voor de realisatie van kernenergie in Nederland.

Kunnen de maatregelen, met het oog op de te verwachten sociaaleconomische gevolgen, beter anders worden vormgegeven zonder aan doelmatigheid en doeltreffendheid te verliezen? Zo ja, hoe?

- Een aantal medeoverheden ontvangt financiering voor kennisopbouw en de inrichting van het participatieproces rondom de bouw van nieuwe kerncentrales. In het fiche is aangegeven dat de precieze activiteiten nog niet zijn uitgewerkt. Uit onderzoek blijkt echter dat burgers het liefst in een vroeg stadium betrokken worden waarbij het nog mogelijk is om mee te denken over de beslissingen die hen raken – bij lokale energieprojecten is in sommige gevallen een mismatch vastgesteld tussen wat Nederlands willen en de praktijk (zie Perlaviciute & Squintani, 2020). Het is daarom bij het vormgeven van het participatieproces belangrijk dat de timing goed gekozen wordt. Bij deze maatregel kan duidelijker gemaakt worden wat de timing is van deze participatie, en op welk niveau men kan participeren: gaat het alleen om het informeren van omwonenden van potentiële kerncentrales of gaat het ook om het invloed uitoefenen op de beslissingen die hierover genomen moeten worden? Transparantie over deze aspecten is belangrijk om omwonenden het gevoel te geven dat participatie betekenisvol is. Er zouden daarom randvoorwaarden aan de toekenning van het budget kunnen worden gesteld over de timing en het niveau van participatie.

- Veel fiches richten zich op het creëren van de randvoorwaarden die nodig zijn voor de stimulering van kernenergie in Nederland, zoals onderzoek naar de veilige uitvoering en financiering voor veilige bouw en monitoring van kerncentrales. Vanuit brede welvaart bezien is het verstandig bij een keuze voor nieuwe kerncentrales ook te zorgen dat de infrastructuur daaromheen vanuit de Rijksoverheid die een veilige bouw en operatie moeten bewerkstelligen op orde zijn. Het is echter niet passend daarvoor tijdelijke financiering vanuit het Klimaatfonds te benutten, omdat deze infrastructuur ook op lange termijn nodig is en structureel budget uit de Rijksbegroting vraagt.

Is er, gezien de sociaaleconomische gevolgen, aanleiding om het budget anders te verdelen tussen maatregelen binnen het perceel?

- In het perceel is financiering voor de projectorganisatie van het Actieprogramma Eindberging afgewezen. Er is aangegeven dat besluitvorming over het definitief opslaan van radioactief afval rond 2050 zal plaatsvinden en dat er daarom nu geen extra fte's worden gefinancierd. Vanuit brede welvaart gezien is het van belang dat er eerder wordt nagedacht over de consequenties van kernenergie, en niet dat kernenergie nu wordt bevorderd maar dat de beslissing rondom het radioactieve afval pas op de lange termijn wordt geadresseerd. De eindberging van radioactief afval is van belang voor de veiligheid en gezondheid van toekomstige generaties (heeft effect 'later'), en raakt sterk aan de subjectieve beleving van omwonenden en het algemeen maatschappelijk draagvlak van kernenergie. Een duidelijke aanpak over veilige berging van radioactief afval kan het maatschappelijk draagvlak van kernenergie daarom vergroten. Ten behoeve van de besluitvorming is het van belang dat de projectorganisatie van het Actieprogramma die de besluitvorming moet informeren voldoende financiering krijgen voor deze uitvoering.
- In het perceel is het fiche voor de financiering voor jodiumtabletten voor omwonenden van de kerncentrale in Borssele afgewezen. De motivering voor de afwijzing is dat het Klimaatfonds bedoeld is voor incidentele financiering en dat de aanvraag nu te vroeg komt. Het verschaffen van de jodiumtabletten blijft echter een wettelijke verplichting om omwonenden te beschermen tegen schildklierkanker bij ongelukken. Momenteel is in het fiche aangegeven dat structurele financiering ontbreekt. Als de kerncentrale openblijft en er in de toekomst meer ingezet wordt op kernenergie is het vanuit het perspectief van brede welvaart, waar fysiek en mentaal welzijn onderdeel van uitmaken, van belang dat er aandacht is voor de structurele financiering van jodiumtabletten voor omwonenden. Ook de doelen uit andere fiches in dit perceel vragen om structurele financiering zoals de fiches ANVS Toezicht Meetnet en het RIVM Radionuclidenlaboratorium.

2.2. Perceel energieinfrastructuur

In dit perceel zijn 10 nieuwe fiches ingediend. Het totale budget dat is aangevraagd is 1,8 miljard euro. Dit betreft aanvullend budget voor een subsidietender voor wind op zee, budget voor locatieonderzoeken wind op zee, elektrificatie van spoorlijnen, walstroom in Nederlandse zeehavens, waterstofopslag project Hystock, warmtetransportnet WarmtelinQ en budget voor de Taskforce projectaanpak midden spanning en coördinatie van MIEK projecten DRC. We bespreken de fiches niet afzonderlijk, onze reflectie heeft betrekking op alle nieuwe fiches gezamenlijk in het perceel. De reflectie volgt in paragraaf 2.2.1.

Naast de nieuw ingediende fiches, is er ook een fiche met maatregelen voor de glastuinbouw waarvoor aan TNO ook een reflectie is gevraagd. De uitwerking van deze analyse staat in paragraaf 2.2.2.

2.2.1 Nieuw ingediende fiches

Tabel 2.2 toont de nieuw ingediende fiches in dit perceel.

Tabel 2.2: Nieuwe aanvragen MJP 2027 perceel energieinfrastructuur

	Aangevraagd budget in miljoen euro	Conceptbeoordeling fondsbeheerder
Aanvullend budget subsidietender WoZ 2026	577	Afgewezen
Hystock	450	Opnemen in MJP 2027 onder voorwaarden
Waarborgen betaalbaarheid WarmtelinQ	373	Afgewezen
Locatieonderzoeken WoZ	140	Afgewezen
Elektrificatie van spoorlijn Harlingen-Leeuwarden	119	Afgewezen
Aanvullende stimulering walstroom	40	Opnemen in MJP 2027 onder voorwaarden
Verduurzaming van het goederenvervoer in de Rotterdamse haven	35	Afgewezen
Elektrificatie spoorlijn Zutphen-Hengelo-Oldenzaal	30	Afgewezen
Taskforce projectaanpak middenspanning	15	Opnemen in MJP 2027 onder voorwaarden
Coördinatie MIEK-projecten DRC	3,6	Opnemen in MJP 2027

Hebben de maatregelen waarvoor financiering wordt aangevraagd sociaaleconomische gevolgen of gevolgen voor brede welvaart die een belangrijke rol spelen maar in de fiches niet worden benoemd, onderbelicht zijn of verkeerd worden weergegeven?

- In de fiches voor het aanvullend budget voor de subsidietender voor wind op zee en de locatieonderzoeken voor wind op zee ontbreken de verwachte effecten op brede welvaart. Beide aanvragen zijn afgewezen omdat niet duidelijk is waarom aanvullend budget nodig is. Het beschrijven van de brede welvaartseffecten kan juist de motivatie vormen, als blijkt dat de uitbreiding van wind op zee cruciaal is voor het energiesysteem van de toekomst. Het is van belang voor de verduurzaming van het energiesysteem, het vergroten van strategische autonomie en kan resulteren in lagere elektriciteitsprijzen en daarmee mogelijk een lagere energierekening (voor zowel huishoudens als bedrijven). Daarbij is de vraag waarom meer wind op zee zonder dit budget uit het Klimaatfonds niet tot stand komt.
- De verdelingseffecten van de maatregelen blijft in de fiches onderbelicht. Twee fiches gaan over elektrificatie van spoorlijnen buiten de Randstad. Elektrische treinen bieden aanzienlijke voordelen ten opzichte van dieseltreinen door een hogere energie-efficiëntie, lagere operationele onderhoudskosten, stiller rijgedrag en emissievrije exploitatie, wat resulteert in een aanzienlijk kleinere ecologische voetafdruk. Ze trekken sneller op, zijn betrouwbaarder en toekomstbestendig (Treinreiziger.nl, 2025). Deze voordelen van elektrificatie komen vooral ten goede aan bewoners in buiten stedelijke gebieden. Deze voordelen zijn structureel en ook van belang voor de lange termijn.
- In het fiche over een aanvullende subsidie voor WarmtelinQ, een warmtetransportnet in Zuid-Holland, wordt betaalbaarheid voor eindgebruikers als argument gebruikt. Er wordt echter niet concreet benoemd wat de subsidie betekent voor de vermindering van de energierekening van huishoudens of bedrijven. Het is van belang om het effect op de betaalbaarheid en energierekening te kwantificeren om te voorkomen dat een huishouden op de lange termijn niet een veel hogere energierekening krijgt dan nu met aardgas. Daarbij is de betaalbaarheid belangrijk voor het draagvlak voor warmtenetten (Hollanders et al., 2025).

Kunnen de maatregelen, met het oog op de te verwachten sociaaleconomische gevolgen, beter anders worden vormgegeven zonder aan doelmatigheid en doeltreffendheid te verliezen? Zo ja, hoe?

- Voor dit perceel hebben we geen voorstellen voor het anders vormgeven van maatregelen.

Is er, gezien de sociaaleconomische gevolgen, aanleiding om het budget anders te verdelen tussen maatregelen binnen het perceel?

- In de fiches Taskforce projectaanpak Middenspanning en Coördinatie MIEK-projecten DRC wordt budget aangevraagd voor de tijdelijke financiering van ambtenaren ten behoeve van het tijdig oppakken van de publieke rol bij infrastructuurprojecten zoals ruimtelijke inpassing, coördinatie en internationale afstemming. Wanneer de financiering vanuit het Klimaatfonds gaat naar personele capaciteit is er minder budget beschikbaar voor investeringen in energieinfrastructuur die direct bijdragen aan emissiereductie. De uitvoeringscapaciteit is tegelijkertijd een belangrijke randvoorwaarde voor het verbeteren van de energieinfrastructuur. Het is daarom belangrijk dat er wordt nagedacht over het verschaffen van financiering voor deze uitvoeringstaken uit de Rijksbegroting.
- Vanwege de positieve effecten op brede welvaart, op korte en lange termijn, wordt aanbevolen om de financiering voor de elektrificatie van de spoorlijnen in dit perceel wel te overwegen.

2.2.2 Fiche glastuinbouw

Tabel 2.3 toont de ingediende maatregelen in het fiche verbetering randvoorwaarden glastuinbouw. Dit fiche betreft een extra aanvraag van €200 miljoen voor de volgende maatregelen: €147 miljoen voor de subsidieregeling warmte-infrastructuur glastuinbouw (SWIG), €32,4 miljoen voor de subsidie op exploratieboringen, €10 miljoen voor kennisontwikkeling gebruik en beschikbaarheid CO₂, €4 miljoen voor seismologisch onderzoek, €5,5 miljoen subsidie voor energiehubsystemen, en €0,9 miljoen voor het programma gebiedsaanpak. De SWIG-regeling kreeg eerder uit het Klimaatfonds al €300 miljoen. De conceptbeoordeling van de fondsbeheerder is dat het budget voor de SWIG wordt gereserveerd voor MJP 2028 en de rest onder voorwaarden wordt opgenomen in het MJP 2027. De voorwaarden betreffen bijvoorbeeld dat er nu nog €190 miljoen budget in de SWIG-regeling is en dat de vraag naar extra budget niet wordt herkend. Daarnaast is een voorwaarden dat moet worden gekeken of er geen overlap is tussen subsidie voor e-hubs voor glastuinbouw en algemene flexregelingen. Algemene voorwaarden zijn de invoering van ETS-2 en de CO₂-heffing in de glastuinbouw.

Tabel 2.3: Aanvragen in het fiche voor de glastuinbouw

	Aangevraagd budget in miljoen euro	Conceptbeoordeling fondsbeheerder
Subsidieregeling warmte-infrastructuur glastuinbouw (SWIG)	147	Reserveren voor MJP 2028
Subsidie op exploratieboringen	32,4	Opnemen in MJP 2027 onder voorwaarden
Kennisontwikkeling gebruik en beschikbaarheid CO ₂	10	Opnemen in MJP 2027 onder voorwaarden
Seismologisch onderzoek	4	Opnemen in MJP 2027 onder voorwaarden
Subsidie energiehubsystemen	5,5	Opnemen in MJP 2027 onder voorwaarden
Programma gebiedsaanpak	0,9	Opnemen in MJP 2027 onder voorwaarden

Verbeteren randvoorwaarden energietransitie glastuinbouw

Hebben de maatregelen waarvoor financiering wordt aangevraagd sociaaleconomische gevolgen of gevolgen voor brede welvaart die een belangrijke rol spelen maar in de fiches niet worden benoemd, onderbelicht zijn of verkeerd worden weergegeven?

- Het fiche benoemt als doel het mogelijk maken van randvoorwaarden voor verduurzaming van de glastuinbouw. Beprijzen levert op zichzelf staand geen CO₂-reductie op, maar vormt enkel een lastenstijging voor glastuinders dat de mogelijkheden tot het investeren in verduurzaming vermindert. Er zijn zorgen of de randvoorwaarden die nodig zijn voor het nemen van verduurzamingsmaatregelen op orde zijn (netcongestie, onvoldoende beschikbare

aardwarmte/restwarmte, onvoldoende externe CO₂). CE Delft (2025) bevestigt dat zonder tijdige beschikbaarheid van de benodigde energieinfrastructuur, bedrijven hogere energiekosten dragen en het CO₂-reductiedoel niet wordt gehaald.

- De effecten die worden genoemd gaan alleen over de glastuinders zelf en de korte termijn. In de glastuinbouwsector wordt geconcurrereerd op de prijs en is er sprake van een internationale markt. De vraag is of deze prijs alle negatieve effecten op de welvaart meeneemt en of de sector internationaal concurrerend blijft wanneer deze effecten worden beprijsd (van Weezel, 2024). Zo is de sector afhankelijk van goedkope arbeidsmigranten (Rijksoverheid, 2024) en is het ruimtebeslag van de glastuinbouwsector groot.

Kunnen de maatregelen, met het oog op de te verwachten sociaaleconomische gevolgen, beter anders worden vormgegeven zonder aan doelmatigheid en doeltreffendheid te verliezen? Zo ja, hoe?

- De gestelde voorwaarden van de fondsbeheerder zoals het aanwezig zijn van een beprijzing op CO₂ voor de sector zijn van belang om de CO₂-reductie tot stand te brengen.

Is er, gezien de sociaaleconomische gevolgen, aanleiding om het budget anders te verdelen tussen maatregelen binnen het perceel?

- Als de aanvraag voor extra budget voor de SWIG-regeling niet wordt herkend door de fondsbeheerder en er onderbesteding plaats kan vinden, dan zou de aanvraag kunnen worden afgewezen. Het budget kan dan aan andere aanvragen binnen het perceel worden besteed.

2.3. Perceel vroege fase opschaling

Voor het perceel 'vroege fase opschaling' zijn er 9 nieuwe fiches ingediend. De aanvragen hebben betrekking op een inruilregeling voor oude benzine- en dieselauto's, verduurzaming van binnenvaartschepen, een subsidietender voor e-SAF, subsidie voor elektrificatie van koeling in vrachtwagens, gedragsaanpak elektrisch vervoer, publiekscampagne deelmobiliteit, bandenspanning en versnellen onderzoek naar CO₂-opslag. Een aanvraag voor onderzoek naar CO₂-opslag in aquifers onder de Noordzee hebben we buiten deze reflectie gehouden, omdat TNO belanghebbende is bij deze aanvraag. Het totale budget dat is aangevraagd is 757,5 miljoen euro. We bespreken de fiches niet afzonderlijk, onze reflectie heeft betrekking op alle nieuwe fiches gezamenlijk in het perceel (zie paragraaf 2.3.1).

Naast de nieuwe fiches, zijn er enkele fiches ingediend die betrekking hebben tot de circulaire economie. Deze fiches bespreken we afzonderlijk (zie paragraaf 2.3.2).

2.3.1 Nieuw ingediende fiches

Tabel 2.4 toont de nieuw ingediende fiches in dit perceel.

Tabel 2.44: Nieuwe aanvragen MJP 2027 perceel vroege fase opschaling.

	Aangevraagd budget in miljoen euro	Conceptbeoordeling fondsbeheerder
Inruilregeling oude fossiele brandstofauto	277	Reserveren voor MJP 2028 onder voorwaarden
Verduurzaming kleine schepen	150	Afgewezen
EU STIP-e-SAF pilot tender	150	Afgewezen
Subsidie koeltrailer zwaar wegvervoer	75	Afgewezen
EV-gedragsaanpak 2026-2030	27	Afgewezen
Publiekscampagne deelmobiliteit	10	Afgewezen
Bandenspanning	5	Afgewezen
Versnellen onderzoek CO ₂ -opslag	60	Afgewezen
Onderzoek naar CO ₂ -opslag Aquifers	Niet beoordeeld (TNO is belanghebbende van deze aanvraag)	

Hebben de maatregelen waarvoor financiering wordt aangevraagd sociaaleconomische gevolgen of gevolgen voor brede welvaart die een belangrijke rol spelen maar in de fiches niet worden benoemd, onderbelicht zijn of verkeerd worden weergegeven?

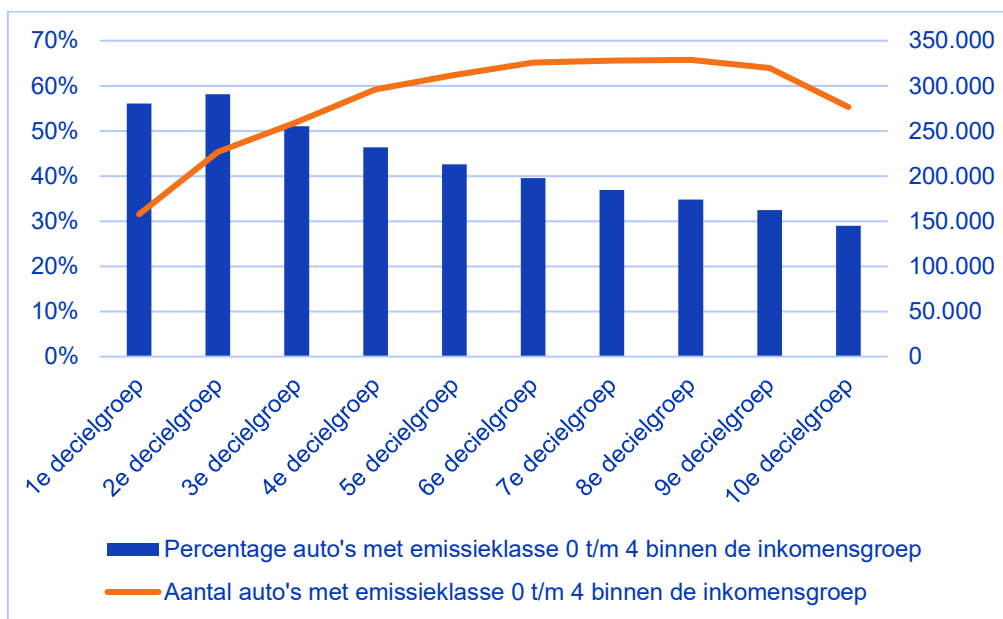
- Grote verschillen in laadinfrastructuur, deelmobiliteitsaanbod en vervoersopties tussen stedelijke en landelijke gebieden worden structureel niet meegenomen, terwijl die direct beïnvloeden wie baat heeft bij de maatregelen. Zo is deelmobiliteit minder ontwikkeld (ook per aantal inwoners) buiten de Randstad (zie Figuur 2.1) en verschilt de dekking van de laadinfrastructuur per gemeente. Hierdoor is het onduidelijk of de maatregelen doelmatig en rechtvaardig uitpakken.
- Verder wordt in veel fiches benoemd dat huishoudens met een laag inkomen profiteren van de maatregelen, maar is het onzeker of de maatregelen voldoende toegankelijk zijn voor deze groep. Zo is bij de inruilregeling voor fossiele brandstofauto's de investering die huishoudens zelf moeten doen nog steeds hoog. Daarnaast zijn huishoudens met lage inkomens (de laagste 20%) vaak afhankelijk van het openbaar vervoer of de fiets (CBS, 2024). Tegelijkertijd kan voor huishoudens met een laag inkomen in stedelijk gebied die niet elke dag een auto nodig hebben, betaalbare deelmobiliteit een goede oplossing zijn. Uit onderzoek blijkt dat in 2019 tussen de 113 en 270 duizend huishoudens in Nederland een laag inkomen en hoge brandstofkosten hadden, waarvan de meerderheid gezinnen en wonend in landelijk gebied of juist grootstedelijke wijken rondom Rotterdam of Almere (Dalla Longa et al., 2024). Met deelauto's hoeven zij de vaste lasten van een oude auto met 'hoge onderhoudskosten niet te dragen.
- Rebound- of substitutie-effecten worden daarnaast nauwelijks genoemd. Regelingen die de overstap naar nieuwe efficiëntere technologie faciliteren leiden vaak tot reboundeffecten. Bij een reboundeffect stijgt de vraag naar het product vanwege de lagere prijs, met meer energie- en CO₂-uitstoot als gevolg (Boer et al., 2013). Dit komt bijvoorbeeld voor bij het stimuleren van elektrisch rijden, waar onderzoek heeft aangetoond dat de overstap naar elektrisch rijden kan resulteren in meer gereden kilometers (Trinks et al., 2025). Bij het stimuleren van deelmobiliteit kan een substitutie-effect optreden. Het indirecte effect is dat de keuze voor een niet-elektrische deelauto ten koste gaat van een reis met het OV, waardoor het totale energieverbruik toeneemt. Ook heeft autogebruik meerdere negatieve effecten op brede welvaart, zoals gezondheid en veiligheid (zie van den Bijgaart & Sulikova, 2026).
- Daarnaast spelen er ook andere neveneffecten. Zo kan gebruik van CCS leiden tot een *lock-in* en uitstel van verduurzaming van de industrie. Subsidies kunnen ook de prijzen op markten (zoals tweedehands elektrische auto) opdrijven, door de toename van de vraag en het beperkte aanbod op de korte termijn. Over het algemeen is er weinig aandacht in dit perceel voor deze indirecte effecten van maatregelen op brede welvaart.
- Effecten op het verdienvermogen en concurrentiepositie worden niet genoemd, zoals het stimuleren van nieuwe technologieën wat de concurrentiepositie van Nederland ten opzichte van het buitenland kan verbeteren. Dit is van strategisch belang bij een nieuwe technologie waar de internationale markt nog niet is ontwikkeld, zoals bij waterstoftechnologie of e-SAF. Bij de e-SAF tender is niet duidelijk of de tender zal leiden tot productie in Nederland. Als de productie in Nederlands plaats vindt zal dit ook tot spillover effecten in de industrie leiden, doordat de e-SAF productie een aanjager en afzetmarkt voor groene waterstof kan zijn. De ontwikkeling van e-SAF is belangrijk voor verduurzaming van de luchtvaart en kan belangrijk zijn voor het verdienvermogen in de transitie naar een groene economie. Zeker nu er verplichting is van bijmenging van e-SAF. De mate waarop dit het verdienvermogen van Nederlandse bedrijven en brede welvaart als geheel beïnvloedt is in het fiche niet onderbouwd.
- De aanvragen voor bandenspanning, kleine schepen en koeltrailers in vrachtvervoer worden afgewezen vanwege het beperkte besparingspotentieel en belang voor de energietransitie, ondanks mogelijke positieve effecten op bijvoorbeeld draagvlak en verdienvermogen. In de fiches had toegevoegd kunnen worden wat het belang is van subsidie in aanvulling op normering en beprijzing. Zo zou in het geval van koeltrailers ingezet kunnen worden op normering voor koeltrailers in Europa.



Figuur 2.1: Verdeling van beschikbare deelauto's (bron: Dashboard Mobiliteit, 2026)

Kunnen de maatregelen, met het oog op de te verwachten sociaaleconomische gevolgen, beter anders worden vormgegeven zonder aan doelmatigheid en doeltreffendheid te verliezen? Zo ja, hoe?

- Maatregelen kunnen vooral gericht vormgegeven worden. Uit de ervaringen met ISDE blijkt dat de subsidie vooral bedoeld is om verduurzaming mogelijk te maken voor lagere inkomens (zij die het anders niet kunnen betalen), maar deze groep maakt er in de realiteit minder gebruik van. Het is waarschijnlijk dat dit ook zal gelden voor een inruilregeling zoals voorgesteld in het fiche in dit perceel. Figuur 2.2 laat zien dat procentueel de lagere inkomens vaker een vervuilende auto hebben, maar de meeste vervuilende auto's (dus in absolute aantallen) zijn te vinden in het bezit van hogere inkomens - de hogere inkomens zullen dus naar verwachting vaker profiteren van een inruilregeling. Daarbij spelen ook randvoorwaarden een belangrijke rol, zoals voldoende informatievoorziening en een goed ontwikkelde laadinfrastructuur – aspecten die nu onderbelicht blijven. Hierdoor dreigt de regeling de kloof tussen inkomensgroepen juist te vergroten. Uit onderzoek blijkt dat burgers het belangrijk vinden dat er wordt gekeken naar de positie van huishoudens met de laagste inkomens en dat zij worden gecompenseerd voor de kosten van klimaatbeleid: hiermee kan het draagvlak voor de energietransitie worden vergroot (SCP, 2025, RLI, 2025). In de concept beoordeling van de fondsbeheerder is “borging dat de juiste (inkomens) doelgroepen bereikt worden” als randvoorwaarde voor toekenning opgenomen. Deze randvoorwaarde zou specifiek geformuleerd kunnen worden, door als randvoorwaarde toe te voegen dat de regeling specifiek gericht moet zijn op huishoudens met een laag inkomen, bijvoorbeeld door een inkomensgrens te hanteren zoals wordt verkend in de pilot, of prioriteit te geven aan huishoudens met een lager inkomen.



Figuur 2.2: Verdeling van het bezit van auto's met emissieklasse 0 tot en met 4 die onder de ingediende inruilregeling vallen naar inkomensdecielen in 2023 (CBS, 2023). In absolute termen is het bezit van de auto's waaronder de regeling valt hoger in de hogere-inkomensgroepen (6^e tot en met 9^e deciel).

- De scope van de gedragscampagnes over deelmobiliteit en elektrische rijden kan worden vergroot, waardoor er niet alleen op één type vervoersmode wordt ingegaan. Zo wordt voorkomen dat dit ten nadele komt voor andere vervoerstypen zoals de fiets en het openbaar vervoer en dat de druk op het wegennet wordt verhoogd. Een brede aanpak voor het verminderen van rijden met brandstofauto's en de focus op de betaalbaarheid van alternatief vervoer zou hierbij kunnen helpen en draagt bij aan verschillende aspecten van brede welvaart (van den Bijgaart & Sulikova, 2026).

Is er, gezien de sociaaleconomische gevolgen, aanleiding om het budget anders te verdelen tussen maatregelen binnen het perceel?

- Elektrisch rijden en het gebruik van een deelauto is voordeliger na de overstap en de initiële investering. Hierdoor zullen de mobiliteitskosten voor de meeste huishouden dalen. Het stimuleren van de overstap op niet vervuilende vervoersmodi is van belang voor de energietransitie en vergroot het draagvlak. Daarom suggereren we om de aanvragen voor een publiekscampagne over deelmobiliteit en voor een gedragsaanpak elektrisch rijden samen te voegen tot één aanvraag voor een publiekscampagne over de overstap naar duurzame mobiliteit. Voorkomen moet worden dat stimulering van deelmobiliteit bijvoorbeeld ten koste gaat van gebruik van openbaar vervoer. De kosten van deze publiekscampagne kunnen beperkt worden gehouden, voor één jaar worden toegekend, waarna evaluatie van de effecten kan worden uitgevoerd..
- De stimulering van e-SAF productie is erg belangrijk voor verduurzaming van de luchtvaart en de transitie naar een groene economie. De aanvraag voor de EU STIP e-SAF pilottender wordt in de concept beoordeling door de fondsbeheerder afgewezen vanwege onduidelijkheid of de voordelen in Nederland neerslaan en omdat er al een reservering is gemaakt voor opbouw van e-SAF productie in Nederland in het MJP 2026. Overwogen kan worden wel een reservering te doen onder voorwaarde dat met onderzoek onderbouwd moet worden welke voordelen van een EU tender in Nederland neerslaan en op welke manier de tender additioneel is ten opzichte van de reservering in het MJP 2026.

2.3.2 Ingediende fiches circulaire economie

Tabel 2.5 toont de ingediende fiches die betrekking hebben tot de circulaire economie.

Tabel 2.55: Aanvragen fiches circulaire economie

	Aangevraagd budget in miljoen euro	Conceptbeoordeling fondsbeheerder
Continuering Circulair Implementeren en Opschalen (CIO)	47,9	Afgewezen
Continuering subsidie omschakeling plasticverwerkers (SOPV)	20	Opnemen in MJP 2027 onder voorwaarden
Stimulering en normering gescheiden inzameling bioafval bij huishoudens ten behoeve van groen gas	24,9	Opnemen in MJP 2027 onder voorwaarden
Continuering DEI+C en EKOOC CE	20,3	Opnemen in MJP 2027 onder voorwaarden
CAPEX/OPEX subsidie voor plastic recyclers	150	Afgewezen

Continuering Circulair Implementeren en Opschalen (CIO)

Dit fiche betreft een aanvraag voor middelen voor de subsidieregeling Circulair Implementeren en Opschalen (CIO). Na 2025 heeft deze bestaande maatregel geen openstelling staan. Vanwege de beperkte sturingsmiddelen buiten het Klimaatfonds voor circulaire economie, wordt er nu vanuit het fonds financiering gevraagd. Dit voorstel is in de conceptbeoordeling van de fondsbeheerder afgewezen, omdat het onvoldoende is uitgewerkt, het niet duidelijk is waarom de middelen uit het Klimaatfonds moeten komen, en omdat het PBL een reflectie op de prioritering voor maatregelen voor de circulaire economie gaat uitvoeren gezien de situatie in en opgave van de sector. Daarnaast geeft de fondsbeheerder aan dat er geen sprake is van structurele CO₂-reductie.

Hebben de maatregelen waarvoor financiering wordt aangevraagd sociaaleconomische gevolgen of gevolgen voor brede welvaart die een belangrijke rol spelen maar in de fiches niet worden benoemd, onderbelicht zijn of verkeerd worden weergegeven?

- Het fiche is voor een groot deel niet uitgewerkt waardoor effecten van de subsidieregeling op brede welvaart ontbreken. Zo had een positief effect op de kwaliteit van de leefomgeving benoemd kunnen worden, omdat hergebruik en recycling worden gestimuleerd en afval vermindert (Raad voor de Leefomgeving en Infrastructuur, 2015). Het fiche benoemt alleen het effect van een toename van hergebruik, reparatie en manufacturing op de uitstoot van CO₂.
- In het fiche is niet ingegaan op het effect van de subsidieregeling op het verdienvermogen van het mkb en werkgelegenheid, en waarom dit van belang is voor een circulaire transitie. Circulaire bedrijven hebben te maken met hogere kosten dan bedrijven die niet circulair werken. Uit de internetconsultatie komt naar voren dat de subsidieregeling kan helpen bij het opstarten van circulaire projecten en het rondkrijgen van de business case (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2024). Bovendien dekt de regeling hergebruik, waarbij de infrastructuur minder ver is ontwikkeld dan voor recycling en recyclingbedrijven. Op de lange termijn kan dit bijdragen aan het verdienvermogen van een duurzame, circulaire economie met positieve effecten voor de brede welvaart.
- In het fiche zijn verschillen tussen grootbedrijven en het mkb onderbelicht. In het fiche is niet uitgewerkt dat de maatregel belangrijk is om uit te voeren omdat grote bedrijven (>250 fte) verder zijn dan het kleinbedrijf met het doorvoeren van circulaire bedrijfsvoering (Hogeschool Utrecht, 2024). In de subsidieregeling krijgen mkb'ers een hogere subsidie dan grote bedrijven. De subsidieregeling helpt daarmee mkb'ers die minder capaciteit en middelen hebben om een circulair businessmodel te hanteren. In het fiche is niet aangegeven dat de subsidieregeling de ongelijkheid in mogelijkheden om circulair te werken tussen startups en scale-ups, mkb en grootbedrijf kan verkleinen.

Kunnen de maatregelen, met het oog op de te verwachten sociaaleconomische gevolgen, beter anders worden vormgegeven zonder aan doelmatigheid en doeltreffendheid te verliezen? Zo ja, hoe?

- Zoals vermeld in de internetconsultatie kan de subsidieregeling op verschillende manieren worden uitgebreid (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2024). Vanuit brede welvaart gezien is het aanbevolen om te onderzoeken of uitbreiding van de subsidieregeling een circulaire transitie op de volgende vlakken kan versnellen:
 - **Verbreden doelgroep** van subsidieregeling: verbreding van de doelgroep kan meer organisaties ondersteunen bij circulaire bedrijfsvoering, zoals stichtingen, verenigingen en coöperaties.
 - **Vergroten reikwijdte** subsidie naar andere productgroepen: vergroting van de reikwijdte van de subsidie zorgt voor meer circulaire producten en processen voor consumenten. Dit is positief voor de kwaliteit van de leefomgeving omdat consumenten dan meer circulaire producten hebben om uit te kiezen en er minder afval wordt geproduceerd.

Is er, gezien de sociaaleconomische gevolgen, aanleiding om het budget anders te verdelen tussen maatregelen binnen het perceel?

- Nee, in het perceel vroege opschaling is er nu geen aanleiding om budget anders te verdelen tussen maatregelen. Wel is het van belang om na te denken over financieringsstromen buiten het Klimaatfonds om maatregelen voor de circulaire economie te stimuleren. Momenteel lukt het Nederland namelijk niet om de grondstoffen die zij gebruikt omlaag te brengen en krijgt de circulaire economie niet genoeg prioriteit (Planbureau voor de Leefomgeving, 2025). De fondsbeheerder heeft aangegeven dat het PBL voor alle maatregelen die ingediend zijn onder de circulaire economie een reflectie gaat schrijven over de prioritering.
- Niet alleen de kant van producenten, maar ook het gedrag van de consument is belangrijk. Het is hierbij belangrijk om informatie en communicatie over circulaire producten te delen en misverstanden rondom prijs, gemak, verkrijgbaarheid, sociale normen en gewoonten hierin mee te nemen. Hier zou wel budget aan besteed kunnen worden. Onder meer het PBL (Koch & Vringer, 2023) heeft aanbevelingen gedaan rondom het stimuleren van circulaire consumptie en gedrag onder consumenten.

Continuering subsidie omschakeling plasticverwerkers (SOPV)

Dit fiche betreft een aanvraag voor middelen voor de subsidieregeling omschakeling plasticverwerkers (SOPV). Ondernemers kunnen per kalenderjaar maximaal tweemaal subsidie krijgen voor het uitvoeren van één of meerdere productietesten waarbij zij meer circulaire plastics verweken in de producten. De maatregel is opgenomen in het MJP 2027 onder voorwaarden van €10 miljoen. Het belang van het laagdrempelig testen met circulaire materialen wordt erkend, en daarom wordt gestart met een eerste tranche om te kijken of de maatregel succesvol is. Het gevraagde bedrag dient echter nog onderbouwd te worden in het fiche.

Hebben de maatregelen waarvoor financiering wordt aangevraagd sociaaleconomische gevolgen of gevolgen voor brede welvaart die een belangrijke rol spelen maar in de fiches niet worden benoemd, onderbelicht zijn of verkeerd worden weergegeven?

- Het fiche omschrijft (terecht) het positieve, indirecte, effect van de subsidie voor het verdienvermogen van bedrijven, aangezien zij worden ondersteund in de transitie naar circulair plastic en er geïnvesteerd wordt in de toekomstbestendigheid van de recyclingsector. Voor de impact op het klimaat wordt uitgegaan van 2,5 kilo CO₂-uitstoot wat per kilogram geproduceerd circulair plastic wordt gereduceerd. Het fiche benoemt hierbij ook de positieve gevolgen van CO₂-reductie voor de volgende generaties en het buitenland (omdat emissies daar ook afnemen).
- Niet alle effecten die zijn beschreven zijn een direct gevolg van de maatregel. Dit zien we bij de toelichting over de werkgelegenheid. Bedrijven zijn nu nog afhankelijk van fluctuerende fossiele olie- en gasprijzen. Door de subsidie neemt het kostprijsverschil ten opzichte van fossiel plastic af. In het fiche staat echter vermeld dat als gevolg hiervan de werkgelegenheid in de sector zal toenemen. Het uitvoeren van een aantal productietesten leidt niet direct tot stijging van de

werkgelegenheid. Daarnaast wordt gesproken van een positief effect op het energiesysteem omdat er minder energie nodig is om plastics te recyclen of bio-gebaseerde plastics te maken dan om fossiele brandstoffen te gebruiken. Ook hier geeft de subsidie op productietesten een indirecte bijdrage en een effect op de lange termijn wanneer de productie daadwerkelijk wordt aangepast.

Kunnen de maatregelen, met het oog op de te verwachten sociaaleconomische gevolgen, beter anders worden vormgegeven zonder aan doelmatigheid en doeltreffendheid te verliezen? Zo ja, hoe?

- Voor deze maatregel hebben wij geen aanvullende aanbevelingen om deze anders vorm te geven. Vanuit brede welvaart gezien bevelen we wel aan dat er niet alleen aandacht uitgaat naar de productie, maar ook naar de consumptie van plastics, door vraagcreatie te stimuleren zodat bijvoorbeeld retailers meer circulaire producten kopen of minder plastic inkopen, waardoor de vraag naar CO₂-intensieve producten en diensten afneemt (Paradies & van den Brink, 2023).

Is er, gezien de sociaaleconomische gevolgen, aanleiding om het budget anders te verdelen tussen maatregelen binnen het perceel?

- Nee, in het perceel vroege opschaling is er nu geen aanleiding om budget anders te verdelen tussen maatregelen. De fondsbeheerder heeft aangegeven dat het PBL voor alle maatregelen die ingediend zijn onder de circulaire economie een reflectie gaat schrijven over de prioritering. Dat zal voor deze maatregel ook gelden.

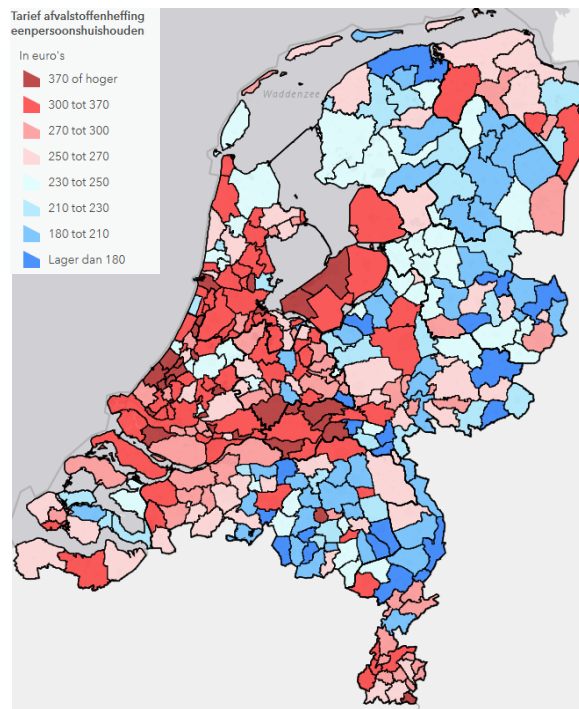
Stimulering en normering gescheiden inzameling bioafval bij huishoudens ten behoeve van groen gas

Dit fiche gaat over meerdere maatregelen voor de stimulering van groen gas. Het gaat hier zowel om normerend als stimulerend beleid. De norm (maatregel 1) betreft het schrappen van de mogelijkheid om af te zien van gescheiden inzameling van bioafval door gemeenten. Maatregelen 2, 3, 4 betreffen respectievelijk: een expertpool beleidsvormingscapaciteit bioafvalinzameling & afvalcoachcapaciteit bedrijfsafvalscheiding, een subsidie voor de uitrol van inzamelinfrastructuur en tegemoetkoming van ondersteunende acties (informeren en communiceren). Het fiche is onder voorwaarden van €6,376 miljoen toegekend. De fondsbeheerder ziet het potentieel bij betere afvalinzameling van bioafval en geeft aan dat de voorgestelde maatregelen duidelijk zijn onderbouwd met gedragsonderzoek. Het gaat bovendien om een maatregelenpakket wat de effectiviteit vergroot. De potentie voor gedragsverandering lijkt daarom groot, en daarmee ook de potentiële CO₂- en PJ-besparing. De norm, expertpool en subsidie zijn navolgbaar en worden toegekend. De fondsbeheerder kent echter de informatiecampagne voor €18,5 miljoen niet toe omdat het specifieke effect onduidelijk is en het bedrag fors is ten opzichte van de andere ondersteunende maatregelen. Er wordt dus in totaal €6,376 miljoen toegekend, onder voorwaarde dat de bijbehorende normering verder wordt uitgewerkt en doorgang vindt (goedkeuring door parlement): de wettelijke plicht tot gescheiden inzameling wordt dan verankerd door de uitzonderingsgronden in het Besluit gescheiden inzameling huishoudelijk afval (GIHA), om de mogelijkheid van gemeenten om af te zien van de gescheiden inzameling van bioafval te verwijderen.

Hebben de maatregelen waarvoor financiering wordt aangevraagd sociaaleconomische gevolgen of gevolgen voor brede welvaart die een belangrijke rol spelen maar in de fiches niet worden benoemd, onderbelicht zijn of verkeerd worden weergegeven?

- De brede welvaartseffecten die worden beschreven beperken zich tot de effecten 'hier en nu' en verdelingseffecten worden niet benoemd. In het fiche worden middelen aangevraagd om gemeenten die nog geen bioafval gescheiden verzamelen te ondersteunen. Dit kan echter zorgen voor ongelijke verdelingseffecten tussen gemeenten en kan onrechtvaardig voelen ten opzichte van gemeenten die al een inzamelingsinfrastructuur voor bioafval hebben opgezet: zijn deze gemeenten hiervoor ook ondersteund? Hoe is dat toen gefinancierd? Gemeenten halen een afvalstoffenbelasting op die dient voor het dekken van deze kosten. Uit het fiche wordt niet duidelijk hoeveel deze afvalstoffenbelasting zal stijgen voor deze gemeenten wanneer deze maatregel niet gefinancierd wordt, en hoe de hoogte van de belasting verschilt per gemeente. Dit is relevant voor het effect op de betaalbaarheid ervan voor huishoudens. Figuur 1 toont namelijk aanzienlijke regionale variatie tussen deze tarieven.

- Het is onduidelijk wat de invloed is op de gemeentelijke heffingen, en daarmee kosten voor huishoudens, op de lange termijn. Wanneer de vraag naar biogas gestimuleerd wordt en de circulaire economie op gang komt, stijgt de waarde van bioafval. Op de lange termijn kan het scheiden van afval voor een gemeente dus mogelijk meer gaan opbrengen. Dit is onvoldoende uitgewerkt in het fiche.



Figuur 2.3: Tarief afvalstoffenheffing eenpersoonshuishoudens in 2025 (Rijksoverheid, 2025)

Kunnen de maatregelen, met het oog op de te verwachten sociaaleconomische gevolgen, beter anders worden vormgegeven zonder aan doelmatigheid en doeltreffendheid te verliezen? Zo ja, hoe?

- Er wordt wederom budget aangevraagd voor uitvoeringscapaciteit bij overheidsorganisaties. Dit is niet passend voor het Klimaatfonds, gaat ten koste van investeringen die direct tot emissiereductie leiden.

Is er, gezien de sociaaleconomische gevolgen, aanleiding om het budget anders te verdelen tussen maatregelen binnen het perceel?

- De normering en het verwijderen van uitzonderingsgronden kan voldoende zijn om de gescheiden inzamelen van bioafval te verhogen. Gemeenten kunnen de kosten voor gescheiden inzameling doorberekenen in de afvalstoffenheffing. De aanvraag zou op basis van deze twee argumenten kunnen worden afgewezen.

Continuering DEI+C en EKOOC

Dit fiche betreft een aanvraag van €20,3 miljoen voor de continuering van de subsidieregeling Demonstratie Energie- en Klimaatinnovatie (DEI+) en de regeling Energie en Klimaat Onderzoek en Ontwikkeling (EKOOC), waarmee pilot- en demonstratieprojecten en divers onderzoek wordt gefaciliteerd. Gesubsidieerde projecten houden zich bijvoorbeeld bezig met het opnieuw gebruiken van reststromen en producten, en het besparen van materialen. Beide regelingen hebben in 2025 veel meer aanvragen ontvangen dan dat het beschikbare budget toelaat. Er wordt een bijstorting gevraagd voor de DEI+CE, die eerder positief is beoordeeld en gefinancierd uit het Klimaatfonds. De fondsbeheerder wil het budget toekennen onder voorwaarden. Eerst moet nog worden onderbouwd hoe tot het gevraagde bedrag is gekomen en wat hiermee aanvullend wordt bereikt, anders komt de toekenning te vervallen.

Hebben de maatregelen waarvoor financiering wordt aangevraagd sociaaleconomische gevolgen of gevolgen voor brede welvaart die een belangrijke rol spelen maar in de fiches niet worden benoemd, onderbelicht zijn of verkeerd worden weergegeven?

- Het fiche beschrijft goed dat de maatregelen bijdragen aan het stimuleren van een circulaire economie. Dit maakt Nederland minder afhankelijk van grondstoffen uit het buitenland en draagt bij aan het tegengaan van klimaatverandering. Dat zijn de belangrijkste brede welvaartseffecten.

Kunnen de maatregelen, met het oog op de te verwachten sociaaleconomische gevolgen, beter anders worden vormgegeven zonder aan doelmatigheid en doeltreffendheid te verliezen? Zo ja, hoe?

- Het fiche beschrijft dat burgers en bedrijven kansen zien, maar dat investeren wel moet lonen en dat de circulaire keuze voor mensen logisch en gemakkelijk moet zijn. De vraag is of in de subsidieregelingen op deze aspecten een toetsing plaatsvindt. Alleen wanneer investeren na subsidie lonend is en de circulaire keuze makkelijk is voor klanten, zal de subsidie leiden tot effecten op lange termijn.
- Het fiche beschrijft ook dat bedrijven, maatschappelijke organisaties, wetenschappers en inwoners expliciet aan de overheid vragen om een regierol te pakken. Er moet de komende kabinetsperiode echt vaart gemaakt worden met het substantieel vergroten van de markt vraag naar circulaire goederen en diensten om de transitie op gang te houden. Een randvoorwaarde kan zijn dat naast subsidie van circulaire projecten ook beleid wordt gevoerd om die vraag naar circulaire producten te stimuleren, bijvoorbeeld door normering.

Is er, gezien de sociaaleconomische gevolgen, aanleiding om het budget anders te verdelen tussen maatregelen binnen het perceel?

- Nee, voor dit perceel hebben wij geen aanbevelingen om het budget anders te verdelen. Het PBL is voor maatregelen in het kader van de circulaire economie gevraagd te reflecteren op de prioritering van maatregelen.

CAPEX/OPEX subsidie voor plastic recyclers

Dit fiche betreft een aanvraag van €150 miljoen voor een subsidie voor plastic recyclers. In de conceptbeoordeling wordt de aanvraag afgewezen door de fondsbeheerder. De reden is dat niet voldaan is aan de randvoorwaarde van normering bij een reservering van €188 miljoen. De vrijwillige afspraken zijn niet hard genoeg om de randvoorwaarde van normering in te vullen voor een eerder gereserveerd budget. Verder is de regeling die is ingediend nog onvoldoende uitgewerkt. Het blijft onduidelijk of de beleidsdoelen realistisch zijn in een markt die het zwaar heeft en faillissementen kent. Het ligt dan niet voor de hand om middelen toe te kennen voor verdere opschaling van de sector.

Hebben de maatregelen waarvoor financiering wordt aangevraagd sociaaleconomische gevolgen of gevolgen voor brede welvaart die een belangrijke rol spelen maar in de fiches niet worden benoemd, onderbelicht zijn of verkeerd worden weergegeven?

- De inzet van gerecycled plastic verlaagt de behoefte aan fossiel plastic en zal dus CO₂-uitstoot besparen. Het fiche omschrijft dat de subsidieregeling nodig is om de recyclingsector in stand te houden en op te schalen om aangekondigde Europese normeringen vanaf 2030 ook in de praktijk mogelijk te maken. Anders moet tegen die tijd het recyclaat geïmporteerd worden uit het buitenland en wordt het Nederlandse plasticafval verbrand. Onduidelijk is waar recyclaat vandaan moet komen wanneer er geen of onvoldoende Nederlandse recycling capaciteit is, of dat dan niet aan de normering kan worden voldaan.
- In het fiche wordt voorgesteld om de OPEX-subsidie af te bouwen in de periode 2028-2033 omdat de normering de onrendabele top zal verlagen. Onduidelijk is waarom de onrendabele top door de normering vanaf 2030 niet al in 2030 is verdwenen.

Kunnen de maatregelen, met het oog op de te verwachten sociaaleconomische gevolgen, beter anders worden vormgegeven zonder aan doelmatigheid en doeltreffendheid te verliezen? Zo ja, hoe?

- Vanwege de normering vanaf 2030 zou de subsidie zich slechts kunnen beperken tot de jaren 2028 en 2029.

Is er, gezien de sociaaleconomische gevolgen, aanleiding om het budget anders te verdelen tussen maatregelen binnen het perceel?

- In het overleg de 'plastic tafel' is het verzoek gedaan om via een subsidieregeling de productie van recyclaat te gaan ondersteunen totdat de plastic-bijmengnormering vanuit de Europese Unie vanaf 2030 de vraag naar recyclaat gaat ondersteunen. Er kan ook worden gewacht op de recyclingsnormen vanaf 2030. Een risico is dan wel dat er in Nederland of omringende landen in 2030 onvoldoende plastic recyclingcapaciteit is om aan de normering te voldoen.

2.4. Verduurzaming Industrie-MKB

In het perceel is nog 1,2 miljoen euro te verdelen voor aanvang MJP 2027. Er zijn drie nieuwe maatregelen ingediend, die betrekking hebben op de uitvoeringskosten van maatwerkafspraken met industrie en de clusteraanpak en versnelling van toepassing van milieuprestatie-eisen in de grond, weg en waterbouw. (Tabel 2.6). Om een deel van deze maatregelen te financieren, is een aantal reserveringen aangepast. Voor de maatregelen voor energiebesparing bij het MKB is een deel van de aangevraagde middelen toegekend in MJP 2027 en een deel gereserveerd voor MJP 2028. Het totaal aangevraagde bedrag is niet veranderd en is daarom in deze reflectie buiten beschouwing gelaten. Omdat er maar drie aanvragen zijn geanalyseerd in dit perceel, gaan we hier in op de afzonderlijke fiches.

Tabel 2.6: Aanvragen MJP 2027 perceel Verduurzaming industrie-MKB

	Aangevraagd budget in miljoen euro	Conceptbeoordeling fondsbeheerder
Uitvoeringskosten maatwerk	21	Opnemen in MJP 2027 (€6 miljoen)
Uitvoeringskosten clusteraanpak	14,4	Opnemen in MJP 2027
Versnellingsmaatregelen toepassing milieuprestatie eisen in grond-, weg, en waterbouw (GWW)	20,7	Afgewezen

Uitvoeringskosten maatwerk

Hebben de maatregelen waarvoor financiering wordt aangevraagd sociaaleconomische gevolgen of gevolgen voor brede welvaart die een belangrijke rol spelen maar in de fiches niet worden benoemd, onderbelicht zijn of verkeerd worden weergegeven?

- Er worden in het fiche geen gevolgen voor brede welvaart genoemd. Deze zijn er wel, omdat zonder een goede uitvoering en supervisie vanuit de overheid de maatwerkafspraken mogelijk minder succesvol zijn. Een voorbeeld van een *indirect gevolg* van de gevraagde middelen voor deze uitvoeringskosten is de CO₂-reductie als gevolg van de maatwerkafpraak. De directe gevolgen voor de brede welvaart zijn echter minimaal omdat het gaat over het financieren van ambtenaren en uitvoering.
- Het níét succesvol uitvoeren van de maatwerkafspraken kan grote gevolgen hebben voor het subjectief welzijn: voor de maatwerkafspraken geldt het rechtvaardigheidsprincipe 'de verduurzamer verdient', en de afspraken ondersteunen grote bedrijven om concurrerend en winstgevend te blijven in de energietransitie. Dit kan het draagvlak voor de transitie verkleinen vanwege ervaren onrechtvaardigheid onder burgers en het MKB (zie RLI, 2025, WRR, 2023 en SCP, 2021). Wanneer deze afspraken niet zorgvuldig en succesvol worden uitgevoerd met de beoogde behaalde CO₂-reductie, kan dit deze gevoelens van onrechtvaardigheid vergroten en vertrouwen in de overheid schaden.

Kunnen de maatregelen, met het oog op de te verwachten sociaaleconomische gevolgen, beter anders worden vormgegeven zonder aan doelmatigheid en doeltreffendheid te verliezen? Zo ja, hoe?

- De middelen worden nu incidenteel aangevraagd uit het Klimaatfonds nadat de maatwerkafspraken is gemaakt. Er is een bedrag van €6 miljoen toegekend op basis van gemaakte maatwerkafspraken. Het had passender geweest om het bedrag voor de uitvoering op te nemen bij de reservering van budget voor de maatwerkafspraken zelf, omdat het essentieel is voor een succesvolle uitvoering. Deze middelen zouden beschikbaar gesteld kunnen worden ten koste van reserveringen voor maatwerk, maatwerk AVI's, NIKI en cluster 6. Omdat het hier gaat om financiering van uitvoeringscapaciteit van de Rijksoverheid, horen deze kosten eigenlijk onderdeel te zijn van de Rijksbegroting. Wanneer de financiering vanuit het Klimaatfonds gaat naar personele capaciteit is er minder budget beschikbaar voor investeringen in energieinfrastructuur die direct bijdragen aan emissiereductie.
- Wanneer er méér (nieuwe) maatwerkafspraken worden gemaakt in 2026, is het van belang dat er wel middelen beschikbaar zijn voor het uitvoeren van deze afspraken met ingang van 2027, ook al is dit nu niet toegekend.

Is er, gezien de sociaaleconomische gevolgen, aanleiding om het budget anders te verdelen tussen maatregelen binnen het perceel?

- Deze budget aanvraag voor uitvoeringscapaciteit voor maatwerkafspraken betreft financiering van een overheidsorganisatie. Dit zou gefinancierd moeten worden uit de Rijksbegroting en niet uit het Klimaatfonds. Door uitvoeringscapaciteit te financieren uit het Klimaatfonds gaat dit ten koste van financiering van daadwerkelijke investeringen met directe brede welvaartseffecten zoals emissiereductie.

Uitvoeringskosten clusteraanpak

Hebben de maatregelen waarvoor financiering wordt aangevraagd sociaaleconomische gevolgen of gevolgen voor brede welvaart die een belangrijke rol spelen maar in de fiches niet worden benoemd, onderbelicht zijn of verkeerd worden weergegeven?

- Er worden in het fiche enkele gevolgen voor brede welvaart genoemd. Omdat het over uitvoering gaat zijn deze minder direct een gevolg van de maatregel, maar wel van belang. Een clusteraanpak kan coördinatieproblemen oplossen tussen overheid, netbeheerders en industrie, wat kan zorgen voor minder knelpunten in het aanleggen van gepaste energie infrastructuur, maar (niet genoemd in het fiche) ook tot een positief effect op het verdienvermogen van de bedrijven in het cluster door bijvoorbeeld meer kennis *spill-overs* te genereren wanneer er meer wordt samengewerkt. Het oplossen van deze coördinatieproblemen helpt bij het creëren van de randvoorwaarden wat bedrijven in staat stelt te verduurzamen en kan daarbij indirect leiden tot CO₂-reductie en een positief effect op het verdienvermogen (zie o.a. SER, 2023, Wennink, 2025).
- Een belangrijk negatief effect of risico dat niet benoemd wordt in het fiche is dat een toename van samenwerking tussen bedrijven en bijvoorbeeld het delen van energie ook betekent dat deze meer afhankelijk van elkaar worden (zie bijvoorbeeld Buiten et al., 2021). Ook kunnen er internationale afhankelijkheden in deze productienetwerken zijn die mogelijk groter worden door deze clusteraanpak (Van den Berghe et al., 2025). Wanneer een van deze bedrijven dus in de problemen komt, kan dit een risico vormen voor de rest van het cluster. De effecten op het verdienvermogen, werkgelegenheid en strategische autonomie worden daardoor mogelijk te eenzijdig weergegeven in het fiche.

Kunnen de maatregelen, met het oog op de te verwachten sociaaleconomische gevolgen, beter anders worden vormgegeven zonder aan doelmatigheid en doeltreffendheid te verliezen? Zo ja, hoe?

- Er bestaat een risico dat de clusteraanpak bestaande bedrijvigheid ondersteunt en daarmee de mogelijkheid voor nieuwe economische activiteiten in de weg staat. Bij de actieve inzet van de overheid in deze clusteraanpak is het van belang het lange termijn verdienvermogen en de mogelijkheid voor nieuwe economische activiteiten in deze clusters te waarborgen, en niet enkel bestaande bedrijven te ondersteunen in de verduurzaming. Dit kan tot oneerlijke concurrentie leiden. Voor de lange termijn is het belangrijk keuzes te maken met betrekking tot welke industrie een plaats heeft in Nederland, zeker gezien de impact van deze industrie op brede welvaart (WKR, 2026). Deze nog te maken keuzes voor de lange termijn kunnen mogelijk knellen met deze maatregel wanneer blijkt dat deze industrie niet voldoende bijdraagt aan een gezonde, veilige en leefbare omgeving. .

- De exacte maatregel en subsidieregeling moet nog uitgewerkt worden. In plaats van het in een keer toekennen van het bedrag in MJP 2027, kan ervoor gekozen worden, indien dat mogelijk is, een deel van de gelden te reserveren en toe te kennen in MJP 2028, wanneer de subsidieregeling is uitgewerkt.

Is er, gezien de sociaaleconomische gevolgen, aanleiding om het budget anders te verdelen tussen maatregelen binnen het perceel?

- Wij hebben geen voorstellen om budget anders te verdelen tussen maatregelen uit dit perceel.

Versnellingsmaatregelen toepassing milieuprestatie-eisen GWW

Hebben de maatregelen waarvoor financiering wordt aangevraagd sociaaleconomische gevolgen of gevolgen voor brede welvaart die een belangrijke rol spelen maar in de fiches niet worden benoemd, onderbelicht zijn of verkeerd worden weergegeven?

- In het fiche wordt financiering gevraagd voor drie maatregelen bovenop een nieuwe verplichting om vanaf 2027 milieuprestatie-eisen te stellen aan gebruikte materialen in GWW-werken.: vereenvoudiging van de MKI berekening, meer partijen stimuleren om gebruik te maken van milieuprestatie-eisen en het onderzoeken van ambitieuzere milieuprestatie-eisen voor koplopers. Het vereenvoudigen van de MKI en het onderzoeken van ambitieuzere milieu-prestatie-eisen heeft geen direct effect op de CO₂-reductie.
- Andere brede welvaart effecten zijn onderbelicht. Het fiche gaat bijvoorbeeld maar kort in op de verschillende bedrijven in de GWW-sector ('koplopers', het 'peloton' en de 'rest') en omschrijft in beperkte mate de verschillende mogelijkheden van bedrijven om zich aan te passen aan de wettelijke eisen. Het is van belang bij deze maatregelen om in te schatten of een aanpassing in deze normering verschillende bedrijven op een verschillende manier raakt. Als enkel grotere, gevestigde bedrijven zich kunnen aanpassen, maar nieuwe, innovatieve bedrijven niet de benodigde schaalgrootte hebben voor zo'n verandering, beïnvloedt dit het lange termijn verdienvermogen. Een verbetering van de MKI kan juist de investeringszekerheid vergroten en heeft daarmee een positief effect op het verdienvermogen van deze bedrijven. De nieuwe, uniforme milieuprestatie-eisen geven marktpartijen perspectief om te verduurzamen en innoveren, en zijn daarom in algemene zin positief ontvangen door de sector (Rijksoverheid, 2025). Bedrijven hebben echter niet allemaal te maken met dezelfde meerkosten om te sturen op deze eisen. Uit onderzoek van Witteveen+Bos (2025) lijken de meerkosten voor het sturen op MKI veelal beperkt te zijn, maar deze zijn voor grotere bedrijven eenvoudiger te maken dan voor kleinere bedrijven. In het begin geven de milieuprestatie-eisen extra administratieve lasten (bijvoorbeeld vanwege LCA analyses van producten), maar als de werkwijze standaard wordt zal dat later minder zijn. Het is de bedoeling dat de eisen in eerste instantie zo worden vastgesteld dat deze voor alle marktpartijen haalbaar zijn. Vervolgens zullen deze waarden stapsgewijs worden aangescherpt om de milieudruk te verlagen. Die aanscherping zal naar verwachting gepaard gaan met duurzaamheidsmaatregelen die waarschijnlijk extra investering en/of extra kosten met zich meebrengen. Dat is echter inherent aan het doel van de maatregel: het structureel terugdringen van de milieudruk. Ook dan kan het voor grote bedrijven makkelijker kan zijn om dit soort investeringen te doen dan de kleinere partijen.

Kunnen de maatregelen, met het oog op de te verwachten sociaaleconomische gevolgen, beter anders worden vormgegeven zonder aan doelmatigheid en doeltreffendheid te verliezen? Zo ja, hoe?

- Vanuit brede welvaart gezien kan de beleidsinspanning zich beter richten op het ondersteunen en stimuleren van kleinere bedrijven in de GWW-sector die vanaf 2027 aan de milieuprestatie-eisen moeten voldoen, dan via de tweede maatregel ('stimulering bredere toepassing milieuprestatie-eisen GWW'), een grotere groep partijen te betrekken.
- Omdat er met de Construction Products Regulation (CPR) nog wordt gewerkt aan harmonisering in Europa van de rekenmethode voor de milieuprestatie van bouwproducten lijkt het te vroeg om nu al een bredere toepassing te stimuleren. Mogelijk leidt het harmonisatietraject tot aanpassing van de rekenmethode en dat zou invloed kunnen hebben op de milieuprestatie die volgt uit de eisen.

Is er, gezien de sociaaleconomische gevolgen, aanleiding om het budget anders te verdelen tussen maatregelen binnen het perceel?

- In dit perceel hebben we geen aanbevelingen om budget anders te verdelen tussen de maatregelen binnen het perceel. Wel kan er overwogen worden dat er meer budget gaat naar het ondersteunen van het peloton en de 'rest' (achterblijvers), mits de maatregel gericht wordt ontworpen om het peloton en achterblijvers te ondersteunen. Mogelijk wordt daar in het wetstraject rond de milieuprestatie-eisen al door het Ministerie van I&W op ingezet en is aanvullend budget niet nodig. Er zou in dat geval bijvoorbeeld minder budget gaan naar het financieren van onderzoek naar ambitieuze eisen voor koplopers. Hoewel dit tot nog meer CO₂-reductie kan leiden, is het vanuit het verdienvermogen van bedrijven die geen koploper zijn belangrijk dat er ook ruimte wordt gemaakt om hen meer te ondersteunen op het sturen op milieuprestatie-eisen.

2.5. Perceel Gebouwde omgeving

In dit perceel zijn 2 nieuwe fiches ingediend (Tabel 2.7). Het totale budget dat is aangevraagd is 895 miljoen euro. In het perceel is bij aanvang van MJP 2027 nog 145 miljoen euro beschikbaar. Omdat er twee aanvragen zijn geanalyseerd in dit perceel, gaan we hier in op de afzonderlijke fiches. Het betreft de stimulering van warmtepompen en in pandige kosten warmtenetten en een aanvraag voor budget voor het Energiefonds voor huishoudens in energiearmoede.

Tabel 2.77: Aanvragen MJP 2027 perceel gebouwde omgeving

	Aangevraagd budget in miljoen euro	Conceptbeoordeling fondsbeheerder
Stimulering warmtepompen en in pandige kosten warmtenetten via SAH	145	Opnemen in MJP 2027 onder voorwaarden
Energiefonds	750	Afgewezen

Stimulering warmtepompen en in pandige kosten warmtenetten via SAH

Hebben de maatregelen waarvoor financiering wordt aangevraagd sociaaleconomische gevolgen of gevolgen voor brede welvaart die een belangrijke rol spelen maar in de fiches niet worden benoemd, onderbelicht zijn of verkeerd worden weergegeven?

- In het fiche wordt onderbelicht dat de ISDE vaker wordt aangevraagd en gebruikt door huishoudens met een hoger inkomen, en dat er daarmee een risico bestaat dat de ISDE-subsidie de ongelijkheid tussen huishoudens vergroot. In de periode 2021-2024 werd 74,2% van de aanvragen voor ISDE voor een (hybride) warmtepomp ingediend door huishoudens met een bovengemiddeld besteedbaar inkomen (CBS, 2025). Dit kan ongelijkheid tussen inkomensgroepen doen toenemen. Huishoudens met een laag inkomen willen of kunnen soms de eigen bijdrage niet betalen of zijn minder bekend met de subsidieregeling. Er is een kans dat de huishoudens met een hoger inkomen de investering ook zonder subsidie kunnen doen. Uit evaluatie van de ISDE blijkt dat ongeveer een derde van de ISDE-gebruikers aangeeft dat ze de warmtepomp ook zonder subsidie had gekozen (CE Delft, 2024a). In veel gevallen is voor eengezinswoningen echter subsidie nodig om de investering positief uit te laten vallen (Schippers et al., 2025).
- Het effect van zowel de ISDE-uitbreiding als de SAH-regeling op de energierekening van huishoudens wordt niet genoemd. Wanneer een warmtepomp wordt geïnstalleerd resulteert dit in veel gevallen in een lagere energierekening (Schippers et al., 2025). Dit is wel afhankelijk van de mate van isolatie van de woning. Wanneer er wordt gekozen voor een warmtenet maar verder niet wordt na-geïsoleerd, kunnen huishoudens met hogere kosten komen te zitten: de tarieven van warmtenetten zijn in veel gevallen vastgesteld op basis van het 'niet meer dan anders' principe en de energierekening valt daardoor zelden lager uit. Vanwege de aansluitkosten en een hoger vastrecht kan de energierekening zelfs toenemen (ACM, 2025). De SAH-regeling kan daarom grote impact hebben op de betaalbaarheid van warmtenetten. Daarbij is de betaalbaarheid belangrijk voor het draagvlak voor warmtenetten (Hollanders et al., 2025).

- Beide maatregelen zetten in op de warmtetransitie in de gebouwde omgeving. Het isoleren van woningen is echter ook van belang en heeft veel positieve brede welvaartseffecten (*multiple benefits*): zoals positieve effecten op de gezondheid door een betere woning (zie Van der Wal et al., 2025), verlaging van de energierekening én CO₂-reductie. De inzet op warmtepompen of -netten dient daarbij aanvullend te zijn op isolatie van de woning om zo brede welvaart maximaal te stimuleren. Ook kunnen warmtepompen in sociale huurwoningen aanzienlijk helpen om de energierekening te verlagen.

Kunnen de maatregelen, met het oog op de te verwachten sociaaleconomische gevolgen, beter anders worden vormgegeven zonder aan doelmatigheid en doeltreffendheid te verliezen? Zo ja, hoe?

- Een inkomensgrens voor het aanvragen van de ISDE-subsidie, zodat de subsidie alleen ten goede komt aan huishoudens met lage inkomens die zonder subsidie geen warmtepomp zouden aanschaffen.
- Betere informatievoorziening of bewustwording voor de maatregelen waar middelen voor beschikbaar komen, zodat de ISDE-subsidie evenrediger wordt gebruikt door huishoudens uit verschillende inkomensgroepen. Ook voor warmtenetten zijn er naast de financiële overwegingen andere barrières of factoren die beïnvloeden of men aangesloten wil worden aan het warmtenet, zoals vertrouwen in de gemeente en/of energie- en warmteleveranciers, de mate van participatie en de mate waarin mensen zich verbonden voelen met hun omgeving (Kooger & Langefeld, 2024). Deze dienen ook geadresseerd te worden om de kans op meer aansluitingen te verhogen.

Is er, gezien de sociaaleconomische gevolgen, aanleiding om het budget anders te verdelen tussen maatregelen binnen het perceel?

- De gestelde voorwaarde voor de ophoging van ISDE voor warmtepompen anticipeert op een normering die er mogelijk niet gaat komen. In het Coalitieakkoord van het kabinet Jetten wordt wel een normering van warmtepompen genoemd. Maar zolang niet duidelijk is of een normering doorgaat en de normering niet is uitgewerkt, kan ook de aanvraag niet worden onderbouwd. Dit betekent dat deze middelen worden gereserveerd voor deze maatregel maar misschien niet worden vrijgegeven. In dit geval kan dit geld elders besteed worden, bijvoorbeeld aan het energiefonds.

Energiefonds

Hebben de maatregelen waarvoor financiering wordt aangevraagd sociaaleconomische gevolgen of gevolgen voor brede welvaart die een belangrijke rol spelen maar in de fiches niet worden benoemd, onderbelicht zijn of verkeerd worden weergegeven?

- De sociaaleconomische gevolgen van de maatregel zijn duidelijk weergegeven en drijven deze vraag om financiële middelen omdat het een compensatie van de energierekening betreft voor huishoudens in een kwetsbare positie. Het is daarmee een maatregel die op de korte termijn kan zorgen voor een meer betaalbare energierekening. Het is mogelijk dat de financiële zorgen van huishoudens hierdoor afnemen, wat ervoor kan zorgen dat ze niet langer hun woning niet of te weinig verwarmen. Dit heeft potentieel daarmee ook positieve gezondheidseffecten en verbetert de kwaliteit van leven van deze doelgroep die nu onder consumeert.
- Onderbelicht is de onzekerheid voor huishoudens die wordt veroorzaakt door het ad-hoc toekennen van middelen aan het energiefonds en tijdelijk noodfonds energie in voorgaande jaren. Vanwege onvoldoende middelen in het fonds en te veel aanvragen, is het daarbij niet gegarandeerd dat een huishouden aanspraak kan maken op deze compensatie. Dit ondermijnt mogelijk het gevoel van rechtvaardigheid en het vertrouwen in de overheid.
- De mate waarin deze compensatie nodig is hangt ook samen met andere factoren en keuzes die gemaakt worden om klimaatbeleid te financieren. Zo zijn keuzes met betrekking tot de financiering van verzwaring van het elektriciteitsnet die effect heeft op de hoogte van het vastrecht elektriciteit en de algemene ontwikkeling van het aandeel huishoudens met lage inkomens bepalend (Tigchelaar et al., 2025). Deze keuzes worden niet benoemd. Wanneer het energiefonds als compensatie dient voor beleid gericht op de energietransitie kan het daarbij bijdragen aan een ervaren rechtvaardige transitie, wat ook positieve effecten heeft op het draagvlak (RLI, 2025). Het is in dat geval aanvullend op de beleidsmix.

Kunnen de maatregelen, met het oog op de te verwachten sociaaleconomische gevolgen, beter anders worden vormgegeven zonder aan doelmatigheid en doeltreffendheid te verliezen? Zo ja, hoe?

- De berekening voor de benodigde middelen kan aangescherpt worden. Zo wordt er gerekend met een raming van 428 duizend huishoudens in energiearmoede (volgens LIHE-definitie) in 2026. Dit is het aantal huishoudens wat in 2024 een laag inkomen en een hoge energierekening heeft (Batenburg et al., 2025). Als er, zoals in het fiche wordt verondersteld, een afname van 10% per jaar wordt aangenomen, zou dit aantal in 2026 gelijk zijn aan 346.680 huishoudens. Echter, in Tigchelaar et al. (2025) wordt een lichte toename van deze groep verwacht, mede vanwege de aangenomen stijging van vastrecht onder invloed van kosten voor netverzwaring. De ontwikkeling van het aantal huishoudens in energiearmoede is dus erg onzeker en hiermee kan het risico ontstaan dat er onvoldoende middelen beschikbaar zijn voor alle huishoudens die daar wel aanspraak op zouden mogen maken.
- Daarnaast is het bedrag wat is vastgesteld in het fiche om te compenseren gelijk aan 272 euro op basis van de gemiddelde energiearmoedekloof (Mulder, Dalla Longa & Croon, 2024). Dit is een gemiddelde en wanneer dit gecompenseerd wordt, zal er ook overcompensatie plaatsvinden. Daarnaast berekent deze kloof de kortste afstand uit energiearmoede: dit kan ook een verbetering van de woning betreffen, waar een huurder zelf geen invloed op kan uitoefenen. Het zou beter zijn om, voor de gevallen waar het verbeteren van de woning het energiearmoede probleem kan oplossen, hier de verduurzaming van de woning te subsidiëren. De maatregel kan dus gericht worden uitgevoerd. Een deel van de aanvragers van het Noodfonds Energie waren koopwoningeigenaren met een hoger inkomen dan 130% van het sociaal minimum (Noodfonds energie, 2025). Het fiche stelt al een strenger inkomenscriterium voor.
- De periode waarvoor de middelen worden aangevraagd kan worden beperkt tot 2026-2028. Er is een hoge mate van onzekerheid over de prijsontwikkelingen en inkomensontwikkeling voor de jaren daarna. Daarnaast is onduidelijk of de middelen die beschikbaar komen uit het Social Climate Fund, ter compensatie van ETS-2, na 2028 blijven bestaan. De noodzaak en omvang van een compensatie is na 2028 is dus onzeker. Door alleen budget voor de periode 2026-2028 te reserveren zou €345 miljoen volstaan, voor 2029, 2030 en 2031 is nu €405 miljoen aangevraagd. Dit is een flink lager bedrag dan de aangevraagde €750 miljoen uit het Klimaatfonds.
- Een bijdrage uit het energiefonds is voor huishoudens in energiearmoede een tijdelijke, korte termijn oplossing. Beter zou geïnvesteerd kunnen worden in na-isolatie van de woningen van huishoudens in energiearmoede, omdat daarmee een structurele, langetermijnoplossing wordt geboden.

Is er, gezien de sociaaleconomische gevolgen, aanleiding om het budget anders te verdelen tussen maatregelen binnen het perceel?

- De aanvraag voor middelen die zijn toegekend aan de ISDE-uitbreiding voor warmtepompen zou afgewezen kunnen worden, omdat er nog geen normering is en de ISDE regeling grotendeels ten goed komt aan huishoudens met een hoog inkomen. .
- Het budget voor de ISDE uitbreiding zou gebruikt kunnen worden voor de aanvraag van het energiefonds, maar wel beperkt tot de korte termijn. Nog beter zou het budget kunnen worden besteed aan het in zijn geheel subsidiëren van de woningrenovatie van woningeigenaren in, slechte huurwoningen verbieden en woningcorporaties te helpen bij de renovatie van sociale huurwoningen. Dit heeft direct effect op de energierekening van huishoudens in energiearmoede. Als verduurzaming sneller gaat, zal compensatie niet meer nodig zijn of zullen minder huishoudens gecompenseerd moeten worden.
- Toekenning van aanvragen uit het Energiefonds kan direct worden gekoppeld aan de handhaving van prestatieafspraken met verhuurders of hulp aan woningeigenaren bij verduurzaming van de woning.

Referenties

ACM (2025). *ACM: onzekerheid over betaalbaarheid groot struikelblok bij overstap naar warmtenet*.

Geraadpleegd van: <https://www.acm.nl/nl/publicaties/acm-onzekerheid-over-betaalbaarheid-groot-struikelblok-bij-overstap-naar-warmtenet>

Batenburg, A., Hopman, B., Van Leeuwen, M., & Bijvoet, J. (2025). *Energiearmoede in Nederland 2019-2024* (TNO rapport 2025 R11172). Geraadpleegd van:

<https://publications.tno.nl/publication/34644576/pbrUJucX/TNO-2025-R11172.pdf>

Boer, E. de, & Verbeek, R. (2013). *Het reboundeffect van resource efficiency*. Geraadpleegd van:

<https://www.pbl.nl/uploads/default/downloads/pbl-2013-het-reboundeffect-van-resource-efficiency.pdf>

van den Berghe, K.B.J., de Vil, T., Eggermont, K., & Noels, G. (2025). Investerende Antwerpse chemie afhankelijk van Nederlandse basisindustrie. *ESB*, 110(4847), 311-313.

Beleidskompas (2025). *Milieuprestatie-eisen in de grond-, weg- en waterbouw (Wijziging wet milieubeheer)*. Geraadpleegd van: [Beleidskompas](#)

van den Bijgaart, I. & Sulikova, S. (2026). Neem gezondheidskosten van auto mee in beleid.

Geraadpleegd van: <https://esb.nu/neem-gezondheidskosten-van-auto-mee-in-beleid/>

van Bree, T. & de Jonge, J. (2022). Verdienvermogen voor lange termijn welvaart én welzijn.

<https://publications.tno.nl/publication/34639485/1IPsrH/bree-2022-verdienvermogen.pdf>

de Bruyn, S., Tunderman, S., De Kluizenaar, Y., Visser, D., & van de Poll, F. (2024).

Bredewelvaartsanalyse van woningisolatie: een beschouwing van het Nationaal Isolatieprogramma.

Geraadpleegd van: <https://www.pbl.nl/publicaties/bredewelvaartsanalyse-van-woningisolatie>

Buiten, G., Diks, C., Faber, A., Heemskerk, E., Mattsson, C., Takes, F., & Sloot, P. (2021).

Netwerkanalyse biedt nieuwe inzichten voor clustergericht energiebeleid. *ESB*, 106(4804), 586-588.

CBS (2023). Auto's en autoverkoop naar huishoudinkomen en voertuigkenmerken, 2023

[Maatwerktabel]. Geraadpleegd van: <https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2025/35/auto-s-en-autoverkoop-naar-huishoudinkomen-en-voertuigkenmerken-2023>

CBS (2024). Personenauto's naar kenmerken, regio (indeling 2024) [Dataset]. CBS Open Data.

Geraadpleegd van: <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/84707NED/table>

CBS (2025). *Dashboard energiesubsidies woningen*. Geraadpleegd van:

https://dashboards.cbs.nl/energiesubsidies_woningen/

CE Delft (2024a). *Evaluatie ISDE Periode 2019-2023*. Geraadpleegd van: https://ce.nl/wp-content/uploads/2025/06/CE_Delft_240452_Evaluatie_ISDE_Def.pdf

CE Delft (2024b). Suggesties voor aanvullend circulaire-economiebeleid: Quickscan beoordeling effecten van circulaire maatregelen. Geraadpleegd van: <https://ce.nl/wp-content/uploads/2024/02/Suggesties-voor-aanvullend-circulaire-economiebeleid.pdf>

CE Delft (2025). Ontwikkelingen energie-infrastructuur voor de glastuinbouw. Geraadpleegd van:

https://ce.nl/wp-content/uploads/2025/04/CE_Delft_240146_Ontwikkelingen_energie-infrastructuur_voor_de_glastuinbouw_Def.pdf

- Dalla Longa, F., Mulder, R. & Sterkenburg, R. (2024). *De energietransitie en het Risico op vervoersarmoede* (TNO rapport 2024 P12018). Geraadpleegd van: <https://publications.tno.nl/publication/34642067/rD5IQO/TNO-2024-P12018.pdf>
- Dashboard Mobiliteit (2026). *Dashboard Mobiliteit (versie 15 januari 2026)*. Geraadpleegd van: www.dashboardeelmobiliteit.nl
- Duurzaam GWW (2024). *'MKI-afspraken geven aannemers en producenten duidelijkheid'*. Geraadpleegd van: <https://www.duurzaamgww.nl/blog/159-mki-afspraken-geven-aannemers-en-producenten-duidelijkheid>
- Fattahi, A., Sijm, J., Van den Broek, M., Gordón, R. M., Dieguez, M. S., & Faaij, A. (2022). Analyzing the techno-economic role of nuclear power in the Dutch net-zero energy system transition. *Advances in Applied Energy*, 7, 100103.
- Gasunie Transport Services (2025). *Overzicht leveringszekerheid voor gasjaar 2026-2027*. Geraadpleegd van: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2025/09/30/overzicht-leveringszekerheid-voor-gasjaar-2026-2027>
- Hlobil, T., Chehber, N., Ozdemir, O., Smits, L., Vedder, C., & Soetevent, A. (2026). *Investeren in Europees elektriciteitsnet verzekert tegen hoge energiekosten*. Geraadpleegd van: <https://www.cpb.nl/publicatie/investeren-europees-elektriciteitsnet-verzekert-tegen-hoge-energiekosten>
- Hogeschool Utrecht (2024). *MKB nog onvoldoende aan de slag met de circulaire economie*. Geraadpleegd van: <https://www.hu.nl/nieuws/mkb-nog-onvoldoende-aan-de-slag-met-circulaire-economie>
- Hollanders, S., Wurpel, G. & de Klerk, I. (2025). *Betaalbare warmte is meer dan een rekensom inzichten uit een burgerraadpleging in zestien gemeenten*. Geraadpleegd van: https://populytics.nl/wp-content/uploads/2025/09/betaalbaarheidsonderzoek_rapport_11092025_DEF.pdf
- IPCC (2022) *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Koch, J., & Vringer, K. (2023). *Hoe circulair zijn Nederlandse consumenten: een empirisch onderzoek naar gedrag, bereidheid en de potentiële milieuwinst van circulair consumeren*. Geraadpleegd van: https://www.pbl.nl/uploads/default/downloads/pbl_2023_hoe-circulair-zijn-nederlandse-consumenten_5004.pdf
- Klöstors, M., Schlindwein, L., Araghi, Y., & Paradies, G. (2024). *Draagvlak voor klimaatbeleid. Toetsing van acceptatieprincipes in online keuze-experimenten* (TNO Rapport 2024 R10914). Geraadpleegd van: <https://publications.tno.nl/publication/34642483/oPJUQ5/TNO-2024-R10914.pdf>
- Kooger, R., & Langefeld, A. (2024). *De bereidheid van bewoners om mee te betalen aan een warmtenet. Een onderzoek naar de invloed van verschillende factoren* (TNO rapport 2024 P10466). Geraadpleegd van: <https://publications.tno.nl/publication/34642203/KET3mG/TNO-2024-P10466.pdf>
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2024). *Subsidieregeling circulair implementeren en opschalen*. Geraadpleegd van: https://www.internetconsultatie.nl/subsidieregeling_circulair_implementeren_opschalen/b1
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2025). *Sturende MKI in de GWW: informatiepakket en voorbereidende vragen*. Geraadpleegd van: <https://www.platformbruggen.nl/?file=3492&m=1743491506&action=file.download>

Ministerie van Klimaat en Groene Groei (2025). *Kamerbrief Oprichting Nucleaire Energie Organisatie Nederland B.V.* (kernmerk DGKE-PK/101463700). Geraadpleegd van: <https://open.overheid.nl/documenten/14ec9eb5-aa3f-4ee1-acc-7c3d1fb4ae31/file>

Mulder, P., Dalla Longa, F., & Croon, T. (2024). *De energiearmoedekloof in Nederland: Een microdata-analyse van het niveau en de ongelijkheid van energiearmoede* (TNO rapport 2024 R11693). Geraadpleegd van: <https://publications.tno.nl/publication/34643138/yulKz7av/TNO-2024-R11693.pdf>

NOS (2024). *Amsterdam compenseert 2000 huishoudens voor hogere kosten warmtenet*. Geraadpleegd van: <https://nos.nl/artikel/2525491-amsterdam-compenseert-2000-huishoudens-voor-hogere-kosten-warmtenet>

Paradies, G., & van den Brink, R. (2023). *Anders consumeren om klimaatdoelen te halen: een verkenning van manieren om het systeem te veranderen en hoe iedereen daaraan kan bijdragen*. Geraadpleegd van: <https://publications.tno.nl/publication/34640632/ixdFUw/TNO-2023-consumeren.pdf>

Planbureau voor de Leefomgeving (2025). *Concreet beleid nodig om kansen circulaire economie te benutten*. Geraadpleegd van: <https://www.pbl.nl/actueel/nieuws/concreet-beleid-nodig-om-kansen-circulaire-economie-te-benutten>

Perlaviciute, G. & Squintani, L. (2020). Public Participation in Climate Policy Making: Toward Reconciling Public Preferences and Legal Frameworks. *One Earth*, 2(4), 341-348.

Reudink, M., van Gerwen, O.J., Hardus, S., Schellingerhout, R., & Thewissen, S. (2022). *Verankering van brede welvaart in de begrotingssystematiek: Voorgangsrapportage van de drie gezamenlijke planbureaus*. Geraadpleegd van: <https://www.pbl.nl/publicaties/verankering-van-brede-welvaart-in-de-begrotingssystematiek>

Rijksoverheid (2023). *Routekaart Schoon en Emissieloos Bouwen*. Geraadpleegd van: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2023/11/27/bijlage-3-routekaart-schoon-en-emissieloos-bouwen>

Rijksoverheid (2024). *Gematigde groei - rapport van de Staatscommissie Demografische Ontwikkelingen 2050*. Geraadpleegd van: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2024/01/15/gematigde-groei-rapport-van-de-staatscommissie-demografische-ontwikkelingen-2050>

Rijksoverheid (2025). *Aanbestedingen in de grond-, weg- en waterbouw: eindelijk simpeler en duidelijker*. Geraadpleegd van: <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2025/07/04/aanbestedingen-in-de-grond--weg--en-waterbouw-eindelijk-simpeler-en-duidelijker>

Raad voor de Leefomgeving en Infrastructuur (2015). *Circulaire economie: van wens naar uitvoering*. Geraadpleegd van: https://www.rli.nl/sites/default/files/rli028-1_wtk_advies_circ_eco_interactief_2.pdf

Raad voor de Leefomgeving en Infrastructuur (2025). *Eerlijk verduurzamen. Randvoorwaarden voor rechtvaardig beleid*. Geraadpleegd van: https://www.rli.nl/sites/default/files/Rli%20advies%20Eerlijk%20verduurzamen%20DEF_0.pdf

Rijksuniversiteit Groningen (2025). *Atlas Gemeenten 2025*. <https://coelo.nl/atlas-lokale-lasten-2025/interactieve-kaarten-2025/atlas-gemeenten-2025/>

Schippers, V., Mot, E., Phan, N., Tigchelaar, C., Fernández Gómez, K., Mulder, P., & van Polen, S. (2025). *Inkomenseffecten van woningverduurzaming* (Publicatie CPB, TNO & PBL). Geraadpleegd van: <https://www.tno.nl/nl/newsroom/2025/06/overstap-warmtepomp-aantrekkelijk/>

- SCP (2021). *Klimaataanpak: toekomstbepalende keuzes voor onze samenleving*. Geraadpleegd van: [Klimaataanpak: toekomstbepalende keuzes voor onze samenleving | Publicatie | Sociaal en Cultureel Planbureau](#)
- SCP (2025). *Klimaat en samenleving: Burgerperspectieven*. Geraadpleegd van: <https://www.scp.nl/documenten/2025/04/17/klimaat-en-samenleving>
- Scheepers, M. & van der Linden, M. (2025). *Weerbaarheid van het energiesysteem tegen een energiecrisis* (TNO rapport 2025 R11805). Geraadpleegd van: <https://publications.tno.nl/publication/34645263/wusGIJsi/TNO-2025-R11805.pdf>
- Scheepers, M., Martin Gregorio, N., Beres, R., Sijm, J., Fattahi, A., Giraldo Chavarriaga, J., Kooiman, A., Gamboa Palacios, S., van Oudenaren, G., Grutter, A., Oving, J., & Iovanovici, S. (2025). *Integration of nuclear energy in the energy system: Scenario analysis for the Dutch energy system* (TNO rapport 2025 R10612). Geraadpleegd van: <https://publications.tno.nl/publication/34645018/GKduYtOH/TNO-2025-R10612.pdf>
- SEO (2018). Verkenning MKBA werkwijzer Energie. <https://www.seo.nl/publicaties/verkenning-mkba-werkwijzer-energie/>
- SER (2023). *Briefadvies: Verduurzaming maakindustrie*. Geraadpleegd van: <https://www.ser.nl/-/media/ser/downloads/adviezen/2024/verduurzaming-maakindustrie.pdf>
- Smeets, W., Hammingh, P., & Stroeken, D. (2025). *Emissieramingen luchtverontreinigende stoffen 2025*. Geraadpleegd van: <https://www.pbl.nl/publicaties/emissieramingen-luchtverontreinigende-stoffen-2025>
- TenneT (2025). Monitor Leveringszekerheid 2025. Geraadpleegd van: <https://tennet-drupal.s3.eu-central-1.amazonaws.com/default/2025-05/20250515%20TenneT%20Monitor%20Leveringszekerheid%202025%20final.pdf>
- Tigchelaar, C., Mesdaghi, B., Den Nijs, S., Obbink, Y., Bhoewar, V., Teunis, T., & Brandt, M. (2025). De invloed van overheidsbeleid op energiearmoede: een doorrekening van de effecten van beleidsmaatregelen op de korte en lange termijn (TNO rapport 2025 R12588). Geraadpleegd van: <https://publications.tno.nl/publication/34645329/pdqze8V5/TNO-2025-R12588.pdf>
- Trinks, A., Dimitropoulos, A. & Liu, Z. (2025). *Elektrisch rijden verhoogt autogebruik vooral buiten spits*. Geraadpleegd van: <https://esb.nu/elektrisch-rijden-verhoogt-autogebruik-vooral-buiten-spits/>
- de Vries, L., Bruninx, K. & Sergeeva, Y. (2026). Meer wind op zee is een ingewikkeld coördinatieprobleem. *ESB*, 111(4853S), 26-29.
- Van der Wal, A., Schuurman Hess, T., Mesdaghi, B., Batenburg, A., Van Ooij, C., & Bijvoet, J. (2025). *Effecten van woningrenovaties op energiearmoede* (TNO rapport 2025 R11170). Geraadpleegd van: <https://publications.tno.nl/publication/34645158/hBiITsGp/TNO-2025-R11170.pdf>
- van Weezel, T.G. (2024). *De sectoren waar Nederland 'zonder kan'*. Geraadpleegd van: <https://www.volkskrant.nl/kijkverder/v/2024/de-sectoren-die-nederland-niet-meer-wil~v1016123/>
- Wennink (2025). *De route naar toekomstige welvaart*. Geraadpleegd van: https://rapportwennink.nl/downloads/rapport_wennink_12december2025.pdf
- Weterings, A., Bakens, J., Ivanova, O., den Nijs, S., Thissen, M., Abbink, H., Bijlsma, I., Dijkman, S. en Pestel, N. (2022). *Inzicht in arbeidsmarktknelpunten voor de uitvoering van het klimaatbeleid. Opzet en uitkomsten van het PBL-ROA-model*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving/Maastricht

ROA.

Weterings, A., Bakens, J., Thissen, M., Den Nijs, S., Ivanova, O., & Pestel, N. (2023). Tekort aan technici voor de energietransitie vergt prioritering in investeringen. *ESB*, 108(4821), 222-225.

Witteveen+Bos (2025). *Meerkosten Sturen op MKI. Meerkosten en projectgrens sturende MKI* (Referentie 144401/25-011.241). Witteveen+Bos.

WRR (2023). *Rechtvaardigheid in klimaatbeleid. Over de verdeling van klimaatkosten*. Geraadpleegd van: <https://www.wrr.nl/publicaties/rapporten/2023/02/16/rechtvaardigheid-in-klimaatbeleid>

Netwerkttoets voorjaarsbesluitvorming klimaat 2026

Context

Een van de maatregelen uit het *IBO Bekostiging Elektriciteitsinfrastructuur* is dat het Rijk de netbeheerders zal betrekken bij beleidsvoorstellen die naar verwachting een grote impact zullen gaan hebben op het energiesysteem (stroomlijnen besluitvorming). Een van de manieren waarop dat kan, is de *netwerkttoets* bij nieuw beleid. Door het uitvoeren van de netwerkttoets wordt bereikt dat de Rijksoverheid vroeg in de beleidsvorming inzicht verkrijgt in de verwachte effecten van het beleid op het energiesysteem, de energie-infrastructuur, infra-investeringen en op afnemers, bijvoorbeeld de positie van afnemers in congestie-/congestiegevoelige gebieden. Dit ondersteunt beleidsmakers bij het vormgeven van doelmatig, uitvoerbaar en stelselconsequent transitiebeleid.

De afgelopen periode is door een werkgroep van de netbeheerders met een representatie van vanuit de ministeries KGG, Financiën en het Klimaat- en energiefonds gewerkt aan het vormgeven van de netwerkttoets. Ten behoeve van de Voorjaarsbesluitvorming Klimaat en Energie 2026 en het Klimaat- en energiefonds *Meerjarenprogramma 2027* is een lijst aan beleidsfiches doorgesproken volgens een gestandaardiseerde werkwijze. Deze fiches betreffen ambtelijke concepten en zijn al opgesteld vóór de publicatie van het Coalitieakkoord van het kabinet Jetten. *Daarbij is in het kader van deze pilot in eerste instantie gekeken naar fiches met een substantieel bedrag (>± € 200 mln.), en/of die naar verwachting impact hebben op het elektriciteitsnetwerk.* Dat wil zeggen dat maatregelen gericht op bijvoorbeeld uitvoeringskosten in een eerste schifting reeds zijn afgevallen.

Vervolgens is bij de resterende fiches het doel en de verwachte effecten van het beleid doorgesproken. Een belangrijk punt daarbij is in welke mate de verwachte effecten van het beleid al verdisconteerd zijn in de energiesysteems scenario's die de netbeheerders gebruiken voor investeringsplanning. Als de effecten al verdisconteerd zijn, dan levert een netwerkttoets geen aanvullende inzichten op. Het beleid heeft in dergelijke gevallen een randvoorwaardelijk karakter.

Enkele beleidsvoorstellen hebben een project specifiek karakter (zoals *walstroom* en *elektrificatie van spoorlijnen*). In dergelijke gevallen ligt het primair op de weg van beleidsmakers om rechtstreeks met de initiatiefnemers van de projecten te schakelen, als er vragen bestaan over aansluitverzoeken of wachtrijposities.

In deze ronde van de besluitvorming is voor het fiche *industriële demand response* het zinvol en uitvoerbaar bevonden om een netwerkttoets uit te voeren. Dit voorstel heeft namelijk mogelijk substantiële impact heeft op systeemeffecten, infrastructuurbehoefte en marktwerking, en geeft ook nieuw handelingsperspectief aan klanten, zowel t.a.v. congestie als betaalbaarheid. De effecten van de overige fiches zijn al verdisconteerd in de investeringsplannen van de netbeheerders.

De volledige beoordeling per fiche is weergegeven in onderstaande tabel.

Bron ¹	Titel fiche	Essentie maatregel	Opmerking vanuit netbeheerders	Netwerk-toets uitge-voerd
KF	Kernenergie -inzet 2031-205	Randvoorwaarden voor kernenergie, personele kosten	We hebben de investeringsopgave voor kerncentrales in beeld, en losse analyses naar inpassing zijn gedaan en gaande. Netwerkttoets nu niet nodig.	Nee
KF	Kernenergie - IPCEI Nucleair	Innovatie op nucleair, bijv. SMR	Verandert niet de uitgangspunten van de kaders. In een scenario-variant eigen vermogen zijn SMR meegenomen, effecten zijn in beeld gebracht op hoofdinfra en vallen in bandbreedtes. SMR is wel een topic om in gebiedsstudies nader te verdiepen. Bij de clusters en industrie zijn meer mogelijkheden, incl. bijvoorbeeld warmtebenutting. Maar de netwerkttoets is niet een geschikte vorm van impactanalyse.	Nee
KF	WOZ aanvullende middelen vanuit KF voor 2026	Middelen om de 21 GW WOZ te realiseren	De infra op zee en op land wordt al voorbereid, netwerkttoets dus niet nodig.	Nee
KGG	WOZ aanvullende middelen voor 1 GW tender	Middelen om de 21 GW WOZ te realiseren	De infra op zee en op land wordt al voorbereid, netwerkttoets dus niet nodig.	Nee
KGG	WOZ-middelen voor 2027 tender 2GW	Middelen om tot de 21 GW WOZ te realiseren	De infra op zee en op land wordt al voorbereid, netwerkttoets dus niet nodig.	Nee
KF	Aanvullende middelen WarmtelinQ	Aanvullende middelen, CAPEX of OPEX-subsidie.	WarmtelinQ is bekend plan, we nemen de implicaties mee in de scenario's. Netwerkttoets niet nodig.	Nee
KF	Nationale Deelneming Warmte	Ondersteunen van netten, publieke financiering.	Warmtenetten in de energiemix hebben we in scope, zie bovenstaand.	Nee
KF	Hystock (1-4)	Aanvullende middelen voor cavernes 1-4	Cavernes zijn een onderdeel van de waterstofketen, die in de scenario's is inbegrepen. Effecten zijn in beeld, netwerkttoets niet nodig.	Nee
KF	Glastuinbouw (div. maatregelen)	Diverse verduurzaming glastuinbouw, o.a. met warmte WKO etc.	Verduurzaming van de glastuinbouw via meerdere routes, waaronder elektrificatie en warmtevoorzieningen is in beeld in de scenario's. Effecten zijn in beeld, netwerkttoets niet nodig.	Nee
KF	Hystock (5-8)	Aanvullende middelen voor cavernes 5-8	Cavernes zijn een onderdeel van de waterstofketen, die in de scenario's is inbegrepen. Effecten zijn in beeld, netwerkttoets niet nodig.	Nee
KF	Industriële demand response	Nieuwe middelen ter incentivisering industriële demand response.	Vooraf inzicht in: wat doet deze regeling voor bedrijven, levert dit handelingsperspectieven op voor bedrijven, biedt het iets voor bedrijven in financiële zin? En wat zijn de systeemeffecten?	Ja (opgenomen in dit document)
KF	Vervangingspremie voor inruilen brandstofauto's	Indirect effect, EV kan hoger	Groei van elektrische voertuigen zit al in de scenario's -> effect al in beeld.	Nee
KF	Productiesubsidies groene waterstof	Maatregel voor 500-1.000 MW	In scope van de scenario's. Door de TDTR-contracten zijn ze niet congestie verhogend. In gunstige momenten absorberen ze wind op zee. Netwerkttoets niet nodig want geen extra infra.	Nee
KF	Vraagsubsidies groene waterstof	Vraag naar waterstof	Stap in de ontwikkeling waterstofketen, en compliance EU-beleid. Prima beleid maar geen netwerkttoets nodig.	Nee
KF	Industrie maatwerkfinanciering	Maatwerkaanpak	Randvoorwaardelijke middelen voor verduurzaming, is al voorzien in scenario-aanpak industrie, netwerkttoets niet nodig.	Nee
KF	Industrie maatwerkfinanciering TATA	Maatwerkaanpak TATA	Randvoorwaardelijke middelen voor verduurzaming, is al voorzien in scenario-aanpak industrie, netwerkttoets niet nodig.	Nee
KF	Gebouwde Omgeving - Energiefonds	Financiële tegemoetkoming energierekening huishoudens	Betaalbaarheidsmaatregel - geen infra impact. Netwerkttoets niet het geëigende instrument.	Nee
KF	Gebouwde Omgeving - ISDE	ISDE -regeling (extra budget)	Verlenging van bestaande regeling. Belangrijk, maar de impact zit al in de prognoses en investeringsplanning. Netbeheerders hebben wél relevante aandachtspunten op de ISDE-regeling, zoals aandacht voor flex LS-assets, aanstuurbaarheid warmtepompen etc. (zie o.a. LAN-LS).	Nee
KF	Walstroom	Walstroom voor enkele containerterminals	Projectspecifieke info nodig - niet geschikt voor netwerkttoets	Nee
KF	Elektrificatie spoorlijnen	Elektrificatie spoorlijn Leeuwarden-Harlingen, last mile Rotterdamse haven	Projectspecifieke info nodig - niet geschikt voor netwerkttoets	Nee

¹ KF = Klimaat- en energiefonds (Meerjarenprogramma 2027), KGG = ambtelijk voorstel KGG t.b.v. voorjaarsbesluitvorming

Netwerkttoets fiche 'Stimulans Industrial Demand Side Response (iDSR)'

Disclaimer: deze netwerkttoets is uitgevoerd in de vorm van een expert-analyse door een werkgroep van Netbeheer Nederland, op basis van reeds uitgevoerde analyses en bestaand materiaal. Er zijn geen nieuwe analyses of modelberekeningen gedaan. Er kunnen geen rechten aan dit document worden ontleend.

De vraagstelling en het beleidsvoornemen

Het beleidsfiche beschrijft maatregelen om industriële demand response te stimuleren. Het beoogd effect is de flexibilisering van elektriciteitsvraag in de industrie door het verlengen en uitbreiden van de huidige CAPEX-steun die vanuit de overheid wordt geboden. De ondersteuning richt zich op flexibilisering van bestaande elektriciteitsvraag middels aansturing van bedrijfsprocessen (sensoren, EMS, aandrijving), energieopslag, energieconversie, of buffercapaciteit. Op deze gebieden komt flexibiliteit onvoldoende van de grond. Subsidie kan het verschil maken om investeringen rendabel te maken. Een optie is om de [flex-E regeling](#) die in 2025 en 2026 loopt, te continueren en uit te breiden.

1. Duiding van de meest bepalende effecten op het energiesysteem

Stimulering van industriële demand response heeft een aantal directe en indirecte effecten op bedrijven, infrastructuurbenutting en -investeringen en het energiesysteem.

A. Betere benutting transportcapaciteit door bedrijven (direct effect)

In de situatie van afname-netcongestie maakt een flex-oplossing het mogelijk dat: (1) **het bedrijf zelf**, ondanks netcongestie, verder kan met het realiseren van de eigen ambitie: groei van het bedrijf, nieuwe technieken en/of verduurzaming. Dit kan bijvoorbeeld door binnen de bestaande aansluitovereenkomst te optimaliseren, of een groter contract af te sluiten met een clause dat de transportcapaciteit door de netbeheerder kan worden beperkt (capaciteitsbeperkend contract of alternatief transportrecht). Daarnaast gaat het om (2) het mogelijk maken van het meedoen aan congestiemanagement. Dan kan het bedrijf met zijn flexibiliteit er ook aan gaan bijdragen dat **andere bedrijven** van de wachtlijst gehaald kunnen worden².

Het beleidsvoorstel beoogt 1.100 MW (1,1 GW) additionele demand response te realiseren over een periode tussen 2027 en 2031. De capaciteitskaart van Netbeheer Nederland (onderstaande tabel) laat zien hoe groot de wachtrij nu is, en hoe groot het gemiddelde klantvermogen is. Uitgaand van de gemiddelde klantvraag zouden ~8 grote industriële afnemers op het TenneT-net kunnen worden geholpen, of zo'n 2200 op het DSO net, uitgaande van de gemiddelde vermogens per klant. Een mix van beiden is ook mogelijk (met 1.7 MW gemiddeld zouden ca. 650 industriebedrijven kunnen worden geholpen). Dit zou een substantiële bijdrage zijn aan het oplossen van transportschaarste (5 %). De precieze bijdrage aan oplossen congestie hangt uiteraard af van waar de additionele demand response wordt geactiveerd.

Tabel met data uit de NBNL capaciteitskaart¹: ca 14000 bedrijven op de wachtrij. Gemiddeld aangevraagd vermogen per TenneT-klant is 135 MW en 0,5 MW voor RNB-klanten.

Congestiegebied	Aantal unieke verzoeken afname	Vermogen op wachtrij afname (MW)	Gemiddeld vermogen per klant (MW)
TenneT	130	17500	135
Enexis	6.490	3.220	0,5
Liander	4.930	1.260	0,3
Stedin	2.160	1.950	0,9
Totaal	13.710	23.930	1,7

In het recent gepubliceerde "Aansluitoffensief: acht doorbraken voor beter benutten van het net"ⁱⁱ is de Flex-E subsidie relevant voor de doorbraken **regionale flexlanders** en de **individuele top-50 flexafspraken** voor grote aansluitingen. Daarbij wordt expliciet genoemd dat een uitbreiding van de Flex-E subsidie naar een XL-variant voor de industrie kan helpen. Het aansluitoffensief schat de orde-grootte van de beoogde fleximpact van deze twee sporen samen op circa 1,5–2,5 GW (som van 0,5

² Voor ieder bedrijf geldt dat beide mogelijk is: flex kan worden ingezet voor eigen bedrijf/aansluiting en ook aangeboden voor congestiemanagementdiensten. Daarbij zijn er natuurlijk ook grenzen: als flex al wordt afgeroepen voor de eigen aansluiting, dan is er een beperking voor congestiemanagementdiensten.

GW regionale flexanders en 1–2 GW uit de top-50 flexafspraken). Hoewel de Flex-E subsidie niet gecombineerd mag worden met andere subsidies, kan Flex-E wel gecombineerd worden met biedingen in een flexander. Hierdoor dragen de regionale flexanders in theorie bij locatiesturing aan de Flex-E subsidiemiddelen naar regio's waar de congestieproblematiek het meest urgent is.

B. Bijdrage aan leveringszekerheid en functioneren energiemarkt (direct effect)

Bijdrage aan leveringszekerheid

De beoogde 1,1 GW additionele vraagflexibiliteit levert een bijdrage aan de toekomstige nationale leveringszekerheid (de zekerheid dat er op alle uren van het jaar voldoende stroom beschikbaar is om te voldoen aan de vraag). Stimulering van additionele industriële vraagflexibiliteit kan een gedeeltelijke invulling geven van de gesignaleerde oplopende risico's t.a.v. leveringszekerheid die vanaf 2030 dreigen. TenneT adviseert dat de Rijksoverheid zich onder andere actief richt op de verdere ontwikkeling van vraagrespons voor leveringszekerheid, waaronder het adresseren van belemmeringen die het potentieel van vraagrespons in de weg staanⁱⁱⁱ.

- Achtergrond: TenneT constateert al enige jaren in de jaarlijkse monitoring leveringszekerheid dat er na 2030 leveringszekerheidsrisico's dreigen. TenneT neemt daarbij een oplopende hoeveelheid industriële demand side response aan, welke een bijdrage levert aan leveringszekerheid: 1.7 GW in 2030 oplopend naar 1.9 GW in 2033 en 2.0 GW in 2035. Deze aannames zijn o.a. gebaseerd op de veronderstelling dat circa 20% van het industriële vermogen beschikbaar is voor DSR (≈7% van de Nederlandse piekvraag). Desondanks dreigen er na 2030 dus leveringszekerheidsrisico's waar een uitvoeringsplan voor is aanbevolen.
- Tegelijkertijd blijkt uit een recente TNO/DNV-verkenning^{iv} dat het technisch potentieel van industriële vraagrespons richting 2030 groter is (orde 3,5–4,0 GW), maar dat de operationele inzetbaarheid door proces- en ketenrandvoorwaarden vaak beperkt is en vooral geschikt is voor kortdurende schaarstemomenten (minuten tot enkele uren) – niet voldoende voor diepe netcongestie- en leveringszekerheidsproblematiek.

Bijdrage aan functioneren van de energiemarkt – “Flex voor de markt”.

De beoogde 1,1 GW additionele vraagflexibiliteit draagt bij aan een meer liquide elektriciteitsmarkt, waardoor vraag en aanbod van elektriciteit elkaar door het jaar heen kunnen vinden.

- Om op dagdagelijkse basis de vraag en aanbod met elkaar te verenigen in de transitie naar een duurzaam energiesysteem is in de NBNL-scenario's een substantiële hoeveelheid demand response nodig. Het NBNL Scenariorapport^v gaat uit van 1.1 GW in 2030, in een range van 1 – 1.2 GW afhankelijk van scenario's. Het verdere ontwikkelpad voor demand response ligt naar 4- 9 GW in 2050 afhankelijk van industrietoekomstbeeld. Het beleidsfiche is dus in lijn met deze beweging.
- Verder zien we dat de congestiemanagementmarkt (GOPACS) momenteel nog onvoldoende goed werkt, omdat de (regionale) liquiditeit klein is. Extra aanbod van flexibel vermogen vergroot de effectieve marktwerking, waardoor vraag en aanbod elkaar beter kunnen vinden, en de efficiëntie van de markt (marktprijzen in lijn met het maatschappelijk optimum).

C. Mogelijke bijdrage aan minder energie-infrastructuur (direct effect)

In essentie verandert de investeringsopgave van de netbeheerders niet door de maatregel, immers congestie oplossen middels uitbreiden van de netinfrastructuur is doorgaans op de lange termijn goedkoper dan (veelvuldig inzetten van) flexibiliteit, waardoor gesignaleerde toekomstige knelpunten in basis primair zullen blijven worden opgelost met netverzwaringen. Echter dat geldt niet altijd en overal. Het afwegingskader “*Verzwaren, tenzij*” maakt het mogelijk om blijvend flexibiliteit in te zetten als dat situationeel structureel doelmatiger is dan verzwaren. Als in de toekomst meer alternatieve transportrechten worden verkozen, dan is het mogelijk dat er op meer plaatsen een infra-investering kan worden uitgesteld of niet wordt doorgezet. Het IBO-rapport van Netbeheer Nederland^{vi} bevat een kwantificering van de mogelijkheid hiervan, die middels scenario's is verkend.

- Het effect van de beoogde 1,1 GW additionele vraagflexibiliteit is in ordegrootte gelijk aan het IBO-scenario ‘laag’, en zou leiden tot een 1,1-1,2 mld. lagere infrastructuur-opgave^{vii}.

- Daar staan wel andere investeringen tegenover, namelijk de initiële investeringen om flexibilisering mogelijk te maken en daarbovenop de kosten om flex daadwerkelijk te activeren, deze kosten worden primair gedragen door de klant.

D. Minder snel stijgende nettarieven (indirect effect)

Als het lukt om meer klanten toe te laten tot het net, en dat is mede dankzij de 1,1 GW additionele flexibilisering die mogelijk gemaakt wordt door het beleidsvoorstel, dan leidt dat tot een demping van de stijging van de nettarieven, doordat de totale kosten van de netbeheerders worden gedragen door een groter aantal aangesloten klanten.

Wanneer e-flex word gecombineerd met regionale flextenders of congestiemanagement via vaste afspraken zoals Capaciteitsbeperkend Contract (CBC) dan leidt dit tot lagere inkoopkosten voor congestiemanagement, en daarmee het drukken van nettarieven.

2. Aandachtspunten en onzekerheden

Overweging: gezien de urgentie, overweeg om de regeling zo snel mogelijk open te stellen

Gelet op de urgente behoefte aan additioneel flexibel vermogen ten behoeve van het wegwerken van wachtlijsten en het bewaken van de leveringszekerheid adviseren we om versneld deze regeling open te stellen en beoogde middelen eerder ter beschikking te stellen ten opzichte van voorgestelde periode (geleidelijke vrijval middelen over periode 2027-2031). Desbetreffende maatregel speelt naar verwachting een belangrijke rol bij de zogenoemde “Top 50 Aanpak” in het Aansluitoffensief dat het ministerie van Klimaat en Groene Groei initieerde om op korte termijn meer flexibel vermogen te ontsluiten. Ook zal op korte termijn een Kamermotie^{viii} in stemming gebracht worden met een vergelijkbare strekking. Doordat bij dergelijke regelingen na het eerste jaar veelal een leereffect optreedt en *best practices* door andere ondernemingen gekopieerd worden, is het risico op onderbenutting naar verwachting laag. Bovendien wegen eventuele extra kosten voor deze subsidieregeling naar verwachting ruimschoots op tegen de maatschappelijke besparing als gevolg van het mitigeren van de negatieve gevolgen van netcongestie op de Nederlandse samenleving.

Overweging: maak de Real Time Interface verplicht

Door flexibiliteit realtime stuurbaar te maken via een gestandaardiseerde interface kunnen netbeheerders congestiemanagement en systeemoperaties verschuiven van het huidige day-ahead regime naar (bijna) realtime aansturing. Hierdoor hoeft flexibiliteit niet langer preventief te worden ingezet bij dreigende overschrijding van netveiligheidsnormen, maar kan veel gericht in de mate die nodig is worden geactiveerd. Dit maakt het mogelijk om meer van de storingsreserve vrij te maken voor klantinpassing zonder leveringszekerheid te schaden, en reduceert de operationele kosten van inzetten van vraagrespons. Het verplicht stellen van de Real Time Interface is daarmee essentieel voor toekomstvast congestiemanagement en versnelling van de oplossing van netcongestie.

Onzekerheid effect

De kosten van installatie en activatie van flexibiliteit verschillen per klant, case en sector, dus de hoeveelheid flexibiliteit (beoogd: 1,1 GW) die met het beleidsvoorstel kan worden geactiveerd is onzeker. Het beleidsvoorstel bouwt voort uit beperkte praktijkervaring uit de flex-E regeling waar per € 300.000 subsidie gemiddeld 1,2 MW flex wordt mogelijk gemaakt -> 250 €/kW flex, op basis van betrekkelijk kleine flex-projecten. Industriële demand response kan gaan om hogere vermogens, waar de business case anders ligt. Het IBO-rapport van Netbeheer Nederland spreekt over flex-compensatie kosten in de ordegrootte van 18-30 €/kW – substantieel lager.

ⁱ Netbeheer Nederland (2025), capaciteitskaart nov 2025 (data download: februari 2026).

ⁱⁱ Aansluitoffensief: Acht doorbraken voor beter benutten van het net

ⁱⁱⁱ TenneT Monitor Leveringszekerheid 2025 - V2.0 - Publiek

^{iv} TNO en DNV GL - Verkenning van vraagrespons in de Nederlandse energie-intensieve industrie

^v Netbeheer Nederland (2025), Netbeheer Nederland scenario's - Editie 2025

^{vi} Netbeheer Nederland (2025), Slimme keuzes voor een betaalbaar en robuust energiesysteem

^{vii} Rijksoverheid, Oplegger beleidsopties IBO bekostiging elektriciteitsinfrastructuur, blz. 35

^{viii} P. Grinwis e.a., Motie van het lid Grinwis c.s., Kamerstukken II 2025/26, 36 800 XXIII, nr. 48.



Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Nationaal Plan Energiesysteem Actualisatie 2026



Voorwoord

Nederland bouwt aan het energiesysteem van de toekomst, weerbaar, duurzaam en concurrerend. Met meer energie van eigen bodem die Nederland minder afhankelijk maakt van fossiele energie van buiten de EU. Dat is belangrijk voor onze samenleving en onze economie; voor mensen thuis en voor onze bedrijven en industrie.

Sinds het eerste Nationaal Plan Energiesysteem in 2023 is er veel veranderd. De overstap naar duurzame energie gaat door. Tegelijkertijd zien we ook steeds duidelijker waar die overgang knelt. Het elektriciteitsnet zit op veel plaatsen vol. Steeds meer huishoudens en bedrijven willen verduurzamen, terwijl de ontwikkeling en uitbreiding van bijvoorbeeld windenergie en waterstof minder snel gaat dan we hadden gehoopt. Tegelijkertijd zijn de kosten van onze energie en van ons energiesysteem een steeds belangrijker aandachtspunt. Ten slotte laten geopolitieke ontwikkelingen zien hoe belangrijk het is dat Nederland en Europa minder afhankelijk worden van andere landen voor hun energie.

Daarom heeft het kabinet het Nationaal Plan Energiesysteem geactualiseerd. We kijken met een frisse blik naar wat Nederland richting 2040 nodig heeft als tussenstap naar het einddoel van een klimaatneutraal Nederland in 2050 en welke keuzes we daarvoor nu en in de komende jaren samen moeten maken. Daarbij gaat het niet alleen om hoeveel duurzame energie we produceren. Het gaat ook om waar en wanneer we energie gebruiken, hoe we vraag en aanbod beter bij elkaar brengen en hoe we energie slimmer en efficiënter produceren, transporteren en gebruiken.

Om vaart in de energietransitie te houden staat er veel te doen. We moeten het elektriciteitsnet sneller uitbreiden én beter benutten. We hebben verschillende energiebronnen nodig, zoals wind en zon, kernenergie, maar ook fossiele energie zolang het nog nodig is. Opslag, flexibiliteit en energie-infrastructuur worden steeds belangrijker, bijvoorbeeld door energie op te slaan op momenten dat er voldoende beschikbaar is.

De landelijke overheid kan en wil dat niet alleen doen. Het raakt ons allemaal. We hebben het Nationaal Plan Energiesysteem daarom geactualiseerd in samenspraak met medeoverheden, netbeheerders, bedrijven, maatschappelijke organisaties, deskundigen en andere betrokkenen. Die samenwerking blijft ook bij de uitvoering hard nodig. Keuzes over energie hebben invloed op hoe we samen omgaan met ruimte, woningen, mobiliteit, bedrijvigheid en de manier waarop we Nederland inrichten.

Dit hernieuwde Nationaal Plan Energiesysteem geeft opnieuw richting aan die keuzes, door duidelijk te maken waar we naartoe willen en wat daarvoor nodig is. Dat moet leiden tot meer duidelijkheid voor de uitvoering en voor de maatregelen die nodig zijn om onze doelen te bereiken.

Stientje van Veldhoven

Minister van Klimaat en Groene Groei

Inhoud

Voorwoord	2	4. Internationale samenwerking	50
1. Inleiding NPE 2026	6	4.1 Samenwerking cruciaal	50
1.1 Doel NPE	8	4.2 Inzet op mondiaal niveau	50
1.2 Waarom deze actualisatie?	9	4.3 Inzet op Europees niveau	52
1.3 Publieke belangen en klimaatdoelen	10	4.4 Inzet op bilateraal en regionaal niveau	52
1.4 Consultatie	11	5. Uitvoering NPE	54
1.5 Nieuw volledig NPE in 2029	12	5.1 Samenwerking in uitvoering NPE cruciaal	54
2. Regie op de transitie	14	5.2 Nationale systeemsturing versterken	54
2.1 Ambitieuze en realistische koers houden	14	5.3 Energie-afspraken over regionale doorontwikkeling	56
2.2 Maximale inzet op uitvoering en aanpakken netcongestie	15	5.4 Circulariteit en materialen	58
2.3 Rol elektriciteit wordt veel groter, moleculen blijven essentieel	16	5.5 Innovatie	59
2.4 Duurzame vraag krijgt meer prioriteit	18	5.6 Ruimte	60
2.5 Energiebesparing blijft essentieel	19	5.7 Integrale sturing vanuit klimaat- en energiecycclus	61
2.6 Juiste systeemkeuzes houden energiekosten beheersbaar	20	5.8 Doorgaande dialoog	62
2.7 Versterken regie op integrale systeemontwikkeling	23	6. Beleidsagenda kabinetsperiode 2026-2029	64
2.8 Weerbaarheid en grotere energie-onafhankelijkheid	24		
3. Ontwikkeling energiesysteem richting 2040	28		
3.1 Energievraag	28		
3.2 Export en doorvoer van energie	33		
3.3 Elektriciteit	34		
3.4 Waterstof	39		
3.5 Duurzame koolstof	42		
3.6 Warmte	45		
3.7 CCS en koolstofverwijdering	47		
3.8 Verantwoorde afbouw fossiel in het energiesysteem	49		

1.

Inleiding NPE 2026

Energie staat aan de basis van de maatschappij en economie.

Energie wordt gebruikt voor vrijwel alles wat we doen: comfortabel leven, reizen, ondernemen en productie van materialen en voedsel. De afgelopen jaren hebben pijnlijk duidelijk gemaakt hoe kwetsbaar de grote Nederlandse en Europese afhankelijkheid van een beperkt aantal leveranciers van fossiele brandstoffen is, en hoe direct de impact van verstoringen.

De huidige geopolitieke situatie onderstreept de noodzaak voor een snelle maar ook verantwoorde transitie.

Geopolitieke conflicten en de gevolgen daarvan zijn direct merkbaar in onze economie. Deze situatie laat zien hoe belangrijk het is dat Nederland zo snel mogelijk overstapt naar een duurzame en onafhankelijke energievoorziening. Tegelijkertijd is het belangrijk om te erkennen dat dit tijd kost, en dat Nederland gedurende een gecontroleerde transitie ook moet verzekeren dat er voldoende energie voor ons land beschikbaar is.

Dit betekent dat het kabinet keuzes moet maken die de transitie versnellen en tegelijk het huidige energiesysteem betrouwbaar en weerbaar houden. Door niet alleen vol in te zetten op de groei van hernieuwbaar en kernenergie, maar er ook voor te zorgen dat er voorlopig voldoende fossiele brandstoffen beschikbaar zijn voor de onderdelen die nog niet helemaal kunnen overschakelen. Met deze actualisatie van het NPE zet het kabinet een duidelijk pad neer richting 2040, zowel voor de opbouw van het toekomstig duurzame energiesysteem, als voor het borgen

van het verantwoord afbouwen van het fossiele energiegebruik. Hiermee geeft het kabinet invulling aan de motie Klaver over een nationaal versnellingsplan voor energie-onafhankelijkheid¹.

Het beeld voor de lange termijn is voor een groot deel robuust en daar kan het kabinet mee aan de slag. Hoewel er altijd onzekerheden zijn, is er in de transitie op veel onderdelen juist wel duidelijkheid over de te nemen stappen. Voor het alledaags energiegebruik speelt elektrificatie hierin de hoofdrol. Elektrificatie is voor een groot deel van de verduurzaming van onze samenleving de beste en goedkoopste oplossing. Bovendien is Nederland hiermee in staat een groot deel van onze energie zelf duurzaam op te wekken. Ook in de rest van Europa en de wereld is de trend richting meer elektrificatie duidelijk zichtbaar. Dat betekent niet dat alles elektrisch wordt. Moleculen blijven een aanzienlijk en essentieel onderdeel voor het systeem, met name voor toepassingen in de energie-intensieve industrie, bijvoorbeeld in de vorm van waterstof, en voor het borgen van voorzieningszekerheid.

Het NPE moet leiden tot meer richting voor uitvoering en beleid.

Het NPE moet leiden tot meer richting en duidelijkheid voor de uitvoering en voor beleidsmaatregelen die nodig zijn. Door duidelijke systeemkeuzes te maken zorgt het kabinet ervoor dat de uitvoering gericht kan worden op de meest essentiële stappen. Hierbij spant het kabinet zich maximaal in op het verminderen van netcongestie. In dit NPE kiest het kabinet daarom ook om meer regie te nemen op de ontwikkeling van het hele systeem.

¹ Kamerstukken II, 2025/26, 23 432, nr. 673.

Met deze actualisatie van het NPE legt het kabinet zowel een actiegerichte als adaptieve basis neer voor de komende jaren. Het NPE geeft de richting aan voor de ontwikkeling van het energiesysteem. Dit vraagt om concrete keuzes en besluiten vanuit het kabinet de komende jaren. Bijvoorbeeld voor het terugdringen van netcongestie, het beschikbaar stellen van subsidies en normering en beprijzing waar dit nodig is om de omschakeling te maken, maar ook bij de realisatie van grote projecten van nationaal belang. In dit NPE is zo concreet mogelijk aangegeven wanneer welke keuzes de komende jaren nodig zijn. Tegelijk blijft de aanpak adaptief en zal op elk moment dat een grote keuze gemaakt wordt, gewogen worden met de kennis die dan beschikbaar is wat het beste besluit is.

Dit vraagt de komende jaren wel om scherpe keuzes om de randvoorwaarden op orde te brengen. Het plan laat zien dat er veel moet gebeuren in het hele energiesysteem en dat ontwikkelingen vaak afhankelijk van elkaar zijn. Dit betekent dat alle randvoorwaarden op orde moeten zijn om het ook tot realisatie te brengen. Met name voldoende beschikbaarheid van middelen en uitvoeringscapaciteit zijn hierbij een uitdaging: zonder beschikbaarheid van middelen en capaciteit gaat de realisatie in het beoogde tempo niet slagen. Het NPE vraagt op onderdelen nog verdere uitwerking. Over een deel van de maatregelen die nodig zijn om het pad in dit NPE te realiseren moet nog budgettaire besluitvorming plaatsvinden. Ook kan er bij de uitwerking blijken dat er andere knelpunten zijn, bijvoorbeeld gebrek aan ruimte. Daarnaast kunnen ook nieuwe ontwikkelingen plaats vinden, waardoor de gewenste beleidsinzet net anders is.

Leeswijzer

Met het NPE worden verschillende documenten gepubliceerd met elk hun eigen rol.

Dit Hoofddocument vormt samen met het Verdiepingsdocument de actualisatie van het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE). In dit *Hoofddocument* staan de belangrijkste hoofdlijnen van de analyse en daaruit voortvloeiende conclusies die het kabinet daaruit trekt. In het *Verdiepingsdocument* is verdere verdieping en onderbouwing te vinden. In het Verdiepingsdocument is ook een bijlage opgenomen met verdere toelichting op de methodologie en de gebruikte cijferbasis voor het NPE. Daarnaast is er een aparte bijlage met het *Participatieverslag*. Hierin is opgenomen hoe externe partijen betrokken zijn geweest bij de totstandkoming van het NPE, welke inhoudelijke inbreng er door hen is gedaan en hoe dit is verwerkt in het NPE.

Tegelijk met het NPE 2026 is ook de *Visie Opschaling Aanbod Duurzame Koolstofdragers* gepubliceerd waarin het kabinet op deze onderdelen concreter aangeeft hoe het hiermee aan de slag gaat. Ook worden dit najaar de *Visie op Brandstoffen- en Chemiegrondstoffenproductie* en de *Nationale Biogroundstoffenstrategie* gepubliceerd die meer inzicht geven in de lange termijn visie van het kabinet op deze onderdelen.

1.1 Doel NPE

Het NPE is het plan van het kabinet voor de ontwikkeling van het energiesysteem van de toekomst. In het NPE legt het kabinet een samenhangend beeld neer voor het hele energiesysteem. Het NPE kijkt naar zowel de energievraag in gebruiksectoren, het aanbod van energie, internationale import en export van energie, opslag van energie, en de interactie tussen verschillende energiedragers. Het NPE kijkt naar alle energiedragers, ook voor zover die dragers als grondstof worden gebruikt. Het eerste NPE is gepubliceerd in december 2023 en op basis van de Energiewet wordt een nieuw NPE uiterlijk elke 5 jaar opnieuw uitgebracht.

Het NPE geeft richting aan beleid en de inzet van instrumenten voor de energietransitie. Het energiebeeld voor de lange termijn en de ontwikkelrichting daarnaartoe geven richting bij het maken van beleid. Bijvoorbeeld bij het uitwerken van de mix van energiebronnen die nodig is om in de energievraag te kunnen voorzien. De precieze uitwerking van concrete instrumenten en de inzet van budgetten is geen direct onderdeel van het NPE. Ook is de ruimtelijke invulling van het energiesysteem geen direct onderdeel van het NPE. Voor de ruimtelijke invulling gebruikt het Rijk het Programma Energie Hoofdstructuur (PEH), het Programma Noordzee en het programma Duurzaam Gebruik Diepe Ondergrond. Het NPE wordt wel opgesteld in nauwe samenhang en interactie met deze producten. Om het NPE tot realisatie te brengen, is het dus ook nodig dat randvoorwaarden tijdig op orde kunnen worden gebracht. Want zonder voldoende middelen, ruimte of uitvoeringskracht is tijdige realisatie niet mogelijk.



Met het NPE legt het kabinet geen blauwdruk voor de toekomst neer. Met het NPE geeft het kabinet richting maar houdt het er tegelijk rekening mee dat inzichten nog zullen veranderen. Niet alle keuzes voor de komende decennia hoeven nu al gemaakt te worden. Dat zou ook onverstandig zijn. Nieuwe ontwikkelingen en innovaties kunnen ook de komende jaren aanleiding geven om het pad verder aan te scherpen. Belangrijk is dat duidelijk wordt wanneer keuzes uiterlijk genomen moeten worden om realisatie op tijd nog mogelijk te maken. Daarom heeft het kabinet ook een beleidsagenda met keuzes voor de komende kabinetsperiode toegevoegd.

1.2 Waarom deze actualisatie?

Actualisatie van het NPE is nodig om het als leidraad te gebruiken in de energietransitie. Op basis van de Energiewet moet het kabinet het NPE elke 5 jaar vaststellen. Het kabinet kiest ervoor om tussentijds het NPE te actualiseren omdat op een aantal onderdelen er nieuwe ontwikkelingen zijn die effect hebben op het toekomstig energiesysteem. Het NPE 2023 is daarom niet op alle onderdelen meer up-to-date en zou dus ook geen goede leidraad zijn voor de energietransitie de komende jaren. Daarnaast vult het kabinet ook een aantal onderdelen toe die in het oorspronkelijke NPE onvoldoende aanwezig waren. Als laatste gaven veel belanghebbenden aan dat meer sturing nodig is, met name in de periode tot en met 2040. Ook daar beantwoordt het kabinet aan met dit geactualiseerde NPE.

Voor de korte termijn is bijstelling van ambities nodig om de uitvoering haalbaar te houden. Voor de lange termijn is de hoofdrichting heel robuust. De ambities uit het NPE 2023 zijn in de praktijk lastig uitvoerbaar gebleken. Vanwege onder andere netcongestie en uitdagende marktomstandigheden – bijvoorbeeld bij wind op zee en in de industrie – zijn de ontwikkelingen minder snel gegaan dan destijds gedacht. Dit zal ook de komende jaren nog het geval zijn, omdat uitdagingen rondom snelle realisatie niet ineens weg zijn. Daarom stelt het kabinet in dit NPE de verwachtingen op een aantal onderdelen voor de korte termijn bij. Hoewel deze aanpassingen op onderdelen nodig waren, is het niet zo dat dit ook overal leidt tot andere inzichten voor de lange termijn. Voor de lange termijn zijn de hoofdrichtingen uit het NPE 2023 nog steeds heel robuust. Elektriciteit zal een belangrijke ruggengraat worden van het toekomstige energiesysteem. Duurzame moleculen (waterstof en koolstof) blijven nodig als grondstof, brandstof en voor

bepaalde processen. En collectieve warmte is essentieel voor een kosteneffectieve landelijke verduurzaming van de gebouwde omgeving.

De belangrijkste nieuwe ontwikkelingen zijn het nieuwe EU-klimaatdoel voor 2040 en nieuwe inzichten rondom hernieuwbare waterstof. In maart 2026 is een akkoord bereikt op Europees niveau om in 2040 90% minder uitstoot te realiseren. De Europese Commissie heeft aangekondigd om eind 2026 te komen met voorstellen voor een post-2030 klimaat- en energiekader, inclusief mogelijke Europese energiedoelen voor 2040. Bij het opstellen van het NPE 2023 bestond dit klimaatdoel voor 2040 nog niet. Met deze actualisatie wordt voor Nederland richting gegeven aan de transitie naar een weerbaar en duurzaam energiesysteem dat in lijn is met dit nieuwe EU-klimaatdoel. Daarnaast zijn er op een aantal onderdelen voortschrijdende inzichten waarop het toekomstbeeld is bijgesteld. De belangrijkste daarvan is het tempo van de opschaling van hernieuwbare waterstof. De verwachtingen hierover in het NPE 2023 zijn te optimistisch gebleken. De verwachting is dat de kosten voor hernieuwbare waterstof nog geruime tijd hoger blijven dan destijds gedacht. Hernieuwbare waterstof blijft een essentiële rol vervullen in het toekomstige energiesysteem, maar de verwachte vraag in de industrie valt voor 2040 lager uit dan eerder aangenomen. Ook lijkt import een grotere rol te gaan spelen.

Belangrijke onderdelen die in het NPE 2023 onderbelicht waren, worden nu aangevuld, waardoor een completer beeld ontstaat. Zo is nauwkeuriger bekeken wat de impact van netcongestie is voor de transitie op de middellange termijn en wat de juiste manier is om hiermee om te gaan op de lange termijn. Daarnaast wordt met deze actualisatie in meer detail gekeken naar de opkomst van datacenters, de essentiële rol

van Carbon Capture and Storage (CCS) en de beschikbaarheid van voldoende fossiele energiebronnen tijdens de transitie, zolang de overstap naar een volledig duurzaam energiesysteem nog niet is afgerond. Ook is het internationale perspectief verdiept, onder meer door goed te kijken naar de lange termijnplannen van onze omringende landen. Met deze actualisatie wordt explicieter aandacht gegeven aan de benodigde investeringen in de transitie, hoe dat zich vertaalt naar kosten en wat het kabinet doet om strakker te kunnen sturen op de betaalbaarheid van de energietransitie. Dit gebeurt door meer regie te nemen in de gewenste systeemontwikkeling en ook hier gaat deze actualisatie van het NPE op in.

1.3 Publieke belangen en klimaatdoelen

Het NPE is de visie en strategie van het kabinet om de brede publieke belangen in het energiesysteem te borgen. Weerbaarheid, duurzaamheid en concurrentiekracht staan hierin centraal. Met het NPE kijkt het kabinet naar de energietransitie vanuit een blik van brede publieke belangen. Het is dus niet alleen een plan naar een duurzaam energiesysteem, maar kijkt breder wat verstandig en evenwichtig energiebeleid is. In het NPE 2023 zijn de publieke belangen die als basis dienen uiteengezet: betrouwbaar, betaalbaar, duurzaam, economisch krachtig, leefomgevingskwaliteit, veiligheid, participatief, rechtvaardigheid. Mede in het licht van de geopolitieke situatie staat met name de afweging tussen weerbaarheid, duurzaamheid en concurrentiekracht centraal in de richting die het kabinet kiest in dit NPE. Dit kabinet kiest ervoor betrouwbaarheid in breder perspectief te bezien en kiest daarom om de term weerbaarheid te gebruiken, waar ook het verminderen van geopolitieke afhankelijkheid een belangrijke rol speelt. Het kabinet houdt voor het

publiek belang rechtvaardigheid vast aan de principes zoals die in het Klimaatplan 2025-2035 staan. Voor economisch krachtig kijkt het kabinet ook nadrukkelijk vanuit het perspectief van internationale concurrentiekracht, zowel binnen als buiten Europa. Voor leefomgevingskwaliteit kijkt het kabinet breed naar verschillende aspecten zoals zorgvuldig ruimtegebruik en landschapskwaliteit, maar ook naar impact op natuur en luchtkwaliteit.

Een weerbaar energiesysteem is van cruciaal belang voor een weerbare economie. Het kabinet streeft naar een weerbaar energiesysteem dat bestand is tegen schokken van buitenaf. Zodat het energiesysteem ook onder onvoorziene omstandigheden blijft functioneren. Een weerbaar energiesysteem is bovendien essentieel voor andere strategische sectoren in Nederland en Europa, sommige van deze sectoren staan door het huidige internationale speelveld onder grote druk. Een betrouwbare energievoorziening vormt de basis voor onze huishoudens, onze ziekenhuizen en openbaar vervoer en de continuïteit van de geleverde producten en diensten. Een weerbaar energiesysteem, met onder andere meer energie van Nederlandse en Europese bodem, draagt bij aan de veerkracht van onze economie. Tegelijkertijd besteedt dit NPE aandacht aan nieuwe kwetsbaarheden die ontstaan tijdens de energietransitie, zoals de borging van fysieke en digitale veiligheid van energie-infrastructuur.

Met dit NPE presenteert het kabinet een visie op hoofdlijnen die aansluit bij de EU-klimaatdoelen voor 2040. Met dit pad daalt de energie-gerelateerde uitstoot. Tegelijk is niet alle uitstoot in de samenleving energie-gerelateerd, zo valt bijvoorbeeld uitstoot in de landbouw en door landgebruik hierbuiten. Omdat niet alle sectoren hun broeikasgasemissies volledig kunnen afbouwen, is voor klimaatneutraliteit koolstofverwijdering

noodzakelijk om deze resterende uitstoot te compenseren.

Het tempo van de ontwikkeling hiervan is nog onzeker. In de Routekaart Koolstofverwijdering is een indicatie gegeven van de behoefte aan koolstofverwijdering, maar realisatie daarvan is nog onzeker. Het NPE vormt daarmee een belangrijke bouwsteen om het klimaatdoel voor 2040 te halen, maar er zal meer nodig zijn. Voldoende beschikbare financiële middelen, normerend en beprijzend beleid en uitvoeringskracht zijn essentieel om de klimaatdoelen richting 2040 te halen zonder negatieve effecten op de economie. Het kabinet weegt jaarlijks mee in de begrotingsbesluitvorming hoe financiële middelen het beste ingezet kunnen worden en welk normerend en beprijzend beleid nodig is. Het kabinet heeft in het Coalitieakkoord aangegeven in het voorjaar 2027 te bezien of aanvullende nationale maatregelen nodig zijn.

Het NPE biedt houvast aan de discussie over Europese energiedoelen. Naar verwachting presenteert de Europese Commissie in het vierde kwartaal van 2026 voorstellen voor een nieuw Europees kader met energiedoelen voor de periode na 2030. Hoewel de exacte invulling hiervan nog onderwerp is van Europese onderhandelingen, is het voor Nederland van belang dat deze energiedoelen ambitieus, doelmatig én fysiek uitvoerbaar zijn. Daarbij blijkt uit het huidige kader dat overlapende en inconsistente (sub)doelen moeten worden voorkomen, omdat dit de flexibiliteit belemmert en in de praktijk leidt tot uitvoeringsproblemen. Een robuust en geharmoniseerd Europees instrumentarium waarborgt de publieke belangen en draagt bij aan het realiseren van het Europese klimaatdoel. Zodra het Europees kader voor energiedoelen definitief is, zal worden bezien of dit nog invloed heeft op het ontwikkelpad zoals het in het NPE is opgenomen.

Het NPE dient ook als de nationale routekaart voor het wegbewegen van fossiele brandstoffen. Een dergelijke nationale routekaart is aangekondigd zowel tijdens COP30 in Brazilië, als tijdens de internationale conferentie over het wegbewegen van fossiel in Santa Marta eerder dit jaar, die Nederland mede organiseerde. Deze actualisatie NPE bevat niet alleen hoofdstukken over de opbouw van duurzame ketens, maar gaat ook specifiek in op de gecontroleerde afbouw van fossiele brandstoffen (zie 3.8). In het Verdiepingsdocument gaat hoofdstuk 7 hier dieper op in. De combinatie geeft een compleet overzicht van hoe Nederland zal wegbewegen van fossiel. In aanloop naar COP31 wil Nederland de routekaart internationaal ook presenteren.

1.4 Consultatie

Bij de totstandkoming van het NPE zijn belanghebbenden uitgebreid betrokken, zoals beschreven in het bijgevoegde participatieverslag. Het afgelopen jaar is in meerdere rondes gesproken met een breed scala aan belanghebbenden, waaronder medeoverheden, netbeheerders, brancheorganisaties, energie-experts, milieuorganisaties en het maatschappelijk middenveld. Daarnaast zijn er vier regiosessies georganiseerd voor lokale partijen, verspreid over het land. Een volledig participatieverslag is opgenomen in de bijlage.

Daarnaast heeft het veld de gelegenheid gehad om schriftelijk te reageren op een conceptversie van deze actualisatie van het NPE. Veel partijen hebben hier gehoor aan gegeven en deze brieven zijn integraal bijgevoegd als bijlage in het participatieverslag. Het participatieverslag gaat nader in op de verwerking

van de ontvangen reacties. Hiermee wordt tevens invulling gegeven aan de motie Jumulet².

Voor de totstandkoming van het NPE is in brede zin gebruik gemaakt van de beschikbare systeemstudies. Verschillende partijen stellen energiesysteemscenario's en -studies op. Hieronder vallen bijvoorbeeld de scenario's van de gezamenlijke netbeheerders, de *Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050* van het PBL en de ADAPT- en TRANSFORM-scenario's van TNO. Ook voor Europa en de rest van de wereld (zoals de IEA World Energy Outlook) worden door verschillende partijen scenario's opgesteld. Het kabinet beschouwt het als een goede zaak dat meerdere partijen met expertise, onafhankelijke van elkaar, toekomstscenario's analyseren. Dit verkleint het risico op tunnelvisie. Het kabinet maakt gebruik van deze scenario's bij het opstellen van het NPE, maar maakt hierbij een eigen afweging. Er is dan ook geen sprake van één specifiek scenario uit een studie die het kabinet overneemt.

1.5 Nieuw volledig NPE in 2029

Het kabinet werkt toe naar een volledig nieuw NPE in 2029. Met deze NPE actualisatie beoogt het kabinet een helder kader te scheppen voor de komende jaren. Tegelijkertijd geldt dat er voor de lange termijn, met name richting 2050, ook nog veel vraagstukken openstaan die niet in deze actualisatie zijn meegenomen. Zo is de verdere integratie van materialen en circulariteit in het energiebeleid met deze actualisatie nog onvoldoende uitgewerkt. Het kabinet wil daarom, naast een sterke focus op

uitvoering, blijven werken aan duidelijke transitiepaden richting 2050. In de Klimaat- en Energienota 2026, die tegelijkertijd verschijnt met de NPE actualisatie, wordt hier uitgebreider op ingegaan. Deze nota bevat tevens de eerste contouren van de transitiepaden van alle sectoren richting 2050. De contouren sluiten aan op de inhoud van deze NPE actualisatie. De definitieve transitiepaden worden in het najaar van 2027 vastgesteld. Richting een nieuw NPE in 2029 wil het kabinet ook met de bijgevoegde beleidsagenda verder vooruitkijken richting 2035.

Bij de nieuwe systeemkeuzes die nodig zijn voor de volgende schaalsprong richting klimaatneutraliteit worden de fysieke en ruimtelijke consequenties betrokken. Keuzes over het nationale energiesysteem hebben gevolgen voor de benodigde energie-infrastructuur en beschikbare ruimte. De afgelopen jaren is duidelijk geworden dat de realisatie van de Nederlandse energietransitie complex is. Niet overal is ruimte beschikbaar en er zijn grenzen aan wat een regio aan projecten kan absorberen. Dit leidt tot een aantal vraagstukken over de systeeminrichting die in deze actualisatie nog niet zijn meegenomen. Denk hierbij aan de afwijking tussen diepe aanlandingen van wind op zee tegenover meer lokale opwek in het binnenland. Ook het vraagstuk in welke mate gelijkstroomverbindingen op land nodig zijn op de lange termijn valt hieronder. Het Programma Energiehoofdstructuur brengt de consequenties en inpasbaarheid in kaart, en bevat de keuzes over de fysieke inrichting van het energiesysteem. Deze inzichten zijn waar mogelijk benut voor deze actualisatie en worden ook meegenomen bij de volgende versie van het NPE.

² Kamerstukken II, 2025/26, 29023, nr. 677

Het NPE 2029 zal in samenhang met het nieuwe Klimaatplan worden ontwikkeld. In 2029 zal conform de wettelijke verplichting uit de Klimaatwet naast het nieuwe NPE een nieuw Klimaatplan uitkomen. Dit kabinet heeft de ambitie om de sturing op klimaat- en energiebeleid verder te integreren en zal het volgende NPE daarom in nauwe samenhang met het Klimaatplan uitbrengen.

2.

Regie op de transitie

De energietransitie bevindt zich in een uitdagende fase waarin ambities en realisatiekracht op gespannen voet staan en verschillende onderdelen van de energietransitie meer en meer onderling van elkaar afhankelijk zijn. Dit vraagt om een integrale blik, samenwerking tussen partijen maar ook nadrukkelijk regie vanuit het Rijk om door deze complexiteit een weg te vinden. Dit hoofdstuk gaat nader in op welke strategie het kabinet kiest in de huidige fase van de energietransitie.

2.1 Ambitieuze en realistische koers houden

Het kabinet houdt vast aan een ambitieuze koers. Het belang van een weerbaar, duurzaam en concurrerend energiesysteem is in de huidige geopolitieke context verder toegenomen en dit vereist volle inzet op de energietransitie: minder afhankelijkheid door meer energie van eigen bodem en meer grip op de energierekening. Daarbij is het van belang om vooruit te kijken naar de lange termijn. Onzekerheid die er is rondom korte termijn ontwikkelingen van energieprijzen of onzekerheid over ontwikkeling van toekomstige technologie kan afleiden van het feit dat de hoofdrichting van de energietransitie zeer robuust is. Met dit NPE werkt het kabinet daarom een robuuste aanpak uit, die doorpakt op onderdelen waarvan het kabinet zeker is dat ze in het toekomstbeeld passen en die slim omgaat met onderdelen waar nog onzekerheid over bestaat.

Voor een succesvolle energietransitie is stabiel beleid noodzakelijk voor voldoende handelingsperspectief.

Om de energietransitie te laten slagen is de inzet van iedereen in Nederland nodig. Zowel de overheid, het bedrijfsleven en maatschappelijke instellingen als burgers moeten de komende jaren op ieder schaalniveau stappen zetten om onze energievoorziening toekomstbestendig te maken. Om dit te kunnen doen, hebben partijen zekerheid nodig. Veel projecten kosten lange tijd om te realiseren en zijn voor hun business case afhankelijk van stabiel beleid. Ook voor burgers is het belangrijk dat er duidelijkheid is wat er gaat gebeuren in de omgeving en dat zij mogelijkheden hebben om daarnaar te handelen. Het kabinet streeft er daarom naar om handelingsperspectief en maximale duidelijkheid te bieden. Daarnaast zal het bij veranderende inzichten altijd afwegen of koerswijzigingen geen onevenredige neveneffecten met zich meebrengen.

Waar onzekerheden bestaan, kiest het kabinet voor een ambitieuze inzet. Hierbij is altijd oog voor realisatiekracht en het voorkomen van onnodige kosten. Hoewel de hoofdrichting van de transitie robuust is, zijn er op onderdelen ook nog veel onzekerheden. Bijvoorbeeld hoe groot de energievraag in 2040 precies zal zijn. En als afgeleide daarvan, hoeveel energieaanbod (opwek of import) er dus nodig is. In deze onzekerheid kiest het kabinet voor een ambitieuze planvorming, omdat afschalen makkelijker is dan opschalen. De transitie zal in 2040 immers nog niet zijn voltooid. Als ontwikkelingen trager verlopen dan verwacht, betekent dit doorgaans niet dat projecten overbodig worden, maar eerder dat ze later – mogelijk na 2040 – alsnog nodig zijn. Tegelijk moet de ambitie wel realiseerbaar zijn. Hoge ambities die in de praktijk niet waargemaakt kunnen worden – door bijvoorbeeld beperkingen in de realisatiekracht – helpen de transitie niet omdat het geen zekerheid geeft. Een terugblik op het NPE 2023 laat zien dat sommige ambities in de uitvoering te hoog gegrepen bleken. In deze actualisatie heeft het kabinet daarom kritisch gekeken naar een ambitieniveau dat ook realiseerbaar is. Daarnaast kunnen al uit de planvorming (indirecte) kosten voortvloeien. Ook hier is het kabinet scherp op. Door duidelijk te maken wanneer deze beslismomenten zijn, kan het kabinet ook op die momenten wegen wat de juiste keuze is, gelet op de laatste inzichten.

2.2 Maximale inzet op uitvoering en aanpakken netcongestie

Het toekomstig energiesysteem tijdig realiseren is een enorme uitdaging. Voor het kabinet heeft tempo maken met de uitvoering daarom topprioriteit. Momenteel ondervindt Nederland elke dag dat uitvoering van de energietransitie niet zonder problemen gaat. Dit zal ook tijdens de transitie het geval blijven, aangezien de opgave de komende jaren uitzonderlijk groot blijft. Zo zal tijdens de transitie nog meer dan 120.000 km aan elektriciteitskabels getrokken moeten worden, meer dan 1.000 km aan leidingen aangelegd of klaargemaakt moeten worden om duurzame gassen te transporteren en meer dan 50.000 wijkstations geplaatst moeten worden. Deze opgave betekent zowel een enorme investeringsopgave als een enorme uitdaging om ruimte beschikbaar te maken.

Het kabinet spant zich maximaal in – samen met netbeheerders en medeoverheden – om het maakbaarheidsgat richting 2040 te verkleinen, maar niet alles zal lukken. Het kabinet doet er alles aan om netcongestie zo snel mogelijk op te lossen en het mogelijk te maken dat bedrijven, maatschappelijke instellingen en burgers toegang hebben tot betaalbare en duurzame elektriciteit. Zo werkt het kabinet aan het versnellen van procedures, het vergroten van de uitvoeringskracht van netbeheerders en medeoverheden en het beter samen werken in de planvorming om gericht aan de slag te kunnen. Tegelijk is het realistisch om de komende jaren, mogelijk ook richting 2040, rekening te houden met spanning tussen de ambities van de samenleving en het tempo waarin de uitvoering kan plaatsvinden. Dat betekent dat niet alles haalbaar zal zijn en dat daarnaast ook van bestaande en nieuwe gebruikers mogelijk gevraagd zal worden om hun aansluiting flexibeler te benutten. Desondanks zet het

kabinet alles op alles om dit maakbaarheidsgat zo klein mogelijk te houden.

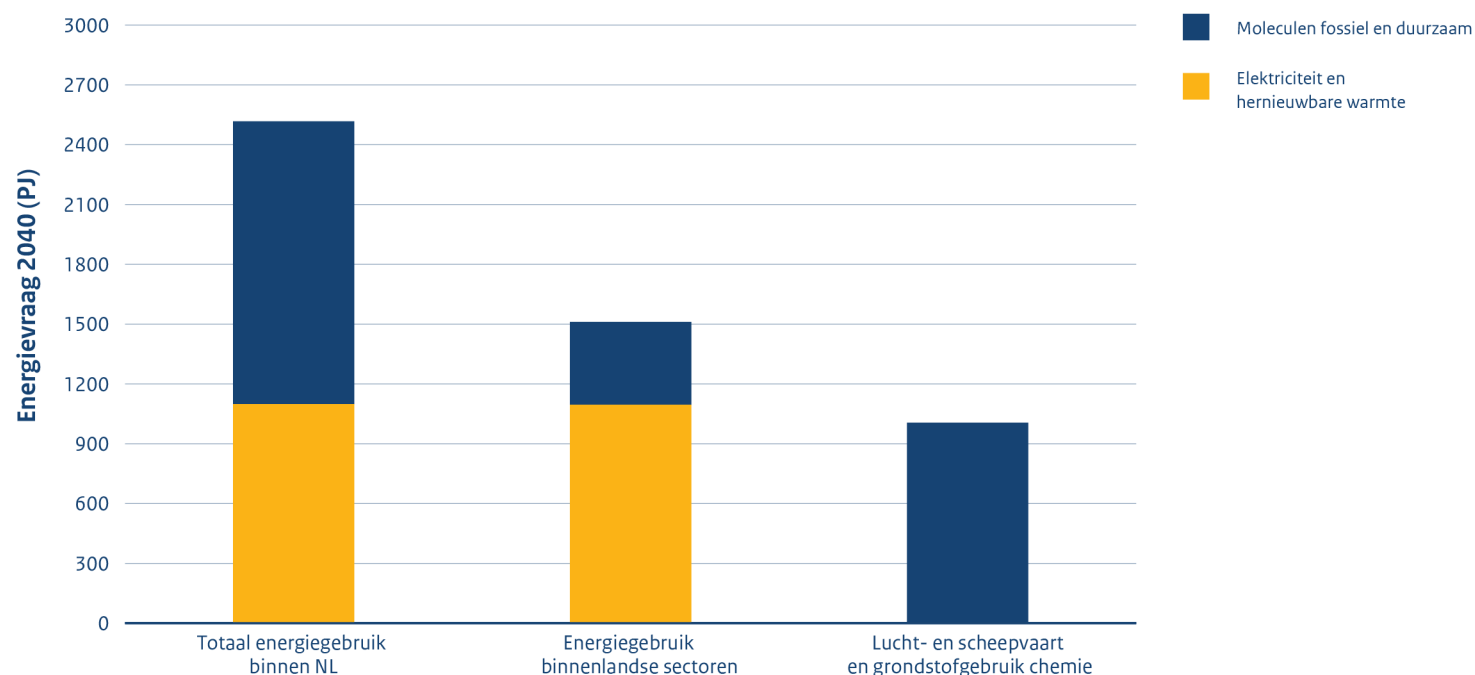
Veel is wel mogelijk en daar wil het kabinet optimaal gebruik van maken. Netcongestie leidt momenteel tot vertraging in de gewenste elektrificatie van onze samenleving. Bedrijven en instellingen willen wel elektrificeren of uitbreiden, maar kunnen geen aansluiting krijgen. Tegelijkertijd is er in verschillende gebieden nog ruimte voor extra elektriciteitsverbruik op bestaande aansluitingen, of zijn er mogelijkheden voor flexibele inzet. Het kabinet werkt met netbeheerders aan maatregelen om te voorkomen dat onzekerheid over toekomstige ontwikkelingen leidt tot te vroeg afgekondigde netcongestie. Vanaf dit jaar stellen netbeheerders scenario's op om het maakbaarheidsgat inzichtelijk te maken. Hierdoor wordt bij netberekeningen niet alleen gekeken naar de gewenste vraagontwikkeling, maar ook naar wat in de praktijk haalbaar is. Daarnaast wordt de capaciteit van het elektriciteitsnet richting 2040 stapsgewijs fors uitgebreid. Dit betekent dat door netcongestie niet alles blokkeert, er zijn nog mogelijkheden. Het kabinet wil ervoor zorgen dat het beschikbare potentieel volledig wordt benut.

De richting van het NPE blijft het uitgangspunt, actieve inzet op alternatieve verduurzamingsmaatregelen vanwege netcongestie moet altijd proportioneel zijn. Waar alternatieven beschikbaar zijn die niet structureel duurder zijn, onderzoekt het kabinet hoe deze mogelijk gemaakt kunnen worden. Het kabinet is echter terughoudend in het actief stimuleren van alternatieve verduurzamingsopties die structureel duurder zijn – zoals waterstof voor lage-temperatuurproceswarmte. Daarnaast geldt dat ook deze alternatieven uitvoeringsuitdagingen kennen, waardoor de doorlooptijd in de praktijk lang kan zijn. Op deze manier blijft de transitie betaalbaar en wordt de uitvoeringskracht gericht op oplossingen die ook op de lange termijn robuust zijn.

2.3 Rol elektriciteit wordt veel groter, moleculen blijven essentieel

Voor een efficiënt en betrouwbaar energiesysteem zijn zowel elektronen als moleculen essentieel. Het is niet zo dat ofwel elektronen, ofwel moleculen de beste oplossing bieden voor het gehele energiesysteem van de toekomst. Er zijn veel verschillende soorten energievraag die verschillen in hoe ze het beste kunnen worden ingevuld. Bovendien is het ook nodig heel het jaar door, ook als het niet waait en de zon niet schijnt, voldoende betrouwbare energie te hebben. Daarom zijn in de toekomst ook verschillende energiedragers nodig die elkaar aanvullen en versterken. Zowel op systeemniveau als in bepaalde gevallen op gebruikersniveau.

Voor veel energiegebruik in de samenleving, met name voor burgers, maatschappelijke instellingen en MKB, is elektrificatie de meest geschikte route. Elektrificatie speelt een belangrijke rol bij verduurzaming in alle sectoren, maar de mate waarin verschilt wel per sector. Voor een groot deel van de sectoren met binnenlands energiegebruik (gebouwde omgeving, wegvervoer, binnenvaart, regionale industrie en landbouw) is elektrificatie de meest betaalbare verduurzamingsroute met daarnaast een belangrijke rol voor duurzame warmte. Dit zorgt ervoor dat de energie voor deze sectoren straks grotendeels op eigen bodem gemaakt kan worden. Het gezamenlijke aandeel van elektriciteit en hernieuwbare warmte in het finaal energiegebruik stijgt voor deze sectoren daardoor van 26% nu naar circa 60-70% in 2040 (zie figuur 1), en neemt verder toe richting 2050.



Figuur 1 Rol van elektriciteit en moleculen in verschillende onderdelen van de energievraag binnen Nederland. Bron: Cijferbasis NPE.

Het aandeel van moleculen in het energiesysteem neemt af, maar blijft essentieel. Deze daling ontstaat doordat een deel van de huidige toepassingen van fossiele moleculen worden vervangen door groene elektriciteit. Toch blijven (groene) moleculen een significante rol vervullen, naar verwachting met name in de energie-intensieve industrie, internationale mobiliteit en voor de voorzieningszekerheid van elektriciteit. In de energie-intensieve industrie blijft naar verwachting ook in 2040 vraag naar (groene) moleculen bestaan, vooral als grondstof in de chemische sector, brandstofproductie en voor hoge-temperatuurwarmte.

Hybride oplossingen die zowel elektriciteit als moleculen benutten zijn voor bepaalde toepassingen een kosteneffectieve oplossing in de transitie. Niet voor elke verduurzamingsstap is een strikte keuze tussen elektriciteit of moleculen nodig. Op veel plekken is het wenselijk om een combinatie van beide – oftewel een hybride oplossing – in te zetten, bijvoorbeeld wanneer de benodigde energie-infrastructuur al beschikbaar is, desnoods als tussenstap. Een voorbeeld hiervan is de hybride warmtepomp voor huishoudens, waarmee de gasvraag meestal snel, fors kan worden verlaagd. Ook in de industrie zijn er toepassingen waar hybride oplossingen tijdens de transitie

kosteneffectief zijn. Hybride oplossingen betekenen vaak al een grote stap richting elektrificatie en verduurzaming. Bij een hybride systeem wordt elektriciteit ingezet wanneer deze betaalbaar en beschikbaar is, met name tijdens pieken in wind- en zonne-energie. Aangezien deze momenten in de toekomst steeds vaker voorkomen, zal het grootste deel van het energieverbruik bij hybride oplossingen al elektrisch en daarmee duurzaam zijn.

2.4 Duurzame vraag krijgt meer prioriteit

Het tijdig ontstaan van voldoende vraag naar duurzame energie is in deze fase van de transitie cruciaal. De huidige vraagontwikkeling voor elektriciteit, waterstof en duurzame koolstof blijft vooralsnog achter bij eerdere verwachtingen. Hoewel sommige ontwikkelingen sneller verlopen dan voorzien – zoals de groei van datacenters en de elektrificatie van het wegvervoer – is deze trend voor het energiesysteem als geheel duidelijk zichtbaar. Daarnaast is het niet alleen van belang dat vraag en aanbod in omvang op elkaar aansluiten, maar ook dat ze in de tijd en ruimte op elkaar zijn afgestemd. Hierdoor bestaat nu onvoldoende trekkracht voor de gewenste snelheid in de aanbodontwikkeling. Zonder een robuustere vraagontwikkeling nemen de risico's toe, zowel voor private investeerders als voor het efficiënt inzetten van publieke middelen. Deze risico's nemen toe wanneer vraag en aanbod niet in balans ontwikkelen.

Zonder tijdige ontwikkeling van duurzame vraag bestaat het risico dat de energietransitie vertraagt. Wanneer de verwachte duurzame energievraag niet of pas later tot stand komt, zullen het aanbod en de nieuwe energie-infrastructuur minder benut worden en daardoor minder renderen. Dit kan leiden tot hogere subsidiekosten voor duurzame energieprojecten en oplopende net- en transporttarieven voor de eindgebruikers of dat projecten voor aanbod of infrastructuur niet tijdig van de grond komen. Hierdoor ontstaat het risico van een negatieve spiraal: wanneer de vraag naar duurzame energie achterblijft, moeten de hoge infrastructuurinvesteringen door een kleinere groep gebruikers worden opgebracht. Dit resulteert in hogere tarieven dan voorzien, waardoor de overstap naar duurzame energie voor huishoudens, instellingen en bedrijven minder aantrekkelijk is.

Het kabinet zet daarom in op het stimuleren van duurzame energievraag. Hiervoor is een gerichte aanpak nodig. Hoewel de duurzame energievraag over de volle breedte van de transitie achterblijft, verschilt per keten de oorzaak en het bijbehorende handelingsperspectief. Daarom is een combinatie nodig van Europese normering en nationale inzet. Voor een aantal sectoren zijn er al belangrijke stappen gezet op het gebied van vraagontwikkeling, bijvoorbeeld in Europees verband. Daar bouwt het kabinet op voort. Specifiek voor elektriciteit geldt dat elektrificatie op plekken met netcongestie lastig is, maar op plekken waar nieuw aanbod komt (zoals wind op zee en kerncentrales) nieuwe vraag juist heel hard nodig is. Het kabinet onderzoekt hoe het instrumentarium hierop kan worden afgestemd. Hierbij wordt voortgebouwd op het bestaande instrumentarium voor vraagontwikkeling. Zoals ruimtelijk en financieel beleid (SDE++, IKC en Flex-E) waarin al verschillende prikkels en voorwaarden zijn opgenomen om ervoor te zorgen dat vraag zoveel mogelijk flexibel en op passende locaties tot stand komt. Ook netbeheerders spelen



hierin een belangrijke rol, onder meer door de introductie van tijdsgebonden nettarieven en flexibele contractvormen.

Door jaarlijkse monitoring kunnen aanbod en vraag gebalanceerd opschalen, waardoor onnodige kosten worden voorkomen. Het kabinet versterkt de inzet op tijdige vraagontwikkeling, maar is hierbij afhankelijk van externe factoren en Europees beleid. Hierdoor blijft het daadwerkelijke tempo van de vraagontwikkeling onzeker. Door voortdurend te monitoren hoe de vraag(prognoses) zich ontwikkelen, kan in de tijd ook het pad voor aanbodontwikkeling worden aangepast. In het bijzonder voorafgaand aan grote investeringsbeslissingen, zoals voor wind op zee. Het kabinet bereidt zich voor op scenario's met tijdige duurzame energievraag, maar stemt kapitaalintensieve investeringsbeslissingen – zoals nieuwe investeringen in het net op zee – altijd af op de actuele vraagverwachting op dat moment.

Aanbod schaalt hiermee evenwichtig op met de vraag.

Dit blijft ambitieus en vergt nog steeds maximale inspanning.

Met deze actualisatie is het energiebeeld voor 2040 aangepast ten opzichte van het oorspronkelijke NPE 2023, rekening houdend met beperkingen zoals netcongestie en vertraagde ontwikkeling van hernieuwbare waterstofproductie in Nederland. Dit betekent ook dat de hoeveelheid energie-aanbod en -gebruik voor 2040 lager ligt dan in het NPE 2023. Maar dit betekent niet dat de inspanning om aanbod en energie-infrastructuur op te schalen nu omlaag kan. Om dit nieuwe energiebeeld in te kunnen invullen met voldoende duurzame energie is nog steeds een enorme opschaling nodig van het aanbod en energie-infrastructuur. We hebben hierbij alle beschikbare bronnen nodig. Bovendien geldt voor een aantal energiedragers dat zekerheid over duurzaam aanbod juist een randvoorwaarde is voor de ontwikkeling van vraag. Dus ook daarom is duidelijkheid over ambitieuze opschaling belangrijk.

2.5 Energiebesparing blijft essentieel

Energiebesparing blijft cruciaal om de overgang naar een toekomstig energiesysteem haalbaar en betaalbaar te kunnen maken. Energie die niet gebruikt hoeft te worden, vermindert de benodigde productie- en transportcapaciteit van energie, dempt de kosten voor energiegebruikers, beperkt het ruimtegebruik door het energiesysteem en draagt bij aan energie-onafhankelijkheid. Het maakt de overgang naar het gebruik van CO₂-vrije energie beter haalbaar, omdat Nederland dan uitkomt op een kleiner systeem.

Het kabinet zet in op forse energiebesparing binnen het eindgebruik van energie in alle sectoren. In de gebouwde omgeving gebeurt dit onder andere door in te zetten op isolatie en het vergroten van het aandeel (hybride) warmtepompen, wat samen een substantiële bijdrage kan leveren aan het verlagen van het finaal energiegebruik in de gebouwde omgeving, rekening houdend met de realisatie van de grote woningbouwambities. Ook in de industrie heeft energie-efficiëntie prioriteit. In het deel van de industrie waar (hybride) elektrificatie de logische verduurzamingsroute is, hebben efficiënte technieken zoals (hybride) warmtepompen de voorkeur boven minder efficiënte alternatieven zoals E-boilers. Daarnaast wordt er ingezet op procesefficiëntie, buisisolatie en biedt het beter benutten van restwarmte nog kansen. Het kabinet verkent mogelijkheden hoe binnen bestaande ondersteuning van industriële verduurzamingsroutes nog sterker gestuurd kan worden op de meest energie-efficiënte oplossingen. In de mobiliteitssector leidt met name de elektrificatie van het wegverkeer en binnenvaart tot energiebesparing omdat bij fossiele brandstoffen heel veel energie verloren gaat als warmte. Met daarnaast het stimuleren van openbaar vervoer, deelmobiliteit en de fiets leidt dit voor nationale mobiliteit in 2040 naar schatting tot 35- 40% lager energiegebruik. In de landbouwsector wordt tevens ingezet op energiebesparing via beleid op efficiënt gebruik van warmte en energie. Tegelijkertijd zorgen nieuwe economische ontwikkelingen zoals datacenters en AI-centra voor extra energievraag. Ook zorgt toepassing van CCS voor een aanvullende energievraag, aangezien de afvang en verwerking van CO₂ extra elektriciteits- en warmteverbruik met zich meebrengen. Bij het faciliteren van deze ontwikkelingen blijft het kabinet daarom nadrukkelijk inzetten op een zo efficiënt mogelijk gebruik en op het verlagen van het totale finale eindgebruik over alle sectoren.

Daarnaast streeft het kabinet naar zo laag mogelijke omzettingsverliezen in het energiesysteem. Door de overstap naar meer elektriciteitsgebruik en het steeds geringer gebruik van fossiele brandstoffen worden veel omzettingsverliezen voorkomen. Elektriciteit is veel efficiënter dan het gebruik van fossiele brandstoffen. Bij het verbranden van fossiele brandstoffen gaat bij vrijwel alle toepassingen heel veel energie verloren, bijvoorbeeld als warmte die niet benut kan worden. Tegelijkertijd ontstaan in een duurzaam energiesysteem ook energieverliezen door aanvullende omzettingstappen. Zo treden er bijvoorbeeld energieverliezen op bij de productie van elektriciteit van waterstof middels elektrolyse. En ook de omzetting van biograndstoffen naar biochemicalïen en biobrandstoffen kent hogere verliezen dan de fossiele varianten. Waar mogelijk zet het kabinet in op oplossingen om ook in deze omzettingsprocessen energie te besparen.

2.6 Juiste systeemkeuzes houden energiekosten beheersbaar

De komende decennia zijn flinke investeringen nodig om het energiesysteem onafhankelijker en duurzamer te maken.

Productie van CO₂-vrije energie op eigen bodem, import van energiedragers, het realiseren van adequate infrastructuur en opslagmogelijkheden en aanpassingen ten behoeve van omschakelen op en zuiniger en flexibeler gebruik van energiedragers bij huishoudens, bedrijven en maatschappelijke instellingen zorgen voor een aanzienlijke investeringsopgave. Over de precieze omvang bestaat nog onzekerheid, maar eerste schattingen laten zien dat voor een succesvolle transitie jaarlijkse gezamenlijke investeringen (publiek en privaat bij elkaar) van circa 40-60 miljard euro nodig zijn voor Nederland. Dit betekent

een verdubbeling of verdrievoudiging van het investeringsniveau in het energiesysteem ten opzichte van de investeringen in het verleden. De Europese Commissie komt tot een vergelijkbare sprong in benodigde investeringen voor de Europese Unie als geheel. Uit berekeningen van TNO blijkt dat grofweg een derde van de totaal benodigde investeringen in Nederland investeringen in energieproductie en omzetting betreft, ongeveer een kwart tot 30% betreft infrastructuur en de overige derde tot bijna de helft betreft investeringen bij eindgebruikers. Het kabinet gaat in gesprek met relevante partijen om te kijken wat nodig is om voldoende zicht te hebben op het investeringsniveau en beziet met partijen hoe dit goed kan worden gemonitord.

Kosten verschuiven met het nieuwe energiesysteem van overwegend operationele kosten naar overwegend vaste kosten. Naarmate de transitie vordert, vormen afschrijvingen en rente van de investeringen een steeds belangrijker deel van de totale kosten van het energiesysteem, terwijl de operationele kosten van het energiegebruik (bijvoorbeeld import van aardgas en aardolie) juist afnemen. Daarmee wordt een steeds groter deel van de kosten vast en een kleiner deel variabel. Efficiënte inzet van de kapitaalmiddelen vereist daarbij aandacht voor slim samengaan tussen variabel aanbod en variabele vraag en de wijze waarop dit in de markt wordt georganiseerd.

De investeringen in het energiesysteem leiden op termijn tot belangrijke maatschappelijke baten. Enerzijds betreft dit de baten van een schoner energiesysteem, zoals de gezondheids- en milieuwinst die hiermee worden behaald door

de vermindering van de uitstoot van gevaarlijke stoffen en – bij een mondiaal succesvolle aanpak – het vermijden van disruptieve klimaatschade. Anderzijds gaat dit om het grotendeels vermijden van kosten voor import van (fossiele) brandstoffen, die jaarlijks tientallen miljarden euro's bedragen en sterk variëren als gevolg van volatiele energieprijzen. Bovendien vermindert de transitie de geopolitieke afhankelijkheden van Nederland en maakt het land minder kwetsbaar voor prijsschokken van geïmporteerde energiedragers. Onderzoek laat zien dat deze voordelen kunnen oplopen tot tientallen miljarden euro's.³

De kosten van het energiesysteem zullen de komende jaren toenemen. De 'systeemkosten' omvatten alle kosten die Nederland maakt voor het gebruik en het kunnen gebruiken van energie: de afschrijvingen en financieringskosten van de eerdergenoemde investeringen (in productie, energie-infrastructuur en het eindgebruik), de kosten van import van energiedragers, en de operationele kosten voor het functioneren en onderhouden van het systeem. De komende decennia zal de totale economie van Nederland groeien. Naar verwachting bedragen de kosten van het energiesysteem in 2050 ongeveer hetzelfde deel van het bbp als in 2025.⁴ Hierbij geldt dat de baten van de transitie op diverse plekken in de maatschappij worden gerealiseerd, én dat lang niet alle (externe) kosten van (fossiel) energiegebruik tot uitdrukking komen in de energieprijzen. Daarbij zouden de kosten zonder de energietransitie evengoed stijgen. Dit komt onder andere door nieuwe energievraag, vanwege de verwachte toename van de bevolking en economische groei. Voorgaande vormt daarmee de context waarbinnen ramingen gezien moeten

³ McKechnie & Udding (2026). Free!?* energy transition: including the monetized value of climate, health, energy security and macroeconomic effects in the Netherlands.

⁴ De gemiddelde jaarlijkse kostenstijging tussen 2025 en 2050 wordt geschat op 1,0% tot 2,1% en de gemiddelde historische economische groei in Nederland bedraagt sinds 2008 jaarlijks ongeveer 1,3%.

worden. De ramingen van TNO schatten een toename van de huidige totale systeemkosten van circa 70 miljard euro per jaar naar 100-120 miljard euro per jaar in 2050. Blijven we nog langer in hoge mate afhankelijk van fossiele energie(dragers) dan kent dat ook een hoge prijs. TNO heeft berekend dat bij zeer hoge prijzen voor fossiele energie zoals in de recente crisis de kosten van het huidige systeem ook tegen de 100 miljard euro per jaar bedragen. Daarnaast neemt de ETS-prijs waarschijnlijk toe. Zou Nederland niet verduurzamen dan betalen Nederlandse huishoudens en bedrijven deze toenemende kosten voor hun fossiele energiegebruik.

In het nieuwe energiesysteem blijft het uitgangspunt dat de eindgebruiker betaalt een belangrijk vertrekpunt voor het kabinet. Door de maatschappelijke kosten zoveel mogelijk in de prijzen te laten terugkomen worden marktprikkels benut om efficiënt energiegebruik en verduurzaming te stimuleren. Het doorberekenen van tijds- en gebruiksafhankelijke gebruikskosten voor het elektriciteitsnet leidt bijvoorbeeld tot efficiënter netgebruik en helpt daarmee de benodigde investeringen in het net te beperken. Ook vormt dit uitgangspunt een belangrijke bouwsteen voor een rechtvaardige transitie. Tegelijkertijd ziet het kabinet dat deze situatie nu nog niet volledig het geval is (bijvoorbeeld in het geval van fossiele subsidies) en er ook gedurende de transitie redenen kunnen zijn om niet alle maatschappelijke kosten (volledig) bij de eindgebruiker neer te leggen. Zo kunnen hogere prijzen leiden tot betaalbaarheidsproblemen voor huishoudens en maatschappelijke instellingen en kan het speelveld voor internationaal concurrerende bedrijven worden beïnvloed. Daarnaast is het belangrijk dat toepassing van dit uitgangspunt een effectieve en efficiënte transitie naar een klimaatneutraal energiesysteem bevordert en geen obstakel vormt.

De (hoge) investeringskosten voor infrastructuur kunnen een uitdaging vormen voor de transitie. De komende jaren moet er veel gelijktijdig worden geïnvesteerd in nieuwe infrastructuur. In deze fase van de transitie zijn er dus hogere kosten in het systeem die zich ook vertalen naar kosten voor eindgebruikers. Dit vraagstuk speelt bijvoorbeeld bij de investeringen die – vooruitlopend op elektrificatie – nodig zijn voor de uitbreiding en versterking van de elektriciteitsinfrastructuur. Hier kunnen de hogere nettarieven de overstap van aardgas naar elektriciteit bemoeilijken. Het kabinet zal daarom nader onderzoeken hoe de bekostiging van elektriciteitsinfrastructuur de maatschappelijk wenselijke overstap naar elektriciteit voor eindgebruikers niet onnodig bemoeilijkt bij een stijging van de kosten van het elektriciteitsnet. Tevens zal het kabinet huishoudens, bedrijven en maatschappelijke instellingen die niet of onvoldoende kunnen verduurzamen, gericht ondersteunen.

De energietransitie vereist jaarlijks significante investeringen vanuit de overheid en daarom is een langetermijnvisie over de financiering van de energietransitie cruciaal. Ondanks dat het grootste deel van deze investeringen door burgers, bedrijven en organisaties zelf gedragen zal worden, kan de subsidiebehoefte significant oplopen terwijl de overheidsinkomsten binnen het energiedomein afnemen, omdat er bijvoorbeeld door verduurzaming minder motorbrandstoffen en aardgas worden gebruikt. De subsidiebehoefte hangt af van het verschil in kosten van duurzame investeringen vergeleken met het fossiele alternatief. Dit hangt sterk af van enerzijds de energieprijzen en prijzen van technologieën, en anderzijds het (toekomstige) beprijzende en normerende klimaat- en energiebeleid. De balans tussen deze instrumenten biedt dus een handvat voor het beheersen van uitgaven van de overheid, en evenzeer van de kosten van de eindgebruikers. Ook de voortgaande grondslagerosie voor de

energiebelasting en accijns- en ETS-inkomsten die plaatsvindt bij succesvolle energietransitie vraagt het kabinet na te denken over de structurele dekking van de energietransitie in de begroting.

Het kabinet wil een beter integraal beeld hebben van de verschillende onderdelen van de transitie en de effecten op zowel eindgebruikers als overheidsfinanciën. Het kabinet steunt hiertoe het meerjarige kennisprogramma Energietransitie Integraal Kostenbeeld (EIK) van de publieke kennisinstellingen (CBS, CPB, PBL, RVO en TNO) en is in gesprek met het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) hoe de verschillende kosteninzichten, bijvoorbeeld de kostenverdeling in de samenleving (huishoudens en bedrijven) en de resterende investeringsbehoefte, een plek kunnen krijgen in of naast de Klimaat- en Energieverkenning (KEV).

2.7 Verstevigen regie op integrale systeemontwikkeling

Een succesvolle transitie vraagt om meer regie vanuit de overheid. De transitie raakt verschillende belangen van burgers, bedrijven en maatschappelijke instellingen en vraagt van vrijwel iedereen op een bepaalde manier een bijdrage. Benodigde ontwikkelingen zijn onderling verbonden, waardoor partijen afhankelijk zijn van elkaars handelen. Dit kan leiden tot afwachtendheid, inefficiënties en knelpunten in de uitvoering. Bestaande regels, gebruiken en markten bieden daarbij niet overal automatisch oplossingsruimte. Het kabinet wil doorpakken in de uitvoering en dat vraagt op onderdelen meer regie dan afgelopen jaren. Dat wil niet zeggen dat het Rijk de transitie volledig naar zich toe trekt. De markt blijft een belangrijke rol spelen, bijvoorbeeld

bij het balanceren van vraag en aanbod. De overheid zal er gedurende de transitie sterker op moeten toezien dat de beweging van de markt in de gewenste richting wordt gekanaliseerd. De transitie is een gezamenlijke uitdaging, waarbij het kabinet borgt dat ieder tijdig de juiste stappen zet. Zo maakt het Rijk met netbeheerders afspraken over het proces van totstandkoming en prioritering van passende energie-infrastructuur (zie 5.2).

Daarbij hoort ook regie op ruimte voor het energiesysteem.

De ruimte in Nederland is schaars. Grootschalige vraag of aanbod op suboptimale locaties kan tot hoge investeringskosten leiden. Op sommige locaties komen nu al de grenzen aan de technische maakbaarheid en de fysieke ruimte in beeld. Er zijn daarbij binnen het energiesysteem steeds meer onderlinge afhankelijkheden in plaats en tijd. Denk aan grootschalig aanbod dat alleen ingepast wordt op een locatie als een stationsuitbreiding gereed is en er tijdig voldoende vraag en flexibiliteit ontstaat. Dit vereist een proactieve inzet om – in de schaarse ruimte van Nederland waar locatiekeuzes een langjarig proces zijn – voldoende ruimte beschikbaar te maken. Het kabinet geeft hier concreet invulling aan via het Programma Energiehoofdstructuur door strategisch te sturen op locaties en waar nodig ruimte concreet te reserveren. Voor de diepe ondergrond versterkt het kabinet daarnaast via het programma Duurzaam Gebruik Diepe Ondergrond (DGDO) de regierol van het Rijk en werkt het aan een integrale ruimtelijke ordening van de diepe ondergrond, zodat ook daar voldoende ruimte beschikbaar blijft voor de toepassingen die nodig zijn voor het energiesysteem in transitie.

Richting medeoverheden maakt het Rijk met het NPE duidelijke welke systeemontwikkeling er nationaal nodig is. Het kabinet bekijkt met medeoverheden hoe sturing mogelijk is

op waar welke energievraag komt, maakt bestuurlijke afspraken met medeoverheden over ambities voor de energietransitie op regionale en lokale schaal en werkt samen via het nieuwe Landelijk Ondersteuningsprogramma Energietransitie (LOE) om deze voortvarend uit te voeren.

Ook in omringende landen en vanuit de Europese Commissie ziet het kabinet deze beweging naar stevigere publieke regie.

In internationaal verband zet dit kabinet zich in voor afspraken met buurlanden over grensoverschrijdende energie-infrastructuur en steunt het actief de ambitie van de Commissie om de Europese systeemplanning op het gebied van energie en energie-infrastructuur flink te versterken.

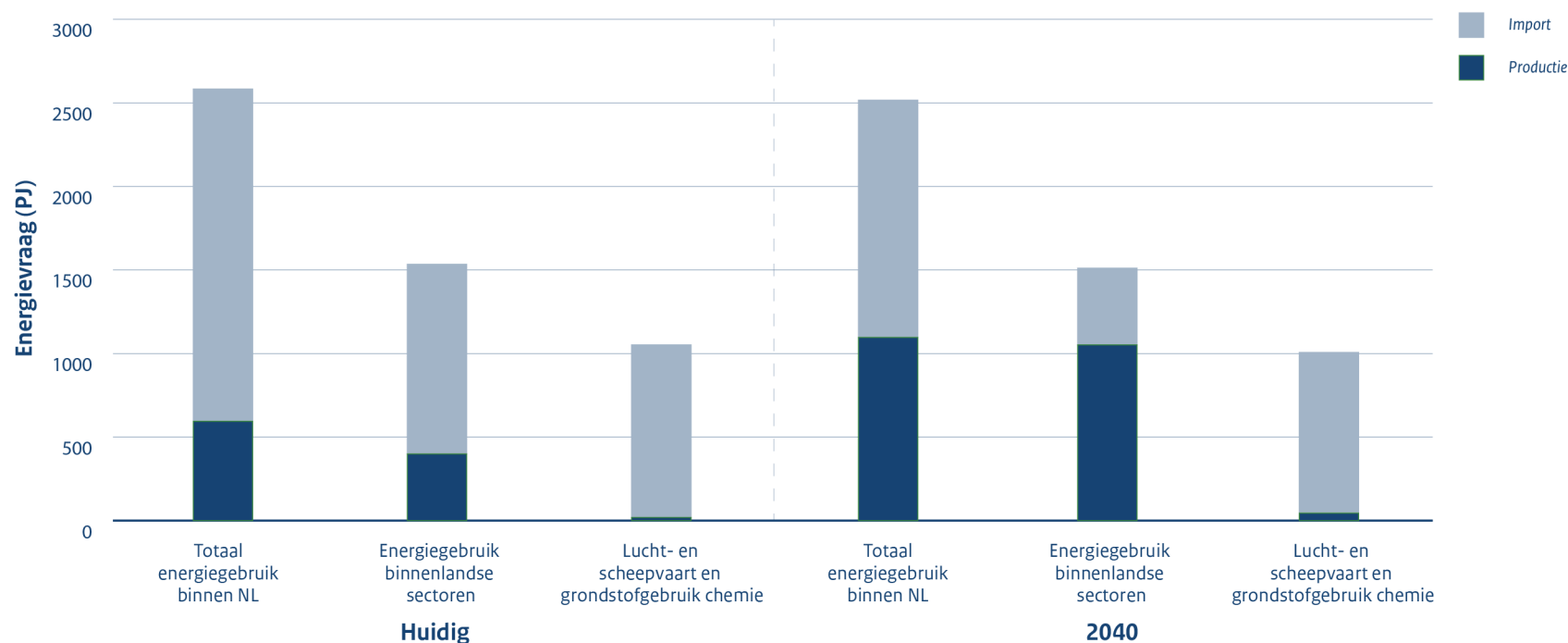
2.8 Weerbaarheid en grotere energie-onafhankelijkheid

Een weerbaar energiesysteem is een randvoorwaarde om de betrouwbaarheid en betaalbaarheid van energie te kunnen borgen. Het kabinet streeft naar een weerbaar energiesysteem dat bestand is tegen schokken en ook onder onvoorziene omstandigheden blijft functioneren of snel kan herstellen waardoor de maatschappelijke impact beperkt blijft. Het kabinet neemt weerbaarheid daarom mee als ontwerpprincipe voor het energiesysteem van de toekomst. Een belangrijke dimensie van een weerbaar energiesysteem is het vergroten van energie-onafhankelijkheid. Er vindt een transitie plaats van een systeem met een hoge mate aan import van fossiele

energiedragers naar een groeiend nationaal systeem van productie en opslag. Dit versterkt de strategische autonomie van Nederland. Ten tweede is de fysieke en digitale weerbaarheid van het energiesysteem van belang. Dit gaat over het waarborgen van een robuust functionerend energiesysteem, wat bestand is tegen bijvoorbeeld moedwillige fysieke aantasting van kritieke energie-infrastructuur of sabotage van digitale systemen. In het ontwerp van het energiesysteem houdt het kabinet rekening met dergelijke risico's, bijvoorbeeld door cybersecurity-eisen te stellen aan digitale systemen van energieprijzen, in te zetten op diversificatie van leveranciers en het identificeren en weerbaarder maken van vitale infrastructuur.

De snelste en beste route naar meer weerbaarheid is het verminderen van behoefte aan fossiele import. Energie-import bedroeg in 2025 nog 84% van het energieverbruik in Nederland.⁵ Door de opwek van hernieuwbare energie en kernenergie op eigen bodem wordt de afhankelijkheid van geïmporteerde fossiele energiedragers gedurende de energietransitie verkleind. Daar zet het kabinet onverminderd ambitieus op in. Voor de gebouwde omgeving en mobiliteit (dus huishoudens en het mkb) zal in 2040 ongeveer twee derde van de energie in deze sectoren afkomstig zijn van eigen bodem. Energiebesparing door onder andere isolatie van woningen en utiliteitsgebouwen, de verdere elektrificatie van zowel gebouwen als mobiliteit, en de inzet van lokale warmtebronnen en groen gas dragen hieraan bij. Dit zorgt ervoor dat Nederlandse burgers en het bedrijfsleven veel minder afhankelijk zullen worden van geïmporteerde energiedragers en daarmee minder kwetsbaar zijn voor prijsschokken door bijvoorbeeld geopolitieke onrust.

⁵ Dit cijfer wijkt af van de CBS-publicatie over energieafhankelijkheid die uitkomt op 77% voor 2025. Dit komt omdat in de hier gebruikte cijfers ook de energievraag van lucht- en scheepvaart zijn meegenomen en is gecorrigeerd voor import van grondstoffen voor biobrandstoffen.



Figuur 2 Aandeel van productie en import in het aanbod voor verschillende onderdelen van de energievraag binnen Nederland. Bron: CBS (huidig), Cijferbasis NPE (2040).

Met het pad dat het kabinet nu uitzet in het NPE daalt de energie-import richting ongeveer 50% in 2040 (figuur 2). In het eindbeeld van een volledig duurzaam energiesysteem in 2050 is de afhankelijkheid nog veel lager.

Strategische diversificatie van importketens versterkt de weerbaarheid van het energiesysteem. De aard van de importaafhankelijkheid verschuift het komende decennium fundamenteel. De import verschuift van fossiele brandstoffen (geconcentreerd in enkele regio's) naar hernieuwbare energiedragers (waterstof, biobrandstoffen, synthetische brandstoffen)

en grondstoffen die wereldwijd potentieel breder beschikbaar zullen zijn. Door diversificatie binnen de import van zowel producten als gebieden is Nederland potentieel beter bestand tegen fysieke tekorten en wereldwijde prijsfluctuaties. Zo biedt de energietransitie juist kansen om oude afhankelijkheden in te ruilen voor een breder en robuuster portfolio aan nieuwe importketens. Het kabinet zet daarom zowel nationaal en in Europees verband actief in op de diversificatie van importstromen voor schone energiedragers. In beleid gericht op de opschaling van de beschikbaarheid van waterstof en duurzame koolstof wordt dit nader uitgewerkt. Daarnaast is er aandacht

voor de toeleveringsketens van kritieke grondstoffen en benodigde componenten voor energietechnologie. Dit is onderdeel van de Nationale grondstoffenstrategie en de implementatie van de Europese Critical Raw Materials Act.

Tegelijkertijd is het kabinet waakzaam voor nieuwe kwetsbaarheden als gevolg van de transitie. Zo kunnen er nieuwe risicovolle afhankelijkheden ontstaan in toeleveringsketens van duurzame brand- en grondstoffen en benodigde componenten. Daarnaast gaat de uitbreiding van fysieke en digitale infrastructuur gepaard met nieuwe potentiële risico's. De transitie naar een slim, flexibel en gedigitaliseerd energiesysteem betekent een exponentiële toename van het aantal digitale componenten, zoals omvormers, slimme laadpalen en IoT-schakelaars. De nieuwe marktpartijen met marktdominantie die dergelijke componenten en de bijbehorende software aanbieden waarmee deze componenten op afstand kunnen worden aangestuurd, kunnen een nieuw cyber-risico vormen. Het kabinet zet daarom actief in op het verminderen van deze kwetsbaarheden, bijvoorbeeld door het beperken van risicovolle toeleveringsketens, implementatie van weerbaarheidsverhogende Europese wetgeving en het versterken van publiek-private samenwerking om de weerbaarheid van de snelgroeiende en veranderende energie-infrastructuur te verbeteren.

Energieproductie op zee is een bijzonder aandachtspunt voor de weerbaarheid van het energiesysteem. Een steeds groter deel van de elektriciteitsproductie vindt in de toekomst offshore plaats, op de Noordzee. Daarmee is het borgen van de betrouwbaarheid van energie-infrastructuur op zee van groot belang voor de leveringszekerheid van energie, zowel nu als in de toekomst, ook gezien de huidige geopolitieke context en hybride dreigingen op zee. Het kabinet zet daarom in op het beschermen van kritieke energie-infrastructuur en het versterken van de

fysieke en digitale weerbaarheid, bijvoorbeeld door wetgeving en het opnemen van security-by-design-eisen in kavelbesluiten en tenders voor nieuwe windparken. Daarnaast werkt het kabinet samen met de energiesector aan het bevorderen van innovatie in de cyberveiligheid van wind op zee (middels het Fieldlab Energy Cyber Security).

Ook ruimtelijke keuzes hebben invloed op de weerbaarheid van het energiesysteem. Binnen het fysieke ontwerp van het nationale energiesysteem zijn er nog keuzes te maken. Het gaat hier bijvoorbeeld om het al dan niet clusteren of spreiden van energieproductielocaties of het wel of niet bundelen van lijn-infrastructuur. Deze keuzes hebben effect op ruimte en milieu, kosten, uitvoerbaarheid, energiesysteemefficiëntie en ook op weerbaarheid. Het kabinet gaat de effecten van ruimtelijke keuzes op de weerbaarheid van het fysieke ontwerp van het nationale energiesysteem nader onderzoeken. Deze keuzes worden vastgelegd in het Programma Energiehoofdstructuur II.

Decentrale ontwikkelingen in het energiesysteem kunnen de weerbaarheid vergroten. Het kabinet zet in op decentrale ontwikkelingen, waarbij lokaal geproduceerde energie zo veel mogelijk lokaal wordt gebruikt of opgeslagen. De totstandkoming van energiehubbs is hier een goed voorbeeld van. Onderzocht wordt of bedrijven, energiehubbs, of woonwijken als groep in eilandmodus (binnen een autonoom werkend netwerk) kunnen opereren, zodat cruciale (bedrijfs)processen doorgang kunnen vinden en cascade-effecten bij elektriciteitsuitval worden beperkt. Indien autonoom opereren mogelijk is, kan dit bijdragen aan het versterken van de weerbaarheid van de lokale energievoorziening.

Het kabinet zet verdere stappen om te borgen dat het energiesysteem weerbaar is. Het kabinet streeft naar een hoge mate van weerbaarheid, maar niet alle mogelijke scenario's en risico's kunnen volledig worden uitgesloten. Door een zorgvuldige afweging bij de inrichting van het energiesysteem beperkt het kabinet de risico's en kwetsbaarheden zoveel mogelijk. In keuzes over het energiesysteem wordt weerbaarheid daarom ook als één van de ontwerpcriteria meegenomen. Er zullen hierbij afwegingen moeten gemaakt over welke mate van risico maatschappelijk gezien (on) acceptabel is en welke mate van energiezuikerheid wenselijk is om na te streven. Met dit NPE zet het kabinet een eerste stap om het thema weerbaarheid beter mee te nemen in het ontwerp van het energiesysteem, maar realiseert zich dat mogelijk meer nodig is.

Op verzoek van het kabinet zal de nieuwe Raad voor Energie adviseren over weerbaarheid. Om bij keuzes voor het nieuwe energiesysteem weerbaarheid nog beter mee te nemen, heeft het kabinet de Raad voor Energie verzocht om weerbaarheid centraal te stellen in hun eerste advies aan het kabinet en daarbij over de volle breedte te kijken naar (toekomstige) risico's voor de weerbaarheid van het energiesysteem op de (middel)lange termijn. Het kabinet heeft gevraagd om een advies over de typen maatregelen en systeemkeuzes die kunnen worden overwogen om de weerbaarheid van het toekomstige energiesysteem te vergroten. Het kabinet heeft de Raad daarnaast verzocht om te adviseren over een afwegingskader dat kan worden benut om maatschappelijke kosten en baten van deze potentiële weerbaarheidsversterkende maatregelen te wegen. Daarnaast zal het kabinet het overleg met onder andere netbeheerders en energieproducenten voortzetten om te bezien wat de mogelijkheden zijn om weerbaarheid nog beter te verankeren in het systeemontwerp. Mede op basis van het advies van de Raad voor Energie en overleg met de sector zal worden bekeken

welke nadere keuzes op korte termijn nodig zijn om de weerbaarheid voor de langere termijn te kunnen borgen.

In de Kabinetsreactie Autonom en Veilig gaat het kabinet nader in op het thema weerbaarheid van het energiesysteem.

In maart 2026 publiceerde Energy Innovation NL (voorheen Topsector Energie) het rapport *'Autonom en Veilig'*. Dit rapport bevat aanbevelingen van experts op het gebied van energie, veiligheid en geopolitiek om de autonomie en veiligheid van de Nederlandse energievoorziening te versterken. In de Kabinetsreactie Autonom en Veilig reageert het kabinet op de inhoud van het rapport. Deze kabinetsreactie verschijnt gelijktijdig met de actualisatie van het NPE.

3.

Ontwikkeling energiesysteem richting 2040

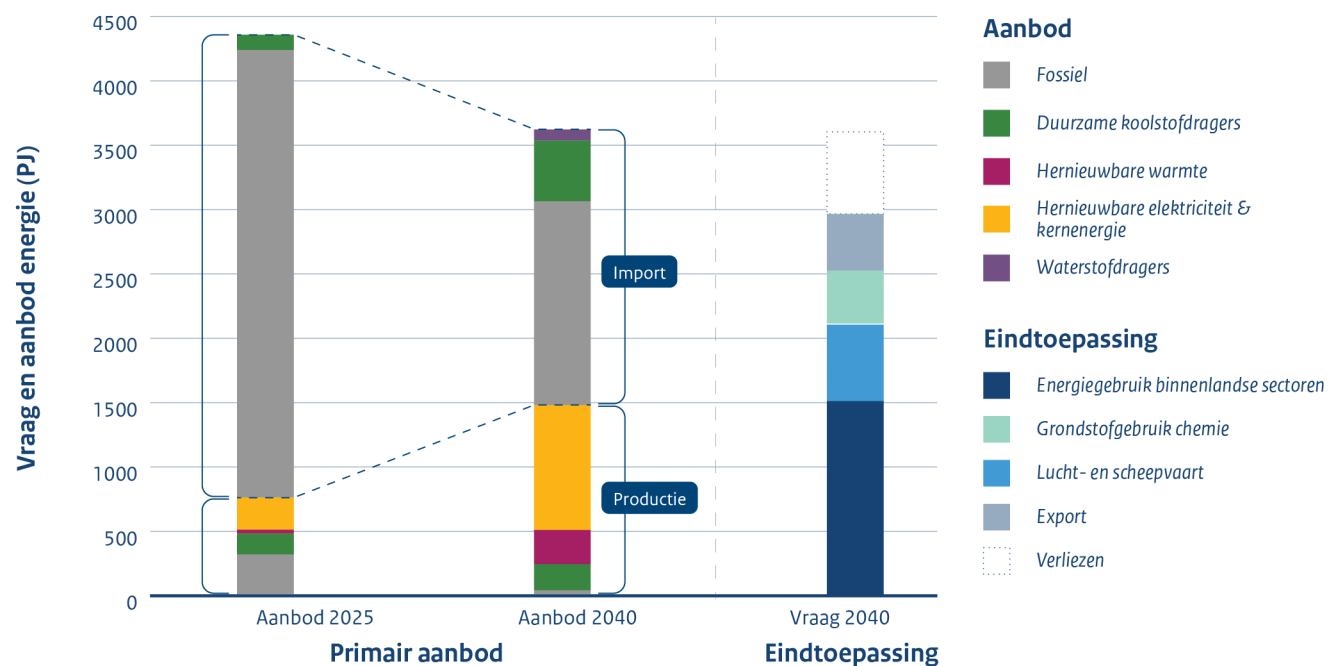
In dit hoofdstuk zet het kabinet uiteen welke ontwikkeling van de energievraag richting 2040 wordt verwacht en hoe het kabinet stuurt op het beschikbaar maken van voldoende betrouwbare en betaalbare energiedragers.

Verantwoording cijferbasis

De hier gebruikte getallen zijn gebaseerd op een samenhangend beeld van het energiesysteem in 2040, gebruikmakend van recente scenariostudies en inzichten in markt- en prijsontwikkelingen. Hierbij zijn uiteraard nog veel onzekerheden en dit cijferbeeld is dan ook illustratief bedoeld en geen blauwdruk. De hier gebruikte cijfers tonen het ‘basispad’ uit de cijferbasis van dit NPE. In het Verdiepingsdocument, in het bijzonder de bijlage over de cijferbasis, staan de gebruikte aannames uitgebreid omschreven en wordt in de thematische hoofdstukken dieper ingegaan op onzekerheden bij dit beeld voor 2040. Ook zijn daar voor verschillende onderdelen van het energiegebruik bandbreedtes opgenomen, waarin bijvoorbeeld voor 2040 een hogere energievraag wordt aangenomen.

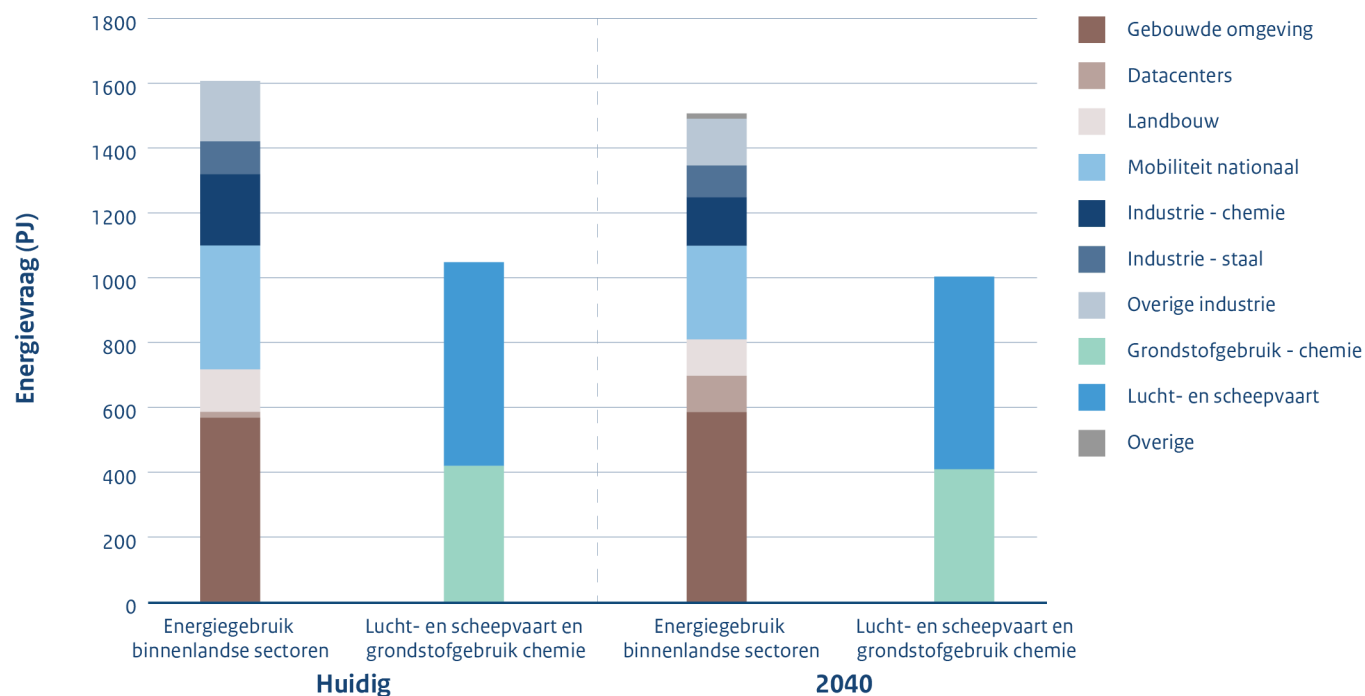
3.1 Energievraag

Voor deze actualisatie van het NPE is gekeken naar de verwachte ontwikkeling van de energievraag tot en met 2040, met extra aandacht voor de industrie en mobiliteit. Voor de gebouwde omgeving en landbouw zijn in deze NPE-actualisatie geen grote wijzigingen in het transitiepad opgenomen. De inschatting is dat de totale finale energievraag in Nederland beperkt zal dalen door de optelsom van besparing en de komst van nieuwe energie-intensieve activiteiten, met name data-centers (figuur 4). In de sectorale verdeling heeft de gebouwde omgeving het grootste aandeel in het finaal eindgebruik van energie, gevolgd door de industrie, de nationale mobiliteit en de landbouw. Deze volgorde is op dit moment ook zo. Wanneer het gebruik van energiedragers als grondstof wordt meegeteld is en blijft de industrie de grootste eindgebruiker. De totale finale energievraag in de mobiliteit zal sterk afnemen door elektrificatie. In de gebouwde omgeving is een vergelijkbare trend zichtbaar, hoewel de relatieve afname in deze sector kleiner is. Wanneer de benutting van omgevingswarmte wordt weggelaten



Figuur 3 Overzicht van de verandering van het primair aanbod in Nederland (inclusief aanbod voor internationale lucht- en scheepvaart, oftewel de in Nederland gebunkerde brandstoffen) tussen 2025 en 2040 en de verschuiving van import naar meer binnenlandse productie. Bron: CBS (huidig), Cijferbasis NPE (2040).

is in de gebouwde omgeving ook een daling van het finaal energiegebruik te zien. Ten slotte is de toename van de energievraag voor datacenters en AI-toepassingen een opvallende ontwikkeling.



Figuur 4 Illustratieve weergave van de energievraag in Nederland in 2040 met uitsplitsing naar (finaal) energiegebruik voor binnenlandse sectoren, vraag voor grondstoffen en vraag voor internationale lucht- en scheepvaart (de in Nederland gebunkerde brandstoffen). Bron: CBS (huidig), Cijferbasis NPE (2040). Finaal energiegebruik is inclusief gebruik van omgevingswarmte (200-250 PJ). Voor het doelbereik voor energiebesparingsdoelen binnen de EED wordt dit energiegebruik niet meegeteld.

De transitie in de industrie wordt richting 2040 gekenmerkt door elektrificatie van lage- en middentemperatuurprocessen en toepassing van CCS bij bestaande hogetemperatuurprocessen (mogelijk i.c.m. groen gas of hybride elektrificatie) of voor productie van koolstofarme waterstof uit lokale fossiele reststromen. In het begin van de jaren 30 zal netcongestie een bepalende factor zijn voor het maximaal haalbare elektrificatie in de industrie, maar in de tweede helft van het decennium zal de impact van dit knelpunt naar verwachting

afnemen. Toepassing van CCS is een belangrijke pijler voor een betaalbare verduurzaming van de industrie, met name bij (bio) brandstoffenproductie, de chemie en de eerste productiestap bij het maken van staal. Geleidelijke ingroei van duurzame koolstofdragers als grondstof voor de chemie en brandstoffenproductie zal ervoor zorgen dat de toepassing van CCS in industrie geleidelijk steeds meer gaat bijdragen aan koolstofverwijdering.

Hernieuwbare waterstof blijft een belangrijke rol vervullen en vraagt ook met een minder hoog vraagbeeld nog om een ambitieus opschalingspad.

Hernieuwbare waterstof is essentieel bij de verduurzaming van bepaalde processen in de industrie en voor de productie van duurzame brandstoffen. Met deze actualisatie is duidelijker geworden waar het kansrijk is dat hernieuwbare waterstof wordt ingezet en waar het minder waarschijnlijk is. Voor een aantal toepassingen, met name voor elektriciteitsproductie en de grootschalige productie van synthetische brandstoffen, is de verwachting dat de vraag richting 2040 lager is dan eerder gedacht. Gezamenlijk leiden deze ontwikkelingen ertoe dat er in 2040 minder elektrolyse nodig zal zijn dan eerder voorzien, wat dus ook leidt tot een lagere vraag naar elektriciteit voor deze toepassing ten opzichte van het NPE 2023. Desondanks zal de elektrolysecapaciteit nog steeds sterk moeten groeien. Dit blijft uitdagend en vraagt blijvende beleidsinzet. Naast verwerking van geïmporteerde ruwe duurzame grondstoffen zoals biograndstoffen in Nederland zal rond 2040 ook de verwerking van duurzame energierijke bouwstenen uit het buitenland, zoals methanol, nafta en ammoniak een rol gaan spelen in de verduurzaming van de industriële vraag naar moleculen.

In de gebouwde omgeving zal de totale energievraag richting 2040 dalen en neemt de afhankelijkheid van aardgas af.

Door een sterke inzet op isolatie en een dominante rol van *all-electric* en hybride warmtepompen wordt in de gebouwde omgeving een aanzienlijke energiebesparing verwacht. In dichtbebouwde wijken, waar woningisolatie zeer uitdagend en kostbaar is, kunnen collectieve warmtenetten een belangrijke uitkomst bieden. Ten slotte wordt ingezet op ambitieuze opschaling van groengas om de aanbodmix van het resterende gasverbruik te vergroenen. Door de gecombineerde inzet op deze routes zullen huishoudens in 2040 aanzienlijk minder afhankelijk zijn van

geïmporteerd aardgas dan vandaag de dag. Toch zal aardgas ook in 2040 nog een noemenswaardige rol spelen in deze sector. Het Interdepartementaal Beleidsonderzoek (IBO) Gebouwde Omgeving, dat in het najaar van 2026 wordt afgerond, zal verder ingaan op welke aanvullende beleidsinstrumenten nodig zijn om de transitie in deze sector op koers te houden.

De verduurzaming van de mobiliteit zet door, met name door elektrificatie in de binnenlandse mobiliteit.

Voor het binnenlands wegvervoer is de verwachting dat in 2040 een groot deel van het wagenpark elektrisch is. Daar waar elektrificatie niet mogelijk is, zijn biobrandstoffen en waterstof noodzakelijk ter vervanging van fossiele brandstoffen. Het aandeel biobrandstoffen in diesel zal toenemen, terwijl waterstof een beperkte rol zal hebben, met name in het zwaar wegvervoer. In de lucht-, zee- en binnenvaart zal richting 2040 het aandeel hernieuwbare brandstoffen toenemen, al blijven fossiele brandstoffen nog het hoofdbestanddeel van de brandstoffen. Elektriciteit zal hier richting 2040 nog een kleine rol spelen. Waar binnen deze sectoren elektrificatie mogelijk is, wordt hier beleid op gevoerd. Voor binnenvaart geldt dat elektrificatie de hoofdroute vormt in de energietransitie. In de internationale mobiliteit zijn EU-beleid en EU-normering (RED III, FuelEU Maritime, ReFuelEU Aviation, ETS₁ en 2, AFIR) en internationale ontwikkelingen (IMO- en ICAO-onderhandelingen) bepalend voor de groei in vraag naar biobrandstoffen, synthetische brandstoffen en waterstof(dragers).

De binnenlandse elektriciteitsvraag zal sterk stijgen richting 2040, maar de verwachte groei is kleiner dan voorzien in NPE 2023.

Het grootste deel van de stijging van de vraag betreft directe elektrificatie van eindgebruiktoepassingen, zoals warmtevraag in de gebouwde omgeving en laag- en

Hoe ziet energiegebruik van huishoudens eruit in 2040?

Ook voor huishoudens gaat er tot aan 2040 heel wat veranderen in de manier waarop ze omgaan met energie. De meeste huishoudens verwarmen hun huis dan met een warmtepomp. Soms als enige bron van warmte (*all-electric*), soms in combinatie met een cv-ketel die bijspringt als het erg koud is (hybride). Een kleiner deel van de huishoudens houdt het warm met een aansluiting op een warmtenet, vooral in dichtbebouwd stedelijk gebied. Goede isolatie heeft de behoefte aan verwarming van woningen dan al flink verder verlaagd. Ook het koelen gebeurt met hulp van warmtepompen (inclusief airco's) en met hulp van koude via netten. Verreweg de meeste huishoudens rijden in 2040 in een elektrische auto. Die laden ze thuis, in de buurt, op werk of onderweg op. Laadpalen zijn vrijwel overal te vinden, dus de keuze is groot. Ook bestelwagens en busjes rijden dan grotendeels elektrisch. Huishoudens betalen dan dus niet meer voor benzine of diesel, maar voor elektriciteit en gebruik van het net.

Nog meer huishoudens dan nu wekken in 2040 zelf energie op met zonnepanelen. Die liggen niet alleen meer op het dak, maar zijn soms ook verwerkt in bijvoorbeeld gevels. En huishoudens gaan ook anders om met het gebruik van energie. Een veel groter deel van die zelfopgewekte energie wordt opgeslagen in batterijen, thuis, in de auto, in de buurt, of direct gedeeld met burens of bekenden. Hierdoor wordt een groter deel van die zelfopgewekte energie ook zelf gebruikt.

Ook het overige energiegebruik wordt een stuk slimmer. Geholpen door slimme software en apparaten gebruiken huishoudens vooral veel energie als de prijs laag is en er ruimte is op het elektriciteitsnet, terwijl ze zuinig zijn op momenten dat er schaarste is. De auto laadt op als er veel aanbod is, de warmtepomp draait iets harder en de batterijen laden vol. Andersom schakelen al die apparaten terug als de prijzen hoger worden. Op die manier profiteren huishoudens van goedkope energie en houden ze grip op hun energierekening.

middentemperatuurprocessen in de industrie en elektrificatie in de mobiliteit. Deze ontwikkelingen zijn robuust als verduurzamingsroute en relatief zeker qua omvang, maar nog wel enigszins onzeker qua tempo. De toename in indirect elektriciteitsgebruik voor de productie van hernieuwbare waterstof zal in 2040 naar verwachting lager zijn dan eerder voorzien en kent een grotere onzekerheid. Door netcongestie is het haalbare groeitempo voor de elektriciteitsvraag voor de middellange termijn moeilijk in te schatten. Niet alle wenselijke vraaggroei zal de komende tien jaar inpasbaar zijn, maar tegelijkertijd zal binnen de bestaande netcapaciteit nog wel beperkte doorgroei mogelijk zijn.

Voor datacenters en AI-activiteiten wordt een aanzienlijke toename van de elektriciteitsvraag voorzien. In deze actualisatie van het NPE is het kabinet uitgegaan van een aanzienlijke groei van de vraag uit deze sector, maar vergeleken met de prognoses van de netbeheerders gaat deze actualisatie vooralsnog uit van de onderkant van de bandbreedte. Deze verwachte groei dwingt tot een scherpe maatschappelijke afweging: hoewel meer datacenters van groot belang zijn voor onze digitale economie, leggen zij tegelijkertijd een steeds zwaarder beslag op de schaarse ruimte en de beschikbare netcapaciteit. Het kabinet werkt aan een integrale werkwijze rondom datacenters waarin ruimtelijke inpassing, energie, economie en soevereiniteit in

samenhang gezien worden. Gezien de inpassingsuitdagingen kijkt het kabinet in ieder geval naar mogelijkheden om groei van datacenters zoveel mogelijk te laten plaatsvinden in regio's waar dit ruimtelijk inpasbaar is, en congestieproblematiek niet verergert en bij voorkeur vermindert. Hybride energiegebruik – waarbij moleculen worden ingezet als back-up voor lokale elektriciteitsproductie op momenten van weinig elektriciteitsaanbod – kan hierbij ook een deel van de oplossing zijn.

De omvang van de vraag naar biograndstoffen en biogene koolstofdragers in 2040 is onzeker. Dit komt door onduidelijkheid over de toekomstige vraag vanuit de internationale scheepvaart, het ontbreken van wettelijke verplichtingen voor het gebruik van duurzame grondstoffen in de chemie en onzekerheid over de rol die biograndstoffen gaan spelen bij verduurzaming van regelbaar vermogen en andere piektoepassingen. Daarnaast kennen biogene koolstofdragers een grote variëteit aan grondstofstromen en productieprocessen met variërende conversieverliezen. Groen gas is voor veel toepassingen een potentiële verduurzamingsroute, die aantrekkelijker wordt naarmate CO₂-kosten stijgen en mandaten oplopen. Door de groeiende vraag en het onzekere aanbod zal de prijs naar verwachting stijgen, waardoor groen gas vooral interessant blijft voor sectoren met een hoge betalingsbereidheid – sectoren waar fossiele CO₂-uitstoot duur is en alternatieven financieel of technisch minder aantrekkelijk zijn.

3.2 Export en doorvoer van energie

Voor het bepalen van de benodigde productiecapaciteit voor elektriciteit en waterstof is de binnenlandse vraag als uitgangspunt genomen. Voor de richtgetallen voor de benodigde hoeveelheid CO₂-vrije elektriciteitsopwekking is de verwachte binnenlandse elektriciteitsvraag als uitgangspunt genomen. Het kan zijn dat er bij onze buurlanden een netto-importbehoefte voor elektriciteit ontstaat, maar de Nederlandse beleidsinzet loopt hier niet op vooruit. Als onderdeel van deze actualisatie zijn alle omringende landen bezocht om een goed beeld te krijgen van de lange termijn energieplannen. Hieruit bleek dat deze voor het grootste deel nog te onzeker zijn om met zekerheid te zeggen of dit zal leiden tot netto import of export van energie vanuit Nederland. Gezien het Europese karakter van de elektriciteitsmarkt is het in het belang van zowel Nederland als omringende landen dat op Europees niveau voldoende elektriciteitsaanbod ontwikkeld wordt. Echter, als dit betekent dat dit extra opwek in Nederland vergt is het essentieel dat het gesprek wordt gevoerd over de verdeling van kosten voor de daarvoor benodigde energie-infrastructuur en eventuele ondersteuning van opwek. Voor de waterstofketen geldt hetzelfde uitgangspunt: het kabinet staat open voor het faciliteren van aanvullende productie- of conversiefaciliteiten voor doorvoer, bijvoorbeeld via ruimtelijk beleid en randvoorwaarden, maar zet hier niet actief op in met subsidies.

Naast import voor de binnenlandse energievraag zal ook sprake zijn van import van grond- en brandstoffen voor exportgerichte productie (duurzame raffinage) en van doorvoer van duurzame koolstofdragers. Nederland vervult momenteel een sleutelpositie in het Europese energiesysteem: circa 13% van het energiegebruik in de Europese Unie wordt via

de haven van Rotterdam aangevoerd, voornamelijk in de vorm van aardolie, aardgas en steenkool. Op dit moment wordt ongeveer 80% van de in Nederland geproduceerde hernieuwbare brandstoffen geëxporteerd, terwijl voor binnenlands gebruik juist een deel van de hernieuwbare brandstoffen wordt geïmporteerd. Deze cijfers illustreren het internationale karakter van dit deel van het Nederlandse energiesysteem. Hoe de toekomstige balans tussen binnenlandse productie, import, export en doorvoer zich precies ontwikkelt, is nog onzeker. Dit hangt sterk af van de ontwikkeling van de raffinagesector (zie Verdiepingsdocument hoofdstuk 2.3) en van keuzes die buiten onze landsgrenzen worden gemaakt. Gezien de geografische ligging van Nederland, de aanwezigheid van grote zeehavens en de concentratie van industrieclusters, is het echter aannemelijk dat Nederland deze rol ook voor duurzame koolstofdragers geheel of gedeeltelijk zal behouden. In het cijferbeeld bij deze NPE actualisatie is voor de sterk export-georiënteerde koolstofverwerkende industrie – de (bio)raffinage en de chemie – expliciet rekening gehouden met een (gedeeltelijk) behoud van de exportrol richting 2040.

Directe doorvoer van moleculaire energiedragers zal in de toekomst een kleinere maar nog steeds aanzienlijke rol spelen en hiermee wordt rekening gehouden bij infrastructuurplanning.

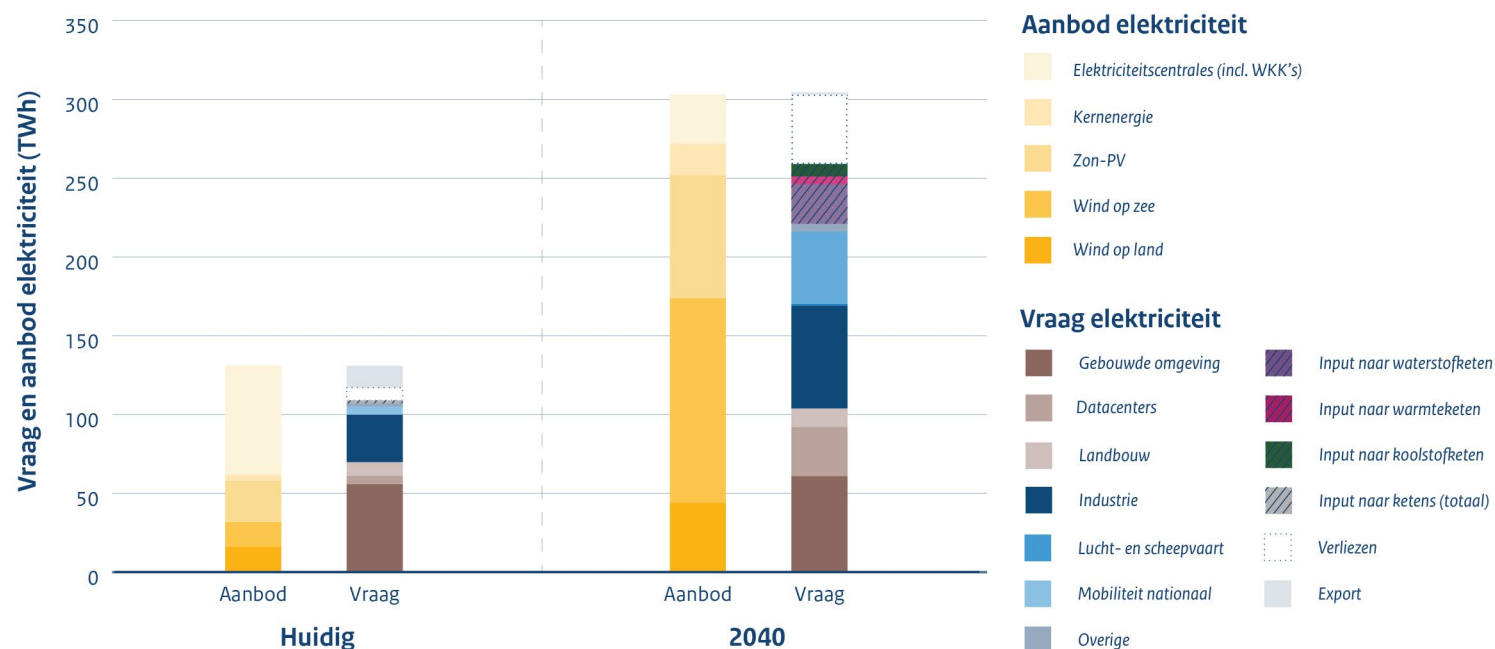
Door elektrificatie van de finale energievraag, bijvoorbeeld het overschakelen van het wegvervoer op elektrische auto's, zal in heel Europa de omvang van de vraag naar moleculaire energiedragers afnemen en hierdoor ook de doorvoer door Nederland. Hoe snel deze afname zal gaan is echter nog erg onzeker. Dalende doorvoer van fossiele energiedragers zal gedeeltelijk

vervangen worden door doorvoer van duurzame energiedragers en CO₂. De kaders voor veilige doorvoer van waterstofdragers zoals ammoniak zijn uitgewerkt in lijn met de visie waterstofdragers. In de infrastructuurplanning houden netbeheerders en de overheid rekening met de doorvoerrol van Nederland. Over de behoefte aan infrastructuur voor doorvoer en bekostiging daarvan vindt nauwe afstemming plaats met onze buurlanden.

3.3 Elektriciteit

Toekomstbeeld elektriciteitsketen voor 2040

De elektriciteitsvraag zal richting 2040 meer dan verdubbelen door vergaande elektrificatie bij huidige gebruikers en ontwikkeling van nieuwe vraag. Elektrificatie is voor een groot deel van de gebouwde omgeving (excl. warmtenetwijken), wegtransport, binnenvaart en lage- en middentemperatuurproceswarmte de meest kosteneffectieve route om te verduurzamen en de afhankelijkheid van geïmporteerde energie te verlagen. De rol van elektrificatie voor lucht- en scheepvaart en hoge temperatuurproceswarmte is in 2040 nog relatief beperkt. De ontwikkeling van datacenters en elektrolyzers zal voor nieuwe vraag zorgen. Het aandeel elektriciteit in het totale eindgebruik van energie zal toenemen van ca. 25% in 2025, naar ca. 35% in 2035 en ca. 50% in 2040.



Figuur 5 Illustratieve ontwikkeling van de elektriciteitsketen tussen nu en 2040. Bron: CBS (huidig) Cijferbasis NPE (2040).

Forse groei van CO₂-vrij aanbod blijft nodig. Verdere groei van zon-PV, wind en kernenergie is nodig om de groeiende elektriciteitsvraag te faciliteren, emissies te verlagen en de afhankelijkheid van geïmporteerde fossiele energie af te bouwen.

Richtwaarden voor het benodigde aanbod zijn:

- 2.7-3.7 GW kernenergie door nieuwbouw centrales en levensduurverlenging bestaande centrale in 2040
- 30 GW windenergie op zee in 2040 en verkenning doorgroei naar 40 GW rond 2040
- 75-95 GW (geïnstalleerd vermogen) zon-PV in 2040
- 12-14 GW wind op land in 2040

Het kabinet treft voorbereidingen om deze ontwikkeling te kunnen realiseren als de voorziene vraagontwikkeling tot stand komt.

Strategie voor realiseren 2040 beeld

Kernpunten

- Inzet op voortvarende elektrificatie. ~10 TWh/jaar zodat aandeel elektriciteit stijgt tot 35% in 2035 en ca. 50% in 2040
- Adresseren netcongestie hoogste prioriteit
- Vasthouden aan inzet op elektrificatie van groot deel van gebouwde omgeving, wegtransport en lage/midden-temperatuur proceswarmte
- Opschaling windenergie, zon-PV en kernenergie tot aandeel elektriciteitsmix >90% in 2040
- Forse groei flexibiliteit, inclusief 110 GWh / 28 GW (4-uurs) batterijen in 2040

Er is een nieuwe fase van de energietransitie aangebroken waarin er grotere risico's ontstaan voor investeerders en de rol van de overheid belangrijker wordt. Doordat zon-PV en windenergie een steeds groter aandeel van het elektriciteitsaanbod voorzien in Nederland en Noordwest-Europa, ontstaan er steeds meer momenten waarop zon-PV en wind de hele vraag naar elektriciteit dekken. Hierdoor wordt het belangrijker dat er tijdig meer flexibiliteit in het systeem ontstaat, bijvoorbeeld door opslag of vraagsturing. Daarnaast moet de ontwikkeling van extra aanbod in evenwicht met de vraagontwikkeling plaatsvinden. Deze afhankelijkheden zorgen ervoor dat er grotere risico's ontstaan op (tijdelijke) onderbenutting van investeringen. Deze risico's kunnen vervolgens tot hogere risicopremies en financieringskosten leiden voor investeringen, waardoor de transitie duurder wordt en investeringen trager tot stand komen. In deze fase van de energietransitie is de rol van de overheid om risico's te delen (bijvoorbeeld middels CfD's) en evenwichtige opschaling

van vraag, aanbod, energie-infrastructuur en opslag te faciliteren dan ook extra belangrijk.

Voortvarende elektrificatie is essentieel voor een succesvolle transitie.

Vlotte elektrificatie zorgt namelijk voor betere benutting van investeringen in energie-infrastructuur en opwek en daarmee lagere kosten per gebruiker. Bovendien leidt elektrificatie in de meeste gevallen ook met fossiele elektriciteit tot emissiereductie, waardoor het risico op toenemende emissies door snellere elektrificatie dan duurzame aanbodontwikkeling beperkt is. Het kabinet zet dan ook in op snelle elektrificatie van de gebouwde omgeving (excl. warmtenetwijken), wegtransport en lage- en midden-temperatuur proceswarmte met als doel om hiermee de komende vijftien jaar, gemiddeld jaarlijks het equivalent van 10 TWh elektriciteit te verduurzamen. Hierbij worden mogelijkheden om elektrificatie flexibel vorm te geven zoveel mogelijk benut. Daarnaast is het belangrijk om nieuwe vraag op locaties met voldoende aanbod en energie-infrastructuur te laten ontwikkelen en nieuw aanbod van elektriciteit af te stemmen op de verwachte vraag in het gebied.

De richting van het Europese elektrificatiepakket is in lijn met de Nederlandse inzet om elektrificatie te versnellen.

Zowel Europa als Nederland zien elektrificatie als de meest kosten-effectieve en energie-efficiënte oplossing voor de gebouwde omgeving, mobiliteit en delen van de industrie. Het cijferbeeld van dit NPE komt dan ook uit op een aandeel elektriciteit in het finale energiegebruik van ca. 35% in 2035 en ca. 50% in 2040, wat in lijn is met het Europese doel. Om dit doel ook daadwerkelijk haalbaar te maken is het cruciaal dat netcongestie voldoende snel teruggedrongen wordt en dat de business case voor eindgebruikers verbeterd wordt. Daarvoor zijn niet alleen de inspanningen van het Nederlandse kabinet belangrijk, maar is het ook nodig dat de

mogelijkheden voor effectief beleid op Europees niveau verbeterd worden. Een van de prioriteiten hierbij is om de kostenstijging in de nettarieven beter te beheersen en te beperken.

Hoewel netcongestie tot vertraging zal leiden bij elektrificatie, is het zelden verstandig om hierdoor op andere verduurzamingsroutes in te zetten voor toepassingen waarvoor elektrificatie de voorkeursroute is. Netcongestie zorgt op dit moment voor een wachtrij voor nieuwe afnemers in grote delen van Nederland, waardoor de mogelijkheden voor elektrificatie fors worden belemmerd. Er is nog wel enige groei mogelijk op bestaande aansluitingen, wanneer gebruik flexibel wordt vormgegeven (bv. door slimme aansturing), er gebruik wordt gemaakt van hybride oplossingen, en op specifieke locaties met voldoende aanbod en energie-infrastructuur. Bovendien wordt het elektriciteitsnet fors verzwakt waardoor er met name vanaf 2035 weer extra mogelijkheden ontstaan. Zolang er schaarste is, is het van belang dat deze op een maatschappelijk wenselijke manier wordt verdeeld. Het prioriteringskader van de ACM is hierin een belangrijke stap, maar ook eventuele verdere aanpassingen van de wachtrijsystematiek heeft de aandacht van het kabinet, al ligt de bevoegdheid hier expliciet bij de ACM en bij de netbeheerders. Voor toepassingen waarvoor elektrificatie de meest kosteneffectieve verduurzamingsroute is, is het zelden verstandig om door netcongestie in te zetten op andere verduurzamingsroutes. In de meeste gevallen blijft er namelijk een structureel, fors kostennadeel bestaan. Het kabinet houdt dan ook vast aan de inzet op elektrificatie, heeft het adresseren van netcongestie als hoogste prioriteit en accepteert dat hierdoor een bepaalde mate van vertraging onvermijdelijk is. Het kabinet heeft aandacht voor de uitdagingen die hierbij ontstaan voor partijen die nog niet kunnen elektrificeren, maar wel toemende beprijzing ervaren voor het fossiel alternatief.

Sterke groei van CO₂-vrij aanbod blijft nodig, maar wel in evenwicht met de verwachte vraag- en infrastructuurontwikkeling. Voldoende snelle ontwikkeling van CO₂-vrij aanbod zorgt voor lagere emissies, prijzen en importafhankelijkheid en faciliteert elektrificatie. Tegelijkertijd kunnen te snelle groei in verhouding tot de vraag en knelpunten in het elektriciteitsnet tot onderbenutting en hoge kosten leiden. Een extra complexiteit hierbij is dat de doorlooptijden erg lang zijn voor investeringen in kerncentrales en wind op zee, waardoor er keuzes gemaakt moeten worden terwijl er nog veel onzekerheid is over het tempo van vraagontwikkeling. Het kabinet treft voorbereidingen om het benodigde extra CO₂-vrije aanbod te realiseren (zie eerdergenoemde richtwaardes) als de voorziene vraagontwikkeling tot stand komt. Het risico op te snelle aanbodontwikkeling wordt gemitigeerd door bij grote investeringsbeslissingen met actuele inschattingen van de verwachte vraagontwikkeling te beoordelen of de investeringen nog in evenwicht zijn. Op deze momenten wordt ook beoordeeld in hoeverre het elektriciteitsnet de beoogde aanbodontwikkeling in voldoende mate tot bij de eindverbruikers kan transporteren.

De beoogde elektriciteitsmix met substantiële groei van kernenergie, wind op zee en hernieuwbaar op land zorgt voor een goede balans tussen kosten, haalbaarheid en robuustheid.

Hierbij zijn zon en wind op land (in combinatie met batterijen) de goedkoopste manier om CO₂-vrije elektriciteit te produceren. Daarnaast dragen deze bronnen (met name wind op land) bij aan het terugdringen van netcongestie en daarmee aan de mogelijkheden voor burgers en bedrijven om te elektrificeren. Kernenergie kan continu, voorspelbare stroom leveren, complementair aan het variabele karakter van wind en zon. Richtpunt is daarbij 7 GW kernenergie, inclusief SMR's (*small modular reactors*), in 2050. Windenergie op zee is het meest schaalbaar van

de verschillende elektriciteitsbronnen. Zonder grootschalige wind op zee kan niet aan de klimaatdoelen voor 2040 worden voldaan en ontstaat een risico dat de groeiende elektriciteitsvraag niet gefaciliteerd kan worden. Er zijn namelijk geen alternatieven die tijdig op deze schaal CO₂-vrije energie kunnen leveren. Een mix van verschillende bronnen verhoogt daarnaast de voorzieningszekerheid en maakt de energiesector minder kwetsbaar voor verstoringen in toeleveringsketens. De combinatie van verschillende technieken vergroot daarmee de kans dat de transitie naar een CO₂-neutrale elektriciteitsvoorziening op tijd wordt gehaald.

Sterke groei van flexibiliteit is nodig om zon-PV en wind te benutten, voorzieningszekerheid te borgen en netcongestie te adresseren. Er is een breed scala aan technieken die hieraan bij kunnen dragen, waaronder vraagsturing, opslag, regelbaar vermogen en interconnectie. Bovendien is een bepaalde mate van tijdelijke afschakeling van hernieuwbare opwek (*curtailment*) onderdeel van een kosteneffectief energiesysteem en daarmee niet ongewenst. Voor de opschaling van een gebalanceerd flexibiliteitsportfolio is het belangrijk dat de markt- en tariefprikkel de goede kant op wijzen. De prikkels vanuit de verschillende elektriciteitsmarkten zijn hier al een goede basis voor. De prikkels vanuit nettarieven en contractvormen worden nog verbeterd. In aanvulling op deze prikkels voert het kabinet gericht beleid om netcongestie aan te pakken, voorzieningszekerheid te borgen (zie recente aankondiging capaciteitsmechanisme)⁶ en flexibel gebruik te standaardiseren (bijvoorbeeld bij warmtepompen en laadpalen). Hierbij moet steeds een integrale afweging gemaakt worden tussen flexibiliteit en netverzwaring, om suboptimale

oplossingen te voorkomen. De inzet bij de verdere ontwikkeling van het flexibiliteitsportfolio is dus om vraagsturing te ontsluiten waarvan de kosten opwegen tegen de baten en om een hoeveelheid opslag te realiseren die past bij een kosteneffectief systeem. Een richtwaarde voor de hoeveelheid batterijopslag die hierbij past is 110 GWh / 28 GW (4-uursbatterijen) in 2040 die ingevuld kan worden door een combinatie van thuisbatterijen, batterijen in elektrische voertuigen en overige batterijen. Ook ziet het kabinet potentie in (hoge-temperatuur) warmteopslag, hetgeen ook een belangrijke rol kan spelen bij verduurzaming van de warmtevraag in de industrie en bij collectieve warmte.

De inzet op CO₂-vrij aanbod en flexibiliteit is voorlopig de meest kosteneffectieve manier om de emissies van regelbaar vermogen terug te dringen. Het is onzeker hoe de resterende behoefte aan regelbaar vermogen op de lange termijn het beste verduurzaamd kan worden. Uit energiesysteemstudies blijkt dat het kosteneffectief is om de inzet van fossiel regelbaar vermogen sterk terug te brengen door zon, wind, kernenergie en flexibiliteit fors op te schalen. Verduurzaming van de resterende behoefte aan regelbaar vermogen met waterstof(dragers) of gascentrales met CCS blijft erg duur waardoor het niet voor de hand ligt om hier de komende 5-10 jaar proactief op in te zetten. Verduurzaming middels biomassa, inclusief groen gas, kan mogelijk op beperkte schaal een bijdrage leveren aan emissiereductie en voorzieningszekerheid. Het is onzeker of verduurzaming van regelbaar vermogen met waterstof(dragers), gascentrales met CCS of biomassa op de lange termijn een (significant) deel van de oplossing zal zijn. Indien de behoefte aan regelbaar vermogen voldoende ver teruggedrongen wordt, kan verduurzaming

⁶ Kamerstukken II 2025/26, 29023, nr.705.

middels groen gas of, in het uiterste geval, compensatie een logischere optie zijn. De CO₂-uitstoot van de elektriciteitsketen zal door de groei van CO₂-vrij aanbod verder afnemen richting 2035, maar niet op die termijn CO₂-neutraal worden. Het beeld voor de verduurzaming van de resterende emissies in de elektriciteitssector zal bij het volgende NPE verder ingevuld worden.

3.4 Waterstof

Toekomstbeeld waterstofketen voor 2040

Hernieuwbare en koolstofarme waterstof zijn onmisbare schakels in de verduurzaming van de Nederlandse economie.

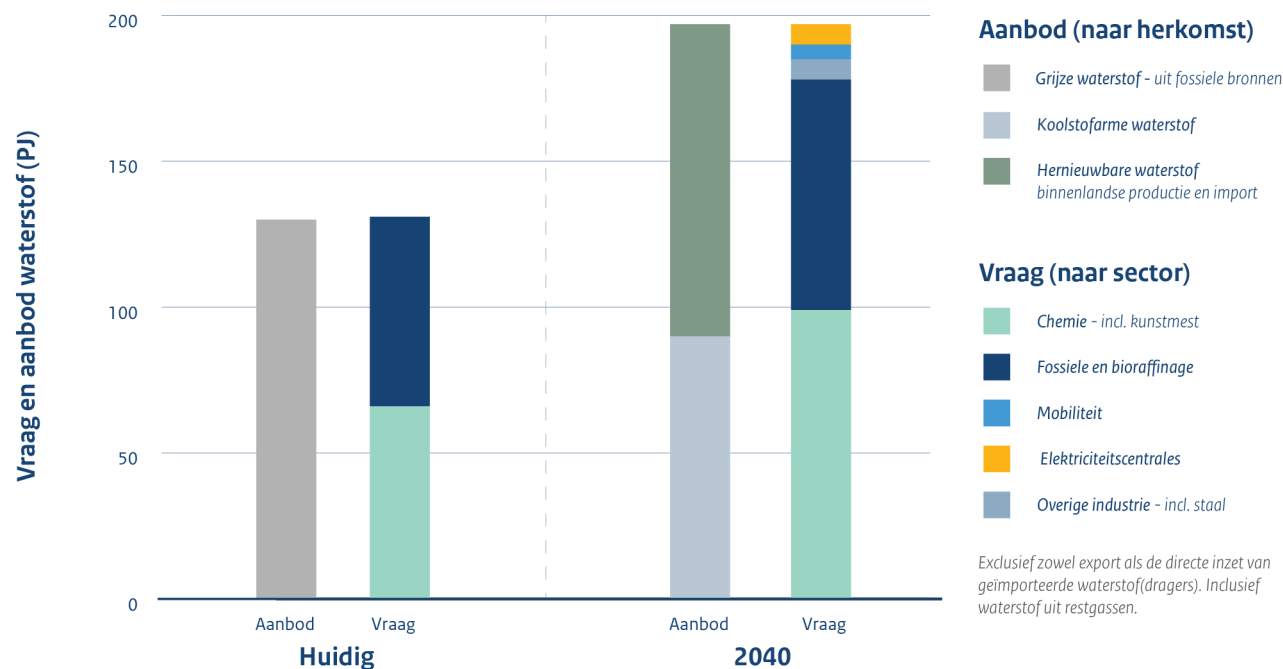
Ook bij vergaande directe elektrificatie van het energiesysteem zijn er sectoren waarvoor waterstof de meest logische of enige realistische verduurzamingsroute is. Directe inzet van waterstofrijke grond- en brandstoffen zoals synthetische ammoniak, methanol en luchtvaartbrandstoffen vormt een cruciaal onderdeel van de verduurzaming van de industrie, lucht- en scheepvaart. De raffinage en chemie vormen de kern van de robuuste vraag naar gasvormige waterstof: daar is waterstof nodig voor de verwerking en opwerking van fossiele en duurzame koolstofdragers. Het beleid richt zich in de opschalingsfase primair op deze sectoren, met ruimte voor innovatieve toepassingen in andere sectoren.

De verwachtingen uit het NPE van 2023 zijn op een aantal punten bijgesteld. Met name de inzet van waterstof voor regelbaar vermogen in de elektriciteitssector blijkt duurder dan eerder aangenomen, waardoor de verwachte rol hiervan veel kleiner is richting 2040. Het is nog onzeker of waterstof op lange termijn een significante rol zal spelen in de verduurzaming van regelbaar vermogen. Daarnaast is het door de hoge productiekosten in



Nederland aannemelijk dat waterstofrijke grond- en brandstoffen zoals synthetische ammoniak en methanol voor directe inzet in de industrie en scheepvaart, en als bouwsteen voor de productie van (luchtvaart)brandstoffen, vooral worden geïmporteerd. Dit maakt strategisch importbeleid nog belangrijker om leveringszekerheid te waarborgen. Nauwe samenwerking met betrouwbare partners als Spanje is daarbij cruciaal en versterkt de Europese strategische autonomie.

Daar waar elektrificatie technisch vooralsnog niet kan, is het van belang om waterstof als verduurzamingsoptie te ontwikkelen, omdat groen gas en biobrandstoffen naar verwachting schaars worden. Er is nu een scherper beeld voor welke energetische toepassingen waterstof een belangrijke rol kan spelen. Het gaat dan om processen die zeer hoge temperaturen vragen, zoals in de staal- en keramieksector. Ook kan directe inzet van waterstof een rol spelen in een deel van het zwaar wegvervoer



Figuur 6 Illustratieve ontwikkeling voor de waterstofketen richting 2040. Bron: TNO/PBL (huidig), Cijferbasis NPE (2040).

en de lucht- en scheepvaart. Voor lage temperatuurwarmte in de industrie en de gebouwde omgeving, en voor het overgrote deel van het wegvervoer, ligt de focus onverminderd op directe elektrificatie of warmtenetten, ondanks dat netcongestie tot vertraging kan leiden.

Strategie voor realiseren 2040 beeld

Kernpunten

- Zekerheid geven over de afzetmarkt via langjarige verplichtingen voor hernieuwbare waterstof
- Realiseren van het landelijk waterstoftransport-netwerk en 4 TWh waterstofopslag
- Opschalen naar 3 tot 4 GW elektrolyse richting 2035
- Benutten van de potentie van koolstofarme waterstof voor snelle CO₂-reductie

Het bovengeschetste beeld betekent dat – ondanks bijgestelde verwachtingen – een ambitieus opschalingspad nodig is voor waterstof. Dit is uitdagend en dan ook alleen realiseerbaar met een intensivering van de beleidsinzet. Voor de opschaling van hernieuwbare waterstof is daarbij bovenal langetermijnafname-zekerheid nodig via normeringen en subsidies, waaronder de brandstoftransitieverplichting voor de raffinage- en transport-sector, evenals de jaarverplichting en inzet op Europese vraag-creatie voor groene eindproducten voor de industrie.

Voor sectoren die waterstofgas nodig hebben, zijn binnenlandse elektrolyse en import via conversie van waterstofdragers beide kansrijke routes. De uiteindelijke verdeling tussen deze aanbodroutes is afhankelijk van de manier waarop de kosten en beschikbaarheid van deze opties zich ontwikkelen. Het kabinet verwacht hier een duidelijker beeld van te hebben als over een aantal jaar de eerste projecten gereed zijn. Het kabinet stimuleert de opschaling van binnenlandse elektrolyse om voorzieningszekerheid te borgen en de uitrol van wind op zee te faciliteren: voor 2035 zet het kabinet daarom in op 3 tot 4 GW aan elektrolysecapaciteit. Op dit moment is er voor 570 MW een finale investeringsbeslissing genomen. In aanvulling hierop is het faciliteren van importinfrastructuur en opslag van belang voor voldoende en gediversifieerd aanbod te borgen, zowel naar land van herkomst als type waterstofdrager (zoals ammoniak, vloeibare waterstof en LOHC's (*liquid organic hydrogen carriers*)). Dit versterkt de weerbaarheid van het energiesysteem. Ondanks eerdere vertragingen komt deze keten nu echt van de grond: alleen al in 2025 verdubbelde de mondiaal geïnstalleerde elektrolysecapaciteit tot boven de 4 GW.⁷

⁷ IEA (2026). Global Hydrogen Review.

Infrastructuur is een absolute randvoorwaarde voor de ontwikkeling van een volwassen waterstofmarkt. Zonder voldoende transportinfrastructuur en opslagcapaciteit kan waterstof zijn rol in de verduurzaming van de Nederlandse economie niet vervullen. Concreet betekent dit het realiseren van verbindingen tussen de vijf industrieclusters en buurlanden via een landelijk transportnet, én het aanleggen van voldoende waterstofopslag, met als streefdoel zeventien zoutcavernes of het equivalent daarvan in 2040. De doorlooptijden voor opslag beslaan 10-15 jaar, en beslissingen over verdere uitbouw hiervan moeten op korte termijn worden genomen. Distributienetten kunnen aangelegd worden waar concrete vraag zich voordoet. Gezien het risico op onderbenutting is het niet wenselijk dat de Rijksoverheid distributienetten groot-schalig en fijnmazig vooruitlopend op de marktontwikkeling aan laat leggen. Regionale waterstofhubs waarbij lokale productie en vraag naar waterstof worden gekoppeld kunnen een oplossing zijn om in lokale waterstofvraag te voorzien. Dit betreft bijvoorbeeld (innovatieve) projecten buiten het bereik van de het landelijk waterstoftransportnet die lokale wind- en zonne-energie benutten en leveren aan lokale (industriële) afnemers.

Koolstofarme waterstof heeft een cruciale rol voor kosten-effectieve CO₂-reductie richting 2040. Het beleid richt zich primair op verduurzaming van bestaande grijze waterstof-productie en petrochemische restgassen via CCS, en op productie uit restafvalvergassing, met een gezamenlijke potentie van circa 15 megaton CO₂-reductie. Reeds genomen investeringen leveren hiervan al ruim 3 megaton. Het kabinet constateert dat de potentie voor kosteneffectieve CO₂-reductie middels nieuwe productie van waterstof uit aardgas met CCS op

de korte termijn nog beperkt is. Bestaande waterstofgebruikers investeren vooralsnog vooral in CCS op bestaande installaties. Nieuwe toepassingen ter vervanging van aardgas voor regelbaar vermogen of hoge-temperatuurwarmte zijn alleen rendabel met significante subsidies, waarbij de kosten voor CO₂-reductie relatief hoog zijn vergeleken met verduurzamingsopties die het Rijk op korte termijn elders kan stimuleren. De uiteindelijke rol van deze projecten hangt af van hun kosteneffectiviteit en de beschikbaarheid van alternatieven zoals hernieuwbare waterstof en groen gas.

Voor de opschaling van waterstof is ketendenken cruciaal: niet slechts één deel van de keten moet op orde zijn, alle seinen moeten gelijktijdig op groen staan voordat investeringsbeslissingen genomen worden. Dit vereist de komende tijd een aantal samenhangende besluiten. Concreet betekent dit dat het kabinet zo snel mogelijk een besluit moet nemen over de financiering van het waterstoftransportnet en de volgende negen waterstofopslagcavernes. Daarnaast moet het kabinet uiterlijk in 2027 duidelijkheid geven over langetermijnverplichtingen voor het gebruik van hernieuwbare waterstof. Ook moet het kabinet een besluit nemen over de beschikbaarheid van subsidies voor de verdere opschaling van elektrolyse, import en afname voor de jaren na 2030.



3.5 Duurzame koolstof

Toekomstbeeld koolstofketen voor 2040

Koolstofdragers blijven een belangrijke rol spelen in de toekomst en dus is opschaling van duurzame alternatieven van belang. In het huidige energiesysteem spelen koolstofdragers zoals aardgas, olie en kolen een belangrijke rol. Voor veel energetische toepassingen zal in de toekomst worden overgestapt naar koolstofvrije energiedragers, met name elektriciteit en in mindere mate waterstof en warmte. Desondanks zal in een klimaatneutraal 2050 ook nog een aanzienlijke vraag bestaan naar koolstofdragers. Die vraag moet dan zoveel mogelijk worden ingevuld met duurzame in plaats van fossiele bronnen. Het merendeel van de vraag komt voort uit koolstofhoudende brandstoffen voor de internationale lucht- en scheepvaart en uit de inzet van koolstofdragers als grondstof in de chemie. Voor de chemiesector is de omvang van de vraag

naar duurzame koolstofdragers momenteel wel nog onzeker door beperkte Europese vraagcreatie. In Nederland zijn deze sectoren op dit moment relatief groot in omvang. Dit maakt dat koolstofdragers in het Nederlandse energiesysteem naar verwachting, sterker dan in andere EU-landen, ook in de toekomst een belangrijke rol blijven spelen.

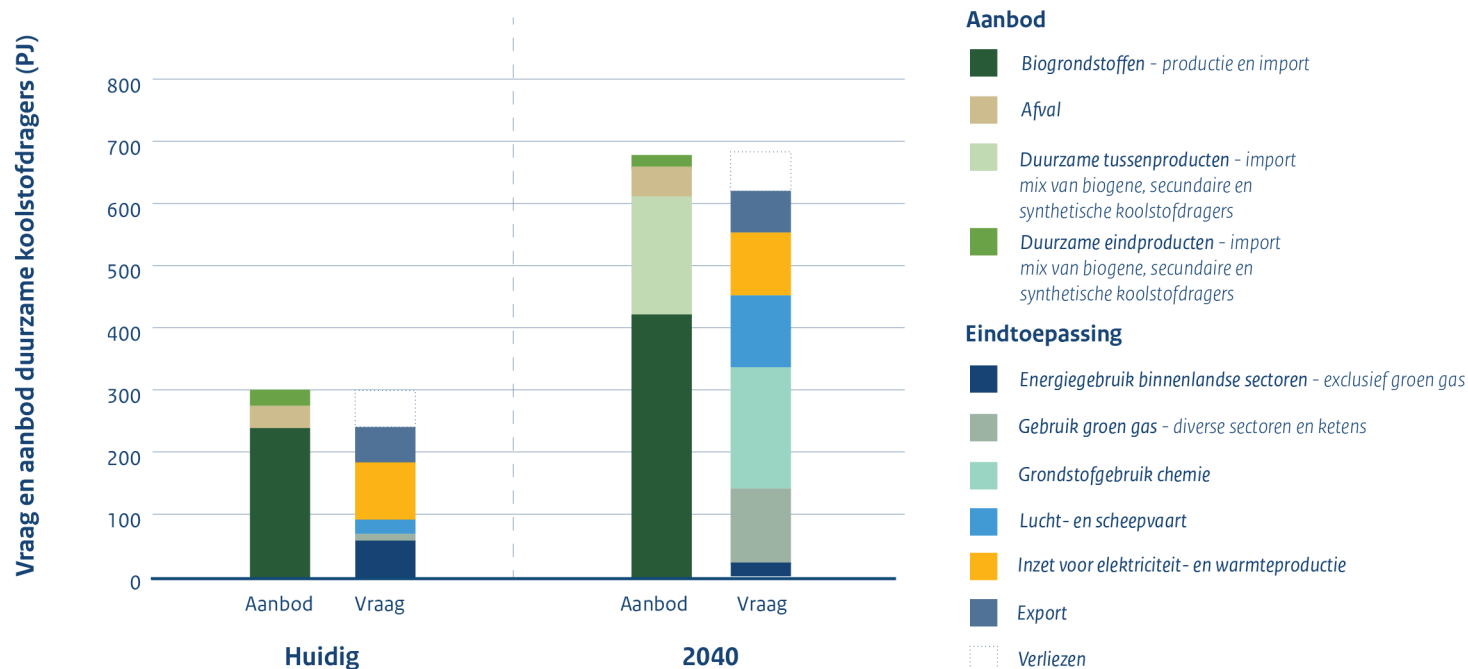
Strategie voor realiseren 2040 beeld

Kernpunten

- Het kabinet zet in op vergroten aanbod met de Visie Opschaling Aanbod Duurzame Koolstofdragers
- Zorgvuldige inzet van biograndstoffen blijft nodig in de toekomst. Het Duurzaamheidskader Biograndstoffen is hiervoor de basis
- Inzet op snelle opschaling van groen gas met tegelijk realisme dat vraag waarschijnlijk hoger is dan het aanbod op middellange termijn
- De nog te verschijnen Visie op Brandstoffen en Chemiegrondstoffenproductie richt zich op de productie van hernieuwbare brandstoffen en chemiegrondstoffen. Deze productie moet sterk groeien, bij voorkeur via een mix van productie op basis van binnenlandse grondstoffen enerzijds, en import van grondstoffen en halffabricaten anderzijds
- Met de Nationale Biograndstoffenstrategie schetst het kabinet een visie op de toekomstige rol van biograndstoffen in de economie. De strategie benadert het biograndstoffsysteem integraal, over alle toepassingen heen - voedsel en veevoer, energie, chemie en materialen

Voor de binnenlandse mobiliteit en de lucht- en scheepvaart bestaat vraagnormerend beleid (vraagcreatie) voor het gebruik van duurzame koolstofdragers. ReFuelEU Aviation en FuelEU Maritime verplichten het gebruik van duurzame energiedragers in respectievelijk de luchtvaart (bio-SAF en e-SAF) en de scheepvaart (bijvoorbeeld bio-LNG of bio-methanol). Op korte termijn is er voldoende aanbod van biobrandstoffen om aan deze mandaten te voldoen, maar synthetische brandstoffen worden nog niet op schaal geproduceerd. Zonder voldoende opschaling van productiecapaciteit of import van duurzame koolstofdragers kunnen deze sectoren de verplichte bijmengpercentages voor synthetische kerosine vanaf 2030, de snel oplopende bijmengpercentages voor biobrandstoffen vanaf 2035 en de emissiereductieverplichtingen op middellange termijn niet halen. Daarmee kunnen ook internationale klimaatverplichtingen onder druk komen te staan.

Groen gas speelt een hele belangrijke rol en dus zet het kabinet in op snelle opschaling van het aanbod en het wegnemen van knelpunten die dit in de weg staan. Groen gas is een duurzame energiedrager die vanwege het bestaande gasnetwerk op veel plekken ingezet kan worden om te verduurzamen. Daarom zet het kabinet in op het wegnemen van knelpunten om opschaling mogelijk te maken. Het streven is om per 1 januari 2027 een bijmengverplichting in te voeren, waarmee energieleveranciers verplicht worden een toenemend percentage groen gas bij te mengen in het aardgas dat zij aan huishoudens en bedrijven leveren. Het kabinet beziet daarnaast welke beleidsinzet voor groen gas nodig is om verdere opschaling na 2030 mogelijk te maken en informeert de Tweede Kamer hierover voor het einde van dit jaar. Tegelijkertijd is het beeld dat, zelfs na opschaling van de productie, de vraag naar groen gas vanuit verschillende sectoren op de middellange termijn groter



Figuur 7 Illustratie ontwikkeling duurzame koolstofketen richting 2040. Bron: CBS (huidig), Cijferbasis NPE (2040).

kan zijn dan het aanbod. Dit betekent dat niet alles waarvoor groen gas aantrekkelijk lijkt, ook daadwerkelijk zal kunnen. Het kabinet gaat met partijen in gesprek over hoe de opschaling en inzet van groen gas goed vormgegeven kunnen worden.

De Visie Opschaling Aanbod Duurzame Koolstofdragers richt zich op de inzet die nodig is om toeleveringsketens te ontwikkelen en zo in de vraag naar duurzame koolstofdragers te voorzien. Daarbij wordt langs drie lijnen gewerkt: het mobiliseren en vergroten van het binnenlands aanbod van

duurzame koolstofbronnen (waaronder duurzame biogronstoffen, secundaire grondstoffen en niet-fossiele CO₂); het vergroten van de binnenlandse productiecapaciteit voor duurzame koolstofdragers; en het verbeteren van de importmogelijkheden voor duurzame koolstofbronnen, tussenproducten en eindproducten. In het najaar van 2026 verschijnen de Nationale Biogronstoffenstrategie en de Visie op Brandstoffen- en Chemiegrondstoffenproductie, die beide belangrijke bouwstenen van deze aanpak vormen.

Biograndstoffen zullen ook in de toekomst schaars zijn en dus blijft zorgvuldige inzet nodig. Het bewust en zorgvuldig inzetten van het niet ongelimiteerde aanbod aan duurzame biograndstoffen vormt een kernprincipe van het nationale biograndstoffenbeleid, zoals uitgewerkt in het Duurzaamheidskader Biograndstoffen. Duurzame biograndstoffen zijn op de korte en middellange termijn de belangrijkste bron van duurzame koolstof. Het uitgangspunt is dat biograndstoffen worden ingezet waar op dat moment geen of onvoldoende duurzame alternatieven beschikbaar zijn. Via verschillende beleidstrajecten wordt gestuurd op het vergroten van het aanbod aan biograndstoffen, de optimale inzet ervan binnen verschillende sectoren en de ontwikkeling en opschaling van duurzame alternatieven (waaronder het vergroten van het aanbod aan synthetische en secundaire koolstofdragers).



3.6 Warmte

Toekomstbeeld warmteketen voor 2040

De verduurzaming van de warmtevraag in de gebouwde omgeving vindt plaats door te isoleren en de warmtevoorziening te verduurzamen met een mix van individuele (hybride) warmtepompen en collectieve warmtenetten. Deze route is in het NPE van 2023 uiteengezet en nog steeds van toepassing. De actualisatie van de startanalyse van PBL die in 2025 heeft plaatsgevonden heeft het beeld bevestigd dat zowel individuele warmtepompen als collectieve warmtenetten voor een substantieel deel van de wijken de oplossing met de laagste nationale kosten zijn. Het blijft onzeker in hoeverre groen gas op de lange termijn een betaalbare oplossing voor de gebouwde omgeving is en daarmee wat de rol van hybride warmtepompen op de langere termijn is.

Strategie voor realiseren 2040 beeld

Kernpunten

- Blijvende inzet op isolatie
- Focus op kansrijke wijken voor collectieve warmte, groei naar 200.000 nieuwe aansluitingen in 2030
- Inzet op volledig elektrische warmtepompen voor groot deel overige wijken, met aandacht voor impact op netcongestie
- Hybride warmtepomp als wenselijke stap waar volledig elektrisch nog niet mogelijk is

De uitdagingen rond netcongestie onderstrepen het belang om lokale warmtebronnen en warmteopslag te benutten waar dit kansrijk is.

Dit is consistent met de gewenste ontwikkelrichting die in het NPE van 2023 was opgenomen om de inzet van schaarse energiedragers te beperken. Hiermee wordt zowel gedoeld op de inzet van groen gas als op de inzet van elektriciteit op momenten van schaarste in aanbod of netcongestie. Collectieve warmtenetten kunnen, mits juist ontworpen, een belangrijke bijdrage leveren aan het beperken van het beslag op schaarse energiedragers en het elektriciteitsnet. De inzet van warmtebuffers kan bijvoorbeeld een belangrijke ontwerpkeuze zijn die mogelijk maakt om de elektriciteitsvraag voor de warmtevoorziening te beperken op momenten dat er congestie of schaarste is. Hiermee wordt ook bijgedragen aan het beperken van de bredere, maatschappelijke kosten van netcongestie.

De uitrol van collectieve warmte loopt vooralsnog langzamer dan gehoopt. Met recent aangenomen wetgeving (Wet collectieve warmte, Wet gemeentelijke instrumenten warmtetransitie), de oprichting van de Nationale Deelneming Warmte en door focus op kansrijke wijken wordt ingezet op versnelling.

De doelstelling voor het aansluiten van bestaande woningen op collectieve warmte is bijgesteld van 500.000 in het NPE 2023 naar 200.000 extra aansluitingen in 2030 om een realistischer ambitieniveau te hanteren. De kansen voor succesvolle uitrol zijn hierbij op de korte termijn het grootst in wijken waar collectieve warmte significant lagere maatschappelijke kosten heeft dan de alternatieve warmteoplossingen en waar voldoende duurzame warmtebronnen beschikbaar zijn, helemaal als dit wijken zijn waar elektrische warmtepompen ruimtelijk moeilijk inpasbaar zijn. De lange termijn ambitie om collectieve warmte te realiseren daar waar dit de meest kosteneffectieve verduurzamingsroute is, blijft ongewijzigd. Om deze ambities in zicht te houden is het van belang dat warmte betaalbaar is en dat de bestaande kennis en kunde in de sector behouden blijft. Hiervoor wordt het subsidie-instrumentarium gericht ingezet om bewoners een aantrekkelijk aanbod te kunnen doen en om financieringsrisico's van warmtebedrijven te dempen. Daarnaast wordt met de Autoriteit Consument & Markt (ACM) onderzocht welke mogelijkheden er zijn om de overstap naar een kostengebaseerde tariefregulering te versnellen. Ten slotte zijn de Nationale Deelneming Warmte (NDW) en private warmtebedrijven gevraagd om gesprekken te starten over hoe een eventueel overnametraject eruit kan komen te zien en is het mogelijk gemaakt dat de NDW als enig- of meerderheidsaandeelhouder instapt, zodat eventuele overnameprocedures versneld kunnen worden zonder toekomstige medeaandeelhouders uit te sluiten.

Netcongestie kan met name een uitdaging zijn bij verduurzaming middels volledig elektrische warmtepompen, hoewel er veel ontwikkelingen plaatsvinden waarmee de netimpact verlaagd kan worden. Ook in gevallen waar netcongestie een belemmering vormt voor directe overschakeling op volledig elektrische warmtepompen kan de verduurzaming doorgaan. Hier kan bijvoorbeeld ingezet worden op een hybride warmtepomp, het benutten van kansrijke isolatiemaatregelen en slimme aansturing om piekmomenten te voorkomen. Modulaire of *all-electric ready* hybride concepten kunnen helpen om de uiteindelijke transitie naar een volledig elektrische warmtepomp makkelijker te maken.

Het Interdepartementaal beleidsonderzoek naar verduurzaming van de woningvoorraad richting 2050 geeft een gedetailleerder beeld van de status, uitdagingen en beleidsopties om de warmtetransitie te versnellen. Dit onderzoek wordt na publicatie van het NPE gepubliceerd en bevat verdere beleidsvoorstellen om de warmtetransitie te versnellen.

3.7 CCS en koolstofverwijdering

Toekomstbeeld CCS voor 2040

CCS is een belangrijke techniek voor het halen van de Nederlandse en Europese klimaatdoelstellingen. Het doel van de toepassing van CCS bij fossiele CO₂ is om versneld en kosteneffectief emissiereductie te bewerkstelligen, met name in de industrie. Het doel van koolstofverwijdering (toepassing van CCS bij niet-fossiele CO₂) is om dure en moeilijk te reduceren restemissies te compenseren. Beide vormen van CCS zijn nodig om ‘netto-nul’-emissie in 2050 te bereiken. Daarnaast kan koolstofverwijdering op lange termijn ook nodig zijn om te komen tot netto negatieve emissies om teveel uitgestoten CO₂ weer uit de atmosfeer te halen.

Het energiesysteem heeft een belangrijke rol voor het realiseren van koolstofverwijdering. Op basis van scenariostudies houdt het kabinet rekening met een behoefte aan koolstofverwijdering van 20 – 25 Mton per jaar. Binnen het energiesysteem zijn verschillende methoden van koolstofverwijdering denkbaar. CO₂-afvang bij bioraffinage kan hieraan bijdragen, maar dit heeft op dit moment in Nederland nog geen aantrekkelijke business case. Direct Air Capture heeft nog een lage Technology Readiness Level (TRL) en kent een hoge energievraag. Bio-energie met CCS (BECCS) is vrijwel de enige techniek die op relatief korte termijn kansen biedt voor significante volumes koolstofverwijdering in Nederland, maar is een relatief laagwaardige toepassing volgens het Duurzaamheidskader Biogrondstoffen. Bij de voorjaarsbesluitvorming klimaat 2027 wordt aanvullend beleid voor koolstofverwijdering overwogen.

Het kabinet zet zich in om CCS te ondersteunen daar waar CO₂-afvangbehoefte bestaat. CO₂-afvang wordt ingezet in de industrie, bij koolstofarme waterstofproductie, bij elektriciteitsproductie en via Direct Air Capture (DAC) en Direct Ocean Capture (DOC). In de industrie in Nederland wordt CCS in 2040 naar verwachting ingezet bij staalproductie, kunstmestproductie, bij afvalverbrandingsinstallaties, bij biogene chemie- en raffinageprocessen en bij het decarboniseren van koolstofhoudende reststromen uit met name de petrochemie. In de elektriciteitssector kan CO₂-afvang worden toegepast bij biomassacentrales (BECCS) en bij gascentrales. Na de afvang bij emittenten bestaat de rest van de CCS-keten uit transport over land, transport op zee en vervolgens permanente geologische opslag in de diepe ondergrond.

Strategie voor realiseren 2040 beeld

Kernpunten

- Bedrijven kiezen voor CCS omdat het de meest kosteneffectieve route is. Het kabinet ondersteunt CO₂-afvang met de SDE++
- De realisatie van Aramis is cruciaal voor kosteneffectieve opschaling van CCS
- Het kabinet zet in op tijdige ontwikkeling en inzet van CO₂-opslagpotentieel onder de Noordzee, evenals op samenwerking voor opslag in het buitenland.

De keuze van bedrijven om CCS toe te passen (in plaats van een andere verduurzamingsroute) hangt voornamelijk af van de kosten. Bedrijven kijken daarbij naar de kosten van

CCS ten opzichte van andere beschikbare verduurzamingsopties en van de verwachte levensvatbaarheid van het bedrijf zelf op de middellange termijn. De SDE++ stimuleert inzet van CO₂-afvang al via verschillende bestaande categorieën, die worden aangepast wanneer marktontwikkelingen daarom vragen.

Aramis is een cruciaal project voor kosteneffectieve opschaling van CCS. Wat betreft transport zijn er verschillende modaliteiten van transport, zowel op zee als op land: per buisleiding, schip, truck of spoor. Transport per buisleiding heeft voor grote volumes de voorkeur vanwege lagere maatschappelijke kosten per ton CO₂. Aramis kan een belangrijke bijdrage leveren aan CO₂-emissiereductie in de periode rond 2030. Gezien de potentie heeft de realisatie van Aramis een hoge beleidsprioriteit, mede in het licht van de uitdagingen die met het project gepaard gaan. Daarnaast zet het kabinet in op betere internationale afstemming voor de realisatie van een breder kosteneffectief (Noordwest-)Europees transportnetwerk. Met name voor de realisatie van CO₂-buisleidingen in de DRC en DSC zijn afspraken met Duitsland, België en de Europese Commissie van belang.

Het kabinet zet in op tijdige ontwikkeling en inzet van CO₂-opslagpotentieel onder de Noordzee, evenals op samenwerking voor opslag in het buitenland. Wat betreft de Noordzee zet het kabinet in op het verkennen van manieren om het ruimtelijk opslagpotentieel te vergroten. Het opslagpotentieel van CO₂-opslag in Nederlandse aquifers wordt verder onderzocht aangezien het potentieel substantiële extra opslagcapaciteit biedt. Wat betreft het gebruikmaken van het opslagpotentieel in buurlanden zet het kabinet in op het verder mogelijk maken hiervan en verdere internationale samenwerking.

3.8 Verantwoorde afbouw fossiel in het energiesysteem

Verantwoorde afbouw van het gebruik van fossiele energie is hard nodig. Snelle afbouw van het gebruik van fossiele energie is belangrijk omdat het Nederland kwetsbaar maakt: het leidt tot ongewenste afhankelijkheid van andere landen, uitstoot van broeikasgassen en luchtverontreiniging. Echter, het afbouwen van fossiele energie moet zorgvuldig en verantwoord gebeuren.

Beschikbaarheid en betaalbaarheid van fossiele energiedragers is essentieel tijdens de transitie. Het opbouwen van de duurzame ketens speelt een belangrijke rol om de fossiele energiedragers te vervangen, maar bevat ook onzekerheden. Bij het afbouwen van de fossiele energiedragers is het daarom van belang om rekening te houden met onverwachte tegenvallers in de transitie. In het NPE-cijferbeeld daalt de rol van (aard)gas tot zo'n 610 PJ in 2040, ten opzichte van 935 PJ in 2025. Maar in beleid rondom import en opslag van aardgas is het verstandig rekening te houden met een buffer. Daarom stuurt het kabinet rond dezelfde tijd als deze actualisatie van het NPE een kamerbrief over Strategisch Gasbeleid over de mogelijke vormen van een dergelijke buffer. En tijdens de transitie zet het kabinet in op het op peil houden van gaswinning met oog op leveringszekerheid en het beperken van de klimaateffecten van ons gasgebruik, zoals uitgewerkt in het Sectorakkoord gaswinning in de energietransitie. Ook na 2040 is de verwachting dat Nederland nog gebruik zal maken van fossiele energiedragers, al zal dit in afnemende mate zijn, naarmate de duurzame ketens de rol van fossiel steeds verder overnemen.

De afbouw van fossiele energie leidt tot een aantal specifieke vraagstukken waar het kabinet tijdig mee aan de slag gaat.

Er is een aantal belangrijke vraagstukken bij de verantwoorde afbouw van fossiel dat om aandacht vraagt, omdat zonder het juiste beleid of coördinatie er problemen kunnen ontstaan:

- Gecoördineerde afbouw aardgassysteem met behoud stabiliteit en rekening houdend met potentiële alternatieve inzet;
- Eerlijke verdeling van kosten bij teruglopend gasgebruik en ontmanteling van gasinfrastructuur;
- Mitigeren van risico's in brandstoffen- en chemiesector bij afbouwen olie en ombouwen naar biogene en synthetische productieprocessen;
- Borgen juiste randvoorwaarden bij inzet transitietoepassingen: fossiele toepassingen die eerst nog worden opgebouwd;
- Sturing op opbouw, omvang en gebruik van het CCS-systeem voor fossiele en niet-fossiele CO₂.

4.

Internationale samenwerking

Het energiesysteem van Nederland is sterk internationaal verbonden, zowel met de landen om ons heen, binnen Europa als voor een belangrijk deel mondiaal. Daarnaast hebben internationale ontwikkelingen sterke invloed op de Nederlandse energievoorziening. In dit hoofdstuk gaat het kabinet in op de inzet op internationale samenwerking. Dit hoofdstuk gaat niet in op energie-onafhankelijkheid, omdat dit aan bod komt in de paragraaf over weerbaarheid en energie-onafhankelijkheid (2.8).

4.1 Samenwerking cruciaal

Wereldwijd bevindt de energietransitie zich in een stroomversnelling. Nieuwe schone technologieën betreden het systeem in hoog tempo en de wereldwijde uitrol van hernieuwbare energie breekt jaar op jaar records. Tegelijkertijd groeit de mondiale energievraag momenteel nog zó hard, dat ook het gebruik van fossiele brandstoffen en de CO₂-emissies nog altijd stijgen. Toch markeert het IEA dat er een nieuw ‘Tijdperk van Elektriciteit’ aanbreekt, waarin de vraag naar elektriciteit sneller groeit dan de algehele energievraag. De dynamiek van deze mondiale energie-markt wordt inmiddels elders vormgegeven: terwijl de energievraag in Europa daalt, zijn het de opkomende economieën zoals India, Zuidoost-Azië en landen in Latijns-Amerika en Afrika die de wereldwijde marktgroei voor hun rekening nemen.

Internationale samenwerking is essentieel voor de leveringszekerheid, betaalbaarheid en verduurzaming van het Nederlandse energiesysteem. Geopolitieke ontwikkelingen en verschuivingen in de wereld maken het steeds belangrijker

dat Nederland en Europa op afzienbare termijn meer duurzame energie van eigen bodem produceren. Dit vergroot onze energie-onafhankelijkheid, vermindert risicovolle strategische afhankelijkheden, en maakt Nederland weerbaarder tegen de gevolgen van internationale crises. Samenwerking op mondiaal, Europees, regionaal en bilateraal niveau speelt hierin een cruciale rol. Het versterkt de ontwikkeling en efficiëntie van het energiesysteem, vergroot de investeringszekerheid, stimuleert innovatie en draagt bij aan het duurzaam verdienvermogen van Nederland.

4.2 Inzet op mondiaal niveau

Op mondiaal niveau richt het kabinet zich op het vergroten van de energie-onafhankelijkheid door risicovolle strategische afhankelijkheden te verminderen. Dit doet het kabinet door middel van het stimuleren van de productie en handel in duurzame energiebronnen als alternatief voor fossiele import en door de diversificatie van de import. Dit gebeurt onder andere door het vormen van mondiale coalities voor de verantwoorde

Ontwikkelingen in buurlanden

Voor de meest actuele inzichten in ontwikkelingen op het energiedomein bij de landen om Nederland heen zijn in het kader van de actualisatie van het NPE bilaterale werkbezoeken afgelegd aan Duitsland, België (inclusief Europese Commissie), Frankrijk, het Verenigd Koninkrijk, Denemarken en Noorwegen.

- Hieruit blijkt dat de landen om Nederland heen grotendeels te maken hebben met **dezelfde uitdagingen**, waaronder achterblijvende elektrificatie, vragen over de toekomst van de industrie, netcongestie en uitdagingen rondom de inzet van waterstof.
- De meeste buurlanden stellen, net als Nederland, **elektrificatie centraal**, in de energietransitie. De ambities voor waterstof worden, vanwege de hoge kosten, ook in andere landen bijgesteld.
- Nederland (incl. Noordzeegebied) wordt door buurlanden nog steeds gezien als **belangrijke (toekomstige) energiebron en energieknooppunt**, met een belangrijke rol voor de Noordzee, CCS en CO₂-export.
- In de landen om Nederland heen is een transitie te zien richting **meer publieke regie** en sturing op het energiesysteem, waarbij er nog aanzienlijke verschillen zitten tussen hoe actief overheden sturen. Nederland is hierin, vergeleken met verschillende bureaus, nog relatief terughoudend.
- Meerdere buurlanden (onder andere DUK, VK, DK) zijn, net als Nederland, actief bezig met het verbeteren van hun **langetermijn systeemplanning** voor het energiedomein. Uit de werkbezoeken blijkt dat er nog een significant verschil zit in de termijn waarop landen vooruitblikken en de mate waarin zij over hun eigen landsgrenzen heen kijken.
- Voor vrijwel alle modaliteiten blijft het onder andere daarom **een uitdaging om energicorridors te bewerkstelligen**. Voor Nederland als energieknooppunt is het extra belangrijk dat deze corridors tijdig en via eerlijke kostendeling tot stand komen. De Europese Commissie (EC) werkt aan een voorstel voor verdere Europese systeemplanning en harmonisering om dit dichterbij elkaar te brengen en Nederland steunt dit initiatief.
- Nederland borgt **blijvende actieve uitwisseling** met buurlanden over langetermijn planning voor het energiesysteem, onder andere door ook bij volgende herzieningen van het NPE bilaterale werkbezoeken af te leggen.

afbouw van fossiele brandstoffen en de opbouw van schone mondiale energieketens.

Daarnaast zet Nederland in op het versterken van mondiale partnerschappen, met name door samenwerking met energieproducerende landen en landen in het mondiale Zuiden. Dit

omvat wederzijdse afspraken over financiering, certificering en afnamezekerheid, en het versnellen van de bouw van benodigde energie-infrastructuur – die ook bijdraagt aan duurzame economische ontwikkeling in die landen – zodat schone energiedragers Nederland en de EU efficiënt kunnen bereiken. In het verlengde hiervan blijft Nederland zich inzetten voor internationale

samenwerking gericht op het verantwoord afbouwen van fossiele subsidies en het verminderen van de mondiale vraag naar fossiele brandstoffen, als mede-initiatiefnemer van de eerste conferentie over het wegbewegen van fossiele brandstoffen (*Transitioning Away from Fossil Fuels*) in Santa Marta eerder dit jaar.

4.3 Inzet op Europees niveau

Binnen Europa draagt Nederland bij aan het behalen van de Europese klimaat- en energiedoelen. Het kabinet gebruikt het EU-doel van netto 90 procent broeikasgasreductie in 2040 als uitgangspunt en zet zich in voor duidelijke Europese energie-doelen voor 2040 voor schone energie en energie-efficiëntie, ondersteund door een sterk Europees instrumentarium en aandacht voor het oplossen van knelpunten in de energietransitie. Tegelijkertijd wordt de energietransitie ingezet als middel om de concurrentiekracht en het duurzaam verdienvermogen van Nederland te versterken.

Een belangrijk aandachtspunt voor het kabinet is ook de versterking van de verdere integratie van het Europese energiesysteem. Het kabinet zet zich in voor een versterking van de interne energiemarkt, verbeterde interconnecties tussen landen en meer gezamenlijke langetermijnplanning, waarbij Nederland actief op Europees niveau aanmoedigt tot versterking van de regionale en Europese infrastructuur- en systeemplanning voor verschillende energiedragers. Ook is samenwerking op de Noordzee van belang om met omringende landen tot keuzes te komen over energieopwek, in samenhang met andere gebruiksfuncties op de Noordzee.

4.4 Inzet op bilateraal en regionaal niveau

Het kabinet zet zich in om samen met buurlanden meer regie te nemen op de ontwikkeling van grensoverschrijdende energie-infrastructuur. Op bilateraal en regionaal niveau richt Nederland zich onder andere op de versnelde realisatie van grensoverschrijdende energie-infrastructuur, zoals internationale elektriciteitsverbindingen en waterstof- en CO₂-netwerken. Waar opportuun wordt geïnvesteerd in extra interconnectiecapaciteit, met behoud van een internationaal gelijk speelveld en met toepassing van een eerlijk kostendelingskader tussen landen. Het tot stand brengen van dergelijke kaders is belangrijk om zo samenwerking en efficiëntie bij grensoverschrijdende projecten te bevorderen, juist ten behoeve van het behoud en de concurrentiekracht van onze gezamenlijke Noordwest-Europese industrie.

Intensieve samenwerking op alle niveaus is nodig om tot besluiten te komen. De planning en aanleg van deze grensoverschrijdende infrastructuur is complex door verschillen in nationaal beleid, financiering, vergunningverlening en de verdeling van kosten en baten. Tijdige politieke afstemming tussen betrokken lidstaten is essentieel om hierin knopen door te hakken. Om daadwerkelijk politieke besluiten te forceren en projecten te versnellen, benut het kabinet bestaande politieke toppen, zoals de NSEC Ministerial (*North Seas Energy Cooperation*) en de North Sea Summit, ten volle. Op bilateraal niveau onderhouden we korte lijnen met onze buurlanden, waardoor gesprekken over knelpunten indien nodig direct op een hoog politiek niveau kunnen worden opgezet.

Internationale samenwerking Delta Rhine Corridor (DRC) en Delta Schelde CO₂nnexion (DSC)

Nederland functioneert al decennia als draaischijf voor energie in Noord-West Europa. Waar dat nu voornamelijk gebeurt voor olie, kolen en gas, heeft Nederland de potentie om deze functie ook in te vullen voor nieuwe stromen, zoals waterstof en CO₂, vaak door voort te bouwen op de infrastructuur die eerder in Nederland is opgebouwd. De DRC en DSC zijn grote grensoverschrijdende infrastructuurprojecten om de industrie in Noordwest-Europa te verduurzamen met behulp van waterstof en CCS. De projecten verbinden de haven van Rotterdam met België en Duitsland via honderden kilometers van ondergrondse buisleidingen. Gasunie is in Nederland de initiatiefnemer. De CO₂-buisleidingen verbinden industriële clusters in de drie landen via de Rotterdamse haven met grootschalige offshore CO₂-opslaglocaties onder de Noordzee. Samen creëren deze projecten één geïntegreerde CO₂-corridor. Daarmee dragen zij niet alleen bij aan nationale klimaatdoelen, maar ook aan een concurrerende en duurzame Europese industrie.

De werkzaamheden voor de ruimtelijke inpassingsprocedures voor de DRC en DSC zijn gestart. Voor de beoogde tracés wordt gewerkt aan het in kaart brengen en oplossen van fysieke knelpunten. Er worden veldonderzoeken gedaan en sonderingswagens zijn actief om de ondergrondse situatie te onderzoeken. Voor de grensovergangen met Duitsland en België worden gesprekken gevoerd met de partijen die daar het CO₂-netwerk ontwikkelen, zodat de systemen goed op elkaar kunnen aansluiten.

Buisleidingen bieden in vergelijking met andere modaliteiten een betrouwbare en duurzame transportmogelijkheid voor grote hoeveelheden CO₂ over lange afstanden. Nederland, Duitsland en België hebben een gezamenlijk belang om CO₂-transport via buisleidingen te ontwikkelen. Het gaat hier om miljardeninvesteringen die veelal in een vroeg stadium gedaan moeten worden, terwijl de markt voor CO₂-transport zich nog verder ontwikkelt. De Nederlandse inzet is om de internationale samenwerking verder vorm te geven voor de DRC en de DSC, om samen de risico's te beperken en tot de meest kostenefficiënte oplossing te komen.

Een absolute prioriteit hierbij is de versterking en verduurzaming van het ARRRR-cluster (Antwerp-Rotterdam-Rhine-Ruhr Area). Dit geïntegreerde, grensoverschrijdende industrie- en havencomplex is van strategisch belang voor de Europese strategische autonomie, het verdienvermogen en

de concurrentiekracht van Noordwest-Europa. Door infrastructuur, marktontwerp en systeemplanning in deze regio goed op elkaar af te stemmen, borgen we de positie van onze industrie op het wereldtoneel.

5.

Uitvoering NPE

Het kabinet legt met deze actualisatie van het NPE meer nadruk op de doorvertaling naar de uitvoering. Hierin staat centraal dat het kabinet regie wil nemen waar dit nodig is in de transitie en niet wil afwachten of hopen dat ontwikkelingen de juiste kant op gaan. In dit hoofdstuk wordt nader uiteengezet hoe het kabinet hiermee aan de slag gaat.

5.1 Samenwerking in uitvoering NPE cruciaal

De energietransitie is een complexe opgave waar heel veel partijen een cruciale rol spelen. De realisatie van de energietransitie vraagt inzet en samenwerking van heel veel partijen in alle onderdelen van de samenleving: de verschillende overheidslagen, marktpartijen zoals energiebedrijven en de industrie, netbeheerders, maatschappelijke partijen, energiegemeenschappen, lokale initiatieven en burgers. Zonder betrokkenheid en samenwerking tussen al deze partijen lukt het niet om de energietransitie succesvol vorm te geven.

Op onderdelen zijn de komende jaren nog keuzes nodig en is het NPE een startpunt voor verdere uitwerking. Met dit NPE stelt het kabinet wat nodig is om de transitie de komende jaren in goede banen te leiden, maar dit zal samen met partijen moeten gebeuren. Door zoveel mogelijk duidelijkheid te geven hoe het kabinet naar de transitie kijkt en welke keuzes er nog aan komen, hoopt het kabinet hierover ook tijdig met partijen in gesprek te kunnen. Bijvoorbeeld over de verdere doorontwikkeling van de energietransitie in de regio of bij de realisatie van specifieke projecten of ontwikkeling van instrumenten.

5.2 Nationale systeemsturing versterken

Sturing op de ontwikkeling van het energiesysteem vraagt een goed samenspel tussen verschillende publieke partijen: het Rijk, medeoverheden en netbeheerders. Het kabinet versterkt de centrale coördinatie en sturing op de tijdige ontwikkeling van het energiesysteem, zodat ieder zijn rol goed kan spelen. Tijdig voldoende energie-infrastructuur is een cruciale randvoorwaarde voor een succesvolle transitie als ook voor het realiseren van verschillende andere maatschappelijke opgaven, zoals het verhogen van het nieuwbouwtempo voor woningen en een concurrerend economisch vestigingsklimaat. Dit vereist tijdig inzicht in verwachte vraagontwikkeling in regio's en industrieclusters in nauwe samenwerking tussen marktpartijen, netbeheerders en overheden. Ruimtelijke sturing op onderdelen van het energiesysteem, zoals energie-opwekinstallaties, batterijen en elektrolyzers, is nodig om het systeem maatschappelijk efficiënt in te richten. Ook voor nieuwe vraag, zoals datacenters of woningbouw, is het belangrijk te bezien waar dit goed past in het energiesysteem. Dat vraagt goede afstemming met ruimtelijke plannen op regionaal en nationaal niveau (zoals de Nota Ruimte), zodat infrastructuur in voldoende mate kan voorzien in de beoogde ruimtelijke-economische ontwikkelingen.

De huidige congestieproblematiek laat zien wat de gevolgen zijn van een tekort aan systeemplanning. Als gevolg van grote maatschappelijke uitdagingen, zoals schaarste aan fysieke ruimte, grondstoffen en financiële middelen, kan echter niet alles. Bovendien kan vanwege schaarste aan arbeidskrachten niet alles tegelijk. Daarnaast laten ramingen zien dat de investeringskosten voor energie-infrastructuur aanzienlijk zijn en er dus goed op moet worden toegezien dat uitgaven hiervoor doelmatig zijn. Daarom moet het kabinet op onderdelen scherpe keuzes maken over wat, waar, wanneer en hoe mogelijk is in de transitie.

Het kabinet maakt duidelijkere afspraken met de netbeheerders over een aanpak voor systeemontwikkeling en werkt toe naar een integrale systeemplanning. Dit gebeurt binnen de wettelijke kaders en als doorontwikkeling van bestaande processen, zodat tijdig op systeemniveau wordt bekeken hoe het systeem en de energie-infrastructuur zo efficiënt mogelijk ingericht en benut kunnen worden. De ACM heeft hierbij als toetsende instantie een belangrijke rol. De netbeheerders gaan onder andere werken aan ontwikkeling van een integrale systeemplanning. Deze systeemplanning is gebaseerd op de individuele investeringsplannen van netbeheerders, de ruimtelijke kaders van het PEH, en de kabinetsvisie op ontwikkeling van energievraag en -aanbod uit het NPE, voortkomend uit de iteratieve vraagarticulatie van onder andere de industrie (DIVIT) en mobiliteit. Deze integrale systeemplanning dekt in ieder geval de hoofdinfrastructuur over de modaliteiten heen voor de periode van 15 jaar vooruit (net op zee, hoogspanningsnet, waterstof, warmte, CCS en op termijn afbouw gasnetwerk) met daarin op welk moment geplande energie-infrastructuur gerealiseerd zal zijn en hoe verschillende functies afhankelijk van elkaar zijn. Deze planning maakt daarmee ook eventuele knelpunten

en witte vlekken inzichtelijk en biedt een referentiepunt voor verdere (beleids-)keuzes van betrokken partijen.

De integrale systeemplanning zal continu aan aanpassing onderhevig zijn, gelet op de noodzaak tot adaptiviteit in de planvorming. Vanwege onzekerheid in toekomstige ontwikkelingen is het van belang om het beeld over wat nodig is continu te monitoren en waar nodig bij te stellen, zodat uitgaven van netbeheerders doelmatig blijven en blijven aansluiten bij concrete energievraag. Deze bijstellingen gebeuren in een iteratief proces, waarbij actuele ontwikkelingen in de markt, wetgeving en beleidsvoornemens, en overige veranderingen in de toekomstvooruitzichten een plaats hebben. Netbeheerders én het kabinet hebben daarbij ieder een rol en kunnen vooral door goed samenspel borgen dat de energie-infrastructuur optimaal aansluit bij de toekomstige vraag: niet teveel maar ook niet te weinig.

Om publieke sturing te geven aan de systeemontwikkeling die in de integrale systeemplanning tot uiting komt wordt het Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat (MIEK) doorontwikkeld. Het MIEK richt zich naast de huidige taken ook op het tijdig programmeren van energie-infrastructuur, in samenhang met de ontwikkeling van vraag en aanbod. Met het MIEK zou de minister in samenwerking met de MIEK-partners noodzakelijke systeemkeuzes van grote maatschappelijke waarde tijdig moeten programmeren. Daarnaast blijft het MIEK doorgaan met het gezamenlijk sturen op prioritering binnen de bestaande investeringsplannen, zodat de projecten die het meest urgent zijn ook als prioriteit door alle partijen worden opgepakt. De Tweede Kamer wordt in de eerste helft van 2027 geïnformeerd over de doorontwikkeling van het MIEK en de wijze waarop invulling wordt gegeven aan systeemsturing door middel van programmeren.

Meer kennis en grotere transparantie van kostenprognoses moet leiden tot betere systeemkeuzes, meer grip op de kosten en doelmatige inzet van middelen. In samenwerking met kennisinstellingen wordt gewerkt in het EIK kennisprogramma aan beter inzicht in alle kostenontwikkelingen in het energiesysteem. Hiermee kunnen in de toekomst systeemstudies die gebruikt worden bij de planning van het energiesysteem, zoals het Programma Energiehoofdstructuur, verder verbeterd worden. Door jaarlijkse actualisatie van de infrastructuurkostenraming van de netbeheerders wordt de transparantie vergroot. Zo moet duidelijker worden wat de financiële effecten van systeemkeuzes zijn voor netbeheerders en eindgebruikers. Met hulp van deze inzichten kan het NPE ook weer worden bijgesteld en kunnen middels integrale besluitvorming deze effecten worden beheerst.

5.3 Energie-afspraken over regionale doorontwikkeling

De energietransitie komt samen in de regio. Provincies en gemeenten spelen een cruciale rol bij de realisatie van het toekomstige energiesysteem doordat in een gebied opwek, transport, opslag en gebruik bij elkaar komen. Het is van groot belang dat energiesysteemkeuzes op de regionale schaal worden afgestemd op toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen. De ruimte voor inpassing van alle projecten is schaars, wat de regierol van de medeoverheden de komende jaren nog belangrijker maakt. Natuurlijk gaat dit om ruimtelijke inpassing en vergunningsverlening, maar ook om het bewaken van lokale draagkracht en afstemming met andere gebieden.

Samenwerken in een energiehub aan decentrale oplossingen

Praktijkcasus: Energiehub De Harselaar (Barneveld)

De energiehub op bedrijventerrein De Harselaar in Barneveld is een voorbeeld van hoe lokale samenwerking en de inzet van verschillende flexibiliteitsoplossingen kunnen leiden tot efficiënter gebruik van het elektriciteitsnet en het realiseren van maatschappelijke en economische opgaven. Op de locatie zijn inmiddels een zonneweide, een waterstofelektrolyser met opslag en een batterijpark van 20 MW/80 MWh gerealiseerd. Dit batterijpark kan door de combinatie met een capaciteitssturend contract (CSC) ook als congestieverzachter ingezet worden. De energiehub beoogt uiteindelijk de verduurzaming van circa 500 gevestigde bedrijven mogelijk te maken, evenals ruimte te creëren voor de vestiging van ongeveer 60 nieuwe bedrijven en op termijn de lokale energievoorziening te verbinden met een nabijgelegen woonwijk. Daarmee illustreert deze praktijkcasus hoe een gebiedsgerichte aanpak, met lokale samenwerking tussen private en publieke partijen, kan bijdragen aan een robuust, flexibel en toekomstbestendig energiesysteem.

Een integrale blik op het energiesysteem is hierbij essentieel.

Waar de afgelopen jaren elektriciteit en warmte nog te vaak los van elkaar werden ontwikkeld, vraagt deze fase van de energietransitie om een integrale blik op het combineren van vraag en aanbod. De opgaven op woningbouw, mobiliteit en economie vragen het uiterste van de lokale energie-infrastructuur en kunnen daardoor alleen worden ingevuld als er concrete keuzes worden gemaakt. Keuzes die gaan over waar warmtenetten wel en niet worden ontwikkeld en hoe de piekvraag van bijvoorbeeld nieuwe woningbouw of bedrijventerreinen zoveel mogelijk kan worden gedempt, zodat er minder elektriciteitsinfrastructuur hoeft te worden aangelegd. Het handelingsperspectief voor gemeenten en provincies om de komende jaren grootschalige stappen te zetten ligt vooral bij elektrificatie (waaronder ook hybride toepassingen) en warmte. Andere energiedragers zoals groen gas en waterstof spelen alleen bij uitzondering een regionale rol.

De oprichting van het nieuwe Landelijk Ondersteuningsprogramma Energietransitie (LOE) gaat medeoverheden bij deze volgende fase ondersteunen. Door de twee Nationale Programma's Regionale Energiestrategie (RES) en Lokale Warmtetransitie samen te voegen met het Samenwerkingsprogramma Integraal Programmeren ontstaat één loket. De huidige ondersteuning op de duurzame opwekking van energie en de ontwikkeling van lokale warmte blijft bestaan. De noodzaak om tot keuzes en uitvoering van projecten te komen wordt hier als belangrijke nieuwe pijler aan toegevoegd.

Het kabinet wil uiterlijk in 2028 concrete energie-afspraken over de ontwikkeling van de decentrale kant van het energiesysteem. Het komen tot keuzes en uitvoering vraagt om heldere kaders en waar nodig een opdracht vanuit het Rijk. Deze actualisatie van het NPE vormt daarom de basis om energie-afspraken

te gaan maken met medeoverheden over de route naar 2040 en verder. De lokale context en landelijke kaders komen in deze energie-afspraken bij elkaar: gemeenten hebben het beste inzicht in de lokale balans tussen vraag en aanbod, besparingsmogelijkheden en de potentie om te flexibiliseren. Vanuit het Rijk zijn kaders nodig zodat de regionale ontwikkeling van het energiesysteem past in het nationale beeld. Bij de provincie komen deze bij elkaar, daarom wordt op provinciaal gebiedsniveau gewerkt aan het in kaart brengen van de opgave en uitwerken van de afspraken. Samenwerking aan afspraken gebeurt vanuit gezamenlijke verantwoordelijkheid met erkenning van elkaars rol. Het jaar 2027 staat in het teken van het in kaart brengen van de opgave in alle gebieden door het opstellen van energiebeelden, in 2028 worden vervolgens energie-afspraken gemaakt.

De benodigde groei van hernieuwbaar op land en ontwikkeling van SMR's (small modular reactors) zijn onderdeel van de energie-afspraken. De doorgroei van wind en zon op land is noodzakelijk om het energiesysteem betaalbaar te houden en om de ambities op het gebied van woningbouw, mobiliteit en economie waar te kunnen maken. De productie van wind op zee is niet voldoende voor de elektrificatie van heel Nederland, bovendien vraagt het transport richting het binnenland om veel ruimte en geld. Deze stevige opgave zal dus ook het uitgangspunt zijn voor het maken van energie-afspraken met het Rijk: een aanzienlijk deel van de toekomstige vraag moet worden ingevuld met decentrale opwekking van energie. In de energiebeelden wordt deze opgave concreet. In het NPE wordt uitgegaan van 75-95 GW zon-PV (incl. zon op dak), 12-14 GW wind op land en 110 GWh / 28 GW aan (4 uren) batterijen in 2040. Op termijn kunnen SMR's ook een deel van deze decentrale opwek verzorgen. De recent opgestelde kabinetsvisie op SMR's vormt hiervoor het uitgangspunt, zowel als het gaat om op welke locaties deze kunnen komen als

op welke termijn. Waar relevant zal ook de opschaling van groen gas worden meegenomen in de afspraken.

Het kabinet zet in op ondersteuning van lokale energiehubs en energiegemeenschappen die bijdragen aan de energietransitie. Collectieve oplossingen maken het mogelijk om lokale opwek en vraag naar energie beter op elkaar af te stemmen. Daarmee krijgen bedrijven en huishoudens toegang tot energie, kan energieopwekking worden gerealiseerd door betere lokale afstemming op energievraag en worden de aanwezige en toekomstige netcapaciteit en energiebronnen beter benut. Daarom zet dit kabinet in op 500 energiehubs in 2030 en is dit jaar een versnellingsagenda opgesteld met netbeheerders, Regionale Ontwikkelingsmaatschappijen (ROM's) en medeoverheden om dit mogelijk te maken. Daarnaast blijft het kabinet inzetten op energiegemeenschappen en worden de koepelorganisaties versterkt om energiegemeenschappen beter te ondersteunen bij de opbouw van een robuuste organisatie. Op deze manier kunnen ze een integrale rol spelen vanuit energieperspectief en vraag en aanbod lokaal afstemmen en maken ze lokaal zeggenschap mogelijk.

5.4 Circulariteit en materialen

De transitie naar een klimaatneutrale energievoorziening leidt tot een toenemende inzet van technologieën die sterk afhankelijk zijn van kritieke grondstoffen, zoals silicium voor zonnepanelen, lithium voor batterijen en aluminium en koper voor kabelinfrastructuur. De winning en verwerking van deze grondstoffen is wereldwijd geconcentreerd in een beperkt aantal landen, wat risico's met zich meebrengt voor de leveringszekerheid van kritieke grondstoffen en geopolitieke afhankelijkheden.

Daarnaast veroorzaakt primaire mijnbouw een aanzienlijke milieuvoetafdruk.

Voor een duurzaam en weerbaar energiesysteem is het van belang om de afhankelijkheid van primaire kritieke grondstoffen te verminderen. Het kabinet verkent daarom hoe leveringszekerheid en de grondstoffenvoetafdruk kunnen worden meegewogen in keuzes voor de inrichting van het energiesysteem en in de toepassing van circulaire principes binnen dit systeem. Het kabinet versterkt de leveringszekerheid van kritieke grondstoffen via de Nationale Grondstoffenstrategie, de uitvoering van de Europese Critical Raw Materials Act (CRMA) en het Nationaal Programma Circulaire Economie (NPCE).

De primaire vraag naar kritieke grondstoffen voor het energiesysteem kan worden verminderd door per productgroep circulaire strategieën toe te passen. Een circulaire strategie is bijvoorbeeld om kritieke grondstoffen uit Nederlandse afvalstromen terug te winnen. Een andere strategie is het materiaal-efficiënt ontwerpen van energietechnologieën. Voor elektriciteitskabels geldt bijvoorbeeld dat alternatieve isolatiemethoden intensiever gebruik mogelijk maakt, wat circa 20% besparing op primaire kritieke grondstoffen oplevert. De CRMA stelt onder meer dat in 2030 ten minste 25% van het Europese verbruik van strategische grondstoffen afkomstig moet zijn uit recycling, en vraagt lidstaten om het gebruik van primaire kritieke grondstoffen te beperken door middel van circulaire maatregelen.

In het Nationaal Programma Circulaire Economie (NPCE) zet het kabinet in op circulair ontwerp, productie en inkoop van producten met een laag aandeel kritieke grondstoffen. Dit gebeurt onder meer via maatschappelijk verantwoord inkopen

(zoals buyer groups voor zonnepanelen), via aanbestedingseisen (bijvoorbeeld voor windparken op zee) en via innovatieregingen zoals de DEI+ CE. Daarnaast moeten afvalbeheerplannen sinds kort expliciet aangeven of afvalstromen kritieke grondstoffen bevatten en in welke mate deze terugwinbaar zijn. Het kabinet verkent daarnaast hoe het gebruik van materiaal-efficiënte technologieën binnen het energiesysteem kan worden bevorderd. Recent onderzoek van Copper8, Quintel, Polaris en TU Delft⁸ verkent voor verschillende energietechnologieën hoe de benodigde hoeveelheid kritieke grondstoffen per technologie kan worden verminderd en biedt dan ook goede aanknopingspunten om mee aan de slag te gaan.

De materiaalvraag voor de opbouw van een klimaatneutraal energiesysteem kan worden verminderd door in het systeemontwerp te sturen op oplossingen met een lagere materiaalintensiteit. Bovengenoemd onderzoek door onder meer Copper8 heeft naast circulaire maatregelen per technologie ook een aantal energiesysteemkeuzes verkend die kunnen bijdragen aan het verlagen van de vraag naar kritieke grondstoffen. De voornaamste adviezen zijn in lijn met de bestaande inzet. Zo benadrukt het rapport het belang van energiebesparing en het beter op elkaar afstemmen van vraag en aanbod. Vooral het verlagen van de piekvraag naar elektriciteit kan volgens de onderzoekers bijdragen aan het verlagen van de vraag naar kritieke grondstoffen. Bijvoorbeeld inzet op flexibiliteit aan de vraagkant (*demand side response*) kan de behoefte aan materiaalintensieve batterijcapaciteit doen afnemen. Ook een zo groot mogelijke inzet op warmtenetten kan bijdragen aan het verlagen van de vraag naar kritieke grondstoffen. Deze inzet sluit aan bij de koers van dit NPE.

Het kabinet neemt de voortschrijdende inzichten uit relevante onderzoeken wat betreft kritieke grondstoffen mee in het beleid omtrent de ontwikkeling van het energiesysteem.

Vanaf de klimaat- en energienota van 2027 beoogt het kabinet jaarlijks te rapporteren over de voortgang wat betreft circulariteit en materialen. In het volgende volledige NPE in 2029 zal dit thema ook integraal worden meegenomen in het lange termijn beeld voor het energiesysteem.

5.5 Innovatie

Innovatie is essentieel voor het ontwikkelen van een weerbaar, betaalbaar en duurzaam energiesysteem, en versterkt de Nederlandse strategische autonomie. Om een klimaatneutrale samenleving in 2050 te realiseren moet minimaal één derde van de benodigde CO₂-reductie komen van technologieën die nu nog niet commercieel beschikbaar zijn. Rapporten zoals die van Draghi en Wennink schetsen het belang van innovatie, niet alleen voor behalen van duurzaamheidsdoelen, maar ook voor Nederlands verdienvermogen en onderschrijven de kabinetsambitie om 3% van het BBP te besteden aan R&D. De overheid heeft hierin een belangrijke taak om financiële risico's te mitigeren en private investeringsbeslissingen te stimuleren door ondersteuning met subsidieregelingen. Daarnaast heeft dit kabinet specifieke aandacht voor doorbraaktechnologieën.

⁸ Copper8, Quintel, Polaris en TU Delft (2026). Circulaire strategieën voor het energiesysteem.

Het kabinet vertaalt het NPE door in het innovatiebeleid.

In de vormgeving van het energie-innovatie instrumentarium kijkt het kabinet continu naar nieuwe ontwikkelingen. Op basis van het NPE en aan de hand van onder andere geopolitieke ontwikkelingen of nieuwe wetenschappelijke inzichten signaleert het kabinet jaarlijks prioriteiten. De langetermijnkoers, op welke vraagstukken en innovaties het beleid zich de komende jaren moet richten, wordt vastgelegd in de Integrale Kennis en Innovatie-Agenda voor Klimaat & Energie (IKIA K&E). Binnenkort start het herijkingstraject voor de nieuwe IKIA K&E 2028-2031.

Er komt meer aandacht voor systeemvraagstukken en knelpunten om de volgende schaalsprong in de transitie mogelijk te maken. De energietransitie is in een nieuwe fase beland, waarbij de randvoorwaarden steeds vaker gaan knellen. Dit vraagt om een verschuiving van voornamelijk op techniek en kennisontwikkeling georiënteerde innovaties naar een focus op complexe systeemvraagstukken, zoals netcongestie, strategische autonomie en weerbaarheid. Voorbeelden hiervan zijn de inzet van energiehubbs, slimme vraag- en aanbodsturing en digitalisering. Ook de opschaling van technologieën, zoals CCS en vergas-sing, vraagt in deze fase aandacht.

5.6 Ruimte

Voldoende fysieke ruimte is essentieel voor een voort-varende transitie en een betaalbaar energiesysteem. De energietransitie gaat gepaard met een grote ruimtelijke impact. Dat geldt niet alleen voor de bovengrond, maar ook voor de diepe ondergrond, die een steeds belangrijkere rol speelt in het energiesysteem. Het is daarom belangrijk het ruimtebeslag te beperken waar mogelijk en onderdelen zorgvuldig in te passen.

Uitgangspunten hiervoor uit het NPE 2023 die voortkomen uit de Nationale Omgevingsvisie, zijn hierbij onverminderd relevant, zoals inzet op energie-efficiëntie en gebruik dichtbij opwek van energie. Het is nu al steeds lastiger om plekken te vinden waar de noodzakelijke energie-infrastructuur uitgebreid kan worden en het is een langjarig proces om tot locatiebesluiten te komen. Het opschalen van bijvoorbeeld hernieuwbaar aanbod op bepaalde locaties vraagt niet alleen ruimte voor verbindingen en stations, maar vraagt ook ruimte voor een tijdige ontwikkeling van vraag en balanceerfuncties (zoals batterijen en elektrolyzers). De juiste energiemix op het juiste moment op de juiste plek vraagt om coördinatie in de ruimte, tijd en in de typen energiefuncties. Veel energieprojecten komen samen in- en rond energie-intensieve clusters en/of rond hoogspanningsstations. Het is noodzakelijk dat zij tegelijk en in de buurt van elkaar beschikbaar komen om goed te functioneren.

Locatiesturing is nodig om netkosten en uitvoeringscapaciteit te beperken. Onvoldoende ruimte om de noodzakelijke onderdelen van het energiesysteem in te passen, kan leiden tot aanzienlijke uitbreidingen in energie-infrastructuur en daarmee hogere maatschappelijke kosten en een grotere ruimtelijke impact. Via het Programma Energiehoofdstructuur geeft het kabinet vorm aan de locatiesturing op nationale onderdelen van het energiesysteem op land en zet het kabinet in op ruimtelijke reserveringen op strategische locaties voor het energiesysteem van de toekomst. In het Programma Noordzee wordt de ruimte voor het energiesysteem op zee geborgd en via het Programma Duurzaam Gebruik Diepe Ondergrond worden locatiekeuzes vastgelegd voor de inzet van de diepe ondergrond op land voor de energietransitie en grondstoffenvoorziening. Waar de diepe ondergrond van oudsher wordt benut voor de winning van aardgas, aardolie en zout, is deze ook essentieel voor

toepassingen zoals aardwarmte, de opslag van waterstof en de permanente opslag van CO₂.

Het kabinet intensificeert de ruimtelijke sturing en verkent nieuwe instrumenten.

Steeds meer energieprojecten worden parallel aan elkaar reactief ingepast en vergund. Het grootste deel van deze projecten landt in dezelfde gebieden en een groot deel van de projecten is randvoorwaardelijk aan elkaar. Gezien de sterke toename van het aantal projecten en de schaarse ruimte lijkt de huidige werkwijze op termijn niet meer uitvoerbaar te zijn. Trage ruimtelijke besluitvorming en realisatiekracht dreigen een belangrijke bottleneck te worden voor de energietransitie. Het kabinet zet in lijn met de Ontwerp-Nota Ruimte in op het proactief planologisch anticiperen op verwachte noodzakelijke uitbreidingen voor het energiesysteem. In het formatierapport 'Routes naar Realisatie' zijn verschillende opties daarvoor uitgewerkt.⁹ Daarnaast zet het kabinet in op versnelling van de benodigde (ruimtelijke) processen en procedures.

Het NPE geeft richting aan ruimtelijke inrichting en andersom geven ruimtelijke beperkingen en kansen richting aan het NPE.

De systeemkeuzes die in het NPE worden vastgelegd geven verder richting aan de ruimtelijke ontwikkelingen in het energiesysteem en daarmee programma's als het PEH en het programma Verbindingen Aanlandingen Wind Op Zee (pVAWOZ). Andersom is de afgelopen jaren duidelijk geworden dat niet alles zomaar kan in Nederland. Systeemkeuzes op nationaal niveau kunnen op lokaal niveau tot grote belemmeringen aanlopen in de uitvoering. Zo is de opschaling van aanlanding van wind op zee aan de kust steeds moeilijker inpasbaar vanwege ruimtelijke, ecologische en technische beperkingen.

Daarom wordt het NPE opgesteld in wisselwerking met ruimtelijke programma's zoals PEH, en de Nota Ruimte, en worden keuzes zoveel mogelijk in samenhang uitgewerkt.

Ook op regionaal niveau is ruimtelijke programmering nodig.

Op regionaal niveau maken provincies en gemeenten keuzes over de verdere ontwikkeling van het regionale energiesysteem. Provinciale energievisies die kijken naar de verwachte vraag, aanbod en benodigde energie-infrastructuur zijn een eerste goede stap naar een integrale blik op energie in de regio. Ook ruimte wordt hierin meegewogen, zodat het energiesysteem en ruimtelijke ontwikkelingen veel meer in samenhang worden geprogrammeerd. Keuzes over waar ruimtelijke ontwikkelingen plaatsvinden, zoals bedrijventerreinen, woningbouw of hernieuwbaar op land, leiden ook tot een infrastructuurbehoefte. Het is belangrijk dat bij het plannen van ruimtelijke ontwikkelingen ook de benodigde ruimte voor energie-infrastructuur wordt meegewogen en dit ook concreet te vertalen in omgevingsbeleid.

5.7 Integrale sturing vanuit klimaat- en energiecycclus

De komende periode ontwikkelt het kabinet de klimaat- en energiecycclus verder om de integraliteit te verbeteren.

Het kabinet vindt het belangrijk om integraal te kijken naar maatschappelijke uitdagingen. Dit geldt zeker ook voor de klimaat- en energietransitie. Beide hangen heel nauw samen, maar verschillen in scope ook net weer van elkaar. Het kabinet

⁹ Ministerie van Klimaat en Groene Groei (2025) 'Routes naar realisatie. Keuzes voor het klimaat en de energietransitie' Kamerstuk 32813, nr. 1543.

gebruikt de klimaat- en energiecycclus om dit geheel in samenhang te bezien om slimme maatregelen te kiezen. Daarom bekijkt het kabinet hoe de planvorming en verantwoording integraler kan worden gedaan. Een voorbeeld hiervan is dat de verplichte klimaatnota (op basis van de Klimaatwet) en de verplichte energienota (op basis van de Energiewet) als integrale Klimaat- en Energienota wordt gepubliceerd. Richting een nieuw NPE en Klimaatplan in 2029 bekijkt het kabinet ook nog verder hoe samenhang en integraliteit nog beter kunnen. Daarnaast kijkt het kabinet ook nadrukkelijk naar hoe de uitdagingen rondom circulariteit en materialen beter in het klimaat- en energiebeleid te integreren.

Duidelijker lange termijn pad voor alle sectoren biedt een basis voor logische maatregelen de komende jaren. De focus voor maatregelen verschuift steeds sterker naar de periode na 2030. Het kabinet wil hierbij blijven werken vanuit een duidelijk lange termijn beeld. Om op basis daarvan logische maatregelen te kunnen nemen die daarbij passen. Met dit NPE legt het kabinet dit pad neer voor het energiesysteem tot 2040. Maar het kabinet wil dit verder uitbreiden. Hiertoe werkt het kabinet in 2027 sectorale transitiepaden naar klimaatneutraliteit uit. Deze transitiepaden zullen voortbouwen op wat er al ligt in dit NPE en in het Klimaatplan 2025-2035. Ze zullen ook de basis vormen voor de herziening van het Klimaatplan en het nieuwe NPE in 2029. Het PBL verkent hierbij hoe zij hun reflectie op deze transitiepaden kunnen geven, met mogelijk in 2027 naast de KEV een eerste (kwalitatieve) reflectie. In 2029 beoogt PBL een KEV uit te brengen in de vorm van een lange termijn verkenning die gebruikt kan worden ter ondersteuning van het beleid rond een nieuw Klimaatplan en NPE en waarin het PBL reflecteert op de transitiepaden en wat er nodig is om op koers te komen of te blijven.

5.8 Doorgaande dialoog

Het energiesysteem raakt aan iedereen in Nederland en dus is de maatschappelijke dialoog over de transitie belangrijk.

Bij het opstellen van deze actualisatie van het NPE is met een breed scala aan stakeholders en experts gesproken. En het kabinet is er dan ook van overtuigd dat hier een plan ligt waarmee de samenleving vooruit kan. Tegelijk is er ook nog veel uitwerking nodig, zullen er in de praktijk knelpunten zijn of nieuwe inzichten de komende jaren. Daarom wil het kabinet in gesprek blijven. Zowel tussen kabinet en parlement, als met de samenleving, maatschappelijke partijen en belanghebbenden.

Jaarlijks rapporteert het kabinet over de voortgang van het NPE in de klimaat- en energienota. Ook over deze jaarlijkse rapportage wordt met belanghebbenden gesproken. Zo borgt het kabinet dat het signalen uit de samenleving en bedrijfsleven opvangt en begrijpt waarom bepaalde ontwikkeling goed of juist moeizaam gaan.



6.

Beleidsagenda kabinetsperiode 2026-2029

De komende jaren zal het kabinet veel besluiten moeten nemen om de energietransitie vorm te geven. Het is belangrijk dat de juiste besluiten tijdig worden genomen. Daarom heeft het kabinet bij dit NPE een beleidsagenda opgenomen met de belangrijkste besluiten die de komende jaren genomen moeten worden. Het NPE geeft hier richting aan, maar het is geen blauwdruk. Zo kan bij verdere uitwerking blijken dat er voor bepaalde besluiten knelpunten zijn (bijvoorbeeld ruimtelijk, uitvoeringskracht of budgettair). Daarnaast kunnen ook nieuwe ontwikkelingen plaats vinden, waardoor de gewenste beleidsinzet net anders is. Over een deel van de besluiten moet ook nog budgettaire besluitvorming plaatsvinden. Het opnemen van een besluit in de beleidsagenda betekent dus niet op voorhand dat het besluit ook op dat moment genomen kan worden en de maatregel doorgevoerd kan worden. Randvoorwaarden zullen daarvoor op orde moeten zijn.

Deze agenda geeft de kern weer van de besluiten die nodig zijn voor de opbouw van het toekomstig energiesysteem en is daarmee niet uitputtend voor het volledige energiebeleid.

Kleinere besluiten zijn niet opgenomen om het overzichtelijk te houden. Ook is in het overzicht gekozen voor een focus op besluiten die nodig zijn voor de opbouw van het fysieke energiesysteem van de toekomst. Meer overkoepelende thema's zoals weerbaarheid en circulariteit zijn om die reden niet opgenomen. Wat dus niet wil zeggen dat die thema's voor dit kabinet minder belangrijk zijn of dat er geen beleidsinzet is. Deze beleidsagenda heeft daarnaast als scope besluiten die binnen de huidige kabinetsperiode vallen.

Actie	Kernbesluiten kabinetsperiode 2026-2029
1 Elektrificatie sectoren <i>NPE: gemiddelde groei ca. 10 TWh/jaar</i>	• 2026 Elektriciteitskosten industrie verlagen en harmoniseren buurlanden (IKC en envelop tegemoetkoming elektriciteitsprijs bedrijven) • 2026-2032 Stimulering elektrificatie via jaarlijkse ronde SDE++ • 2029 Normering hybride, slimme verwarmingsinstallaties gebouwde omgeving
2 Netcongestie <i>NPE: Maximale inzet op oplossen netcongestie zodat elektrificatie doorgang kan vinden</i>	• 2026 Doorbraakmaatregelen (sneller bouwen en beter benutten) netcongestie uitvoeren • 2026 Visie geïntegreerde aanpak datacenters • 2026-2028 Implementatie Wetgevingsprogramma netcongestie naar de Tweede Kamer • 2029 Slimme warmtepompen en laadpalen als norm
3 Wind op zee <i>NPE: Stabiele uitrol wind op zee, gericht op minimaal 30 GW in 2040 en verkenning doorgroei naar 40GW rond 2040</i>	• 2026 Vaststellen ruimte in Partiele Herziening Programma Noordzee 2022-2027 • 2026 Wind op zee 2 GW tender (TOWOZ) • 2026 Besluit over aanlandlocaties (VAWOZ) en vervolgvakenning diepe aanlandingen • 2027 Wet CfD voor wind en zon van kracht • 2027-2030 Jaarlijks besluit over tender 2 GW wind op zee • 2028 Besluit ruimte Programma Noordzee 2028-2033 en investeringsbeslissing TenneT platforms
4 Kerncentrales (incl. SMR's) <i>NPE: 1e en 2e centrale operationeel in 2040, routekaart 7 GW richting 2050</i>	• 2026 Routekaart 7 GW 2050 • 2026 Locatiekeuze 1e en 2e kerncentrale • 2028 Afsluiten contract technologieleverancier 1e en 2e centrale • 2028 Besluit over doorgroei kernenergie (mogelijke 3e en 4e centrale of SMR's)
5 Voorzieningszekerheid en flexibiliteit <i>NPE: Invoering CRM en stellen indicatieve doelen voor flexibiliteit</i>	• 2026 Besluit invoering marktbreed capaciteitsmechanisme • 2027 Indicatieve doelen stellen voor bredere flexibiliteit in het systeem • 2029 Tijdsafhankelijke transporttarieven voor kleinverbruikers • 2028-2029 Herijking toekomstige behoefte en verduurzamingspad regelbaar vermogen • 2028-2030 Introductie jaarlijkse veiling marktbreed capaciteitsmechanisme (CRM)

Vervolg op de volgende pagina

Actie	Kernbesluiten kabinetsperiode 2026-2029
6 Energie-afspraken regio's en doorgroei hernieuwbaar op land <i>NPE: hernieuwbaar op land groeit door tot 12-14 GW wind op land en 75-95 GW zon op land in 2040</i>	• Start samenwerking vooruitlopend op de officiële start van het Landelijk Ondersteuningsprogramma Energietransitie (LOE) in 2028 • 2027 Maken van provinciale energiebeelden en duidelijkheid over invulling opgave hernieuwbaar op land • 2027 Openstellen CfD voor hernieuwbaar op land • 2027 Een Nationale ruimtelijk-economische strategie voor de energie-intensieve haven- en industrieclusters (incl. energiebeeld) • 2027-2028 Bestuurlijke energie-afspraken tussen rijk en medeoverheden over doorontwikkeling energiesysteem tot 2040
7 CCS <i>NPE: startvolume Aramis (7.5Mt per jaar) in 2030 operationeel</i>	• 2026 -2032 Passende stimulering realisatie CCS-projecten in de SDE++ • 2027 FID Aramis (aandeelhoudersgoedkeuring EBN en Gasunie) • 2027-2028 Afspraken met buurlanden over gezamenlijke risicodekking DRC/DSC • 2027 Strategie voor afvangprojecten reststromen, waaronder afvalverbrandingsinstallaties en restgassen industrie
8 Waterstof <i>NPE: basissysteem van import, elektrolyse (ca. 3-4 GW), transport en opslag in 2035</i>	• 2026-2027 Vaststellen uitrolplan en tarieven landelijk waterstoftransportnet • 2027 Besluit over verdere uitbouw waterstofopslag na caverne 1-4 • 2027 Besluit additionele subsidies productie en import • 2027 Besluit over hoogte brandstoftransitieverplichting inclusief de raffinageroute na 2030
9 Duurzame koolstof <i>NPE: Verantwoorde afbouw fossiele koolstof en opschaling duurzame koolstof. Volledig circulair in 2050</i>	• 2026 Doorontwikkelen EU-instrumentarium opschaling productie duurzame koolstof en vraagcreatie chemie (o.a. Critical Chemical Alliance) • 2026 Verbreden energiediplomatie naar duurzame koolstof • 2026 Keuze stimuleren (o.a. SDE++) productie duurzame brandstoffen zee- en luchtvaart • 2026 Herziening beleidsinzet groen gas om verdere opschaling te borgen • 2027 Beoogde inwerkingtreding wetsvoorstel bijmengverplichting groen gas • 2027 Besluit aanvullend beleid koolstofverwijdering
10 Collectieve warmtenetten <i>NPE: 200.000 nieuwe aansluitingen in 2030 en 2,6 mln in 2050</i>	• 2026 NDW gereed en start voorbereiding deelname in warmtebedrijven • 2026-2030 Inzet WIS voor opschaling warmtenetten richting 200.000 nieuwe aansluitingen in 2030 • 2029/2030 Implementatie kostengebaseerde tariefregulering

Actie	Kernbesluiten kabinetsperiode 2026-2029
11 Verbeteren systeemsturing <i>NPE: verbeteren integrale systeemsturing</i>	• 2026 Afspraken Rijk-netbeheerders over verbeteren scenario-ontwikkeling en maken integrale systeemplanning • 2027 Besluit doorontwikkeling MIEK en beleidsinzet voor brede systeemprogrammering • 2027 Besluit intensivering ruimtelijke sturing (grondverwerving en -reserveringen) • 2028 PEHII (grondreserveringen, besluit voorkeursgebieden kernenergie, flexfuncties, diepe aanlanding/HVDC)

Dit is een uitgave van Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Eerste druk, september 2026

Vormgeving: Public Cinema

Druk- en bindwerk: Xerox

Dank aan alle betrokkenen bij de totstandkoming van dit document.



Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Nationaal Plan Energiesysteem Actualisatie 2026

Verdiepingsdocument



Inhoud

1. Internationale context en Europees 2040-beeld	6	5. Herijking waterstofketen	82
1.1 Internationale context en het Nederlandse energiesysteem	6	5.1 Waterstof in de energietransitie: een onmisbare maar scherper geprioriteerde rol	82
1.2 Nederlandse inzet op mondiaal niveau	6	5.2 De situatie nu: waterstof als lokale industriële markt	83
1.3 Nederlandse inzet op Europees niveau	10	5.3 Het kip-ei-probleem en het kabinetsbeleid om dit te doorbreken	84
1.4 Nederlandse inzet op bilateraal en regionaal niveau	16	5.4 Ontwikkelrichtingen vraag naar waterstof tot en met 2040	88
2. Energievraag industrie	18	5.5 Aanbod van waterstof in 2040	96
2.1 Inleiding	18	5.6 Kritieke tijdspaden voor infrastructuur en aanbod	104
2.2 Hoofdboodschappen	19	5.7 Belangrijkste ontwikkelrichtingen na 2040	108
2.3 Verduurzamingsroutes industrie	24	6. Verdieping koolstofketen	110
2.4 Energievraag en koolstofstromen industrie	33	6.1 Inleiding	110
3. Energievraag mobiliteit	36	6.2 Verwachte vraag naar duurzame koolstofdragers in 2040	110
3.1 Inleiding	36	6.3 Totale vraag 2040 in relatie tot beschikbaar aanbod	117
3.2 Ontwikkeling energiedragers totale mobiliteitssector richting 2040	37	6.4 Opschaling aanbod duurzame koolstofdragers	120
3.3 Binnenlandse mobiliteit	37	7. Verantwoorde afbouw van fossiel	122
3.4 Internationale mobiliteit	43	7.1 Waarom een verantwoorde afbouw van fossiel	122
3.5 Netcongestie	46	7.2 Afbouw fossiel binnen kader van transitie energiesysteem	124
3.6 Kansen mobiliteit voor het energiesysteem	47	7.3 Vraagstukken bij afbouw van kolen, aardgas en olie	126
4. Herijking elektriciteitsketen	48	7.4 Transitietoepassingen kenmerken zich door opbouw én afbouw	136
4.1 Een nieuwe fase van de energietransitie	48	7.5 Conclusie: verantwoorde afbouw van fossiel vereist verdere inzet	138
4.2 Het belang van voortvarende elektrificatie	50		
4.3 Mogelijkheden voor elektrificatie binnen beperkingen elektriciteitsnet	60		
4.4 Aanbodontwikkeling	64		
4.5 Flexibiliteit	70		
4.6 Regelbaar vermogen	77		

8. CCS	140	11. Kosten energiesysteem	166
8.1 De CCS-keten en rol in het energiesysteem	140	11.1 Inleiding	166
8.2 CCS: behoefte aan CO ₂ afvang	142	11.2 De kostenstructuur en de totale kosten van het toekomstig energiesysteem	169
8.3 CO ₂ -transport op zee en op land	146	11.3 Verlagen van de totale kosten van het energiesysteem	172
8.4 CO ₂ opslag	149	11.4 Het uitgangspunt dat de eindgebruiker betaalt blijft een belangrijk vertrekpunt	176
9. Decentrale energie-oplossingen	152	11.5 De (toekomstige) ontwikkeling van de overheidsbegroting	182
9.1 Het toekomstig energiesysteem wordt gebouwd op decentrale energie-oplossingen	152	11.6 Uitgangspunten voor beleid	183
9.2 Een gebiedsgerichte benadering is essentieel	152		
9.3 Doorgroei van decentrale energieproductie is cruciaal	154	Bijlage Toelichting methodologie en cijferbasis	
9.4 Opschaling van lokale warmtesystemen is belangrijk in de mix van warmteoplossingen	155	Actualisatie NPE	186
9.5 Het Rijk doet dit samen met medeoverheden en netbeheerders	157	B.1 Methodologie	187
9.6 Ruimte, randvoorwaarden en faciliterende marktregels voor initiatief	157	B.2 Illustratieve beelden van het gehele energiesysteem	189
9.7 De energietransitie is van en voor iedereen	158	B.3 Elektriciteitsketen	197
		B.4 Waterstofketen	202
		B.5 Duurzame koolstofketen	206
		B.6 Verantwoorde afbouw fossiel	212
10. Versterken systeemsturing	160	B.7 Gedetailleerde uitgangspunten en aannames cijferbeeld	214
10.1 De noodzaak van systeemsturing	160	B.8 Aannames efficiëntieverbetering en energiebesparing	218
10.2 Versteven van locatiesturing	160	B.9 Aannames waterstofketen	219
10.3 Versteven van sturing op realisatie in de tijd	161	B.10 Aannames koolstofketen	220
10.4 Versteven van de uitgangspunten voor en toepassing van langetermijnsceario's	162	B.11 Aannames warmteketen	221
10.5 Rollen en verantwoordelijkheden in de realisatie van het energiesysteem	163		

Leeswijzer

Dit Verdiepingsdocument vormt samen met het Hoofddocument de actualisatie van het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE).

In dit Verdiepingsdocument staat een nadere uitwerking en onderbouwing van de inhoudelijke lijnen uit het Hoofddocument. Het doel is om hiermee meer duiding te geven over de thema's uit de actualisatie, hoe het beeld van het energiesysteem voor 2040 in elkaar zit en op basis van welke aannames en uitgangspunten dit beeld tot stand is gekomen. Deze actualisatie van het NPE heeft een beperkte scope en gaat daarmee niet in op alle thema's van het Nationaal Plan Energiesysteem zoals die in de eerste versie uit 2023 zijn opgenomen. De hoofdstukken in dit Verdiepingsdocument passen dus bij de focus van deze actualisatie: thema's waarop sinds 2023 dermate veel ontwikkelingen zijn geweest dat ze hier worden uitgewerkt. Andere thema's komen weer terug in de volledige herziening van het NPE over ruim twee jaar.

In de bijlage over de cijferbasis van dit Verdiepingsdocument wordt de kwantitatieve basis van deze actualisatie nader toegelicht. Hierin staan ook de methodologische uitgangspunten en aannames die gebruikt zijn voor het maken van deze cijferbasis.



1.

Internationale context en Europees 2040-beeld

1.1 Internationale context en het Nederlandse energiesysteem

De ontwikkelingen in andere landen, evenals de geopolitieke orde en onderlinge afhankelijkheden binnen de EU, hebben grote invloed op het Nederlandse energiesysteem.

Wereldwijd breken duurzame opties door. Tegelijkertijd zien we dat andere landen meer nadruk leggen op weerbaarheid en afhankelijkheden. In de context van de mondiale en Europese energietransitie is het van cruciaal belang voor Nederland om zowel adaptief te zijn waar het gaat om internationale ontwikkelingen, als proactief in te blijven zetten op strategische partnerschappen. Het is van groot maatschappelijk belang dat we ons energiesysteem snel aanpassen, onze weerbaarheid versterken en zorgen dat iedereen hierin kan meedoen. Het kabinet richt zich voor internationale energiesamenwerking op een aantal strategische thema's, zodat we bestaande importketens kunnen diversifiëren, nieuwe ketens kunnen ontwikkelen en onze kennis- en concurrentiepositie kunnen versterken. Ook kan Nederland hierdoor specifieke oplossingen, waaronder onze technologieën, systeemvisie en standaarden, sterker internationaal positioneren.

Dit hoofdstuk bouwt voort op de internationale koers die geschetst is in het NPE (2023). Het beschrijft de belangrijkste recente internationale inzichten en strategische richting die het

kabinet op internationaal vlak inzet in de huidige geopolitieke context. Dit hoofdstuk behandelt achtereenvolgens de internationale context, de inzet op mondiaal niveau, de inzet op Europees niveau en de afspraken op bilateraal niveau.

1.2 Nederlandse inzet op mondiaal niveau

Het kabinet zet, gegeven de toenemende complexiteit in geopolitieke relaties, in op het vergroten van de energie-onafhankelijkheid en het verminderen van risicovolle strategische afhankelijkheden. De wereldorde wordt steeds meer multipolair, met een toenemende complexiteit in geopolitieke relaties en economische macht. Dit heeft gevolgen voor de energietransitie in Nederland en Europa. In een steeds meer verdeeld geopolitiek landschap is blijven inzetten op de energietransitie een kans om duurzaamheid, leveringszekerheid en energiezekerheid te borgen, én daarbij tegelijkertijd strategische autonomie te waarborgen. Betrouwbare en duurzame energie is essentieel om de economische concurrentiepositie van Nederland te behouden en te versterken. Daarbij is het mogelijk om de relatieve betaalbaarheid te verbeteren gezien het huidige, relatief grote kostenverschil voor energie in de EU ten opzichte van landen als de Verenigde Staten en China. De concurrentiepositie staat onder druk, vooral in de industrie, en vraagt om een sterke en veerkrachtige energievoorziening.

Tekstbox 1: Wereldwijde scenario's voor energieontwikkelingen

De toekomst van het mondiale energiesysteem is van verschillende factoren afhankelijk, zoals geopolitieke verschuivingen, technologische doorbraken en specifieke beleidskeuzes. Welke kant het systeem zich precies op beweegt en hoe snel dit gaat, is daardoor lastig te voorspellen. Om overkoepelende mondiale trends en ontwikkelingen mee te kunnen wegen in dit geactualiseerde NPE, is voor de totstandkoming van de Nederlandse inzet op internationaal niveau een vergelijkende analyse uitgevoerd van recente rapporten (onder andere van de IEA, DNV en Shell) die zich richten op wereldwijde scenario's voor energieontwikkelingen.

Hieruit blijkt dat de scenario's significant uiteenlopen in snelheid en focus. In sommige scenario's, waarin economische rationale leidend is, zien we een snelle verdringing van fossiel door goedkope hernieuwbare energie. In andere scenario's, gedomineerd door geopolitieke spanningen en fragmentatie, zien we juist dat de focus op nationale energiezekerheid leidt tot een tragere transitie en een langer behoud van fossiele brandstoffen.

Dwars door deze verschillen zijn drie robuuste trends zichtbaar, die de randvoorwaarden vormen voor de Nederlandse inzet:

1. In vrijwel alle toekomstbeelden **groeit de vraag naar elektriciteit** explosief, gedreven door de lage kosten van zon en wind. Elektronen worden de ruggengraat van het systeem. De beperkende factor verschuift hierbij wereldwijd van de opwekking van energie naar de infrastructuur.
2. Hoewel de vraag naar olie en gas naar verwachting rond 2030 piekt, **blijft de mondiale vraag naar fossiel hoog tot ver na 2030**, met name in de industrie en internationale mobiliteit. Een verwachte mondiale toename van LNG-aanbod rond 2030 kan tijdelijk zorgen voor lagere prijzen, maar brengt risico's op nieuwe 'lock-in' effecten en we moeten waakzaam blijven voor nieuwe afhankelijkheden. In bijna alle internationale scenario's op basis van voorgenomen beleid (met uitzondering van 'net zero-scenario's') blijft het aandeel fossiel energiegebruik in 2050 nog hoog.
3. Waar energiezekerheid in de 20e eeuw vooral draaide om toegang tot olie en gas, verschuift dit in de 21e eeuw naar het hebben van voldoende **toegang tot technologie en kritieke grondstoffen** (zoals koper en lithium). De mondiale concurrentie neemt toe, waarbij productieketens zich vaak concentreren in een beperkt aantal landen.

De Russische inval in Oekraïne, en de daaropvolgende afbouw van Russische gasimporten, hebben aangetoond hoe kwetsbaar eenzijdige afhankelijkheden zijn. Energie kan snel als geopolitiek drukmiddel worden ingezet, wat de kwetsbaarheid van Nederland en Europa aantoont. Dit benadrukt de noodzaak van diversificatie van importstromen en het investeren in

betrouwbare, duurzame energiebronnen, zowel op nationaal als internationaal niveau. Door het vergroten van de Nederlandse en Europese energieonafhankelijkheid verkleinen we risico's voor huishoudens en industrie. Hierdoor vergroten we de voorzieningszekerheid en verkleinen we de impact van onvoorspelbare marktprijzen en eventuele prijspieken veroorzaakt door

geopolitieke spanningen. Dit doet het kabinet in deze actualisatie van het NPE langs zes lijnen:

1. **Energiebesparing**, omdat energie die niet wordt gebruikt ook niet geproduceerd of geïmporteerd hoeft te worden.
2. De **eigen duurzame energieproductie opschalen** en sturen op voldoende beschikbaarheid van duurzame energie op de Europese markt.
3. Het **verminderen van risicovolle strategische afhankelijkheden** voor zowel hernieuwbare energie als fossiele brandstoffen door het aanbod (zowel nationaal als uit import) op de korte termijn te vergroten en met het oog op de lange termijn het gebruik van fossiele brandstoffen verantwoord af te bouwen.
4. Een **importstrategie met diversificatie van bronnen** voor duurzame energiedragers en grondstoffen en het beperken van afhankelijkheden in de toeleveringsketens (zie ook paragraaf 1.2).
5. Gericht **investeren in energie-infrastructuur** om de inpassing van variabele duurzame bronnen tijdig te faciliteren en toekomstige leveringsknelpunten te voorkomen.
6. Het actief aanjagen van de **vraag naar schone energiedragers** en koolstofarme producten, om zo een stabiele afzetmarkt te creëren die de noodzakelijke langetermijninvesteringen voor de verduurzaming van de industrie en transport rendabel maakt.

Nederland kan significante stappen zetten in het verbeteren van de energieonafhankelijkheid door met zon, wind, kernenergie, groengas en aardwarmte veel elektriciteit en warmte zelf te produceren. De sectoren gebouwde omgeving, landbouw (m.n. glastuinbouw) en wegmobiliteit in Nederland kunnen daarmee in 2050 in grote mate energieonafhankelijk worden. Voor deze sectoren geldt namelijk dat zij uiteindelijk bijna uitsluitend gebruik zullen maken van elektriciteit en/of warmte uit lokale duurzame warmtebronnen. Dit is in lijn met het Draghi-rapport 'The future of European competitiveness', waarin wordt benadrukt dat Europa in het kader van energieonafhankelijkheid en concurrentiekracht het meest gebaat is bij een snelle energietransitie en opbouw van schone energie.

Het helpt Nederland direct als meer landen wereldwijd fossiel verantwoord afbouwen en investeren in duurzame energietoepassingen. Een wereld die langer aan fossiel vasthoudt, is een wereld waarin Nederland structureel afhankelijk blijft van een markt waar we importafhankelijk zijn van een beperkt aantal leveranciers en die door geopolitieke ontwikkelingen volatiel kan reageren en landen die energie als drukmiddel kunnen inzetten. De analyses van de internationale vooruitzichten (zie tekstbox 1) laten zien dat, zonder extra beleid, fossiele brandstoffen nog decennialang dominant kunnen blijven - met alle klimaat- en directe leveringsrisico's van dien. Wereldwijde verantwoorde afbouw van fossiel creëert mondiale markt voor duurzame technologieën, waar Nederland een sterke exportpositie in heeft. Door mondiaal in te zetten op verantwoorde afbouw dragen we bij aan de kanteling naar een economie die draait op technologie, kennis en diversifieerbare stromen. Diversificatie van import (zie ook paragraaf 1.2) betekent in de praktijk dat

¹ European Union. (2025). The future of European competitiveness.

we onze afhankelijkheid van enkele staten die veel gas en olie produceren inruilen voor een breder portfolio aan leveranciers van o.a. biogene bronnen en waterstofderivaten, waarmee we onze leveringszekerheid vergroten.

Om deze koers kracht bij te zetten, heeft het kabinet een actieve mondiale inzet: het bouwen van coalities voor de wereldwijde opbouw van schone ketens en de verantwoorde afbouw van fossiel. Concreet blijft Nederland zich onverminderd inspannen om de mondiale energiedoelen van ‘tripling renewables’ en ‘doubling energy efficiency’ in 2030 binnen bereik te houden. Daarbij neemt ons land het voortouw in internationale coalities en specifieke COP-initiatieven om stevige afspraken te maken over het verantwoord afbouwen van de mondiale vraag naar fossiel en de daaraan gekoppelde subsidies. Waar opportuun koppelt Nederland deze diplomatieke inzet aan strategische partnerschappen voor de opbouw van importketens voor hernieuwbare waterstof(dragers), duurzame koolstofdragers en kritieke grondstoffen. Op deze manier gaat de opbouw van het nieuwe, schone energiesysteem hand in hand met de verantwoorde afbouw van het fossiele systeem.

Naast deze inzet op diversificatie vereist de huidige geopolitieke realiteit dat we ons proactief wapenen tegen acute crises door strategische ‘airbags’ in het energiesysteem in te bouwen. Dit betekent een verschuiving naar een systeem waarin robuustheid, redundantie en brede strategische voorraden steeds zwaarder wegen, en niet uitsluitend gekeken wordt naar prijsefficiëntie. Hierbij is balans noodzakelijk, omdat het volledig afdekken van alle risico’s onbetaalbaar is. Het versterken van Europese samenwerking helpt om risico’s te verminderen en kosten te beheersen. Omdat energie als drukmiddel kan leiden tot volatiele markten en prijsschokken, kiest het kabinet ervoor om bij toekomstige prijsfluctuaties ook de essentiële prikkel tot

energiebesparing te behouden. Dit kan in de toekomst bijdragen aan minder noodzaak tot generieke compensatiemechanismen.

Nederland blijft, nationaal en in EU-verband, inzetten op mondiale partnerschappen om de randvoorwaarden voor de energietransitie te verbeteren. Nederland zet zich daarnaast ook in mondiaal verband actief in voor de verduurzamingsopgave om de mondiale opwarming te beperken tot maximaal 1,5 graad. De energietransitie vereist wereldwijde samenwerking, vooral met landen in het mondiale Zuiden en (toekomstige) energieleveranciers. Het behalen van de mondiale, Europese en nationale klimaat- en energiedoelen hangt namelijk af van de mate waarin producerende landen en landen in het mondiale Zuiden bijdragen aan de mondiale energietransitie. Nederland blijft zich actief inzetten voor het verbeteren van de randvoorwaarden voor de energietransitie door het aangaan van mondiale partnerschappen.

Deze partnerschappen zijn cruciaal om duurzame energiedragers, zoals hernieuwbare waterstof(dragers) en biograndstoffen, te produceren en op grote schaal te verhandelen. Dit als aanvulling op de binnenlandse productie voor onder andere de Nederlandse industrie en als onderdeel van de bredere Europese markt. In samenwerking met de EU zet Nederland in op het opbouwen van betrouwbare internationale waardeketens door het vaststellen van standaarden en certificeringen en het mobiliseren van financiering. Bovendien ligt de nadruk op het versneld uitbreiden van de benodigde infrastructuur en havencapaciteit, zodat bijvoorbeeld hernieuwbare waterstof(dragers) daadwerkelijk Europa kunnen bereiken.

Naast de focus op duurzame energieproductie, blijft Nederland ook alert op kwetsbaarheden die door nieuwe schone waardeketens kunnen ontstaan. Het uitgangspunt voor de Nederlandse inzet is daarom dat verduurzaming en diversificatie van het energiesysteem hand in hand moeten gaan met risicomanagement. Dit doet het kabinet onder andere via het spreiden van leveranciers en aanvoerroutes en het versterken van de Nederlandse en Europese ketencapaciteit waar dat doelmatig is. Ook kijkt het kabinet naar het verminderen van de primaire grondstoffendruk via de *Nationale Grondstoffenstrategie* en het *Nationaal Programma Circulaire Economie*, in het bijzonder naar circulariteit en substitutie van kritieke grondstoffen en materialen voor hernieuwbare energietechnologieën. Ook bekijkt het kabinet mogelijkheden om de groeiende behoefte aan kritieke grondstoffen voor het toekomstige energiesysteem te beperken, onder andere door inzet op innovatie gericht op het ontwikkelen van technologieën met een lagere behoefte aan kritieke grondstoffen.

Het kabinet trekt hierin strategisch op met internationale partners en deelt Nederlandse kennis en innovaties via toonaangevende fora, zoals het Internationaal Energieagentschap (IEA), de International Renewable Energy Agency (IRENA), de Clean Energy Ministerial/Mission Innovation en de jaarlijkse klimaatconferenties (Conference of the Parties, COP). Binnen deze internationale samenwerkingsverbanden zet Nederland zich in voor het verenigen van mondiale krachten, het delen van technologische vooruitgang en het internationaal verankeren van de benodigde randvoorwaarden voor een veilige en rechtvaardige energietransitie.

1.3 Nederlandse inzet op Europees niveau

Het geactualiseerde NPE gebruikt het voorgestelde EU-doel van netto circa 90 procent broeikasgasreductie in 2040 als uitgangspunt. Het onlangs overeengekomen Europese klimaatdoel voor 2040, namelijk een netto reductie van de broeikasgasuitstoot met 90% ten opzichte van 1990, vormt een belangrijk uitgangspunt dit NPE. Hoewel er nog geen besluit is genomen over de bijdrage van de verschillende sectoren, biedt dit doel een belangrijke mijlpaal richting volledige klimaatneutraliteit in 2050 en voor de Nederlandse beleidskeuzes en investeringen op korte en middellange termijn. Concreet betekent dit dat Nederland met beleid stuurt op een energiesysteem dat kan bijdragen aan het Europese klimaatdoel van netto ~90% emissiereductie in 2040, om klimaatneutraliteit in 2050 binnen bereik te houden.

Het halen van de klimaatdoelen vereist ambitieuze plannen, maar daarnaast ook passende randvoorwaarden op Europees en nationaal niveau om te zorgen dat (nationale) uitrol voortvarend verloopt. Zo blijft Nederland in Brussel inzetten op een Europees uitvoeringspakket, waarbij specifieke aandacht is voor het oplossen van knelpunten in de (nationale) energietransitie. Belangrijke knelpunten voor Nederland zijn onder andere: onvoldoende energie-infrastructuur en netcapaciteit (netcongestie), schaarse ruimte (fysieke ruimte en milieuruimte) voor nieuwe energieprojecten, complexe procedures voor vergunningen en een tekort aan voldoende gekwalificeerd personeel voor uitvoering.

De energietransitie en het bereiken van de 90% emissie-reductie in 2040 zijn een noodzakelijke stap voor het behalen van klimaatneutraliteit in 2050, en tegelijkertijd ook nodig voor het waarborgen van de Europese en Nederlandse industriële concurrentiekracht en het verdienvermogen op de lange termijn. Zoals uit het rapport van Draghi over de toekomst van de Europese concurrentiekracht blijkt, is de transitie naar duurzame energiebronnen essentieel voor het versterken van het wereldwijde concurrentievermogen van de EU. De energietransitie biedt Europa de kans om een significante rol te spelen in de mondiale markt voor schone technologieën en duurzame producten, hetgeen niet alleen bijdraagt aan de verduurzaming van de economie, maar ook aan de versterking van het Europese verdienvermogen.

Het is nog geen gegeven in welke vorm deze nieuwe economie neerslaat en welke specifieke positie in de keten de Europese industrie zal hebben. Ketens zullen naar verwachting deels anders worden ingericht en ook verschuiven naar bijvoorbeeld landen met veel potentieel voor betaalbare hernieuwbare energie. Door tijdig in te zetten op eigen schone opwek, voldoende grensoverschrijdende energie-infrastructuur en innovaties kan de EU niet alleen haar afhankelijkheid van fossiele brandstoffen verminderen, maar zich ook positioneren als koploper in technologieën die cruciaal zijn voor de groene economie, zoals windenergie en batterijtechnologie.

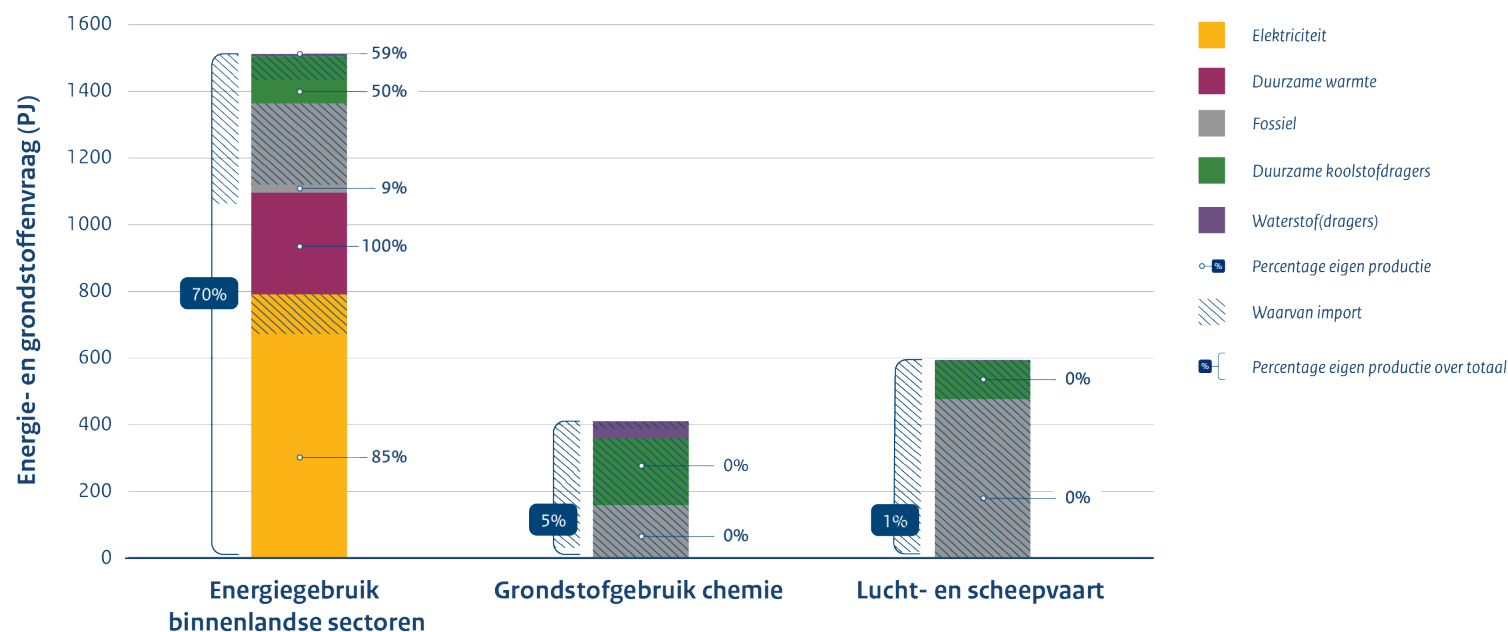
De energietransitie grijpt direct in op de leefwereld en de concrete energievraag van burgers en huishoudens. De verduurzaming biedt huishoudens grote kansen: hoewel de aanschaf van schone technologieën een investering vraagt, leiden efficiëntiewinsten en het afscheid van fossiele brandstoffen op termijn tot lagere kosten voor inkoop van energie.

Bovendien beschermt deze omslag consumenten tegen de sterke prijsschommelingen op internationale markten voor olie en gas. Om te zorgen dat deze transitie rechtvaardig verloopt, is gericht beleid essentieel om met name lagere inkomens te ondersteunen bij de initiële investeringskosten.

Nederland en de EU blijven richting 2040 structureel import-afhankelijk, waardoor diversificatie cruciaal is en blijft.

Nederland zet hierop in via vier verschillende sporen. Hoewel Europa aanzienlijke vooruitgang boekt in de verduurzaming van het energiesysteem, zullen we ook richting 2040 structureel afhankelijk blijven van energie- en grondstoffenimporten. Zo was de energie-importafhankelijkheid van de EU in 2023 60%, met een afhankelijkheid voor olie en gas van zelfs bijna 90 procent. Daarbij zijn wel grote verschillen tussen de lidstaten. Daar waar bijvoorbeeld Duitsland en Nederland in grote mate afhankelijk zijn van de import van fossiele brandstoffen, zijn er ook landen die in grotere mate gebruik maken van nationaal geproduceerde energie zoals kernenergie en (lokaal afkomstige) biomassa.

De huidige importafhankelijkheid voor energie maakt dat het cruciaal is dat Nederland en de EU zich richten op diversificatie, waarbij weerbaarheid en risicomanagement centraal staan. De energietransitie biedt kansen om als Nederland onze afhankelijkheden op het gebied van energie te verminderen. Zelfgeproduceerde duurzame energie zal voor een deel het gebruik van fossiele energie – dat voor het overgrote deel wordt geïmporteerd – vervangen. In figuur 1.1 is te zien dat zeker voor de finale energievraag, dus het directe gebruik van energie door huishoudens, bedrijven en maatschappelijke instellingen in Nederland, het zelfgeproduceerde aandeel van energie stijgt naar 70 procent in 2040, waarmee de onafhankelijkheid sterk verbetert.



Figuur 1.1 Aandeel van energieverbruik uit eigen productie per segment van de energievraag in 2040. In de bunkers worden ook nog zeer beperkte hoeveelheden elektriciteit en waterstof(dragers) gebruikt, maar deze zijn door de kleine volumes niet goed zichtbaar in het staafdiagram. De bijbehorende import productieverhoudingen zijn voor het overzicht weggelaten. Deze dragers tellen wel mee in de overkoepelende import/export-verhouding.

Wel ontstaan in de transitie ook nieuwe afhankelijkheden. Het kabinet wil borgen dat deze nieuwe risicovolle strategische afhankelijkheden zo veel mogelijk worden gemitigeerd.

Potentiële risico's kunnen beperkt worden door in te zetten op diversificatie van import van bijvoorbeeld waterstof en duurzame koolstofdragers.

Nederland zet voor diversificatie van de energievoorziening in op vier strategische componenten:

1. Opbouw van duurzame energiedragers:

- Het opbouwen van nieuwe importketens voor schone energiedragers (zoals waterstof, biograndstoffen en duurzame brandstoffen) door middel van energiediplomatie, partnerschappen en samenwerking met producenten van duurzame energie in landen binnen en buiten de EU².

² Zie onder andere Kamerstuk 29023, nr. 431 en Kamerstuk 29023, nr. 512. Het plan Aanpak Aanbod Duurzame Koolstofdragers (publicatie gelijktijdig met deze actualisatie van het NPE) bevat daarnaast maatregelen om de importmogelijkheden voor duurzame koolstofdragers te verbeteren.

- b. Voor groen gas en andere duurzame koolstofdragers werkt Nederland daarnaast blijvend aan binnenlandse en Europese opschaling, onder andere via de bijmengverplichting groen gas de implementatie van de RED-III richtlijn in mobiliteit via de brandstoftransitieplichting en Europese verplichtingen tot inzet van hernieuwbare brandstoffen van niet-biologische oorsprong.
- c. Naast de energiedragers zelf, is de tijdige aanleg van de onderliggende fysieke infrastructuur een randvoorwaarde voor een gediversifieerde en veilige energievoorziening.
- d. Voor zwaar wegvervoer, luchtvaart en zeevaart wordt, in samenhang met Europese verplichtingen, gestuurd op hogere inzet van duurzame brandstoffen, het opbouwen van binnenlandse productiecapaciteit en logistiek, zodat afhankelijkheden van fossiele import afnemen.
- e. Daarbij zet Nederland, samen met de EU, in op gemeenschappelijke duurzaamheidsstandaarden en certificering. Doel is om een goed functionerende internationale markt voor schone energiedragers te creëren met betrouwbare importstromen³.

2. Gecontroleerde afbouw van fossiele energiedragers:

- a. Hoewel de focus verschuift naar duurzame energie, blijft diversificatie van fossiele energiedragers (zoals olie en gas) noodzakelijk in de overgangsfase, omdat deze voorlopig nog onderdeel zullen zijn van de energiemix.
- b. Voor gas blijft Nederland inzetten op het waarborgen van leveringszekerheid door betrouwbare importstromen, voldoende LNG-importcapaciteit en het produceren van onze eigen energie conform de gemaakte afspraken in het Sectorakkoord gaswinning in de energietransitie.

- c. Nederland bouwt de import van Russisch LNG conform Europese afspraken helemaal af per 1 januari 2027. In 2026 bouwt EBN een beperkte tijdelijke noodvoorraad van 5 TWh op.
- d. Daarnaast zet Nederland in op diversificatie via energiediplomatie. Marktpartijen blijven verantwoordelijk voor de internationale inkoop. De overheid faciliteert dit uitsluitend waar nodig en gepast.

3. Uranium:

- a. Voor de nucleaire sector is het belangrijk om nieuwe strategische kwetsbaarheden in de keten te beperken, onder andere gelet op het voornemen om de kerncentrale Borssele langer open te houden en nieuwe kerncentrales te realiseren.
- b. Nederland draagt daarnaast bij aan de Europese kernbrandstofketen door de aanwezigheid van uraniumverrijking in Almelo.

4. Kritieke grondstoffen:

- a. Nederland richt zich via de *Nationale Grondstoffenstrategie*, en in nauwe samenhang met de Europese Critical Raw Materials Act (CRMA), op het verminderen van afhankelijkheden voor kritieke grondstoffen en spreiding van risico's door in te zetten op circulariteit (materiaalefficiëntie en recycleren) en innovatie (o.a. substitutie), eigen Europese winnings- en verwerkingsprojecten en diversificatie en verduurzaming van internationale grondstoffenketens (o.a. via internationale partnerschappen). Het *Nederlands Materialen Observatorium* analyseert en monitort risico's in de toeleveringsketens van hernieuwbare energie-technologieën.

³ Voor hernieuwbare brandstoffen (biobrandstoffen en RFNBO's) stelt de Europese Commissie via de Richtlijn Hernieuwbare Energie (RED) duurzaamheidseisen voor de inzet van hernieuwbare grondstoffen.

- b. Daarnaast richt Nederland zich met Europa ook op het voorkomen van afhankelijkheden van (opkomende) hernieuwbare energie-technologieën. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om componenten voor batterijtechnologie en zonnepanelen, die nu met name uit China komen. Het kabinet zet daarom actief in op opbouw van (nieuwe) ketens voor hernieuwbare energie-technologieën.
- c. Daarnaast bekijkt het kabinet mogelijkheden om de behoefte aan kritieke grondstoffen voor het toekomstige energiesysteem te beperken, onder andere door inzet op innovatie gericht op het ontwikkelen van technologieën met een lagere behoefte aan kritieke grondstoffen.

Het kabinet ziet verdere integratie van het Europese energiesysteem als belangrijke randvoorwaarde voor betrouwbaarheid, betaalbaarheid en flexibiliteit. Nederland zet zich daarom actief in voor meer geïntegreerde Europese systeemplanning op het gebied van energie en een versterking van de interne energiemarkt. Europese integratie is een essentieel fundament voor het succes van de energietransitie, zowel op het gebied van betrouwbaarheid als betaalbaarheid. Door de verdere integratie van de interne energiemarkt kunnen lidstaten elkaar aanvullen in tijden van energietekorten en de fluctuaties van hernieuwbare energie beter opvangen. Dit vergroot de voorzieningszekerheid en flexibiliteit, en zorgt ervoor dat de Europese energiemarkt optimaal benut wordt om systeemkosten te verlagen.

Nederland zet zich in voor het versterken van de interne energiemarkt. Dit doet het kabinet door te werken aan verbeterde interconnectie en marktkoppeling, zodat energie kan stromen van gebieden met lage kosten naar gebieden met hoge vraag. Dit voorkomt verspilling van energie door afschakeling van overschotten van wind en zon, terwijl het de betrouwbaarheid en betaalbaarheid van het systeem verhoogt. Ook zet Nederland zich in voor gezamenlijk EU-beleid voor weerbaarheid en kritieke grondstoffen, in lijn met onder meer de *Critical Raw Materials Act*.

Het kabinet wil de nationale plannen ook in regionaal en Europees verband bespreken en beter op elkaar afstemmen.

Nederland is voor de verduurzamingsopgave van het energiesysteem intrinsiek afhankelijk van de keuzes die andere Europese landen maken. De Europese Commissie heeft de ambitie om de *Europese systeemplanning* op het gebied van energie en energie-infrastructuur te versterken. Hierbij wordt gestuurd op een ‘one energy system’-benadering, waarbij de infrastructuur voor elektriciteit, waterstof en gas in samenhang wordt ontwikkeld en sterker wordt gekoppeld aan nationale klimaatplannen. Nederland steunt dit streven en zal Nederlandse inzichten en beleidskeuzes over elektrificatie, moleculen en flexibiliteit vroegtijdig spiegelen aan de Europese denkrichting.

Tekstbox 2: Verwachte import-exportverhouding en internationale samenwerking per energieketen

In de hoofdstukken 4 tot 8 wordt nader ingegaan op de verwachte import-exportverhouding en internationale samenwerking voor Nederland per energieketen:

- Voor *elektriciteit* gaat het om import, export, interconnectie-capaciteit en de samenhang met binnenlandse flexibiliteit.
- Voor *fossiele brandstoffen* zoals kolen, gas en olie wordt vastgelegd welk resterend gebruik en welke importstromen in 2040 nog worden voorzien.
- Voor *duurzame koolstofdragers* wordt geschetst hoe binnenlandse productie en de import van grondstoffen, tussenproducten en eindproducten zich tot elkaar verhouden.
- Voor *waterstof en aanverwante energiedragers* wordt de rol van productie, import en doorvoer geschetst.
- Voor *grondstoffen* voor het energiesysteem, inclusief kritieke grondstoffen en uranium, wordt de strategische afhankelijkheid per keten benoemd.
- Tot slot wordt voor *CO₂-transport en -opslag* uiteengezet in welke mate Nederland gebruik maakt van grensoverschrijdende infrastructuur en hoeveel capaciteit wordt gereserveerd voor buitenlandse stromen.

Uitgangspunt hierbij is maximale benutting van de interne markt om leveringszekerheid, adequacy in piekuren en flexibiliteitsbehoeften te borgen tegen zo laag mogelijke systeemkosten.

Nederland neemt daarnaast actief deel in regionale samenwerkingsfora, zoals het *Pentalateral Energy Forum* (België, Duitsland, Frankrijk, Luxemburg, Nederland, Oostenrijk, Zwitserland), de *North Seas Energy Cooperation* (België, Denemarken, Duitsland, Frankrijk, Ierland, Luxemburg, Nederland, Noorwegen, Europese Commissie, en middels een MoU met het VK), het *Greater North Sea Basin Initiative* (GNSBI), en de *North Sea Basin Task Force*. Dit o.a. met als doel om infrastructuur, marktontwerp en systeemplanning beter op elkaar af te stemmen en zo schaarse middelen efficiënter te benutten.

De komende jaren wil het kabinet met deze samenwerkingsverbanden en bilateraal de stap zetten naar daadwerkelijke gezamenlijke Europese planvorming. Dit richt zich op harde afspraken over de Noordzee, infrastructuurontwikkeling, circulariteit, (cyber)veiligheid, interconnectie, het productieportfolio en strategische reserves. De werkbezoeken aan buurlanden voor de actualisatie van het NPE gaven hiervoor een eerste inzicht in de regionale langetermijnplannen en vormen de basis voor dit geïntensiveerde bilaterale contact.

1.4 Nederlandse inzet op bilateraal en regionaal niveau

Nederland zet -waar opportuun- actief in op het versterken van grensoverschrijdende energie-infrastructuur en interconnectiecapaciteit, en koerst hierbij aan op het komen tot een eerlijk kostendelingskader. Europese integratie vraagt volgens het kabinet ook om een eerlijk kostenbatenkader, met name tussen buurlanden, waarbij lidstaten naar rato van hun voordeel bijdragen aan nieuwe (grensoverschrijdende) infrastructuurprojecten die in Europees belang zijn. Bij grootschalige investeringen, zoals internationale elektriciteitsverbinding en grensoverschrijdende elektriciteitsinfrastructuur of grensoverschrijdende waterstof- en CO₂-netwerken, pleit Nederland ervoor dat kosten eerlijk worden verdeeld tussen lidstaten die profiteren van deze projecten. Dit houdt in dat landen naar rato van hun voordeel bijdragen aan de financiering, waarbij samenwerking binnen Europa duurzaam is als iedere lidstaat op eerlijke wijze bijdraagt én profiteert van het gekoppelde systeem. In de praktijk betekent dit bijvoorbeeld dat als er nieuwe infrastructuur (zoals een offshore windparken of (hybride) interconnectoren) wordt gebouwd waar een of meerdere andere landen baat bij hebben, de kosten daarvan niet enkel eenzijdig bij de direct betrokken netbeheerders of landen neerslaan, maar proportioneel verdeeld worden aan anderen die hiervan profiteren.

Nederland kan hierbij onder andere potentiële exporteur worden voor de Europese energiemarkt. Zo heeft Nederland als grote producent van windenergie op de Noordzee een unieke positie om duurzame elektriciteit op te wekken. Nederland kan vanuit die rol duurzame elektriciteit van de Noordzee op de langere termijn netto exporteren naar omringende landen. Daarnaast ligt Nederland strategisch ten opzichte van grote steden en industrieclusters in Noordwest-Europa. Ook heeft Nederland sterke havens. Dit biedt grote kansen voor opslag, conversie en distributie in en tussen de verschillende energieketens. De inzet van het kabinet is om binnen EU-verband afspraken te maken hoe we als EU onze sterke eigenschappen als landen kunnen gebruiken om gezamenlijk tot een robuust, economisch krachtig en duurzaam energiesysteem te komen.

Voor grensoverschrijdende elektriciteitsinfrastructuur bestaat een Europees kader voor kostendeling, maar dit ontbreekt nog voor hybride projecten en nationale (radiale) verbindingen waarvan omliggende landen meeprofiteren.

Een goed werkende methodiek voor kostendeling zou kunnen bijdragen aan een betaalbare uitbouw van windenergie op zee in Nederland en aan de ontwikkeling van een Europees hernieuwbaar energiesysteem. Het kabinet zet daarom in op afspraken met buurlanden om deze kosten evenredig te verdelen. Voor nieuwe modaliteiten, zoals CO₂-netwerken, ontbreekt een dergelijk kader nog. Het kabinet streeft ook daar naar een rechtvaardige internationale verdeling van kosten en baten.

Tekstbox 3: Bilaterale werkbezoeken

Voor Nederland als doorvoerland van energie, en als relatief klein land met veel energie-uitwisseling, hebben keuzes en ontwikkelingen in onze buurlanden direct impact op ons eigen energiesysteem. Voor de meest actuele inzichten en ontwikkelingen zijn in het kader van de actualisatie van het NPE daarom werkbezoeken afgelegd aan Duitsland, België (inclusief Europese Commissie), Frankrijk, het Verenigd Koninkrijk, Denemarken en Noorwegen. Dit met als doel om de meest actuele ontwikkelingen nadrukkelijk mee te wegen bij planning van onze nationale (import)infrastructuur, productie en inzet van beleidsinstrumenten. Ook is gekeken naar hoe onze buurlanden komen tot het opstellen en uitwerken van hun eigen nationale energiesysteemplanning en welke afwegingen zij hierbij maken.

In de buurlanden is tijdens de werkbezoeken gesproken met overheden, kennisinstellingen, denktanks en bedrijven die een rol spelen in het energiesysteem. Dit heeft onder andere tot de volgende inzichten geleid:

- De landen om ons heen hebben grotendeels te maken met **dezelfde uitdagingen** als Nederland, waaronder achterblijvende elektrificatie, vragen over de toekomst van de industrie, netcongestie en uitdagingen rondom de inzet van waterstof.
- De meeste buurlanden stellen, net als Nederland, **elektrificatie centraal** in de energietransitie.
- De beelden uit het NPE voor waterstof zijn herkenbaar in de gehele Noordwest-Europese markt: ook in buurlanden vertragen hoge kosten de uitrol en zien we dat **verwachte**

waterstofvolumes worden bijgesteld. Omdat het kabinet streeft naar een waterstofmarkt met efficiënte handel op Noordwest-Europees niveau, zijn de ontwikkelingen in buurlanden een directe factor in de Nederlandse beleidsafwegingen.

- Nederland (incl. Noordzeegebied) wordt door buurlanden nog steeds gezien als **belangrijke (toekomstige) energiebron en energieknooppunt**, met een belangrijke rol voor de Noordzee, CCS en CO₂-export.
- In de landen om ons heen is een transitie te zien richting **meer publieke regie en sturing** op het energiesysteem, waarbij er nog aanzienlijke verschillen zitten tussen hoe actief overheden sturen. Nederland is hierin, vergeleken met verschillende bureaus, nog relatief terughoudend.
- Meerdere buurlanden (onder andere DUI, VK, DK) zijn, net als Nederland, actief bezig met het verbeteren van hun **langetermijn systeemplanning** voor het energiedomein. Uit de werkbezoeken blijkt dat er nog een significant verschil zit in de termijn waarop landen vooruitkijken en de mate waarin zij over hun eigen landsgrenzen heen kijken.
- Voor vrijwel alle modaliteiten blijft het onder andere daarom een **uitdaging om energiec corridors te bewerkstelligen**. Voor Nederland als energieknooppunt is het extra belangrijk dat deze corridors tijdig en via eerlijke kostendeling tot stand komen. De EC werkt aan een voorstel voor verdere Europese systeemplanning en harmonisering om dit dichterbij elkaar te brengen en NL steunt dit initiatief.
- Nederland borgt **blijvende actieve uitwisseling** met buurlanden over langetermijn planning voor het energiesysteem, onder andere door ook bij volgende herzieningen van het NPE bilaterale werkbezoeken te continueren.

2.

Energievraag industrie

2.1 Inleiding

In de afgelopen jaren is de mondiale context waarin de Nederlandse industrie opereert drastisch veranderd.

Geopolitieke spanningen, verstoringen in internationale ketens en een verslechterend Europees vestigingsklimaat zetten met name het energie-intensieve deel van de industrie onder druk. Hoge energiekosten en onvoldoende bescherming voor oneerlijke concurrentie van buiten Europa leiden ook in Nederland tot het afschalen van productie en uitstel van investeringen. De aandacht voor concurrentievermogen en weerbaarheid is met de rapporten van Draghi⁴ en Wennink⁵ zowel in Europa als in Nederland sterk toegenomen. Dit heeft onder meer geresulteerd in aanvullend instrumentarium zoals de EU Industrial Accelerator Act, Grid Package en Critical Chemicals Alliance, die nog sterk in ontwikkeling zijn. De Nederlandse industrie levert essentiële producten voor maatschappelijke opgaven zoals woningbouw, infrastructuur, voedselvoorziening, defensie en de energietransitie zelf. Daarmee is de industrie van belang voor zowel de brede welvaart van Nederland als de Europese strategische autonomie.

De transitie van de Nederlandse industrie is vertraagd door ongunstige ontwikkelingen in de benodigde randvoorwaarden.

Verduurzaming is noodzakelijk om de klimaatdoelen te halen en is ook het lange termijn antwoord op behoud van de economische en strategische positie van Nederland. De omstandigheden waaronder de transitie plaatsvindt zijn echter verslechterd ten opzichte

van het Nationaal Programma Energiesysteem (NPE) uit 2023. Zo zijn de kosten van de aanleg van elektriciteitsinfrastructuur en wind op zee sterk gestegen en is netcongestie in ernst toegenomen. Waterstof- en CO₂-infrastructuur komt later en tegen hogere kosten beschikbaar dan gedacht. Duurzame industriële productie komt mondjesmaat op gang vanwege gebrekkige Europese marktcreatie, hoge technologierisico's en beperkingen in de beschikbare (milieu)ruimte. Als gevolg hiervan ligt de industrie niet meer op schema om klimaatdoelen te halen, zoals dat in Klimaat- en Energieverkenning (KEV) van 2023 nog het geval was. Het kabinet spant zich in voor verbetering van het Europese industrie- en klimaatbeleid, en zet daarnaast in op aanvullend nationaal beleid om investeringen in verduurzaming te faciliteren, met het oog op de lange termijn.

De veranderde omstandigheden voor de industrie en de veranderde inzichten rondom realiseerbaarheid en betaalbaarheid van het energiesysteem (en daarmee specifieke verduurzamingsroutes) geven aanleiding tot herijking van de verwachte transitiepaden. De industrie en het energiesysteem zijn nauw met elkaar verweven. De industrie is als grootverbruiker van energie en grondstoffen een belangrijke determinant voor de ontwikkeling van het energiesysteem. De ontwikkeling van de industriële vraag bepaalt in belangrijke mate de omvang en samenstelling van elektriciteits-, waterstof- en koolstofketens. Omgekeerd bepalen de kosten van energie en ontwerpkeuzes van het energiesysteem in hoge mate het vestigingsklimaat voor

⁴ European Union. (2025). The future of European competitiveness. [Link](#).

⁵ Wennink, P. (2025). De route naar toekomstige welvaart. [Link](#).

duurzame industrie en de mogelijkheden voor bestaande industrie om te verduurzamen. De transitie van het energiesysteem biedt nieuwe kansen voor de industrie; tegelijkertijd betekent dit niet dat elke productiestap in de toekomst vanzelfsprekend in Nederland passend is. Dit vraagt om gerichte stimuleringskeuzes voor activiteiten die op lange termijn duurzaam en economisch perspectief bieden, zoals de WKR recent ook heeft benoemd in zijn advies ‘kiezen of verliezen’⁶. Tegen deze achtergrond is een bijstelling van het perspectief op de transitie van de industrie en de consequenties hiervan voor het energiesysteem noodzakelijk.

In dit hoofdstuk schetst het kabinet een samenhangend beeld van de mogelijke verduurzamingsroutes van de Nederlandse industrie richting 2040. Dit beeld gaat uit van de verduurzamingsroutes die op dit moment vanuit techno-economisch perspectief het meest realistisch zijn. Daarbij wordt rekening gehouden met onzekerheden in kostenontwikkeling, technologische vooruitgang en verschuivingen in internationale waardeketens. Dit beeld geeft richting aan beleidskeuzes die bijdragen aan een betaalbaar, realiseerbaar en toekomstbestendig energiesysteem dat een duurzame en concurrerende industrie faciliteert. Het betreft geen beleidsmatig wensbeeld, maar een schets op basis van de verwachte bandbreedtes aan ontwikkelingen en onzekerheden, met ruimte voor bijsturing op basis van voortschrijdend inzicht. Daarnaast geldt dat het hier geschetste beeld niet vanzelf ontstaat op basis van bestaand nationaal en Europees beleid. Hiervoor moeten een aantal randvoorwaarden worden gerealiseerd, waaronder toegang tot betaalbare energie-infrastructuur en Europese vraagcreatie voor duurzame producten.

⁶ WKR. (2025). Kiezen of verliezen. [Link](#).

2.2 Hoofdboodschappen

Nederland beschikt onveranderd over een sterke uitgangspositie voor een concurrerende, toekomstbestendige industrie.

De gunstige geografische ligging met diepzeehavens, verbindingen naar het Europese achterland en toegang tot grootschalige hernieuwbare energie en CO₂-opslag op de Noordzee vormen structurele comparatieve voordelen voor duurzame industrie. Nederland heeft als doorvoerland van grote hoeveelheden grondstoffen en eindproducten een portaalfunctie naar Europa, en is daarmee tevens een logische vestigingsplaats voor basisindustrie die produceert voor met name de Europese markt. Deze rol blijven we ook in een duurzame toekomst vervullen, waarbij fossiele grondstoffen steeds meer worden vervangen door duurzame grondstoffen en CO₂-emissies worden gereduceerd. In de krachtige Nederlandse industriële clusters zit de kennis en kunde om de transitie te doorlopen en duurzame bedrijvigheid op te bouwen. Bedrijven blijven bereid om in Nederland te investeren, mits de randvoorwaarden voor verduurzaming op orde zijn en er sprake is van een gelijk (Europees) speelveld. Recente investeringen in onder andere elektrificatie, CO₂-afvang en -opslag, biobrandstoffen, waterstofproductie en circulariteit laten zien dat de transitie in gang is gezet en dat er perspectief is op verdere verduurzaming inclusief de opbouw van nieuwe, groene industrie die op hernieuwbare energie en grondstoffen is gebaseerd.

De Nederlandse industrie krijgt naar verwachting te maken met structureel hogere energiekosten in vergelijking met andere delen van de wereld, maar de industrie houdt perspectief. Op bepaalde plekken met gunstige omstandigheden voor zon, wind en waterkracht zijn de lange termijn productiekosten voor

hernieuwbare elektriciteit en lokaal geproduceerde waterstof naar verwachting blijvend lager dan in Nederland⁷. We zien dit nu al terug in waterstofenders van de EU Hydrogen Bank en H2Global, waar de winnende projecten hoofdzakelijk rond de Middellandse Zee of in Scandinavië zijn gevestigd. Hoewel de kosten van hernieuwbare elektriciteitsproductie op de lange termijn in bepaalde mate in Europa zullen convergeren door leereffecten en interconnectie⁸, blijft de Nederlandse elektriciteitsmix naar verwachting duurder dan in landen als Spanje en Zweden, door het relatief grote aandeel wind op zee (naast onder meer zonne- en kernenergie) en de bijkomende kosten voor het net op zee die daarvoor nodig zijn⁹. Hoe dit uitpakt voor de industrie in Nederland verschilt per subsector, productiestap en product. Het aandeel van energiekosten in de totale productiekosten varieert binnen sectoren, en er zijn daarnaast andere factoren die het vestigingsklimaat bepalen. In veel gevallen zullen de verwachte langetermijn kostenverschillen in hernieuwbare elektriciteitskosten niet doorslaggevend zijn voor het concurrentievermogen. Dit geldt in het bijzonder voor productie waarbij directe elektrificatie mogelijk is, dat op de lange termijn naar verwachting kostenefficiënter is dan verduurzamingsopties op basis van fossiele energiedragers en daarmee een kleiner concurrentienadeel geeft.

Directe elektrificatie blijft voor een groot deel van de Nederlandse industriële partijen de meest kosteneffectieve en competitieve verduurzamingsroute. Uit onderzoek blijkt dat het overgrote deel van de industriële processen nu en in de toekomst geëlektrificeerd kan worden¹⁰. Een groot deel van de finale energievraag, zoals voor aandrijving, compressie en warmte op lage en middelhoge temperatuur, kan technologisch en kosteneffectief worden geëlektrificeerd; waar dit met warmtepompen kan leidt dat bovendien tot efficiëntiewinst. Met hybride oplossingen en (warmte)opslag kunnen bedrijven inspelen op lage kosten voor hernieuwbare elektriciteit tijdens overschotmomenten. Elektrificatie leidt ook tot voorspelbaardere lange termijn energiekosten dan de huidige afhankelijkheid van fossiele brandstoffen. Voor bepaalde hoge temperatuur processen, zoals in de glas-, keramische- en metallurgische industrie is elektrificatietechnologie nog volop in ontwikkeling. Ook hier lijkt een aanzienlijk deel van de processen tegen 2035 geëlektrificeerd te kunnen worden. In de tussenliggende periode kan groen gas een transitieoplossing bieden; en voor enkele processen mogelijk een rol spelen in het eindbeeld, afhankelijk van beschikbaarheid en betaalbaarheid. Hoge temperatuur proceswarmte voor raffinage- en chemieprocessen (welke een zeer groot deel van de industriële CO₂-uitstoot vertegenwoordigen) is op de korte en middellange termijn aangewezen op CCS. Elektrificatie als voorkeursroute vereist blijvende aandacht

7 BNEF (2025). Hydrogen Levelized Cost Outlook.

IEA (2026). Global Hydrogen Review 2026.

CE Delft (2025). - Waterstof: Kostprijs, Import, en beleid.

PBL (2024). Groene waterstof: de praktische uitdagingen tussen droom en werkelijkheid.

8 AFRY (2025). Dutch industry can remain competitive as European wholesale electricity prices converge in the long run.

9 DNV (2024). Energy Transition Outlook 2024.

10 [Agora Industry \(2024\). Direct electrification of industrial process heat.](#)

voor de uitbreiding van het elektriciteitsnet en het speelveld met omringende landen met betrekking tot netwerkkosten en (hernieuwbare) elektriciteitskosten. Mede om elektrificatie te versnellen zet het kabinet in op de korte en middellange termijn op het dempen van elektriciteitskosten via de IKC-regeling en de envelop tegemoetkoming elektriciteitskosten¹¹.

Voor verduurzamingsroutes op basis van hernieuwbare waterstof verwachten we bijstelling ten aanzien van het huidige NPE.

Omdat de kosten van hernieuwbare waterstof (mondiaal) langer hoog blijven dan eerder gedacht, verwachten we van bepaalde transitieroutes dat ze later in de tijd of in mindere mate zullen materialiseren. Dit geldt bijvoorbeeld voor de productie van groen staal op basis van waterstof en het vervangen van bestaande grijze waterstofproductie. Hier zal CCS een grotere en langere rol spelen dan eerder gedacht. Daarnaast zal CCS mogelijk ook op lange termijn een grotere rol spelen bij de productie van koolstofarme waterstof uit onvermijdelijke restgassen in de chemie en raffinage. Ook zullen sommige routes uit het eerdere NPE niet materialiseren. Voor verduurzaming van midden-temperatuur processen zal elektrificatie bijvoorbeeld een grotere rol spelen dan eerder gedacht. Daarnaast is de verwachting dat door de hogere elektriciteitskosten specifiek in Nederland er ook een significant structureel kostennadeel blijft in de productie van hernieuwbare waterstof ten opzichte van gunstigere locaties. Voor de vraag naar gasvormige waterstof voor het opwerken en bewerken van koolstofdragers, zoals voor raffinage en chemieprocessen, lijkt dit kostennadeel niet doorslaggevend te zijn. Het is op dit moment namelijk nog niet duidelijk of gasvormige waterstof uit import goedkoper is dan lokale productie

van hernieuwbare waterstof. Voor op hernieuwbare waterstof gebaseerde productie van waterstof- en koolstofdragers, zoals synthetische ammoniak, methanol en e-fuels zoals synthetische kerosine, lijkt productie in Nederland structureel duurder te worden ten opzichte van gunstigere locaties. Daarmee ligt import van dit soort dragers meer voor de hand dan productie in eigen land. Uiteindelijk vertaalt het bovenstaande zich in het geactualiseerde NPE in een significante bijstelling van de vraag naar gasvormige waterstof in Nederland, hoewel deze robuust blijft als grondstof voor raffinage- en chemieprocessen. Dit vraagt nog altijd om een enorme versnelling in investeringen in productie, import, transport, opslag en toepassing van hernieuwbare waterstof.

Nederlandse productie en verwerking blijven op de lange termijn overwegend competitief door import van waterstofdragers en (waterstofrijke) koolstofdragers. Net zoals we vandaag de dag het grootste gedeelte van onze fossiele grondstoffen importeren, zullen we in de toekomst het merendeel van onze duurzame grondstoffen importeren, zoals ook al is geschetst in het NPE 2023. Dit past bij de rol van Nederland als grondstoffenhub. Dit zien we terug in meerdere concrete projecten. Het ligt niet voor de hand dat er op grote schaal energie-intensieve productiestappen worden toegevoegd aan huidige waardeketens, zoals bijvoorbeeld het geval zou zijn als Nederland grootschalig waterstof- en koolstofdragers uit hernieuwbare elektriciteit zou gaan produceren. Hiervoor ontbreekt het aan voldoende ruimte en hernieuwbare elektriciteit en bovendien lijkt er geen economische rationale voor te bestaan.

¹¹ D66, VVD, CDA. (2025). Aan de slag. Bouwen aan een beter Nederland. [Link](#).

Wel kan binnen de Nederlandse randvoorwaarden ruimte bestaan voor een eigen productiebasis van waterstof- en koolstofdagers gericht op nationale en regionale toepassing. Productie op basis van circulaire en biogene koolstofdagers is minder energie-intensief dan op basis van synthetische dragers, waardoor naar verwachting een groter deel van de productieketen in Nederland kan staan. Ook hier kan een deel van de verwerkings- of productiestappen elders plaatsvinden, zoals de eerste energie-intensieve conversiestappen van ruwe biograndstoffen. Beperkende factor voor het tempo voor de ingroei van duurzame koolstofdagers en afbouw van de verwerking van fossiele koolstofdagers is het beleid voor de verduurzaming van chemische producten en bunkerbrandstoffen. Zolang de Europese en internationale ambities voor verduurzaming van deze productcategorieën beperkt blijven zullen grootschalige investeringen in een groen koolstofcluster ook in Nederland niet van de grond komen. Dit heeft vervolgens ook impact op de opbouw van de waterstofketen, gezien de toekomstige vraag naar waterstof in Nederland vooral afhankelijk lijkt van de opbouw van bioraffinage en biochemie. Als fossiele raffinage langzamer uitfaseert, zal de rol van waterstof in deze sector ook langer standhouden.

Hoewel er verschuivingen zullen plaatsvinden in productiestappen, gaat het kabinet uit van een economisch weerbaar lange termijn beeld waarin toekomstbestendige, duurzame productieketens voor een belangrijk deel aanwezig blijven in Nederland. Het is risicovol om voor de volledige productie van basisproducten te vertrouwen op andere landen. Nieuwe, groene industrie is niet zomaar opgebouwd, ook niet elders. Zo is er mondiaal maar een handjevol groene staalfabrieken in aanbouw. Vroegtijdige afbouw in Nederland zou daarom op de korte termijn leiden tot verplaatsing van emissies, naast

verlies aan verdienvermogen en strategische autonomie. In de praktijk krijgt nieuwe, groene industrie in Nederland vaak vorm als nieuwe activiteiten binnen de bestaande industrie – zoals de toepassing van circulaire koolstof uit pyrolyse in naftakrakers, groene ammoniak in kunstmestproductie, of een duurzame brandstoffabriek op het terrein van een bestaande raffinaderij. Voor al deze processen zijn hernieuwbare waterstof- en koolstofdagers nodig, die deels via import verkregen zullen worden. Hierbij is het vanuit het perspectief van weerbaarheid belangrijk om zo min mogelijk nieuwe ongewenste afhankelijkheden op te bouwen. Duurzame grondstoffen zijn echter heterogener in vorm en potentiële productielocaties ten opzichte van fossiele grondstoffen, waardoor de weerbaarheid bij verduurzaming naar verwachting sterk verbetert ten opzichte van de huidige situatie, mits er actief wordt ingezet op diversificatie van leveringsketens. Het gebruik van circulaire en biogene koolstofdagers van eigen bodem vermindert daarnaast de importafhankelijkheid van deze en fossiele grondstoffen en dragen zo bij aan industriële competitiviteit en leveringszekerheid. Voorlopig zijn dit de voornaamste grondstoffen voor de productie van brandstoffen en chemische materialen. Waterstofrijke dragers komen naar verwachting pas richting 2040 grootschalig beschikbaar, naarmate markten voor dit soort commodities verder ontwikkeld zijn. Ook voor de ontwikkeling voor duurzame importketens is beleid gericht op vraagcreatie cruciaal.

Inzet op kosteneffectieve emissiereductie is cruciaal om industrie te verduurzamen en behouden een toekomstbestendige Nederlandse industrie. Door het plafond op nieuwe emissierechten onder het EU-ETS zullen de broeikasgasemissies van de industrie - naar het herzieningsvoorstel van de EC – in de jaren '40 tot ongeveer nul moeten zijn gereduceerd. Dit vraagt in Nederland om korte- en middellange termijn inzet op CCS en elektrificatie, en daarnaast om opschaling van gasvormige hernieuwbare waterstof, groen gas en duurzame koolstofdragers voor robuuste verduurzamingsroutes. Het kabinet stimuleert tijdige en voldoende beschikbaarheid van elektronen, moleculen en infrastructuur voor verduurzaming. Via de hoofdkeuzes in dit NPE wordt dit doorvertaald naar nationaal beleid op het gebied van CO₂-vrij elektriciteitsaanbod zoals het vervolg voor de Routekaart wind op zee, beleid voor Hernieuwbaar op Land en kernenergie. Ruimtelijke keuzes die nodig zijn om het energiesysteem van de toekomst mogelijk te maken komen naar voren uit Programma Energie Hoofdstructuur (PEH) en Verbindingen Aanlanding Wind Op Zee (VAWOZ). Het faciliteren van de beoogde verduurzamingspaden in de industrie vergt voortgezette inzet op het tijdig realiseren van het waterstof-transportnetwerk, ondergrondse waterstofopslag en het CO₂-transport- en -opslagproject Aramis. Voor de energie-intensieve haven- en industrieclusters, die in de ontwerp-Nota Ruimte zijn aangewezen als gebieden van nationaal belang, komt er een nationaal ruimtelijk-economische strategie.

De toekomst van de Nederlandse energie-intensieve industrie wordt in grote mate bepaald door een stimulerend en actief Europees industriebeleid. Industriële waardeketens zijn grensoverschrijdend en Europees beleid ten aanzien van vraagcreatie, EU-ETS en bescherming tegen oneigenlijke concurrentie is bepalend voor het concurrentievermogen van de Nederlandse industrie. Met de aanstaande EU-ETS en CBAM-evaluaties, de Industrial Accelerator Act, de EU Critical Chemical Alliance, EU Grid Package en het Sustainable Transport Investment Plan gaat het Europese industrie- en klimaatbeleid een nieuwe fase in. Het kabinet zet zich actief in voor een sterk en gelijk speelveld in Europa, in combinatie met nationale maatregelen. Voor industriële subsectoren buiten de energie-intensieve basisindustrie geldt dat toekomstbestendigheid minder onzeker is en minder afhankelijk is van Europees beleid. Daar is vooral tijdige beschikbaarheid van aansluitcapaciteit op het elektriciteitsnet van belang en betaalbaarheid van de nettarieven.

2.3 Verduurzamingsroutes industrie

Staal

In een duurzame economie blijft staal een belangrijke functie vervullen. Behoud van productiecapaciteit is van strategisch belang voor de EU. Staal wordt ook in de toekomst gebruikt in tal van producten en sectoren: van de bouw en de auto-industrie tot verpakkingen, batterijen en voor windmolens. De verwachting is dat de vraag naar staal in Europa licht zal toenemen. Tata Steel Nederland (TSN) heeft een goede uitgangspositie om binnen Europa een concurrerende producent van groen staal te worden. De geïntegreerde site en bestaande infrastructuur bieden efficiëntievoordelen en logistieke voordelen richting belangrijke afzetmarkten, met name in Duitsland. Het bouwen van duurzame staalfabrieken elders vergt veel tijd en investeringen. Controle over de toeleveringsketen van staal, via productie en hergebruik op eigen bodem, is van strategisch belang voor Europa.¹²

Voor de verduurzaming van de Nederlandse staalproductie wordt uitgegaan van de afspraken in de Joint Letter of Intent (JLoI) met TSN. De inzet is een gefaseerde transitie naar groen staal, met als uitgangspunt zowel het terugdringen van CO₂-uitstoot als het verbeteren van de leefomgeving en gezondheid van omwonenden. In de eerste fase (2030–2035) wordt circa de helft van de huidige productie vervangen door een Direct Reduction Plant (DRP) en een Electric Arc Furnace (EAF), waarbij in eerste instantie aardgas wordt ingezet in combinatie met CO₂-afvang en -opslag (CCS) en een grotere inzet van schroot. Op termijn wordt aardgas vervangen door groen gas en/of hernieuwbare waterstof, wanneer dit in voldoende mate beschikbaar

en betaalbaar is. In een tweede fase (na 2037) wordt ook de resterende kolengebaseerde productie vervangen, afhankelijk van technologische en marktontwikkelingen. De uiteindelijke energiemix hangt sterk af van de kostenontwikkeling en beschikbaarheid van duurzame energiedragers. Gegeven de huidige voorziene kostenniveaus ligt inzet van (groen) gas in eerste instantie meer voor de hand, terwijl bij dalende kosten van hernieuwbare waterstof de opschaling van waterstofgebruik meer in beeld komt. De tijdige beschikbaarheid van voldoende groen gas is nog wel onzeker en afhankelijk van tempo van opschaling van productie, import en de vraag uit andere sectoren. Bij de invulling van de tweede fase kunnen veranderende marktomstandigheden leiden tot nieuwe inzichten over de import van het halffabricaat Hot Briquetted Iron (HBI), dat in de toekomst mogelijk goedkoper is dan ruwijzerproductie in Nederland. Aan het gebruik van HBI kleven echter ook significante nadelen zoals efficiencyverliezen en additionele kosten. Het besluit over de verduurzaming van de tweede fase is te zijner tijd aan TSN zelf.

Het kabinet zet in op maatwerkondersteuning voor de transitie naar DRP-EAF, aanvullende milieumaatregelen en de inzet van duurzame energiedragers. Voor de verduurzaming van TSN behoort een aantal randvoorwaarden op orde te zijn. Op Europees niveau zijn dit een effectief EU-ETS en CBAM en daarnaast vraagcreatie voor groen staal bij eindmarkten. Initiatieven zoals de Industrial Accelerator Act dragen hieraan bij, maar zijn nog onvoldoende voor brede marktontwikkeling. Op nationaal niveau gaat het om de hoogte van energie- en netwerkkosten, de ontwikkeling van benodigde infrastructuur waaronder voor CO₂-transport en opslag, het landelijk waterstoftransportnet met ondergrondse waterstofopslag, en het stimuleren van markten voor groen gas en hernieuwbare waterstof.

¹² Blom & Wijers. (2024). Hoe Tata Steel Nederland te verduurzamen? [Link](#).

Raffinage

Hoewel de totale raffinagecapaciteit zal afnemen door bijvoorbeeld elektrificatie, blijft raffinage in de toekomst nodig voor de beschikbaarheid en betaalbaarheid van brandstoffen en chemiegrondstoffen in Europa. De Nederlandse raffinagesector kent een sterke exportpositie en exporteert ~45% van zijn producten¹³. Daarnaast levert de sector een grote bijdrage aan de Nederlandse bunkerpositie voor internationaal transport. Daarmee is Nederland een significante speler in Europa voor de leveringszekerheid van brandstoffen en chemiegrondstoffen. De vraag naar brandstoffen voor het wegvoer zal sterk dalen door toenemende elektrificatie. Voor onder andere zwaardere wegtransport kan nog sprake zijn van een overgangperiode waarin hernieuwbare brandstoffen nog een rol spelen. De brandstofvraag van de luchtvaart blijft naar verwachting licht stijgen, waarbij richting 2050 een verschuiving plaatsvindt naar duurzame kerosine (SAF) gestuurd door de verplichtingen uit de RefuelEU Aviation. Ook in de zeescheepvaart en binnenvaart zal de brandstofmix veranderen onder invloed van regelgeving, al is het tempo hiervan onzeker en afhankelijk van vlootvernieuwing en mondiale ontwikkelingen. Tegelijkertijd is de ontwikkeling van de bunkervraag in Nederland onzeker en afhankelijk van handelsstromen, prijsontwikkelingen en internationale duurzaamheidsnormen. Voor de chemie geldt dat de vraag naar fossiele nafta naar verwachting afneemt onder invloed van circulariteit, alternatieve grondstoffen en nieuwe chemische productieroutes.

De resterende fossiele raffinagecapaciteit zal richting 2040 de emissies sterk moeten reduceren. Met CO₂-afvang en -opslag kunnen zowel de bestaande grijze waterstofproductie als de restgassen voor verwarming van de fornuizen worden verduurzaamd. De CO₂ die in Porthos wordt opgeslagen is hoofdzakelijk afkomstig uit grijze waterstofproductie ten behoeve van raffinageprocessen in Rotterdam. Voor de verbranding van restgassen lijkt de optie waarbij via een tussenstap koolstofarme waterstof wordt geproduceerd die vervolgens wordt verbrand op de fornuizen meest aantrekkelijk. Ingegeven door het RFNBO-submandaat (*Renewable Fuels of Non-Biological Origin*) vanuit de Europese richtlijn hernieuwbare energie worden de eerste elektrolyzers al in Nederland gerealiseerd, die momenteel via de zogenaamde raffinageroute hernieuwbare waterstof leveren aan de transportsector (7,5 PJ in 2030). Richting 2040 zal de toepassing van hernieuwbare waterstof in raffinage met verder oplopende mandaten een steeds grotere rol gaan spelen. Dit speelt capaciteit op bestaande grijze en blauwe waterstoffabrieken vrij die benut kan worden voor verduurzaming van restgassen voor verwarming van de fornuizen. Voor lage- en midden-temperatuur warmteprocessen, aandrijving en compressie lijkt elektrificatie de meest kosteneffectieve verduurzamingsoptie. Op de lange termijn komen er mogelijk meer elektrificatieopties in beeld, zoals voor de verwarming van de fornuizen.

Tegelijkertijd vindt richting 2040 de noodzakelijke op- en ombouw naar duurzame brandstof- en chemiegrondstofproductie plaats. Een deel van de transitie naar duurzame brandstoffen is reeds in gang gezet. Rotterdam beschikt over een van de grootste biobrandstofclusters ter wereld, met bestaande productieroutes zoals bio-ethanol, biodiesel (FAME) en HVO/

¹³ PwC. (2024). Future of refining in the Netherlands. [Link](#).

HEFA uit oliehoudende reststromen. Nieuwe, geavanceerde biobrandstofroutes richten zich onder meer op pyrolyse van houtige biomassa en vergassing van houtige en agrarische reststromen tot syngas. Het geproduceerde syngas kan vervolgens worden opgewerkt tot verschillende eindproducten, zoals biobrandstoffen en bionafta via Fischer-Tropsch, methanol via methanolsynthese en groengas via methanisering. Met deze vergassingsroute kan koolstofverwijdering worden gerealiseerd door biogene CO₂ af te vangen en op te slaan. Deze CO₂ kan in combinatie met hernieuwbare waterstof in principe ook benut worden voor de productie van synthetische brandstoffen. Productie van synthetische brandstoffen is erg energie-intensief en de kosten zijn voorlopig hoog vergeleken met die van (geavanceerde) biobrandstoffen, waardoor totstandkoming van deze route in Nederland niet waarschijnlijk is en alleen bij zeer gunstige kostenontwikkelingen een businesscase heeft. De verwachting is dat productie van deze brandstoffen met name plaats zal vinden op basis van geïmporteerde synthetische koolstof- en waterstofdragers. Het kabinet stuurt op zoveel mogelijk fossielvrij in 2050, maar brandstoffen voor de scheepvaart en luchtvaart zullen in 2040 en 2050 nog niet volledig hernieuwbaar zijn¹⁴.

Welke productiestappen voor duurzame brandstofproductie in Nederland worden opgebouwd, hangt samen met de noodzaak voor koolstofverwijdering en de mate waarin wordt gestuurd op weerbaarheid. Het is wenselijk dat Nederland qua verwerkingscapaciteit ten minste in de eigen vraag naar brandstoffen en -grondstoffen kan voorzien. Vanuit economisch perspectief bieden bestaande comparatieve voordelen een goede uitgangspositie voor verwerking van duurzame

koolstofdragers uit het buitenland tot brandstoffen en chemiegrondstoffen. De aanvoer zal naar verwachting vooral plaatsvinden in energiedichte vormen, zoals biocrude, pyrolyse-olie, methanol en bionafta, om transportkosten en energie-intensieve conversiestappen te beperken. De opbrengst van negatieve emissies ten behoeve van koolstofverwijdering wordt in de toekomst mogelijk een bepalende factor bij de locatiekeuze voor en inzet van productiestappen als vergassing. Vanwege de brede toepassing van syngas voor brandstofproductie en chemie, en het relatief beperkte energieverbruik lijkt die productiestap in Nederland perspectief te hebben. Vanuit weerbaarheid en koolstofverwijdering kan ingezet worden op het aanvullend opbouwen van meer productiestappen in Nederland in termen van de verwerking van ruwe biograndstoffen, zoals een hoger aandeel pyrolyse en vergassing. Hierbij moet een afweging plaatsvinden tussen economische haalbaarheid en (een hogere mate van) weerbaarheid.

Gezien structurele kostennadelen verwachten we in Nederland geen hernieuwbare waterstofproductie voor grootschalige productie van op hernieuwbare waterstof gebaseerde synthetische brandstoffen voor mobiliteit.

Synthetische brandstofproductie uit hernieuwbare waterstof en CO₂ in Nederland vraagt om grote hoeveelheden hernieuwbare elektriciteit voor waterstof. Uit diverse scenariostudies blijkt dat er te weinig betaalbare hernieuwbare elektriciteit in Nederland zal zijn om de toekomstige vraag naar brandstoffen geheel lokaal te produceren. Daarnaast zullen er andere landen zijn waar hernieuwbare waterstof economisch aantrekkelijker geproduceerd kan worden. De combinatie met een duurzame bron van koolstof maakt dat productie van synthetische waterstof- en

¹⁴ PBL (2024). Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050. [Link](#).

koolstofdragers daarvoor hoofdzakelijk elders zal plaatsvinden. We zien dit terug in Nederlandse projecteninitiatieven voor de productie van synthetische kerosine uit geïmporteerde e-methanol, waarbij de energie-intensieve stap in het proces dus al elders heeft plaatsgevonden. Dit past bij de huidige rol van Nederland als brandstoffenhub. Dit beeld is afhankelijk van de ontwikkeling van relatieve energiekosten in Nederland en de ontwikkeling van internationale ketens, en vraagt daarom om periodieke bijstelling. Het kabinet ziet de vraag naar gasvormige hernieuwbare waterstof voor het opwerken van biogene en fossiele grondstoffen (hydrogenering en kraken) als robuust. Deze waterstof is nodig om dit type activiteiten hier plaats te laten vinden. De eerste elektrolyzers in Nederland leveren hernieuwbare waterstof aan raffinageprocessen om invulling te geven aan de Europese RFNBO-verplichtingen. De kosten van gasvormige hernieuwbare waterstofproductie uit lokale elektrolyse en uit import via conversie van hernieuwbare waterstofdragers lijken vooralsnog vergelijkbaar volgens bestaande studies¹⁵.

Om de verduurzaming van raffinage mogelijk te maken zet het kabinet in op de realisatie van benodigde randvoorwaarden.

Investeringsbeslissingen voor zowel opbouw van hernieuwbare brandstofproductie als verduurzaming van bestaande raffinagecapaciteit staan zeer sterk onder druk door oneigenlijke concurrentie en het op dit moment nog ontbreken van een duurzame businesscase en randvoorwaarden als vergunningverlening, beschikbare ruimte, energie en infrastructuur. Het kabinet zet zich daarom in voor Europese marktbescherming (zoals via CBAM maar ook via de Industrial Accelerator Act/preferentiecriteria) en effectieve vraagcreatie naar duurzame brandstoffen. Het kabinet

stuurt daarnaast op tijdige beschikbaarheid van energiedragers en infrastructuur, dempen van elektriciteitskosten (via bijvoorbeeld de bij Regeerakkoord beschikbaar gestelde middelen voor de industrie en steun voor het Europese Electrification Action Plan) en het vergroten van het aanbod van duurzame koolstofbronnen uit binnenlandse productie en import.

Chemie

In de toekomst blijft de chemische industrie van strategisch belang voor Nederland en Europa, voor het sluiten van de koolstofketen en voor circulariteit. De chemische industrie staat aan de basis van vitale sectoren als defensie, gezondheid en voeding en is cruciaal voor de energie- en grondstoffentransitie. Producten van de chemische industrie worden na verdere verwerking toegepast in vrijwel de gehele industrie. Door toenemende circulariteit, mondiale concurrentie en opbouw van nieuwe productieketens speelt de basischemie in Nederland in de toekomst een potentieel kleinere, maar nog altijd belangrijke rol. De integratie in het ARRA-cluster zorgt voor significante concurrentievoordelen. Het cluster profiteert van een strategische ligging aan zee, een logistiek netwerk van transportverbindingen, een hoge kennispositie en synergievoordelen voor zowel de inkoop van grondstoffen als de export van basischemicaliën, polymeren en voor latere stappen in de keten. De Europese chemie zit momenteel in zwaar weer door relatief hoge energie- en klimaatkosten en goedkope import uit landen met overcapaciteit. Dit leidt ook in Nederland tot (voorgenomen) sluitingen en het afschalen van productie.

¹⁵ CE Delft (2025). Waterstof: kostprijs, import, beleid. [Link](#).

Verduurzaming van de basis-koolstofchemie¹⁶ ziet naast emissiereductie toe op de verduurzaming van grondstoffen en eindproducten. Voor de verduurzaming van grondstoffen schetst de 'Visie op duurzame koolstof in de chemische industrie'¹⁷ drie hoofdroutes: 1) directe vervanging: het gebruik van circulaire en biogene koolstofdragers zoals pyrolyse-olie als vervanging voor fossiele grondstoffen; 2) alternatieve routes: het gebruiken van nieuwe routes op basis van vergassing, zoals hernieuwbaar syngas of methanol; en 3) nieuwe chemie: het opbouwen van de productie van nieuwe chemicaliën- en kunststoffen voor verbeterd koolstofrendement, energiegebruik en functionaliteit door bijvoorbeeld biochemische omzetting. Een voorbeeld van deze laatste route is de fabriek van Avantium in Nederland, die op basis van plantaardige suikers een nieuwe duurzame kunststofgrondstof produceert. Specifiek voor koolstof in de chemie en brandstoffen is er bovendien een belangrijke samenhang met de Visie Brandstoffen- en Chemiegrondstoffenproductie, de Nationale Biograndstoffenstrategie (verschijnen beide in het najaar van 2026) en de Visie Opschaling Aanbod Duurzame Koolstofdragers (VOADK). In een duurzame economie daalt de behoefte aan kraakcapaciteit door de verwachte grotere inzet op circulariteit, alternatieve routes en nieuwe chemie. Afhankelijk van de toekomstige energiekosten, beschikbare infrastructuur, marktvraag naar duurzame producten en snelheid van opschaling van alternatieven, vertaalt dit zich naar verwachting naar een

verminderde behoefte aan kraakcapaciteit ten opzichte van de vijf huidige operationele krakers.

De inzet van CO₂-afvang en -opslag lijkt op middellange termijn de meest kosteneffectieve verduurzamingsroute voor krakers. CO₂-afvang kan zowel voor als na verbranding op de fornuizen worden ingezet, waarbij er in het eerste geval via een tussenstap koolstofarme waterstof wordt geproduceerd die vervolgens wordt verbrand op de fornuizen. Deze vorm van CO₂-afvang acht het kabinet het meest waarschijnlijk vanuit vergevorderde verduurzamingsplannen van de bedrijven. Dit lijkt echter alleen grootschalig toegepast te kunnen worden als vergunningseisen voor de uitstoot van stikstofdioxiden worden versimpeld, waartoe de Europese Commissie een voorstel heeft voorbereid¹⁸. Met een geleidelijke vervanging van krakergrondstof door circulaire en biogene koolstofdragers zal een deel van de afgevangen CO₂ van restgassen die via de pre- danwel post-combustion CCS ingezet kunnen worden, van biogene oorsprong zijn en daarmee bijdragen aan koolstofverwijdering. Richting 2040 kan in aanvulling daarop groen gas worden ingezet om de laatste restemissies te vermijden en additionele koolstofverwijdering te bewerkstelligen. Op de lange termijn (na 2040) kan elektrificatie van krakers een rol kan gaan spelen. De technologie voor elektrisch kraken moet verder worden doorontwikkeld voordat dit op grote schaal in de praktijk kan worden toegepast en een betaalbare verduurzamingsoptie is¹⁹. Elektrisch

¹⁶ Het NPE focust voor koolstofbehoefte binnen de chemie op de koolstofchemie. Anorganische chemie en kunstmest zijn in deze paragraaf niet opgenomen; maar worden beiden wel meegenomen in de cijfermatige analyses van het NPE. Voor kunstmest is een aparte paragraaf opgenomen. Deze sectoren worden wel meegenomen in de energiebehoefte.

¹⁷ Ministerie van IenW, Ministerie van KGG. (2025). Visie op duurzame koolstof in de chemische industrie. [Link](#).

¹⁸ Europese Commissie (2025). [Simplification of administrative burdens in environmental legislation](#).

¹⁹ PBL (2025). Eindadvies basisbedragen SDE++. [Link](#). Geeft een subsidie-intensiteit voor elektrisch kraken van momenteel €1656,-/ton CO₂.

kraken vereist een grote aansluiting op het elektriciteitsnet die op sommige plekken waarschijnlijk niet beschikbaar is voor 2035. De inzet van hernieuwbare waterstof als brandstof voor krakers is een relatief dure oplossing, die daarom op dit moment niet als waarschijnlijk wordt gezien. Voor andere energetische processen in de basischemie (waaronder lage- en midden-temperatuur warmteprocessen, aandrijving en compressie) lijkt elektrificatie de meeste kosteneffectieve verduurzamingsroute.

Het kabinet stuurt op klimaatneutraal in 2050, waarbij het aandeel fossiel beperkt wordt. Ondanks de ambities en inzet van het Nederlandse kabinet zullen grondstoffen voor de chemie in 2050 nog niet volledig duurzaam zijn. Op basis van bestaand (EU) beleid wordt in 2040 een beperkt aandeel van duurzame grondstoffen in de chemie verwacht. Daarnaast blijkt uit meerdere studies²⁰ dat een volledig fossielvrije chemie nog een extra uitdaging vormt ten opzichte van een klimaatneutrale chemie, door een aanvullend beslag op schaarse beschikbare bronnen. Tegelijkertijd heeft het minimaliseren van het fossiele grondstofgebruik ook belangrijke voordelen. Dit benadrukt het belang van de huidige inzet op EU-niveau om de concurrentiepositie van de Europese chemie te versterken en de verduurzaming van de sector te versnellen. Bij beleidskeuzes is het van belang om alle klimaat-, milieu-, energie-, economische en maatschappelijke effecten van een fossielvrije versus een klimaatneutrale industrie zorgvuldig mee te wegen. Om te bepalen tot op welk niveau uitfasering van fossiele grondstoffen wenselijk is, is meer onderzoek nodig.

²⁰ PBL Trajectverkenning Klimaatneutraal (2024). TNO (2025). Fossil-free energy system and the chemical industry in the Netherlands.

Om de verduurzaming van de chemie mogelijk te maken zet het kabinet in op de realisatie van benodigde randvoorwaarden. Bovenstaande ontwikkelingen zijn inherent onzeker en van zeer veel factoren afhankelijk. De concurrentiepositie van de sector staat op dit moment onder zeer hoge druk. Op korte termijn zijn interventies noodzakelijk om bovenstaande verduurzamingsroutes in gang te zetten en toekomstperspectief te bieden aan de chemie. Hierbij is het sterk van belang naar de brede context van het ARRRA-cluster te kijken. Zo zet Nederland zich politiek en ambtelijk actief in voor bijvoorbeeld het realiseren van grensoverschrijdende buisleidingen (DRC, DSC) Investeringskeuzes binnen verduurzamingsroutes in de chemie hangen daarnaast sterk samen met de prijsontwikkeling van grondstoffen en de marktvraag naar duurzame producten. Nederland zet zich actief in voor geharmoniseerde Europese wet- en regelgeving voor een gelijk Europees speelveld en marktcreatie²¹. Verduurzaming van producten vraagt om oplopende bijmengverplichtingen voor secundaire en biogene koolstofdragers, Europees afgestemde regels voor koolstofaccounting en toezicht op duurzaamheidseisen voor geïmporteerde producten²². Binnen de EU Critical Chemical Alliance wordt gewerkt aan concrete voorstellen voor vraagcreatie. Het kabinet stuurt op tijdige beschikbaarheid van energiedragers en

infrastructuur, dempen van elektriciteitskosten (via bijvoorbeeld de bij Regeerakkoord beschikbaar gestelde middelen voor de industrie en steun voor het Europese Electrification Action Plan) en het vergroten van het aanbod van duurzame koolstofbronnen uit binnenlandse productie en import.

Kunstmest

Hoewel het streven is dat er in de toekomst meer circulaire landbouw plaatsvindt, blijft kunstmest voorlopig nodig voor voedselzekerheid. Afhankelijkheid van kunstmestimport uit landen van buiten Europa is risicovol, zoals we zien aan recente conflicten zoals in het Midden-Oosten. Nederland speelt met twee grote productielocaties een aanzienlijke rol in de Europese strategische autonomie voor kunstmest. Naast kunstmest zijn andere producten uit ammoniak belangrijk voor o.a. defensie en voor materialen als melamine.

Voor de verduurzaming van kunstmestproductie gaan we uit van CCS, waterstof uit afvalvergassing en import van hernieuwbare of koolstofarme ammoniak. We verwachten voor Nederland geen significante rol voor ammoniakproductie uit hernieuwbare waterstof via binnenlandse elektrolyse.

21 In Europa zijn verschillende richtlijnen en verordeningen van kracht of aangenomen die (direct) effect hebben op het grondstoffengebruik in de chemie; zoals de Single-Use Plastics Directive, Packaging and Packaging Waste Regulation, Ecodesign for Sustainable Products Regulation. Via de Industrial Decarbonisation Accelerator Act (IDAA) wil de Commissie onder andere duurzaamheidscriteria invoeren om schone productie en vraag te stimuleren. Deze wordt eind 2025 verwacht. Daarnaast kondigt de Commissie een Advanced Materials Act aan (2026), die technologische ontwikkeling in de chemische sector moet stimuleren en belonen. Specifiek voor de grondstoffentransitie naar duurzame koolstof wordt een Circular Economy Act (2026) voorgesteld en een visie en opschalingsrichtingen in de nieuwe EU Bioeconomy Strategy (eind 2025). Verder kondigt de Commissie de ontwikkeling van financiële stimuleringsmaatregelen ten behoeve van het gebruik van duurzame koolstof aan. Ook volgt in 2025 een gerichte herziening van REACH (regulering van chemische stoffen) met als doel om procedures te versnellen en te vergemakkelijken voor bedrijven. Tot slot wordt met de chemie-omnibusverordening en de aanpassingen van procedures binnen ECHA53 het regelgevend kader voor de chemie vereenvoudigd.

22 Chemische producten vallen momenteel niet onder de bescherming van het Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM)⁵⁸, wat zorgt voor weglekrisico's.

Bij Yara wordt nu een deel van de CO₂ die vrijkomt bij de productie van waterstof afgevangen en opgeslagen in Noorwegen. Bij OCI bestaan vergevorderde plannen voor de toepassing van waterstof en CO₂ uit afvalvergassing voor de productie van kunstmest. In de huidige vooruitzichten van kostenontwikkelingen wordt uitgegaan van een sterk kostennadeel voor in Nederland geproduceerde hernieuwbare waterstof als grondstof voor producten zoals ammoniak. Directe import van hernieuwbare ammoniak lijkt daarmee goedkoper te worden dan eigen productie. Bovendien zijn er diverse initiatieven voor import van hernieuwbare ammoniak als waterstofdrager. Het is kostenefficiënter deze ammoniak direct in kunstmestproductie in te zetten dan via een tussenstap (kraken) als gasvormige waterstof. Inzet op koolstofarme waterstof voor ammoniakproductie is in eerste instantie kostenefficiënter dan de inzet van hernieuwbare waterstof en kan daarmee een rol vervullen in het verduurzamingspad van de sector. Dit wordt op de lange termijn met oplopende ETS-kosten echter duurder en er blijven restemissies bestaan als gevolg van onvolledige CO₂-afvang, hoewel een deel van CO₂ ook nuttig kan worden toegepast in onder meer de tuinbouw en voedingsmiddelenindustrie. De verhouding tussen import van hernieuwbare ammoniak en inzet van koolstofarme waterstof in het 2040-beeld van de sector is van veel factoren afhankelijk (zoals ontwikkeling van kosten, beschikbaarheid en Europees beleid) en daarmee inherent onzeker. Richting het nieuwe NPE in 2029 zal dit beeld verder worden aangescherpt. Voor deze actualisatie wordt in de cijferbasis een illustratief beeld geschetst van een groot aandeel import (basispad cijferbasis) tot gelijke verdeling tussen beide routes (hoog-scenario).

Overige industrie (cluster 6)

Cluster 6 levert een grote bijdrage aan het verdienvermogen van de Nederlandse industrie en economie en blijft toekomstbestendig wanneer verduurzaming gefaciliteerd wordt. De industriële bedrijven buiten de vijf geografische industrieclusters vormen gezamenlijk cluster 6. Het gaat hierbij om een breed palet aan sectoren, waaronder levensmiddelen, glas, papier, keramiek en chemie²³. Grofweg de helft van de toegevoegde waarde in de Nederlandse industrie wordt gecreëerd door bedrijven buiten de vijf geografische clusters, welke daarmee een belangrijke bron zijn van innovatie en werkgelegenheid in de regio. Voor dit segment van de Nederlandse industrie is er een goed perspectief op verduurzaming en voor de opbouw van nieuwe, circulaire industrie. Op de korte termijn spelen er echter grote uitdagingen zoals rond netcongestie en stikstof. Vanwege de verspreide geografische ligging zijn er relatief lange doorlooptijden en hoge kosten voor een aansluiting op elektriciteits-, waterstof- en CO₂ infrastructuur. Meer dan het geval is bij de andere subsectoren, speelt hier dat bedrijven graag á tempo verduurzamen, maar dat vaak niet tijdig mogelijk is. Het kabinet zet sterk in op het tijdig realiseren van de benodigde randvoorwaarden (zie onderaan deze paragraaf en de hoofdstukken m.b.t. energieketens). Vooralsnog is het beeld dat benodigde infrastructuur en aansluitingen tijdig (uiterlijk 2040) worden gerealiseerd, al dan niet in combinatie met flexibiliteit of hybride oplossingen (zie ook H4.3). Wel zijn investeringen in netverzwaring gevoelig voor vertragingen. Het kabinet heeft dit risico scherp op het netvlies en evalueert het huidige beeld en eventuele systeemkeuzes opnieuw in het nieuwe NPE van 2029.

23 Het betreft de sectoren: levensmiddelen, papier- en karton, glas, keramiek, afval- en recycling, chemische industrie, metallurgische industrie, datacentra, en de offshore olie- en gasexploratie. In de praktijk overlappen cluster 6 en deze sectoren niet volledig; een aantal bedrijven uit deze sectoren is in een geografisch cluster gevestigd.

Voor de industrie in cluster 6 geldt dat elektrificatie en efficiëntieverbetering de dominante routes zijn, het oplossen van infrastructurele knelpunten staat bovenaan. De verduurzaming van deze industrie verloopt primair via elektrificatie van lage- en midden-temperatuurprocessen, wat een kostenefficiënte route is met aanzienlijke emissiereducties. In sectoren zoals voedingsmiddelen en papier ligt de nadruk daarom sterk op elektrificatie. Netcongestie, nabijheid tot elektriciteitsinfrastructuur en hoge netwerkkosten vormen daar de belangrijkste knelpunten. Voor hogetemperatuurprocessen in de keramiek en delen van de glasproductie blijven groen gas en mogelijk waterstof kansrijke alternatieven, vaak in hybride toepassingen. Tegelijkertijd kan de fysieke afstand tot infrastructuur een belemmering vormen voor de toepassing van m.n. waterstof, afhankelijk van de locatie, vraagvolumes en concentratie van bedrijven. In gebieden waar voldoende geclusterde waterstofvraag ontstaat, kan het doelmatig zijn om gedeelde infrastructuur aan te leggen in de vorm van een distributienet. Er kan ook worden gekozen voor regionale waterstofhubs (zie hoofdstuk 5.6). Ook CO₂-afvang en -opslag kan kansen bieden, waarbij kleinere hoeveelheden CO₂ over weg en water kunnen worden getransporteerd. De kosteneffectiviteit hiervan verschilt echter per bedrijf en regio. Veel cluster 6-bedrijven liggen bovendien in de buurt van Natura2000-gebieden, waardoor er afhankelijk van de exacte ligging knelpunten voor zowel verduurzaming als uitbreiding met nieuwe (groene) activiteiten is. Lokale groen gasproductie en energiehubs kunnen mogelijk in specifieke omstandigheden een oplossing bieden.

Vanwege de grote diversiteit in productieprocessen en locaties hanteert het kabinet voor de verduurzaming van cluster 6 een regionale en casus-specifieke aanpak. Het kabinet zet in op het creëren van de benodigde randvoorwaarden, onder meer via de Landelijke Aanpak Netcongestie, het dempen van elektriciteitskosten (via bijvoorbeeld de bij Regeerakkoord beschikbaar gestelde middelen voor de industrie en steun voor het Europese Electrification Action Plan), het stimuleren van groengasproductie, het verlagen van waterstofkosten en het ondersteunen van innovatie en opschaling via bestaande instrumenten. Leidend in de versnelling van de verduurzaming is het Actieplan 2.0 Cluster 6 dat in september 2025 naar de Tweede Kamer is gestuurd. De belangrijkste speerpunten daarin zijn 1) de regioaanpak, waarin samenwerking op lokaal en regionaal niveau tussen bedrijven wordt gezocht om knelpunten op te lossen; 2) de casusaanpak, met focus op specifieke casussen en bredere kennisdeling om in een breed gremium knelpunten op te lossen en lessen breder te delen; en 3) pilots met alternatieve energiedragers: waterstof en groen gas. Cluster 6-bedrijven maken bovengemiddeld goed gebruik van het verduurzamingsinstrumentarium en zijn één van de grootste afnemers van de SDE++, VEKI en ISDE-subsidie. Ook maken deze bedrijven veel gebruik van de fiscale stimuleringsmaatregelen als de EIA en de MIA/VAMIL. Het kabinet werkt aan een clusteraanpak waarin de inzet voor cluster gericht kan worden bepaald. In de industriestrategie van Stichting C6 (verwacht in het najaar van 2026) zal de potentie voor investeringen in verduurzaming en hiervoor benodigde randvoorwaarden beter in beeld worden gebracht.

2.4 Energievraag en koolstofstromen industrie

Op basis van de geschetste verwachtingen is een cijfermatig beeld opgesteld van de industriële energievraag en -mix (inclusief grondstoffen) en de bijbehorende koolstofstromen. Een nadere omschrijving van het cijfermatige beeld van het energiesysteem in de actualisatie van het NPE (inclusief methodologie) is te vinden in bijlage 1.

Energievraag en energiemix

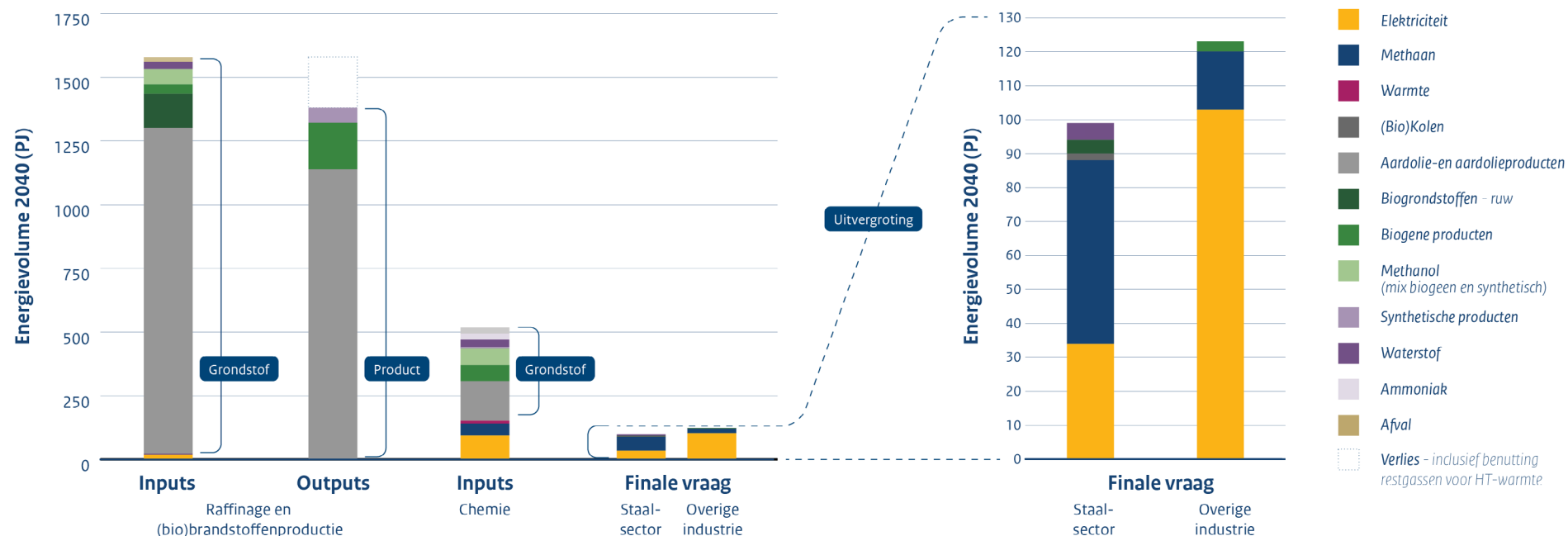
Figuur 2.1 geeft een overzicht van hoe de energievraag en energiemix (inclusief grondstoffen) in de industrie er in 2040 uit zou kunnen zien in lijn met de hierboven geschetste verduurzamingsroutes (basispad cijferbasis). Daarnaast staan in de kwalitatieve omschrijving van de verduurzamingsroutes hierboven veelal ook potentiële ontwikkelingen omschreven bij gunstigere kostenontwikkelingen of additionele inzet op weerbaarheid. In bijlage 1 (B.1) wordt dit ook wel omschreven al een 'hoog-scenario'. Bijgevoegde figuren²⁴ zijn (tenzij anders vermeld) gebaseerd op het basispad. De brandstofproductie laat in dit beeld de grootste verandering zien ten opzichte van de huidige situatie, aangezien de totale output van deze sector substantieel is afgenomen door sterke elektrificatie van het wegtransport in Nederland (en de rest van Europa). De productiecapaciteit voor duurzame brandstoffen is in dit beeld aanzienlijk opgeschaald, hoewel de verwerking van aardolie en aardolieproducten nog steeds het grootste deel van de verwerking in de sector vertegenwoordigt. In de chemie daalt de energievraag

in dit beeld, onder meer door toegenomen circulariteit. Daarbij komen de eerste grootschalige productiefaciliteiten op basis van innovatieve productieroutes voor productie van chemicaliën uit duurzame koolstofdragers van de grond. De staalsector is overgestapt van kolen-gebaseerde productie naar productie van DRI (direct-reductie ijzer) op basis van aardgas in combinatie met CCS, mogelijk met bijmenging van groengas en kleine hoeveelheden waterstof. De productie van staal gebeurt middels een elektrische vlamboogoven. In de overige industrie waaronder die in cluster 6, is (hybride) elektrificatie de dominante verduurzamingsroute. Aardgas speelt met name een rol als back-up in uren met schaars elektriciteitsaanbod en waterstof en biograndstoffen spelen een beperkte rol bij het verduurzamen van die processen waar elektrificatie niet technologisch haalbaar of kosteneffectief is.

Koolstofstromen

Figuur 2.2 geeft een illustratief overzicht van de koolstofverwerkende industrie in 2040 (brandstoffen en organische chemie). In de figuur is te zien dat aardolie nog steeds de primaire grondstof is in de raffinage in 2040, maar dat daarnaast in dit beeld aanzienlijke productie van duurzame brandstoffen plaatsvindt. De hier geïllustreerde verwerking van biograndstoffen en geïmporteerde synthetische intermediates zoals methanol hangt met name samen met de productie van duurzame luchtvaartbrandstoffen. Het geïllustreerde beeld (een uitsnede uit de bredere cijferbasis in bijlage 1) gaat uit van behoud van de Nederlandse exportpositie voor brandstoffen. De huidige EU mandaten voor scheepvaartbrandstoffen vormen in dit beeld slechts een beperkte prikkel voor

²⁴ Zo kunnen gunstigere kostenontwikkelingen ten aanzien van Nederlandse productie van hernieuwbare waterstof, en/of aanvullende inzet op weerbaarheid bijvoorbeeld leiden tot grotere inzet van koolstofarme waterstof voor ammoniakproductie ten koste van import; grotere inzet van waterstof voor staalproductie ten koste van (groen) gas; en meer processtappen in duurzame brandstofproductie (groter aandeel vergassing en deels met waterstofverrijking) ten koste van methanolimport. Dit zou leiden tot een grotere waterstofvraag en vraag naar (ruwe) biograndstoffen.

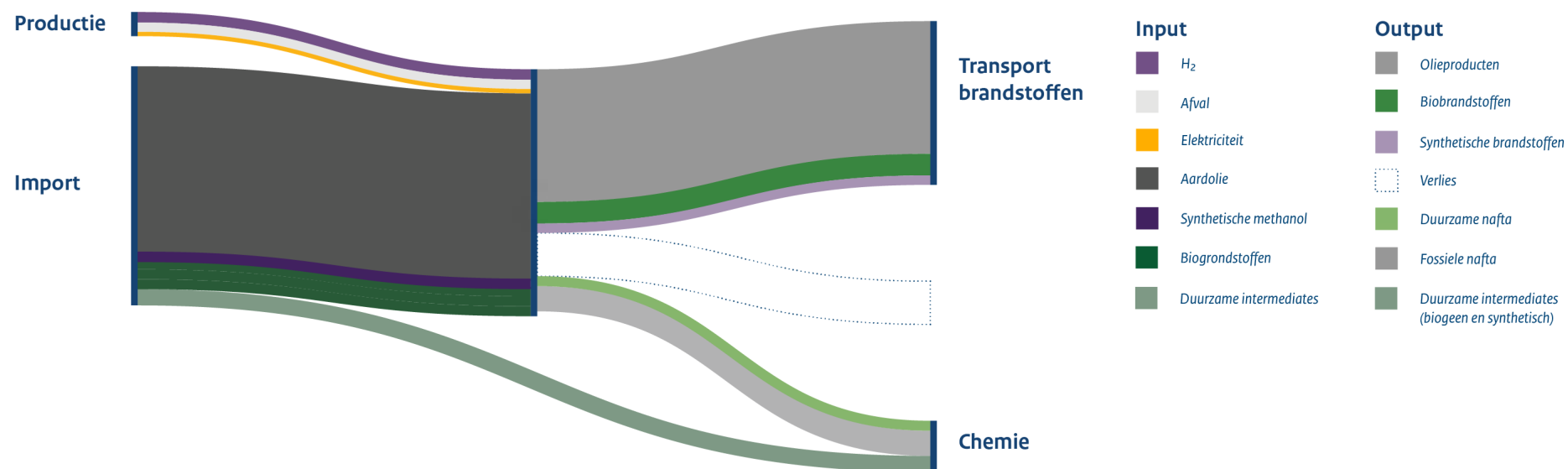


Figuur 2.1 Illustratief beeld voor de energievraag in de industrie in 2040. Bron: Cijferbasis NPE (2040).

investerings in grootschalige productiecapaciteit voor duurzame scheepvaartbrandstoffen. Het bereiken van nieuwe wereldwijde verduurzamingsnormen vanuit de International Maritime Organisation kunnen hier mogelijk verandering in brengen. In dit beeld is sprake van een concurrerende Nederlandse chemie dankzij ambitieuze vergroening van de grondstoffen. Om dit te realiseren is ambitieuze Europese vraagcreatie naar duurzame

producten essentieel. Een deel van de duurzame chemiegrondstoffen wordt geproduceerd als bijproduct bij de productie van duurzame luchtvaartbrandstoffen. Hoe de onderlinge verdeling tussen verschillende typen grondstoffen er precies uit zal zien is hoogst onzeker; in dit beeld is daarom uitgegaan van een mix van productieroutes.²⁵

²⁵ Bij zowel Fischer-Tropsch brandstoffen na vergassing van biomassa of de methanol-to-jet route komt nafta als bijproduct vrij, wat kan worden ingezet als grondstof in de chemie. Daarnaast kan de chemie gebruik maken van geïmporteerde duurzame grondstoffen zoals nachts en pyrolyseolie en methanol.



Figuur 2.2 Illustratieve weergave van input-en outputstromen in de koolstofverwerkende industrie – de brandstoffenproductie en chemie – in 2040. Bron: Cijferbasis NPE (2040).

3.

Energievraag mobiliteit

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt een beeld geschetst van de ontwikkeling van de energievrage en -mix van de sector mobiliteit richting 2040. Het vertrekpunt is de raming van PBL in de Klimaat- en energieverkenning 2026 van de energiemix op basis van vastgesteld en voorgenomen beleid. Daaruit blijkt dat de vraag naar mobiliteit richting 2040 zal groeien, waarbij de vraag naar fossiele brandstoffen afneemt en de vraag naar hernieuwbare energiedragers toeneemt. Deze afbouw van fossiele brandstoffen is noodzakelijk voor verdere verduurzaming en om te voldoen aan de klimaatdoelen. In het NPE van 2029 zal hier meer duidelijkheid over zijn.

De snelheid van de elektrificatie en de inzet van biobrandstoffen in de mobiliteit laat zich moeilijk voorspellen en is mede afhankelijk van (nog te nemen) Europese en nationale besluitvorming. Daarom worden in aanvulling op de PBL-raming mogelijke ontwikkelingen in de inzet van hernieuwbare energiedragers voor mobiliteit geschetst en waar mogelijk kwantitatief geduid. Dit gebeurt aan de hand van de drie energieketens elektriciteit, koolstof en waterstof.

Om tijdig te kunnen anticiperen op een hogere vraag naar hernieuwbare energiedragers zijn voor de cijferbijlage bij dit rapport voor binnenlandse mobiliteit twee scenario's opgesteld, waarbij ten opzichte van het basispad uit de Klimaat- en Energieverkenning 2026 sprake is van een lagere of hogere ingroei van elektrische voertuigen en al dan niet sprake is van een hogere inzet van biodiesel.

3.2 Ontwikkeling energiedragers totale mobiliteitssector richting 2040

Om in 2050 een klimaatneutrale mobiliteitssector te hebben moet de inzet van fossiele brandstoffen worden afgebouwd en is tijdige en voldoende beschikbaarheid en betaalbaarheid van duurzame energiedragers en bijbehorende infrastructuur essentieel. De huidige energiemix van de sector mobiliteit bestaat uit fossiele brandstoffen, elektriciteit, biobrandstoffen en waterstof. Om de noodzakelijke afbouw van fossiele brandstoffen mogelijk te maken neemt de inzet van elektriciteit, biobrandstoffen, e-fuels en waterstof richting 2040 toe. Tegelijkertijd groeit de mobiliteitssector door onder andere economische- en bevolkingsgroei en blijft goederenvervoer een belangrijke rol spelen in de wereldhandel. Mede door deze ontwikkelingen ontstaat een toenemende vraag naar hernieuwbare energiedragers.

Er wordt een afname van de totale energievraag van de sector mobiliteit verwacht van 1038 PJ in 2025 naar 908 PJ in 2040.

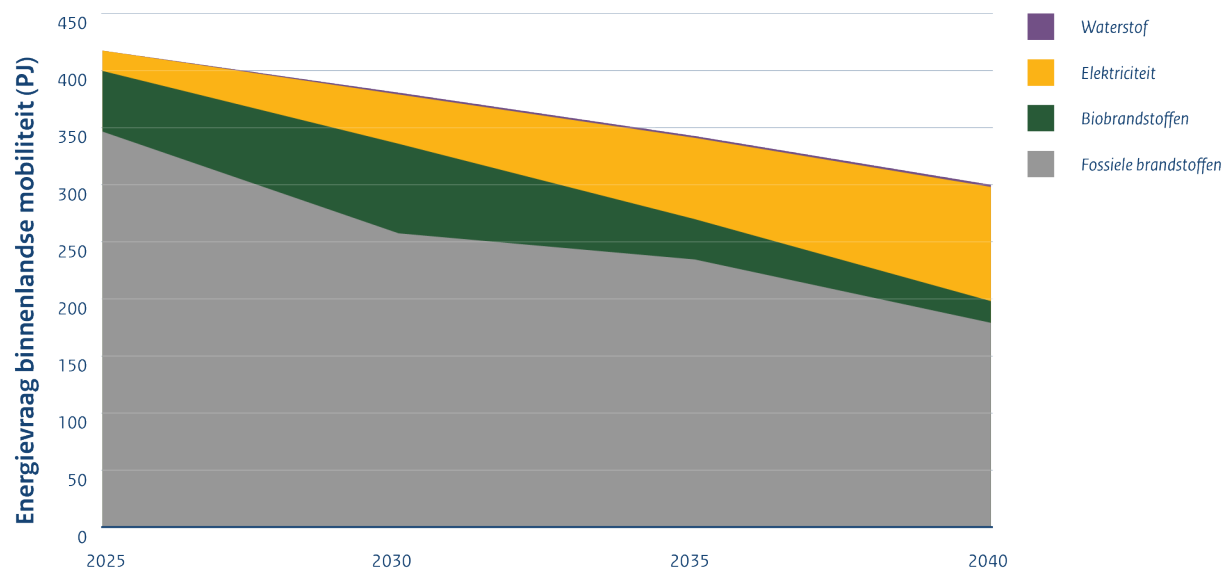
Door verdere elektrificatie van het wagenpark is er een afname van de totale energievraag van de sector mobiliteit te zien. Dit komt doordat elektrische voertuigen tot drie keer energie-efficiënter zijn dan voertuigen met een verbrandingsmotor. Ook valt de energievraag lager uit dan in het NPE uit 2023 is opgenomen. Dit is te verklaren door verdere elektrificatie van het wegvervoer en doordat er een beter beeld is van de energievraag van de sector. Dit betekent overigens nog steeds dat er voor de verduurzaming van mobiliteit een significante vraag naar duurzame energiedragers is en tijdige beschikbaarheid om aan deze vraag te voldoen van belang is.



3.3 Binnenlandse mobiliteit

Ontwikkeling energiedragers binnenlandse mobiliteit richting 2040

In 2040 is in de binnenlandse mobiliteit (wegverkeer, openbaar vervoer, spoor en mobiele werktuigen) elektriciteit een belangrijke hernieuwbare energiedrager, maar speelt ook de inzet van biobrandstof nog een belangrijke rol. Waterstof speelt een beperkte rol in de verduurzaming van zwaar wegtransport. Door Europese wetgeving (ETS-2, CO₂-emissienormen voor nieuwe voertuigen, REDIII en de AFIR) zullen fossiele brandstoffen in de binnenlandse mobiliteit steeds verder worden vervangen.



Figuur 3.1 Ontwikkeling totale energievraag binnenlandse mobiliteit (wegverkeer, OVS, NRMM). Bron: PBL (2026).²⁶

In de binnenlandse mobiliteit wordt er richting 2040, ondanks een toename van het aantal vervoersbewegingen en voertuigen, een flinke afname van de totale finale energievraag verwacht van 418 PJ in 2025 naar 300 PJ in 2040. Dit komt voornamelijk door elektrificatie van het wegverkeer, aangezien elektrische voertuigen tot wel drie keer energie-efficiënter zijn dan voertuigen met een verbrandingsmotor. Om de verduurzaming te versnellen kan er ingezet worden op het sneller elektrificeren van het wagenpark of door tijdelijke extra inzet van biobrandstoffen.

In de raming van de Klimaat- en energieverkenning 2026 gaat PBL uit van de voortzetting van het huidige beleid. Door nationale en Europese beleidskeuze en externe factoren, zoals prijsontwikkelingen van accutechnologie en fossiele brandstoffen en economische groei, kan de elektrificatie van het wagenpark worden vertraagd of versneld. Bij de beschrijving van de elektriciteitsketen worden hierbij enkele ontwikkelrichtingen geschetst.

²⁶ PBL (2026). Klimaat- en Energieverkenning.

De voortzetting van het huidige beleid betekent ook dat de brandstoftransitieplichting voor de sector land in het Besluit energie vervoer van 28,4% ongewijzigd wordt doorgetrokken naar 2040. Het gevolg daarvan is dat de inzet van biobrandstoffen afneemt van 78 PJ in 2030 naar 19 PJ in 2040. Naar alle waarschijnlijkheid zal de inzet van biobrandstoffen in de binnenlandse mobiliteit groter zijn dan blijkt uit de PBL-raming. Hierover zijn nog geen besluiten genomen. Bij de beschrijving van de koolstofketen wordt een ontwikkelrichting geschetst waaraan gedacht kan worden.

Elektriciteitsketen

Elektrificatie is richting 2050 de hoofdroute voor het wegverkeer, het spoor en mobiele werktuigen. Deze route maakt Nederland minder afhankelijk van de import van fossiele brandstoffen uit een beperkt aantal landen en is financieel aantrekkelijk voor de gebruiker. Daarnaast zorgt het voor efficiënt gebruik van energie. In 2040 zal een groot deel van de personenauto's, bestelbussen, vrachtwagens en het openbaar vervoer geëlektrificeerd zijn. Bij zwaar wegtransport lijkt batterij-elektrische aandrijving de meeste kansrijke en kosteneffectieve oplossing, maar kunnen ook andere energiedragers en aandrijftechnologieën een rol spelen.

Door (Europees) beleid, technologische vooruitgang en kostenreductie van accutechnologieën versnelt de ingroei van elektrische voertuigen en de vraag naar elektriciteit. De Europese normen ten aanzien van de verkopen van emissievrije (bestel)auto's in 2035 en de verkopen van emissievrije vrachtauto's en bussen dragen hieraan bij. De verwachting is dat een eventuele afzwakking van de EU-norm voor personenauto's in Nederland waarschijnlijk vooral impact heeft na 2035. Daarnaast

zullen Europese normerings- en beprijzingsmaatregelen zoals de REDIII en ETS2 elektrificatie in de mobiliteit versnellen. Ook zorgt nationaal beleid, zoals de vrachtwagenheffing in combinatie met de terugsluis van de netto-opbrengsten, zero-emissiezones, het normeren van de zakelijke leasemarkt via een pseudo-eindheffing en de inruilregeling van oude fossiele voertuigen voor tweedehandse elektrisch voertuigen voor verdere verduurzaming van de binnenlandse mobiliteit. Hiervoor wordt de laadinfrastructuur in hoog tempo uitgebreid, maar kan dit worden vertraagd door netcongestie. Op basis van huidige beleid verwacht PBL een elektriciteitsvraag van het binnenlandse vervoer van 100 PJ in 2040. Afhankelijk van verschillende externe factoren kan deze vraag uitkomen tussen 73 PJ en 123 PJ in 2040.

De ingroei van elektrische voertuigen kan door diverse oorzaken sneller verlopen dan nu aangenomen. De ingroei wordt mede bepaald door technische, sociale, economische en beleidsmatige ontwikkelingen. Daarom is sprake van een ruime bandbreedte, waardoor de elektriciteitsvraag in 2040 hoger of lager kan zijn dan geraamd in de Klimaat- en Energieverkenning 2026 nu aangenomen. Daarbij is een belangrijke onzekerheid of netcongestie in de toekomst nog een beperkende factor is voor de ingroei van elektrische voertuigen. In de Outlook Mobiliteit, die in opdracht van de Nationale Agenda Laadinfrastructuur door ElaadNL is opgesteld, wordt in tegenstelling tot de Klimaat- en Energieverkenning 2026, de 'zuivere vraag' vanuit elektrisch vervoer in beeld gebracht. Hierbij wordt tot 2040 geen rekening gehouden met een verdere toename van netcongestie. Er wordt wel rekening gehouden met de realisatie in de afgelopen jaren waardoor enig effect van congestie wordt meegenomen. Mocht netcongestie geen beperkende factor vormen komt de elektriciteitsvraag volgens ElaadNL uit op 155 PJ (124 PJ – 169 PJ) in 2040.

Koolstofketen

Hoewel de inzet van elektriciteit op termijn dominant wordt, blijft inzet van biobrandstoffen voor het verduurzamen van het wegverkeer en mobiele werktuigen in 2040 noodzakelijk.

Een deel van de voertuigen is in 2040 nog niet geëlektrificeerd. Daarom vervullen duurzame biobrandstoffen nog een belangrijke rol bij de verduurzaming van voertuigen met een verbrandingsmotor in de binnenlandse mobiliteit. Daarnaast kan de inzet van biobrandstoffen in de binnenlandse mobiliteit bijdragen aan innovatie en opschaling van biobrandstofproductie die nog lange tijd nodig is onder andere in de lucht- en scheepvaart.

Ook zijn er Europese doelen die bijdragen aan een grotere vraag naar hernieuwbare energie, zoals biobrandstoffen. De *Europese Renewable Energy Directive* (RED-III) stelt doelen voor de CO₂-ketenemissiereductie middels het leveren van hernieuwbare energie in onder andere de mobiliteitssector en subdoelen voor de minimuminzet van geavanceerde biobrandstoffen en RFNBO's ('*Renewable Fuels of Non Biological Origin*', zoals waterstof). In Nederland is de RED-III uitgewerkt in de brandstoffen-transitieverplichting (BTV), waarbij gekozen is voor afzonderlijke verplichtingen voor wegtransport (inclusief mobiele machines), binnenvaart en zeevaart. Momenteel loopt de huidige brandstoftransitieverplichting voor brandstofleveranciers tot en met 2030. De motie Van Groningen/Veltman (TK 36 766, nr. 12) verzoekt de regering om de investeringshorizon onder de REDIII-wetgeving te verlengen tot 2035. Ook in het coalitieakkoord is afgesproken om de inzet van biobrandstoffen na 2030 te normeren en daarbij op te trekken met Duitsland en Frankrijk.

De toekomstige verlenging van de BTV zorgt ervoor dat biobrandstoffen ook na 2030 een belangrijke rol spelen in het wegverkeer. Hierover zijn nog geen besluiten genomen. Daarom is in de raming van PBL de BTV van 28,4% uit het Besluit energie vervoer ongewijzigd doorgetrokken naar 2040. Het gevolg daarvan is dat de inzet van biobrandstoffen afneemt van 79 PJ in 2030 naar 15 PJ tot 24 PJ in 2040. Naar alle waarschijnlijkheid zal de inzet van biobrandstoffen in de binnenlandse mobiliteit groter zijn dan blijkt uit de PBL-raming.

Het nog vast te stellen beleid is in sterke mate bepalend voor de vraag van biobrandstoffen in 2040. De mogelijkheid voor biobrandstoffen in het wegverkeer is afhankelijk van de resterende brandstofplas. De omvang hiervan wordt beïnvloed door de ingroei van elektrische voertuigen, de inzet van waterstof en de mate van bijmenging van bio-ethanol en biodiesel. Om in de binnenlandse mobiliteit het aandeel biobrandstoffen te vergroten, zijn er in het formatierapport 'Routes naar realisatie'²⁷ illustratieve beleidspakketten uitgewerkt. In een van de pakketten is de inzet van biodiesel in het wegverkeer geleidelijk verhoogd naar 60% in 2040. Deze verhoging zal vooral bijdragen aan de verdere verduurzaming van het vrachtverkeer, bestelauto's en mobiele machines. Bij een geleidelijke verhoging van de inzet van biodiesel naar 60% in 2040 en gelijkblijvende inzet van biobenzine van 10% in 2040 neemt de vraag naar biobrandstoffen toe tot maximaal 84 PJ.

²⁷ Ministerie van Klimaat en Groene Groei (2025). [Routes naar realisatie - Keuzes voor het klimaat en de energietransitie](#).

Waterstofketen

Waterstof zal een rol blijven spelen in de binnenlandse mobiliteit richting 2050.

Waterstof kan naast biobrandstoffen in de binnenlandse mobiliteit een oplossing vormen waar elektrificatie nog niet in alle gevallen mogelijk is, zoals bij het zwaar wegtransport. Tegelijkertijd zijn er factoren die de inzet van groene waterstof in de binnenlandse mobiliteit onzeker maken. Momenteel remt de beperkte beschikbaarheid en de relatief hoge prijs van groene waterstof ten opzichte van elektriciteit en biobrandstoffen de inzet van waterstof in mobiliteit nog af. De verwachting is echter dat subsidies voor de productie, stijgende afname van groene waterstof en de systematiek van de REDIII de beschikbaarheid van waterstof zullen vergroten en de prijs zullen verlagen. Deze prijsdaling is al waarneembaar in de mobiliteit; de verwachting is dat specifieke onderdelen van het zwaar wegtransport als eerste een sluitende businesscase kunnen bieden voor groene waterstof ten opzichte van fossiele energie.

De subdoelstelling in de brandstoftransitieverplichting van 2 PJ in 2030 voor de directe inzet van hernieuwbare waterstof(-gebaseerde brandstoffen) in wegtransport draagt hieraan bij. Dit is in aanvulling op de subdoelstellingen voor zeevaart, binnenvaart en wegtransport van 7,5 PJ totaal, die kan worden ingevuld met directe inzet van hernieuwbare waterstof in die sectoren, maar ook via inzet hiervan via de zogeheten 'raffinageroute' die inzet van groene waterstof in de raffinage van brandstoffen ook meetelt voor de BTV. Hiermee speelt de mobiliteitssector een belangrijke rol bij vraagcreatie naar hernieuwbare waterstof voor de eerste projecten in de markt. In 2040 wordt er een waterstofvraag vanuit het wegverkeer verwacht rond de 2 PJ.

Tabel 3.1 Scenario's voor binnenlandse mobiliteit: ontwikkelingen in energiedragers.

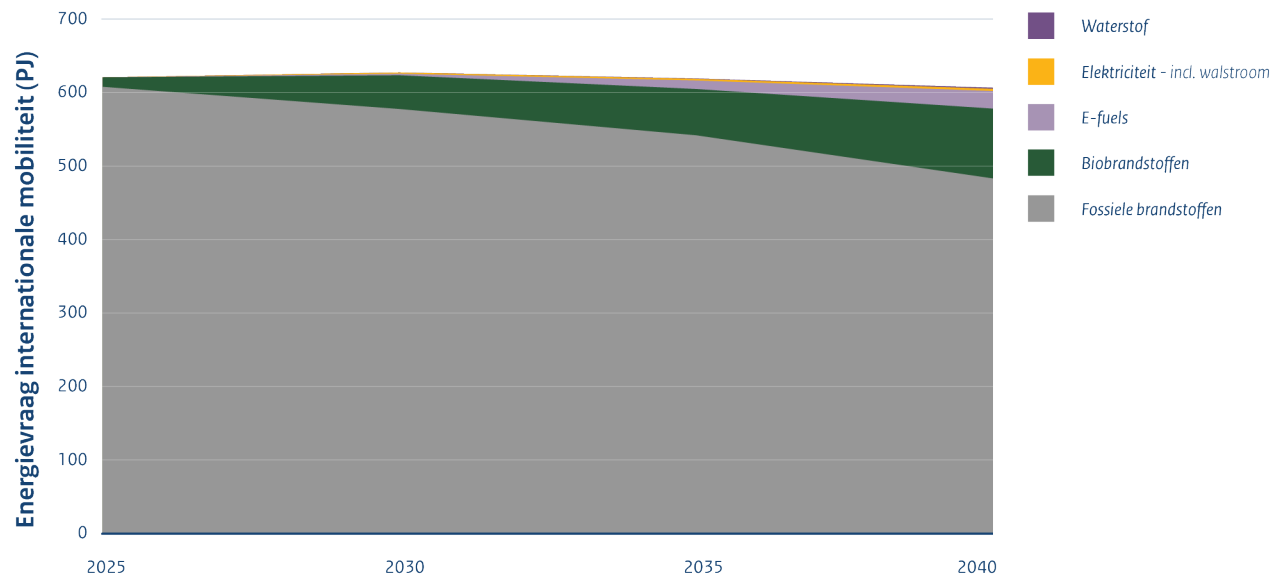
Scenario's in 2040	Laag EV scenario	Hoog EV-scenario
<i>Uitgangspunt voor ingroei elektrische voertuigen:</i>	<i>Onderkant bandbreedte elektriciteitsverbruik van basispad Klimaat- en Energieverkenning 2026</i>	<i>Middenscenario Outlook Mobiliteit ElaadNL</i>
<i>Uitgangspunt voor inzet biobrandstoffen:</i>	<i>Verhoging inzet biodiesel naar 60% in 2040 op basis van formatierapport van Kempen</i>	<i>Ongewijzigd doortrekken van de brandstoftransitieverplichting van 28,4%</i>
Elektriciteit (PJ)	65 PJ	154 PJ
Biobrandstof (PJ)	84 PJ	11,5 PJ
Waterstof (PJ)	2 PJ	2 PJ
Fossiel (PJ)	207	101 PJ
Totaal (PJ)	356 PJ	268,5 PJ

Scenario's vraag naar elektriciteit en biobrandstoffen in 2040

Voor de cijfermatige bijlage zijn twee scenario's opgesteld om ontwikkelingen in de binnenlandse mobiliteit voor de energiedragers elektriciteit en biobrandstoffen in 2040 te schetsen.

Scenario 1 is gebaseerd op de ramingen uit de Klimaat- en Energieverkenning 2026 bij vastgesteld en voorgenomen beleid. Hierbij wordt, op basis van de bandbreedtes uit de KEV 2026, uitgegaan van de ondergrens van de elektriciteitsbandbreedte. Daarnaast wordt aangenomen dat de inzet van biodiesel in de resterende brandstofplas toeneemt tot 60% in 2040, terwijl de inzet van biobenzine gelijk blijft op 10%. Deze aannames zijn gebaseerd op het formatierapport van Kempen.

Scenario 2 is gebaseerd op het middenscenario van ElaadNL met een hoge mate aan elektrificatie van het wegvervoer. Voor de inzet van biobrandstoffen is aan de hand van de resterende brandstofvraag een inschatting gemaakt op basis van de hoeveelheid afgelegde kilometers in de ElaadNL outlook mobiliteit. Daarbij is de brandstoftransitieverplichting voor de sector land in het Besluit energie vervoer van 28,4% ongewijzigd doortrokken, net zoals in de KEV 2026.



Figuur 3.2 Ontwikkeling totale energievraag internationale mobiliteit. Bron: PBL (2026), Aangevuld met eigen berekeningen.²⁸

3.4 Internationale mobiliteit

Ontwikkeling energiedragers internationale mobiliteit richting 2040

Internationale afspraken, Europese en nationale regelgeving, subsidiemogelijkheden en klimaatdoelstellingen in de lucht- en scheepvaart versterken de vraag naar hernieuwbare energiedragers. Tegelijkertijd is de toekomstige verdeling, de ‘energiemix’ tussen deze energiedragers nog onzeker. Beleidsverplichtingen laten vaak ruimte om doelen in te vullen met verschillende technologieën, waardoor het nog niet

vaststaat in welke mate elektriciteit, biobrandstoffen, e-fuels en waterstof dominant zullen worden, voor zover er al sprake is van een dominant transitiepad. Deze onzekerheid hangt samen met technologische ontwikkelingen, kostenreducties, beschikbaarheid van duurzame grondstoffen en infrastructuur. Tijdige en voldoende beschikbaarheid en betaalbaarheid van duurzame energiedragers is essentieel om internationale afspraken, Europese en nationale regelgeving te halen.

De totale finale energievraag in de internationale mobiliteit (binnenvaart, zeevaart en luchtvaart) zal richting 2040 naar verwachting licht afnemen van 621 PJ naar 608 PJ. De finale

²⁸ PBL (2026). Klimaat- en Energieverkenning.

energievraag van de scheepvaart neemt af van 465 PJ naar 420 PJ in 2040. Op de langere termijn lopen de projecties verder uit elkaar en laten meerdere scenario's variërend van een lichte tot een vrij sterke daling van de bunkervraag in Nederlandse havens zien. Hoe snel een dergelijke daling zal verlopen en hoe groot die daling zal zijn is nog erg onzeker. In de luchtvaart neemt de aankomende jaren, in tegenstelling tot andere modaliteiten, het energieverbruik toe van 156 PJ in 2025 naar 188 PJ in 2040.

In dit hoofdstuk is ervoor gekozen om de binnenlandse binnenvaart onder de internationale mobiliteit op te nemen. Dit aangezien de ontwikkelingen in de binnenvaartsector zowel nationaal als internationaal grotendeels overeenkomen en de binnenvaart in een internationaal speelveld opereert. Van de drie modaliteiten gebruikt de binnenvaart de minste energie. Ondanks het beperkte aandeel elektriciteit in het gepresenteerde beeld voor 2040 is elektrificatie de hoofdroute voor de binnenvaart.

Elektriciteitsketen

Elektriciteit zal richting 2050 een steeds grotere rol gaan spelen in de internationale mobiliteit. In 2040 zal dit nog bescheiden zijn. Elektriciteit zal in 2040 onderdeel zijn van de energiemix in de binnenvaart, lucht- en zeevaart. In de binnenvaart is elektrificatie richting 2050 de hoofdroute. Voor de binnenvaart lijkt batterij-elektrische aandrijving nu de meest energie-efficiënte aandrijflijn bij vervanging, maar spelen andere aandrijftechnologieën en energiedragers mogelijk ook een rol. De voorzieningen voor walstroom voor de lucht- en scheepvaart worden in hoog tempo uitgebreid. Deze ontwikkelingen leiden richting 2040 tot een groeiende vraag naar elektriciteit.

Waar dat in 2040 mogelijk is, zullen binnenvaartschepen overschakelen op elektriciteit voor de voortstuwing. Waar elektrificatie -gezien de omvang van het schip of het vaarprofiel - niet mogelijk is, worden ook in de toekomst alternatieve brandstoffen ingezet. Elektrificatie in de lucht- en zeevaart heeft betrekking op voorzieningen voor walstroom en op elektrisch vliegen en varen op korte afstanden, bij zeevaart voornamelijk in en rondom havens. Hoewel de elektrische energievraag voor luchtvaart in 2040 nog bescheiden is, gaat het naar verwachting wel om een groot aantal vluchten. De grootte van de elektriciteitsvraag is sterk afhankelijk van de prijs- en capaciteitsontwikkeling van accutechnologieën. De verwachte elektriciteitsvraag voor internationale mobiliteit ligt op maximaal 3 PJ in 2040.

Koolstofketen

Voor de luchtvaart geldt dat in 2050 hernieuwbare brandstoffen de dominante energiebron zullen vormen, richting 2040 wordt een aanzienlijke toename verwacht van de inzet van biobrandstoffen. In het komende decennium zal fossiele kerosine naar verwachting de meest ingezette brandstof in de luchtvaart blijven. Maar richting 2040 spelen Sustainable Aviation Fuels (SAF) naar verwachting een centrale rol in de verduurzaming van de luchtvaart, omdat zij kunnen worden ingezet in bestaande vliegtuigen en infrastructuur en daarmee op relatief korte termijn tot emissiereducties leiden. De verwachting is dat de vraag naar bio-SAF in 2040 44 PJ is.

De verwachting is dat biobrandstoffen in 2040 een belangrijke rol spelen in de verduurzaming van de internationale binnenvaart en zeevaart. De vraag naar biobrandstoffen zal de komende jaren toenemen tot 50 PJ in 2040. Door beleidsmaatregelen zoals RED-III en ETS2 in combinatie met een verdere



daling van de prijzen voor batterijen kan elektrificatie in de binnenvaart al eerder in beeld komen. De kostenontwikkeling van biobrandstoffen is daarbij een belangrijk aandachtspunt. Voor de binnenvaartsector is in de RED-III een brandstoftransitieverplichting opgenomen die met jaarlijkse stappen oploopt tot 14,5% in 2030. Dit zorgt voor vraag naar hernieuwbare energiedragers, waaronder elektriciteit. De opt-in ETS₂ voor onder andere de binnenvaart zorgt ervoor dat de businesscase voor verduurzaming vanaf 2028 stapsgewijs verbetert. Het opnemen van zeevaart in EU-ETS en de FuelEU Maritime en de (nationale) brandstoftransitieverplichting op levering aan zeevaart zorgen voor een toenemende vraag naar hernieuwbare brandstoffen in de zeevaartsector. In IMO verband zijn in 2023 de klimaatdoelen voor de internationale zeevaart aangescherpt, waarbij een netto nul doel in of rond 2050 is aangenomen. Door aanname van zogenoemde mid-term measures door IMO kan een nog grotere stimulans ontstaan voor de afname van hernieuwbare brandstoffen. Hoewel de doelen van FuelEU Maritime en de

broeikasgasstrategie van IMO eveneens bereikt kunnen worden met fossiele brandstoffen met een lagere broeikasgasintensiteit, zal – vooral als er hogere verplichtingen gaan gelden – een sterkere vraag ontstaan naar biobrandstoffen. Daar komt bij dat de stimulering van gebruik van RFNBO's in beide systematieken vooralsnog slechts beperkt blijft, en er daarmee in eerste instantie vooral een grotere inzet van biobrandstoffen nodig is. Binnen FuelEU Maritime is daarnaast het gebruik van conventionele biobrandstoffen beperkt; biobrandstoffen geproduceerd uit voedsel- en voedergewassen tellen mee als fossiel. Voor zowel drop-in hernieuwbare brandstoffen als hernieuwbare varianten voor alternatieve aandrijflijnen is opschaling nodig van de productie gericht op scheepsbrandstoffen, eveneens vooruitlopend op oplopende verplichtingen na 2030. Tegelijkertijd is de onrendabele top – in de zin van de hogere productiekosten ten opzichte van de mogelijke marktprijs – een barrière voor producenten om deze opschaling te realiseren, zonder voldoende afname. Daarnaast kan ammoniak, als niet-koolstofhoudende brandstof, een rol spelen in de zeevaart. Het is nog onduidelijk hoe de verdeling van de inzet van biodiesel, bio-LNG en biomeethanol eruit zal gaan zien.

Waterstofketen

Internationale afspraken, Europese en nationale regelgeving en klimaatdoelstellingen in de lucht- en scheepvaart versterken de vraag naar hernieuwbare synthetische brandstoffen en mogelijk ook directe toepassing van waterstof.

De directe inzet van waterstof in de luchtvaart speelt in 2040 een beperkte rol, dit aangezien er specifieke vliegtuigen voor ontwikkeld moeten worden. Richting 2050 zal de vraag voor waterstof voor waterstof-elektrisch vliegen echter naar verwachting toenemen. E-SAF speelt vanaf 2030 een steeds grote rol in de

verduurzaming van de luchtvaart vanwege de sub-verplichtingen voor e-SAF (of waterstof) uit ReFuelEU. Aangezien hiervoor geen aanpassingen aan de vliegtuigen zelf nodig zijn, is dit makkelijker toepasbaar dan directe inzet van waterstof. In de zeevaart zullen richting 2040 met name e-methaan, e-methanol en mogelijk e-ammoniak een rol gaan spelen in de verduurzaming van de scheepvaart. De beschikbaarheid van voldoende hernieuwbare elektriciteit en waterstof en de mate waarin er - ondanks de hogere kosten - een businesscase voor kan worden ontwikkeld, hebben invloed op de mate waarop e-fuels kunnen worden geproduceerd en ingezet in de lucht- en scheepvaart. Daarnaast zal import van waterstofdragers een belangrijke rol spelen. De verwachting is dat in 2040 18 PJ van de energievraag van de luchtvaart en 6 PJ van de energievraag van zeevaart wordt ingevuld met e-fuels. Deze inzet kent voor scheepvaart onzekerheden en is afhankelijk van de vervoersprestatie, verbetering van efficiëntie en de aantrekkelijkheid van bunkering in Nederlandse zeehavens.

Naast synthetische brandstoffen bestaat mogelijk ook vraag naar directe toepassing van waterstof in de lucht- en scheepvaart, al kent deze ontwikkeling een grotere onzekerheid.

In de luchtvaart speelt directe inzet van waterstof in 2040 nog een beperkte rol, aangezien hiervoor specifieke vliegtuigen ontwikkeld moeten worden. Richting 2050 wordt een toename van de vraag naar waterstof voor waterstof(-elektrisch) vliegen verwacht. De mate waarin directe waterstoftoepassingen daadwerkelijk van de grond komen, hangt af van technologische voortgang van waterstofvliegtuigen, en de kosten en beschikbaarheid van hernieuwbare waterstof. Tevens vereist dit de ontwikkeling van waterstof (tank)infrastructuur op en naar luchthavens. De verwachting is dat de vraag naar vloeibare

waterstof in de luchtvaart in 2040 rond de 2 PJ zal zijn. Directe inzet van waterstof komt bij de scheepvaart in beeld voor kortere afstanden, maar zal in 2040 nog beperkt zijn.

3.5 Netcongestie

Netcongestie kan in de komende jaren een beperkende factor spelen voor verdere elektrificatie. Zonder voldoende laadinfrastructuur en de daarvoor benodigde netcapaciteit zal de ontwikkeling van mobiliteit op land, met name in het vrachtverkeer en bij mobiele machines, vertragen. Ook voor de verduurzaming van de (lucht)haven-operaties is de beschikbaarheid van netaansluitingen met transportcapaciteit van groot belang voor de internationale sectoren.

De Europese Verordening betreffende infrastructuur voor alternatieve brandstoffen (AFIR) stelt regels voor laadinfrastructuur voor elektrische voertuigen, maar ook voor tankinfrastructuur voor vloeibaar gas en waterstof. Voor het wegvervoer geldt dat het nog onduidelijk is in hoeverre het uitbreiden van het laadnetwerk en het voldoen aan de AFIR-streefcijfers voor zwaar vervoer hinder ondervindt van de beperkte netcapaciteit. Echter, doordat Nederland al een uitgebreid laadnetwerk heeft, is de verwachting dat we alsnog aan de streefcijfers kunnen voldoen. Bovendien bieden slim en bidirectioneel laden mogelijkheden om ook bij beperkte netcapaciteit het laadnetwerk uit te kunnen blijven breiden²⁹.

De AFIR Verordening verplicht zeehavens in 2030 walstroom aan te bieden aan grotere containerschepen en passagiersschepen.

²⁹ Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2026). [Nationale Routekaart Bidirectioneel Laden](#).

Aanvullend hierop zijn dezelfde schepen vanuit de FuelEU Maritime verordening, vanaf 2030 verplicht om walstroom af te nemen. Op luchthavens moeten stilstaande vliegtuigen van elektriciteit worden voorzien onder AFIR. Netcongestie vormt een risico voor de tijdige beschikbaarheid van walstroom. Momenteel vindt er vanuit het MIEK een onderzoek plaats naar de potentiële elektriciteitsvraag van luchthavens door onder andere de introductie van elektrisch vliegen. De verwachting is dat dit onderzoek aan het einde van 2026 wordt gepubliceerd.

3.6 Kansen mobiliteit voor het energiesysteem

Elektrificatie van mobiliteit kan bijdragen aan de flexibiliteit van het elektriciteitsnet. Mobiliteit wordt nu vaak alleen gezien als vrager van elektriciteit maar biedt ook kansen voor het bredere energiesysteem. Elektrische wegvoertuigen zijn tot wel 3x energie-efficiënter dan wegvoertuigen met een verbrandingsmotor wat bijdraagt aan een afname van de totale energievraag. Door technologische ontwikkelingen zoals bidirectioneel en slim laden kunnen elektrische voer- en vaartuigen middels het uitstellen van laden of het terugleveren van elektriciteit bijdragen aan het balanceren van het net. Elektrische voertuigen kunnen nu al vaak slim laden en hiermee het lokale net op piekmomenten ontlasten. Wanneer voertuigen in de nabije toekomst ook elektriciteit kunnen terugleveren aan het net (bidirectioneel laden) worden voertuigen een nog belangrijker onderdeel van het energiesysteem. In 2025 was 57% van de laadsessie voor personenauto's al slim. Door extra inzet op bidirectioneel laden kan mobiliteit in 2050 alleen al via thuisladers tot maximaal 4,5 GW aan flexibiliteitsvermogen leveren aan het elektriciteitsnet om 19:00 uur. De totale gemiddelde

flexpotentie door elektrisch vervoer bedraagt zelfs 11,2 GW (zie Outlook Mobiliteit). Hiermee vormt de batterijcapaciteit van de voertuigenvloot in de toekomst een belangrijke bouwsteen voor de flexibiliteit in het elektriciteitssysteem. Ook lopen er in het kader van het Bestuurlijk Akkoord Netcongestie en OV (BANOV) gesprekken met de OV-sector over innovatieve oplossingen voor netcongestie.

De binnenlandse mobiliteitssector is een belangrijke wegbe-reider voor het opschalen van duurzame koolstofdragers.

Biobrandstoffen zijn de wegmobiliteit een transitiebrandstof richting elektrificatie en de vraag hiernaar zal dan ook stijgen. In de periode tot en met 2030 leidt de jaarlijkse verhoging van de brandstoftransitieverplichting (de Nederlandse implementatie van de Europese RED-III richtlijn) tot een toename van de inzet van biobrandstoffen. Naar verwachting zullen biobrandstoffen ook in 2040 nog een rol spelen in de wegmobiliteit. Daarnaast stimuleren internationale ontwikkelingen de vraag naar duurzame koolstofdragers in lucht- en scheepvaart.



4.

Herijking elektriciteitsketen

4.1 Een nieuwe fase van de energietransitie

Er is een nieuwe fase van de energietransitie aangebroken waarin zon-PV en windenergie meer dan 50% van de elektriciteitsmix vertegenwoordigen. Zon en wind hadden in 2024 en 2025 al een aandeel van rond de 45%³⁰ in de elektriciteitsmix en dit aandeel zal de komende jaren naar verwachting verder stijgen tot rond de 65% in 2030³¹. Hierdoor ontstaan er steeds meer en langere momenten waarop zon-PV en wind de hele vraag dekken. Als dit ook in omliggende landen het geval is, zijn de elektriciteitsprijzen op deze momenten zeer laag. Dit biedt kansen voor (flexibele) gebruikers, maar creëert ook risico's voor de business case van zon-PV en wind.

In deze nieuwe fase van de energietransitie ontstaat een grotere behoefte aan flexibiliteit om het fluctuerende elektriciteitsaanbod te benutten. In eerdere fases van de energietransitie kon het hernieuwbare aanbod nog relatief makkelijk ingepast worden door fossiele opwek te verlagen (zie figuur 4.1 voor een illustratie van de verschillende fases). Maar nu zon-PV en wind steeds vaker de volledige vraag dekken, is dit niet altijd meer mogelijk. Ook omdat door elektrificatie niet alleen de vraag naar elektriciteit sterk gaat toenemen, maar ook de pieken in verbruik, bijvoorbeeld in de avond door de gelijktijdige behoefte aan elektriciteit om te koken, laden en verwarmen of koelen. Hierdoor wordt flexibilisering van de vraag (vraagsturing), energieopslag (incl. in elektrische voertuigen en incl. conversie naar warmte/

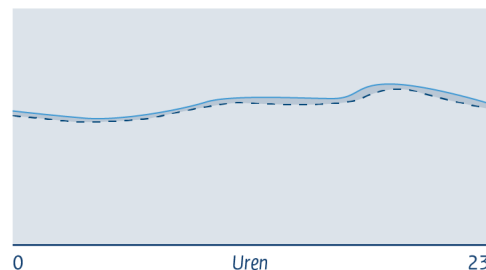
waterstof) en interconnectie met omliggende landen steeds belangrijker. Daarnaast zal ook een bepaalde mate van begrenzing van de opwek (*curtailment*) onderdeel zijn van een efficiënt en duurzaam systeem. De opschaling van de verschillende oplossingen om flexibiliteit in het systeem te brengen is dan ook een belangrijke opgave in deze fase van de energietransitie. Deze behandelen we in meer detail in sectie 4.5 (flexibiliteit).

In deze nieuwe fase van de energietransitie ontstaan er grotere risico's voor investeringen in vraag, aanbod, flexibiliteit én infrastructuur. Nieuwe opwek en infrastructuur zal deels ontwikkeld moeten worden op basis van verwachte vraag waarvan het onzeker is of en wanneer deze tot stand komt (zie ook sectie 4.2 elektrificatie). Wanneer deze vraag niet volledig of later tot stand komt, zal de opwekcapaciteit en infrastructuur minder benut worden en daarmee minder renderen, wat ook tot hogere subsidiekosten voor zon en wind kan leiden en hogere nettarieven voor eindgebruikers. Anderzijds kunnen sneller dan verwachte elektrificatie en/of hoger dan verwachte fossiele energieprijzen er ook voor zorgen dat investeringen juist beter renderen dan verwacht. Vergelijkbare risico's ontstaan bij investeringen in nieuwe elektriciteitsvraag, die afhankelijk van de daadwerkelijke elektriciteitsprijzen en nettarieven beter of minder goed renderen. Aanbieders van flexibiliteit hebben ook te maken met een onzeker toekomstbeeld, bijvoorbeeld wat betreft het aantal uren waarop elektriciteitsprijzen zeer laag of juist heel hoog worden, of het effect van tijdsafhankelijke nettarieven.

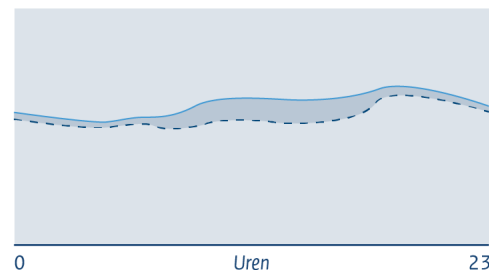
³⁰ CBS (huidig). Elektriciteitsbalans.

³¹ PBL (2026). Klimaat en Energieverkenning 2025.

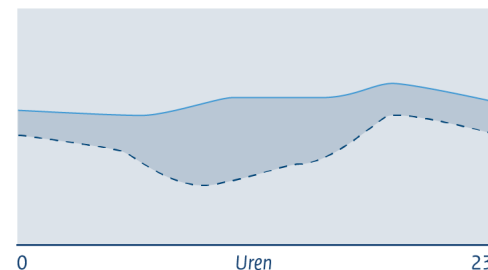
Fase 1 - Zon-PV en wind hebben geen invloed op het systeem



Fase 2 - Zon-PV en wind hebben een bescheiden invloed op het systeem

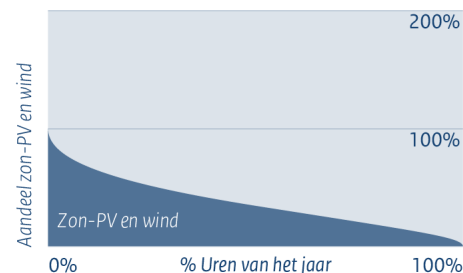


Fase 3 - Zon-PV en wind hebben een significante invloed op het systeem

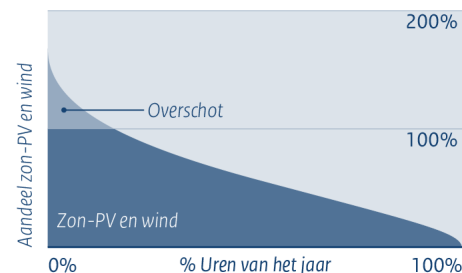


— Vraag
- - - Residuele vraag

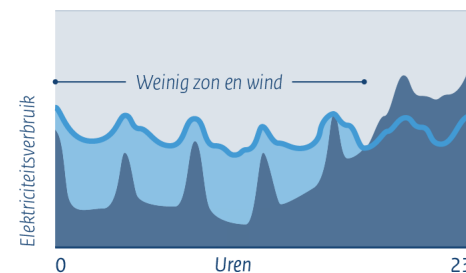
Fase 4 - Zon-PV en wind dekken alle vraag op bepaalde momenten



Fase 5 - Aanzienlijke overschotten aan zon-PV en wind gedurende het jaar



Fase 6 - Betrouwbare elektriciteitsvoorziening vrijwel volledig op basis van zon-PV en wind



■ Zon-PV en wind
■ Opslag en regelbaar vermogen
— Vraag

Figuur 4.1 Zes fasen van inpassing hernieuwbare opwek. Bron: IEA.³²

In deze fase van de energietransitie is een grotere rol van de overheid nodig om de transitie efficiënt en snel door te zetten.

De grotere risico's zorgen er namelijk voor dat investeerders hogere risicopremies hanteren waardoor financieringskosten toenemen, investeringen duurder worden en in mindere mate doorgang vinden, zeker aangezien het veelal relatief kapitaalintensieve investeringen betreft. Dit leidt er vervolgens toe dat

de overgang naar een CO₂-neutraal energiesysteem vertraagt en het langer nodig is om (grote delen van) het fossiele systeem naast het CO₂-neutrale systeem in stand te houden. De overheid is hierbij relatief goed geplaatst om risico's uit de markt (deels) over te nemen. De overheid heeft namelijk een groot en divers portfolio met prijsrisico's die deels in tegengestelde richting bewegen (en elkaar opheffen) en kan deze risico's beter beheersen

³² IEA (2024): [Infographic: Six phases of Variable Renewables Integration – Integrating Solar and Wind – Analysis - IEA](#)

dan marktpartijen. Het risico op achterblijvende elektrificatie en/of te snelle uitbouw van CO₂-vrij aanbod is immers in belangrijke mate afhankelijk van overheidsbeleid. Een voorbeeld van een maatregel waarbij de overheid een deel van het risico overneemt is een *contract for difference* (zie ook sectie 3.4 aanbodontwikkeling).³³ Ditzelfde geldt voor de realisatie van de twee grootschalige kerncentrales waar is gekozen voor financiering vanuit de Staat, vanwege het uitblijven van private interesse en de financieringsvoordelen waarvan de Staat gebruik kan maken. De grotere rol van de overheid en de grotere blootstelling aan risico's die hieruit voortvloeit is ook goed uitlegbaar omdat deze bijdraagt aan verschillende maatschappelijke doelen, zoals strategische autonomie, emissiereductie en economische groei.

4.2 Het belang van voortvarende elektrificatie

4.2.1 Snelle elektrificatie voor een doelmatige energietransitie en tijdige emissiereductie

Sterke elektrificatie van het finale energiegebruik leidt tot de laagste nationale kosten. In alle systeemstudies gaat de transitie naar een klimaatneutraal en meer energie-zeker energiesysteem gepaard met sterke elektrificatie van de energievraag. In het cijferbeeld van deze NPE-actualisatie betreft het aandeel elektriciteit in het finale energiegebruik in 2040 52%.³⁴ Wanneer we de door elektrificatie gefaciliteerde benutting van warmte

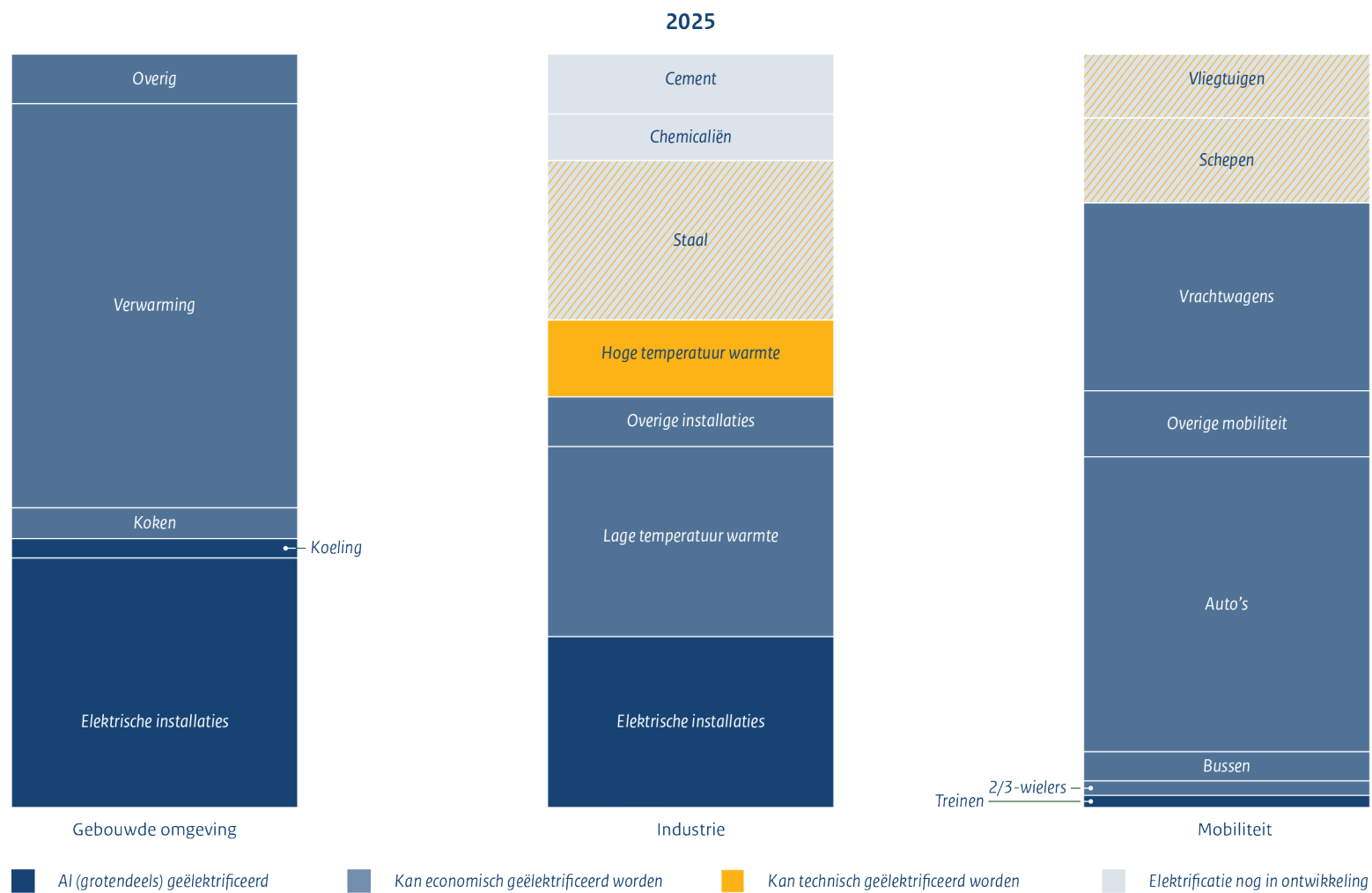
uit lucht of water (met warmtepompen) en aardwarmte (bv. in warmtenetten) meenemen stijgt dit percentage naar 63%. In recente systeemstudies van Netbeheer Nederland, het PBL en TNO groeit het aandeel van elektriciteit in de totale finale energievraag van zo'n 25% in 2025 naar 32-57% in 2040 en wanneer door elektrificatie ontsloten omgevingswarmte en aardwarmte worden meegenomen naar zo'n 42-68%. Merk hierbij op dat de scenario's die lager in deze bandbreedte zitten uitgaan van een 80% broeikasgasreductiedoel³⁵ voor 2040 en de scenario's aan de bovenkant van emissiereductie rond de 90%. Deze sterke toename van het aandeel elektriciteit komt voort uit het feit dat sterke elektrificatie leidt tot de laagste kosten op systeemniveau. Hoewel de infrastructuurkosten in een sterk geëlektrificeerd systeem aanzienlijk stijgen wordt deze kostenstijging gecompenseerd door besparingen aan de productie- en eindgebruikerskant.

Elektrificatie is ook in veel gevallen de meest betaalbare verduurzamingsoplossing vanuit het perspectief van de eindgebruiker. Dit betekent overigens niet dat elektrificatie ook altijd rendabel is en betaalbaarder dan het bestaande fossiele alternatief. Dat hangt namelijk ook af van de fossiele energieprijzen en de mate van beprijzing die vanuit klimaatbeleid tot stand komt. Elektrificatie is een kosteneffectieve route voor verduurzaming van mobiliteit op de weg, een groot deel van de warmtevraag in de gebouwde omgeving en de lage- en midden temperatuur warmtevraag in de industrie. Figuur 4.2 geeft weer voor welke toepassingen elektrificatie nu al economisch haalbaar is.

³³ Zie voor meer toelichting over de rationale om deze risico's over te nemen: Ministerie van Klimaat en Groene Groei (2025). Actieplan windenergie op zee.

³⁴ Dus exclusief (non-energetisch) gebruik van energiedragers, bijvoorbeeld als grondstof in de chemie.

³⁵ Reductie in uitstoot van broeikasgassen t.o.v. 1990.



Figuur 4.2 Huidig elektrificatiepotentieel per sector. Bron: Ember (2025).³⁶

³⁶ Ember (2025). The Electrotech Revolution.

Voor de verduurzaming van de warmtevraag in de gebouwde omgeving speelt elektrificatie een grote rol. Uit eerdere versies van de startanalyse van PBL blijkt dat verduurzaming middels warmtepompen voor grofweg twee derde van de wijken de oplossing met de laagste nationale kosten is. Daarnaast zal elektrificatie ook voor wijken waarin collectieve warmte de voorkeur verdient een rol spelen wanneer grootschalige warmtepompen en e-boilers toegepast worden om in de warmtevraag te voorzien. Hierbij moet aangemerkt worden dat er flinke onzekerheid is over het exacte aandeel van de wijken waarin volledig elektrische warmtepompen, hybride warmtepompen of warmtenetten de verduurzamingsoptie met de laagste nationale kosten is. Onder andere de beschikbaarheid en betaalbaarheid van groen gas is hierbij een onzekere aanname. Verder spelen bij de warmtetransitie natuurlijk ook verschillende andere publieke belangen een rol (bijvoorbeeld ruimtebeslag), waardoor in de praktijk afgeweken kan worden van de route met de laagste nationale kosten. In deze NPE-actualisatie is uitgegaan van een verhouding van grofweg een derde warmtenetten, een derde *all-electric* en een derde hybride warmtepompen bij de verduurzaamde woningen in 2040. Verder is ervan uitgegaan dat er nog ongeveer een kwart van de huishoudens gebruikmaakt van verwarming via een gasketel.

In de mobiliteitssector zijn elektrische personenauto's al verreweg de meest betaalbare oplossing voor emissiereductie. De verwachting is dat op korte termijn batterij elektrische voertuigen wat betreft totale gebruikerskosten in alle segmenten goedkoper zullen zijn dan auto's met een verbrandingsmotor. Ook voor vrachtwagens geldt voor alle segmenten dat elektrificatie vanuit kostenperspectief de meest aantrekkelijke optie is.³⁷

Hier spelen echter nog wel andere uitdagingen, met name wat betreft lange afstand transport, bijvoorbeeld als het gaat om de uitrol van snellaadinfrastructuur voor vrachtwagens door heel Europa. Ook netcongestie is op korte termijn een uitdaging voor het realiseren van voldoende laadcapaciteit. In het NPE cijferbeeld wordt ervan uitgegaan dat van de aantallen voertuigen op de weg in 2040 zo'n 71-88% elektrisch is (het aandeel verschilt per type voertuig). Hiermee maakt elektriciteit in de energievraag van de mobiliteit zo'n 55-60% van de totale energievraag uit.

Elektrificatie is in de industrie een belangrijke route voor kosteneffectieve emissiereductie van lage- en midden-temperatuur proceswarmte.³⁸ In de afgelopen jaren is de grens van welke processen in de industrie volledig of grotendeels geëlektrificeerd kunnen worden aanzienlijk opgeschoven. Lage-temperatuur proceswarmte kan volledig worden geëlektrificeerd en een substantieel deel van midden-temperatuur proceswarmte inmiddels ook.³⁹ Door de inzet van warmtepompen kan ook een flinke energie-efficiëntieslag geslagen worden. Voor veel industriële processen is elektrificatie weliswaar de meest kosteneffectieve verduurzamingroute, maar dat wil niet zeggen dat het voor deze industriële (sub)sectoren ook nu al rendabel is om in elektrificatie te investeren. Om elektrificatie in de industrie op korte termijn grootschalig van de grond te krijgen is het belangrijk dat de impact van de sterk stijgende nettarieven op de business case voor elektrificatie wordt gedempt en dat onzekerheden over toekomstige elektriciteitsprijzen worden verminderd. Daarnaast is op de korte termijn netcongestie een belangrijke uitdaging voor industriële elektrificatieprojecten (zie sectie 4.3).

³⁷ ICCT (2023). A total cost of ownership comparison of truck decarbonization pathways in Europe.

³⁸ Rijksoverheid (2025). [Actieagenda Elektrificatie Industrie](#).

³⁹ McKinsey (2024). [Demand-based pricing stabilizes the electricity market of the future](#); Agora Energiewende (2024). [Direct electrification of industrial process heat](#).

In de industrie zal hybride elektrificatie ook een belangrijke rol spelen. Op deze manier kan namelijk eenvoudiger en gefaseerd geëlektrificeerd worden in een context van schaarse netcapaciteit. Zo kan, bijvoorbeeld door toepassing van een voorwaardelijk capaciteitscontract, een fabriek het overgrote deel van de tijd op elektriciteit draaien en daardoor uitstoot vermijden en tegelijkertijd ook doordraaien op het moment dat het net niet genoeg stroom kan leveren. Daarnaast kunnen hybride oplossingen de betaalbaarheid van de verduurzaming van industriële processen verbeteren, omdat in uren met hoge elektriciteitsprijzen op moleculen kan worden teruggevallen. Zeker daar waar het om processen gaat die (nagenoeg) met basislast draaien.

Voortvarende elektrificatie is belangrijk voor tijdige en betaalbare aanbodontwikkeling. Bij marktontwikkelingen voor wind-energie op zee is goed te zien hoe essentieel voldoende groei in de elektriciteitsvraag is voor het rondkrijgen van de business case voor nieuwe windparken. Een duidelijke illustratie hiervan is het recentelijk mislukken van tenders voor windenergie op zee in Nederland omringende landen. Dit werd veroorzaakt door een combinatie van factoren, maar het ontbreken van zekerheid over voldoende vraaggroei was hierbij een van de belangrijkste factoren. Onzekerheid over vraagontwikkeling zorgt ook voor slechtere investeringscondities voor kleinschalige projecten voor hernieuwbare opwek, bijvoorbeeld zon op dak.

Voortvarende elektrificatie zorgt voor een betere benutting van het elektriciteitssysteem en daarmee lagere kosten per gebruiker. Snellere elektrificatie leidt tot een hogere vraag waarmee opwek en infrastructuur beter benut worden. Hierdoor kunnen de kosten voor netverzwaring sneller door een grotere

groep gebruikers worden gedeeld en wordt de stijging van de nettarieven gedempt. Hiermee wordt het risico verminderd op een potentiële negatieve spiraal van stijgende nettarieven die leiden tot slechtere condities voor elektrificatie die weer tot minder vraag en nog hogere nettarieven leiden. Daarnaast zorgt voortvarende elektrificatie ook voor gemiddeld hogere prijzen. Dit zorgt niet alleen voor een prikkel voor nieuwe investeringen in elektriciteitsaanbod, maar ook voor een betere benutting, lagere subsidiebehoefte en/of beter rendement van bestaande zon- en windprojecten.

Voortvarende elektrificatie is essentieel voor het vergroten van energiezekerheid en het terugdringen van de afhankelijkheid van geïmporteerde fossiele brandstoffen. De importafhankelijkheid van Nederland voor energie zal naar verwachting afnemen van zo'n 84% in 2025 naar rond de 56% in 2040, hoewel dit aanzienlijk verschilt tussen scenario's en verschillende segmenten van het energiegebruik. Voor finaal energiegebruik daalt de afhankelijkheid van geïmporteerde energie nog veel sneller en wordt in 2040 nog maar 40% geïmporteerd. Het overgrote deel van het energiegebruik waar de Nederlandse burger mee te maken heeft, kan worden voorzien met binnenlandse productie. De energie voor mobiliteit en het 's winters warm en 's zomers koel houden van onze huizen zal voor het overgrote deel worden voorzien met elektriciteit uit Nederland en omringende landen. Hoewel elektrificatie Nederland een stuk onafhankelijker maakt van het importeren van fossiele energie uit het buitenland zal de uitwisseling van elektriciteit tussen Nederland en buurlanden naar verwachting juist toenemen. Deze uitwisseling is een belangrijke bron van flexibiliteit in het systeem en verlaagt de behoefte aan regelbaar vermogen.

Voortvarende elektrificatie vermindert ook emissies wanneer aanbod nog niet volledig verduurzaamd is. Een vaak gehoord idee is dat elektrificatie en ontwikkeling van CO₂-vrij aanbod gelijk op moeten lopen om een bijdrage te leveren aan emissie-reductie en dat het dus geen zin heeft om sneller te elektrificeren dan de groei van hernieuwbaar aanbod. Dit is echter niet het geval. Snellere elektrificatie kan door de snelle vraagtoename weliswaar (tijdelijk) leiden tot een grotere hoeveelheid elektriciteitsopwek uit fossiele bronnen, maar door de hogere efficiëntie van elektrificatietoepassingen leidt dit op systeemniveau vaak alsnog tot een netto vermindering van uitstoot. Doordat vraaggroei ook de business case voor nieuwe investeringen in hernieuwbaar aanbod verbetert is er bovendien de verwachting dat de groei in hernieuwbaar aanbod nooit heel ver op de vraag gaat achterlopen.

Het is belangrijk dat grootschalige, nieuwe elektriciteitsvragers zich zoveel mogelijk op locaties met voldoende aanbod en infrastructuur vestigen. Hierdoor kan de behoefte aan netverzwaring beperkt worden en daarmee bijgedragen worden aan een betaalbaar en concurrerend energiesysteem. De mogelijkheden om grootschalige nieuwe vraag naar de juiste locaties te sturen lijken het grootst voor elektrolyzers en datacenters. Daarnaast kunnen er mogelijkheden zijn om nieuwe industrie zich op passende locaties te laten vestigen.

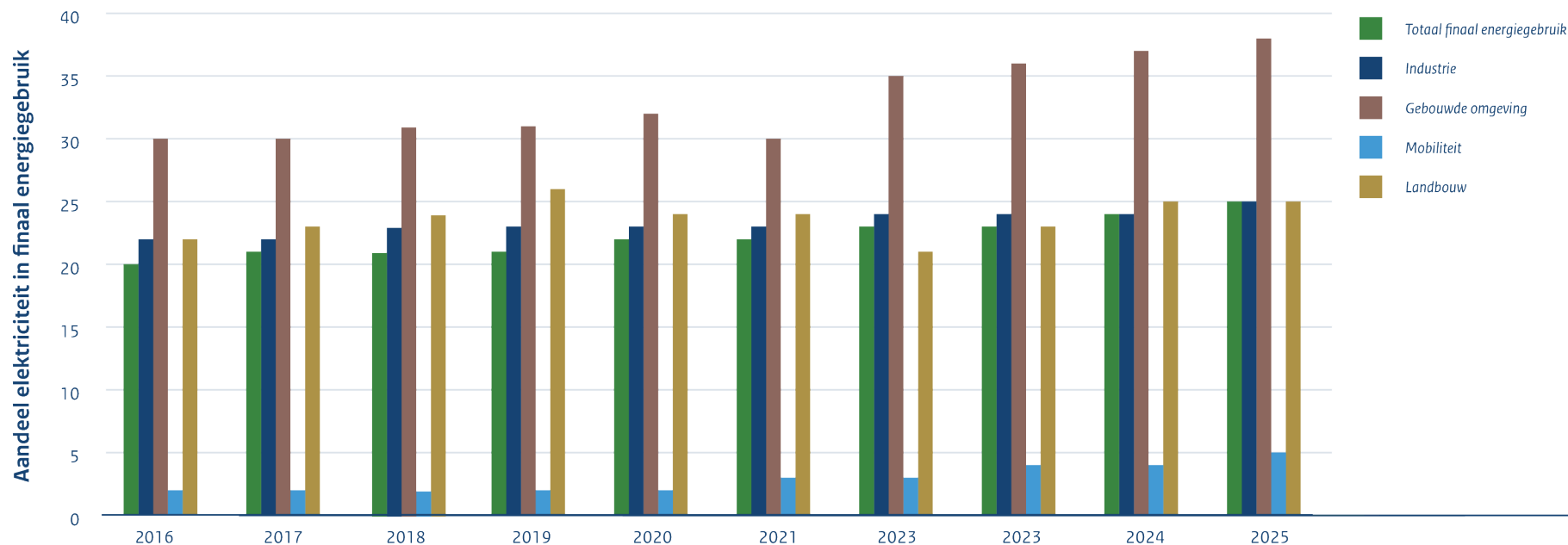
4.2.2 Elektriciteitsvraag zal sterk groeien, maar tempo en omvang toekomstige vraag zijn onzeker

Hoewel nog geen netto toename van de elektriciteitsvraag op systeemniveau zichtbaar is, is elektrificatie al in volle gang.

Regelmatig wordt opgemerkt dat de Nederlandse elektriciteitsvraag al jaren stabiel is en dat de verwachte groei dus helemaal niet plaatsvindt. Hierbij wordt gewezen op de totale elektriciteitsvraag die in Nederland al sinds 2008 tussen de 107 en 113 TWh ligt.⁴⁰ Echter, wanneer gekeken wordt naar het aandeel van elektriciteit in het totale energiegebruik en de ontwikkelingen in de verschillende deelsectoren is te zien dat het aandeel elektriciteit in het finaal energieverbruik al wel toeneemt. Binnen het totale finale energiegebruik is het aandeel van elektriciteit gegroeid van 21% in 2019 naar 25% in 2025 (Figuur 4.3), al kan dit deels komen door een afname van het totale energieverbruik. In de gebouwde omgeving en het wegverkeer lijkt in ieder geval een duidelijke elektrificatietrend zichtbaar te zijn. Bovendien ontstaat er voor de industrie een steeds substantiëlere pijplijn aan elektrificatieprojecten die een subsidiebeschikkingen hebben ontvangen en de komende jaren in gebruik genomen worden. Een voorbeeld hiervan is de pijplijn aan SDE++ projecten. De SDE++ ondersteunt sinds 2020 industriële E-boilers en warmtepompen. De elektrificatieprojecten die tussen 2020 en 2024 zijn beschikt, tellen op tot een vraag van zo'n 3-3,5 TWh per jaar wanneer al deze projecten operationeel zijn.

Een netto groei van de elektriciteitsvraag wordt de komende jaren ook verwacht. Dit is ook te zien in de prognoses van PBL in de jaarlijkse Klimaat en energieverkenning (KEV). De KEV van 2025 laat zien dat de elektriciteitsvraag in 2030 naar verwachting reeds met zo'n 25% gegroeid zal zijn naar zo'n 152 TWh (middenwaarde).

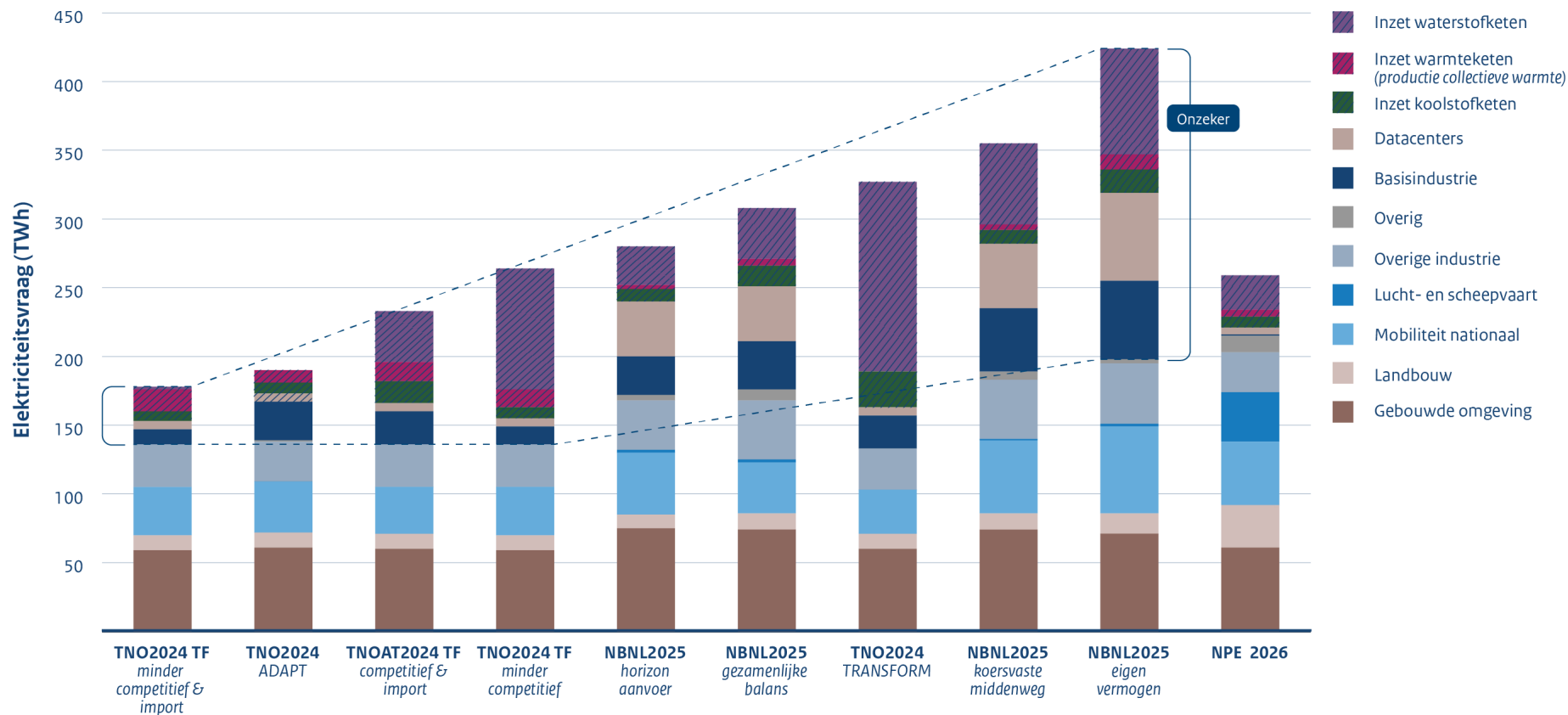
⁴⁰ Compendium voor de Leefomgeving. Aanbod en verbruik van elektriciteit, 1990-2024.



Figuur 4.3 Ontwikkeling aandeel elektriciteit in finaal energiegebruik in de periode 2014-2025. Bron: CBS.

Een aanzienlijk deel van de elektrificatie is robuust en relatief zeker qua omvang, maar wel onzeker qua tempo. Het gaat hierbij onder andere over elektrificatie van binnenlandse mobiliteit (m.n. in het wegvervoer), verwarming in de gebouwde omgeving en landbouw en een aanzienlijk deel van de energievraag in cluster VI industrietakken. Al met al vertegenwoordigen deze sectoren een vraagtoename van 40-100 TWh in 2040 en 45-115 TWh in 2050, volgens bestaande energiesysteemstudies van NBNL (2025) en TNO (2025). In het cijferbeeld van deze NPE-actualisatie gaan we voor deze sectoren uit van een vraagtoename van ongeveer 56 TWh in 2040 (zie figuur 4.4). De precieze timing van deze vraagtoename is onzeker, maar zeker

voor elektrificatie in de gebouwde omgeving, binnenlandse mobiliteit en landbouw heeft de overheid relatief veel handelingsperspectief om deze vraaggroei aan te jagen middels normering, (fiscale) prikkels en beprijzing. Voor cluster VI industrie is elektrificatie in principe ook de dominante elektrificatieroute, maar hier is het belangrijk dat de randvoorwaarden zo komen te staan dat er een business case is voor elektrificatie. Daarnaast kan netcongestie op de korte termijn, een rem zetten op elektrificatie, met name grootschalige elektrificatie in de industrie (zie sectie 4.3).



Figuur 4.4 Scenario's voor elektriciteitsvraag 2040 volgens verschillende systeemstudies. Bron: TNO (2024); NBNL (2025); NPE Cijferbasis (2040).⁴¹

De potentiële toename van de elektriciteitsvraag in de energie-intensieve industrie, voor datacenters en elektrolyse is sterk onzeker qua omvang én tempo. Dit betreft grofweg het volume aan elektriciteitsvraag weergegeven door de driehoek aangegeven met de gestippelde lijnen in Figuur 4.4. Een deel

hiervan betreft een toename in directe elektriciteitsvraag, deels door nieuwe economische activiteiten zoals datacenters, maar ook door meer vergaande elektrificatie van industriële processen, zoals bijvoorbeeld elektrisch kraken.

⁴¹ TNO (2024). Scenario's voor een klimaatneutraal energiesysteem. NBNL (2025). Netbeheer Nederland Scenariorapport.

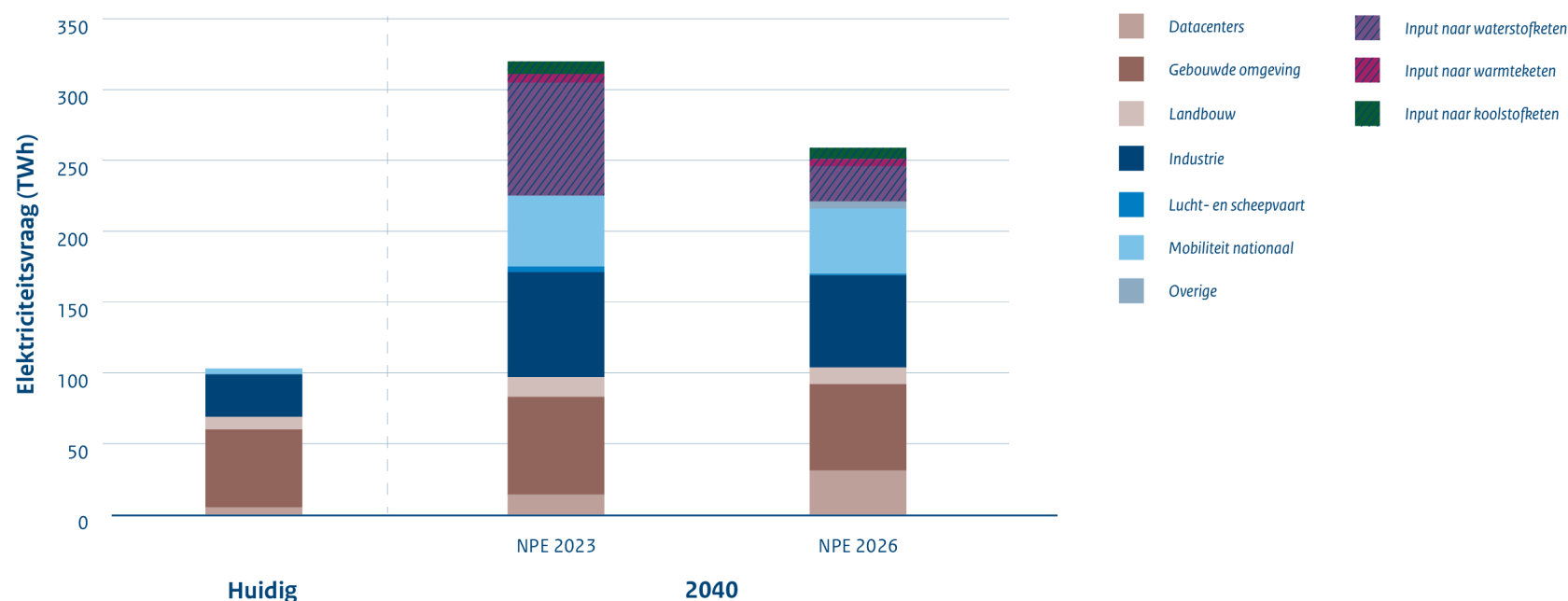
De vraagontwikkeling van datacenters is zeer onzeker. In de scenario's van Netbeheer Nederland uit 2025 groeit de vraag van datacenters van zo'n 5 TWh nu naar 45-78 TWh in 2050. Enerzijds is er een zeer sterke groei in vraag naar datacenters door groeiend datagebruik en artificiële intelligentie, waarbij Nederland door marktpartijen wordt gezien als aantrekkelijke locatie voor nieuwe faciliteiten. Daarnaast is er vanuit geopolitieke overwegingen steeds meer politieke druk om vanuit veiligheidsredenen een groter deel van de dataverwerking op Europees grondgebied te doen en niet volledig afhankelijk te zijn van datacenters elders. Tegelijkertijd hebben datacenters een aanzienlijk ruimtebeslag en een zeer hoge en weinig flexibele energievraag, wat het uitdagend maakt om een sterke groei van datacenters in te passen in het energiesysteem en waardoor ook aanzienlijke maatschappelijke weerstand tegen datacenters bestaat. In deze NPE-actualisatie wordt uitgegaan van een relatief conservatief groeipad voor datacenters.

Een andere belangrijke en onzekere factor is de hoeveelheid elektriciteit die zal worden ingezet voor de productie van waterstof en daarvan afgeleide producten (indirecte elektrificatie). Hoewel de vraagprognose voor waterstof in deze NPE-actualisatie aanzienlijk naar beneden is bijgesteld wordt nog steeds een aanzienlijke toename van de waterstofvraag verwacht. Een deel van deze vraag zal worden ingevuld met binnenlandse productie middels elektrolyse, maar hoe groot dit aandeel is zal afhangen van de relatieve kosten ten opzichte van import en productie van koolstofarme waterstof en van de ontwikkelingen in het Europese beleidskader rond (hernieuwbare) waterstof.

De eerder voorziene systeemrol van elektrolyse voor het absorberen van pieken in het elektriciteitsaanbod zal waarschijnlijk maar in beperkte mate materialiseren. Hierdoor zal de behoefte aan andere grootschalige technieken met een flexibele elektriciteitsvraag toenemen. De rol van elektrolyse zal anders zijn dan waar de afgelopen jaren vanuit is gegaan, vanwege twee redenen. Enerzijds zal er door de relatief hoge kosten van groene waterstofproductie een lagere vraag zijn naar hernieuwbare waterstof dan eerder gedacht en zal het opgesteld vermogen aan elektrolyzers daarmee ook minder snel groeien dan verwacht (maar nog steeds aanzienlijk moeten groeien). Daarnaast betekenen de hogere dan eerder aangenomen investeringskosten van grootschalige elektrolyse dat een bedrijfsmodel met zeer weinig draaiuren niet rendabel zal zijn. De investeringskosten veranderen niets aan de afweging om op enig moment wel of niet te draaien, die volgt uit de elektriciteitsprijs en de waarde van waterstof, maar wel aan de mate van flexibiliteit die bij die prijzen nog rendabel geleverd kan worden. Grootschalige elektrolyzers zullen daarom naar verwachting veel draaiuren maken en flexibiliteit vooral leveren door af te schakelen bij schaarste, in plaats van alleen aan te gaan bij een groot aanbod van elektriciteit.

Grootschalige power-to-heat, in combinatie met hoge-temperatuur warmteopslag kan mogelijk een deel van de behoefte aan flexibele vraag opvullen, maar dit zal versterkte inzet op deze route vragen vanuit de markt en overheid. Een studie van McKinsey (2024) schatte in dat er al in 2030 een potentieel in Nederland is van zo'n 7-9 GW voor e-boilers (met aardgas back-up) en 5-7 GW aan midden-temperatuur warmteopslag.⁴² Dit terwijl de scenario's van de netbeheerders van slechts 1-2 GW

⁴² McKinsey (2024). [Demand-based pricing stabilizes the electricity market of the future.](#)



Figuur 4.5 Huidige en verwachte (2040) elektriciteitsvraag, met vergelijking tussen eerste NPE en actualisatie. Bron: CBS (huidig), Cijferbasis NPE (2040)

industriële *power-to-heat* uitgaan voor dat jaar. Systeemstudies van TNO komen op ten minste⁴³ 10-15 TWh aan elektriciteitsvraag door elektrificatie van proceswarmte in de industrie in 2040, zonder inachtneming van het potentieel van hoge-temperatuur warmteopslag. Aanvullend onderzoek is nodig om inzicht te krijgen in het flexibiliteitspotentieel voor elektrificatie van industriële warmtevraag in combinatie met warmteopslag. Op dit moment wordt er in de verduurzamingspaden voor de

industrie vanuit gegaan dat de vraag naar hoge-temperatuur proceswarmte volledig en midden-temperatuur grotendeels met moleculaire energiedragers zal worden ingevuld. Het combineren van *power-to-heat* technologieën met hoge-temperatuur warmteopslag kan er mogelijk toe leiden dat in de toekomst een deel van deze vraag ook elektrisch ingevuld kan worden. Het potentieel hiervoor in de energie-intensieve industrie moet nader worden onderzocht.

⁴³ Deze cijfers betreffen alleen de inzet van elektriciteit in warmtepompen en E-boilers in de industrie.

Bij de centrale verhaallijn uit dit NPE hoort een verwachte groei in binnenlandse elektriciteitsvraag van zo'n 105 TWh nu (excl. eigen gebruik en verliezen) naar zo'n 260 TWh in 2040 (Figuur 4.5). Hiermee blijft elektrificatie de ruggengraat van de energietransitie. In alle sectoren neemt de elektriciteitsvraag toe, maar de verwachte toename is het sterkst in de industrie, de mobiliteit en bij datacenters. Verder is er, hoewel minder dan in het NPE 2023, nog steeds een aanzienlijke groei van de elektriciteitsvraag voor waterstofproductie (elektrolyse). Voor datacenters is aangenomen dat de vraagtoename die op korte termijn verwacht wordt en waarvoor de netaansluitingen al zijn aangevraagd zal materialiseren en dat een verdere sterke groei niet gefaciliteerd kan worden. In de industrie speelt elektrificatie een belangrijke rol in het mitigeren van directe emissies, waarbij de finale elektriciteitsvraag in de industrie in 2040 is toegenomen met zo'n 35 TWh ten opzichte van vandaag de dag. In de mobiliteit is elektrificatie van wegtransport al flink gevorderd in 2040 en bestaat zo'n 55%-60% van de finale energiemix in de binnenlandse mobiliteit uit elektriciteit, t.o.v. slechts 5% in 2025.⁴⁴ In de gebouwde omgeving wordt in 2040 al zo'n 64% van de huishoudens verwarmd middels een (hybride) warmtepomp en is de elektriciteitsvraag in de gehele gebouwde omgeving met ongeveer 5 TWh toegenomen ten opzichte van de huidige vraag (+8%).

4.2.3 Uitgangspunten voor beleid

Om de hierboven geschetste ontwikkeling vorm te geven, worden de volgende uitgangspunten meegewogen bij verdere beleidsontwikkeling:

1. Prijsverhogende instrumenten zoals de energiebelasting op elektriciteit die de businesscase voor elektrificatie en flexibiliteit verslechteren moeten kritisch worden heroverwogen vanuit het perspectief van totale maatschappelijke kosten en baten.
2. In nationale mobiliteit, landbouw en gebouwde omgeving wordt elektrificatie zo snel als haalbaar bewerkstelligd, voornamelijk door normering en beprijzing van het fossiele alternatief.
3. Investerings in geëlektrificeerde industriële processen kunnen financieel mogelijk gemaakt worden in zoverre er zicht is op een rendabele businesscase in het eindbeeld.
 - a. In zoverre als kosten en/of risico's tijdens de transitie hoger liggen dan in het eindbeeld, is het wenselijk om dit te corrigeren, zodat activiteiten die in het eindbeeld concurrerend zijn succesvol de transitie doorkomen.
 - b. Subsidies voor industriële processen tot lagere prijsniveaus dan in het verwachte eindbeeld zijn ongewenst, tenzij hier vanuit strategische autonomie perspectief expliciet voor gekozen wordt.
4. Instrumenten om prijsrisico's te dekken worden zo vormgegeven dat deze prikkels voor flexibel gebruik niet verstoren en waar mogelijk versterken.
5. Schaarste van elektriciteitsaanbod en netcapaciteit moet zoveel mogelijk gereflecteerd worden in de prijs (bijvoorbeeld meer en hogere prijsfluctuaties en tijdsafhankelijke nettarieven), eventueel met (beperkte) beschermingsbuffers voor kwetsbare consumenten.
6. Waar mogelijk wordt gestuurd op zo efficiënt mogelijke elektrificatie - bijv. warmtepompen waar het kan e-boilers waar het moet.

⁴⁴ CBS (2026). Energiebalans.

4.3 Mogelijkheden voor elektrificatie binnen beperkingen elektriciteitsnet

4.3.1 De impact van netcongestie op elektrificatie

Netcongestie leidt op dit moment (2026) tot een wachtrij voor nieuwe afnemers in een groot deel van Nederland, waardoor elektrificatie fors belemmerd wordt. Er ontstaat een wachtrij wanneer de vraag naar transportcapaciteit, inclusief de verwachte groei daarvan, de beschikbare transportcapaciteit van het net op plaatsen overschrijdt. Hiernaast kan er een wachtrij ontstaan voor partijen die elektriciteit in willen voeden, zoals ontwikkelaars van zon PV en windenergieprojecten, en kunnen er transportknelpunten ontstaan als gevolg van (grootschalige) opwek op specifieke locaties. Op deze congestieproblematiek rond opwek gaan we in dit hoofdstuk over elektrificatie van eindgebruikstoepassingen niet verder in.

Dat er een wachtrij is, betekent doorgaans niet dat er geen groei van de elektriciteitsvraag meer mogelijk is binnen de huidige netcapaciteit en aansluitingen. In de meeste gevallen wordt er namelijk een wachtrij afgekondigd juist omdat de *verwachte* groei de transportcapaciteit overschrijdt. De verwachte groei houdt onder andere rekening met een groeiend aantal warmtepompen, elektrische voertuigen en extra verbruik van industrie binnen de capaciteit van bestaande aansluitingen.

Verdere groei van de elektriciteitsvraag is ook mogelijk als deze flexibel wordt vormgegeven, als gevolg van aanvullende maatregelen om het net zwaarder te belasten en beter te benutten, en op specifieke locaties. De (verwachte) overbelasting van het net vindt vaak enkel op specifieke momenten plaats. Voor afnemers die hun verbruik daaromheen kunnen plannen, is er vaak dan ook nog wel ruimte.⁴⁵ Daarnaast kunnen er mogelijkheden zijn om het net zwaarder te belasten, zoals geïdentificeerd in het Interdepartementaal Beleidsonderzoek (IBO) over bekostiging van elektriciteitsinfrastructuur⁴⁶ en kunnen de netbeheerders meer risico nemen. Ook zijn er locaties waar extra vraagontwikkeling juist behulpzaam kan zijn om de lokale opwek of invoeding (vanuit zee) te benutten.

De investeringsplannen van netbeheerders zijn erop gericht om het net dusdanig te verzwaren dat de verwachte groei van de elektriciteitsvraag op termijn volledig gefaciliteerd kan worden. De investeringsplannen tellen dan ook op tot een forse verhoging van de netcapaciteit. Ter indicatie van de omvang van de netverzwaring: De transformatorcapaciteit op het hoogspanningsnet zal in de periode tot 2035 meer dan verdubbelen. Dit betekent echter niet dat de daadwerkelijke transportcapaciteit in gelijke mate toeneemt. In de tweede helft van de jaren 30 zal dan ook niet zonder meer in alle vraag voorzien kunnen worden.

⁴⁵ Zie Ecorys (2025). 'De netto maatschappelijke kostprijs van netcongestie' voor een beschouwing over de mate waarin dit kansrijk kan zijn per sector.

⁴⁶ Rijksoverheid (2025). Schakelen naar de toekomst. IBO Bekostiging Elektriciteitsinfrastructuur.

Toch blijft de ontwikkeling van de wachtrij onzeker en zullen er ook op de lange termijn beperkingen blijven voor nieuwe aansluitingen op specifieke locaties. Investerings in netverzwaring zijn gevoelig voor vertragingen waardoor het onwaarschijnlijk is dat alle investeringen volgens plan worden gerealiseerd. Daarnaast is het ook maatschappelijk gezien onwenselijk om het net uit te breiden op de hoogste piekvraag van maar enkele momenten per jaar. Netbeheerders maken een afweging of voor het faciliteren van die vraag een extra uitbreiding nodig is of dat het efficiënter is om flexibiliteitsmaatregelen te nemen. Verder is de verwachte groei van de elektriciteitsvraag en de flexibiliteit daarvan inherent onzeker, wat tot verdere onzekerheid leidt rond de ontwikkeling van de wachtrij.

4.3.2 Mogelijkheden en barrières om over te stappen op andere transitiepaden

Elektrificatie is de gewenste ontwikkelrichting voor een groot deel van de gebouwde omgeving, wegtransport, binnenvaart en de industrie. Binnen de gebouwde omgeving betreft dit alle wijken waarvoor een volledig elektrische warmtepomp of een hybride warmtepomp de laagste nationale kosten heeft. Bij wegtransport betreft dit al het personenvervoer en het grootste deel van het vrachttransport. Naast elektrificatie van de voortstuwing geldt voor de binnenvaart en ook voor zeevaart dat wals-troomvoorzieningen in toenemende mate worden uitgebreid die ook leiden tot een groeiende vraag naar elektriciteit in 2040. Bij industrie gaat dit om lage- en middentemperatuur proceswarmte.

Elektrificatie is voor deze toepassingen de voorkeursroute omdat het de verduurzamingsroute met de laagste nationale kosten is. Overstappen op een andere verduurzamingsroute zal dus tot hogere kosten leiden. Een bijkomend voordeel van elektrificatie is dat de techniek al beschikbaar is en dat het bijdraagt aan het verlagen van de importafhankelijkheid.

In hoeverre overstappen op een andere verduurzamingsroute desondanks aantrekkelijk kan zijn, behandelen we in dit hoofdstuk. Een situatie waarin inzetten op een andere verduurzamingsroute toch aantrekkelijk zou kunnen zijn, is als het sneller gerealiseerd kan worden en het kostennadeel beperkt is. In hoeverre dit aan de orde is, behandelen we per toepassing.

Verwarming van de gebouwde omgeving

Er zijn drie oplossingen voor het aardgasvrij maken van de gebouwde omgeving (i.c.m. isolatie): Volledig elektrische warmtepomp, hybride warmtepomp met duurzame gassen en collectieve warmte. Op basis van nationale kosten (zoals beschreven in het kernrapport van de Startanalyse 2025) wordt verwacht dat oplossingen met warmtepompen (hybride en volledig elektrisch) in het merendeel van de wijken de laagste nationale kosten zullen hebben. Hiernaast zal verdere isolatie een belangrijke rol spelen om de energievraag te verlagen en de impact op het elektriciteitsnet te beperken. Verder zal de behoefte aan koeling in de toekomst ook groter worden en steeds vaker direct meegenomen worden bij het ontwerp van de verwarmingsinstallatie.

Netcongestie kan met name een uitdaging zijn bij verduurzaming middels volledig elektrische warmtepompen, hoewel er veel ontwikkelingen plaatsvinden waarmee de netimpact verlaagd kan worden en deze route ook zonder zwaardere aansluiting mogelijk is. Recent onderzoek⁴⁷ laat zien dat de meeste huishoudens ook zonder verzwaring van de aansluiting volledig kunnen elektrificeren. Daarbij is het wel van belang dat de warmtepomp ‘slim’ gebruikt wordt in combinatie met andere apparaten. In gevallen waarin netcongestie een belemmering vormt voor directe overschakeling op volledig elektrische warmtepompen, hoeft de verduurzaming ook niet stil te staan. Isolatie is een ‘no regret’ maatregel en draagt bij overstap naar een warmtepomp bij aan minder hoge pieken op het net. Ook is overstap naar een hybride warmtepomp in veel gevallen mogelijk en een goede tussenoplossing. Bij inzet van hybride warmtepompen is netcongestie minder bepalend, omdat de piekvoorziening op basis van gas is, waardoor de elektrische piekvraag veel kleiner is. Modulaire of all-electric ready hybride concepten kunnen helpen om de uiteindelijke transitie naar een volledig elektrische warmtepomp makkelijker te maken. Verschillende configuraties van collectieve warmte besparen (bij goede inpassing) op elektriciteitsgebruik ten opzichte van de andere transitiepaden en hebben ook een lagere piekvraag.

De keuze voor een verduurzamingsoplossing per wijk wordt lokaal gemaakt, waarbij naast netimpact ook andere aspecten meegewogen worden. Aspecten die meegewogen worden zijn onder andere het type woningen, de dichtheid van de bebouwing en de beschikbaarheid van duurzame warmtebronnen. De mate waarin netcongestie bij de warmtekeuze

een doorslaggevende factor is, hangt af van veel verschillende factoren, waaronder de locatie en planning van de verduurzamingsoplossing.

Gegeven de bestaande onzekerheden binnen de verschillende verduurzamingsoplossingen en de mogelijkheden om de netimpact te beperken, is er voor het NPE onvoldoende aanleiding om op basis van netcongestie alleen op een andere verdeling van verduurzamingsoplossingen aan te sturen.

Een recente studie laat ook zien dat de systeemkosten die door andere keuzes worden uitgespaard vaak niet opwegen tegen de extra kosten die hiervoor lokaal gemaakt moeten worden.⁴⁸ Dit laat onverlet dat er lokaal wel degelijk andere keuzes gemaakt kunnen worden om voortgang te kunnen boeken met verduurzaming ondanks netbeperkingen.

Mobiliteit

Richting 2040 blijft de vraag van de binnenlandse mobiliteit naar elektriciteit groeien. Door (Europees) beleid en snelle technologische ontwikkeling van accutechnologieën groeit het aantal elektrische voertuigen in het Nederlandse wagenpark. Biobrandstoffen dienen als transitiebrandstof en waterstof als alternatief, daar waar elektrificatie (nog) niet mogelijk is.

Elektrificatie blijkt in de praktijk goedkoper voor personenvervoer en licht transport (met name vergeleken met waterstof). Ook voor zwaardere vormen van wegtransport wordt elektrificatie steeds beter technisch en economisch mogelijk.

⁴⁷ Stroomversnelling (2026). Kansen achter de meter.

⁴⁸ Kalavasta (2026). Impact lokale warmte-koude keuzes.

In de internationale mobiliteit zal elektriciteit vanaf 2040 een steeds grotere rol gaan spelen. Voor lucht- en scheepvaart heeft dit betrekking op voorzieningen voor walstroom en op elektrisch vliegen en varen op korte afstanden, bij zeevaart voornamelijk in en rondom havens. Voor de binnenvaart geldt dat elektrificatie eveneens de hoofdroute is. Tenzij dat wegens de omvang van het schip of het vaarprofiel niet mogelijk is. De grootte van de elektriciteitsvraag in 2040 is sterk afhankelijk van de ontwikkeling van accutechnologieën.

Elektrificatie van wegtransport kan en moet flexibel ingericht worden, zodat het bij kan dragen aan de flexibiliteit van het elektriciteitsnet. Door bidirectioneel en slim te laden en/of laadinfrastructuur te combineren met batterijopslag kan steeds beter geladen worden buiten piekmomenten en hoeft netcongestie in mindere mate tot vertraging te leiden bij elektrificatie van wegtransport. Flexibel laden is ook noodzakelijk om de toenemende vraag naar elektriciteit door het wegtransport in te kunnen passen in het elektriciteitsnet en de netkosten en daarmee ook de kosten van elektrisch rijden laag te houden. Ook voorkomt dit dat netcongestie tot vertraging leidt bij de elektrificatie van wegtransport.

Binnen deze context ziet het Kabinet geen aanleiding om de inzet op elektrificatie voor wegtransport te heroverwegen als gevolg van netcongestie.

Lage en midden-temperatuur proceswarmte in de industrie

Lage- en middentemperatuurproceswarmte (LT- en MT-proceswarmte) is vrijwel volledig te elektrificeren. Zie voor verdere toelichting het voorgaande hoofdstuk over elektrificatie van de elektriciteitsketen en het hoofdstuk over verduurzaming van de industrie.

De meest relevante alternatieven voor verduurzaming van LT- en MT-proceswarmte zijn waterstof, CCS en groen gas. De voordelen van verduurzaming via deze routes t.o.v. elektriciteit zijn dat de infrastructuur sneller gerealiseerd kan worden en dat het productieproces minder ingrijpend aangepast hoeft te worden.

Het Kabinet ziet inzet op waterstof voor LT- en MT-proceswarmte niet als kansrijk tijdelijk of structureel alternatief.

De belangrijkste reden hiervoor is dat waterstof fors duurder is dan elektriciteit waardoor een structureel concurrentienadeel ontstaat t.o.v. industrie die wel geëlektrificeerd is. Het concurrentienadeel is met blauwe waterstof kleiner dan met groene waterstof, maar nog steeds fors. Wanneer verduurzaming met waterstof als tijdelijke oplossing zou worden ingezet om de periode te overbruggen dat de elektriciteitsinfrastructuur nog niet beschikbaar is, moeten de investeringskosten sneller afgeschreven worden en wegen deze kosten niet langer op tegen de kosten van vertraging.

Het Kabinet ziet inzet op CCS voor LT- en MT-proceswarmte niet als kansrijk tijdelijk alternatief, maar houdt er rekening mee dat dit in enkele gevallen als structurelere verduurzaming gebruikt zal worden. Bij verduurzaming via CCS als tijdelijke oplossing geldt ook dat de investeringskosten niet opwegen

tegen verdragingskosten. Structurele verduurzaming via CCS (>15 jaar) kan een oplossing bieden, indien de investeringskosten laag zijn; bijvoorbeeld wanneer er tegen beperkte kosten aangesloten kan worden op geplande infrastructuur of tegen redelijke kosten per schip vervoerd kan worden.

Het Kabinet ziet inzet op groen gas voor LT- en MT-proceswarmte niet als wenselijk structureel alternatief, maar houdt er rekening mee dat dit in enkele gevallen als tijdelijke oplossing gebruikt zal worden. De beschikbaarheid van groen gas is te beperkt om al het huidige gasgebruik te vervangen, met als gevolg dat niet iedere sector die gebruikt maakt van aardgas kan overstappen op groen gas. Het is beleidsmatig dan ook wenselijk om het groen gas zoveel mogelijk in te zetten in sectoren waarvoor elektrificatie of andere verduurzamingsroutes geen alternatief vormen. Door de goede mogelijkheden om LT- en MT-proceswarmte te elektrificeren en de beperkte beschikbaarheid van groen gas is het ook niet aannemelijk dat verduurzaming middels groen gas op de lange termijn een concurrerende businesscase oplevert. Tijdelijke inzet van groen gas (bijvoorbeeld zolang de elektriciteitsinfrastructuur nog niet verzaamd is), kan mogelijk in sommige gevallen nog wel aantrekkelijk zijn.

Het kabinet accepteert hiermee dat verduurzaming van LT- en MT-proceswarmte vertraging oploopt door netcongestie en dat dit mogelijk op enkele locaties ook op langere termijn niet mogelijk zal zijn (bijvoorbeeld door gebrek aan ruimte voor verzwaring van het elektriciteitsnet). Een openstaand vraagstuk hierbij is hoe om te gaan met bedrijven die in de problemen komen doordat ze nog niet kunnen elektrificeren, terwijl het fossiele proces niet meer concurrerend is door toenemende prijsstelling (bijvoorbeeld ETS). Met name wanneer dit bedrijven

betreft waarvoor op termijn wel een voldoende zware elektriciteitsaansluiting beschikbaar komt en die met een geëlektrificeerd proces toekomstbestendig zijn, kan dit tot ongewenste situaties leiden.

4.4 Aanbodontwikkeling

4.4.1 Noodzaak van snelle, maar evenwichtige groei van het CO₂-vrije aanbod

Om elektrificatie te faciliteren en de elektriciteitsmix te verduurzamen is een aanzienlijke groei van het CO₂-vrije aanbod nodig. Om te kunnen voldoen aan de verwachte toekomstige vraag is een totaal elektriciteitsaanbod nodig van ongeveer 300 TWh in 2040. De ambitie is om hiervan een groot deel CO₂-vrij in te vullen. In het cijferbeeld van het NPE wordt ongeveer 280 TWh met CO₂-vrije bronnen ingevuld, al is er nog veel onzekerheid over de exacte invulling en wat tijdig realiseerbaar is. Deze groei van het aanbod is deels nodig om de huidige vraag naar elektriciteit zoveel mogelijk met CO₂-vrije bronnen in te vullen, maar vooral omdat de vraag naar elektriciteit als gevolg van elektrificatie verder zal toenemen.

Voldoende snelle aanbodontwikkeling heeft verschillende baten, waaronder lagere emissies, prijzen en importonafhankelijkheid. De geopolitieke ontwikkelingen van de laatste jaren onderstrepen het belang om het energiesysteem minder afhankelijk te maken van import uit landen buiten de Europese Unie. De totale jaarlijkse Nederlandse uitgaven aan fossiele energie liggen, afhankelijk van marktprijzen, tussen de €35-45 miljard.⁴⁹ Dit geld komt maar voor een klein deel in de Nederlandse

⁴⁹ Kamerstukken II 2025/26, 29023, nr. 723.

economie terecht, terwijl de investeringen voor CO₂-vrije elektriciteit voor een groter deel aan de Nederlandse en Europese economie bijdragen. Daarnaast blijft het belang van emissiereductie onverminderd groot gezien de grote impact van klimaatverandering en leidt tijdige ontwikkeling van CO₂-vrij aanbod ook tot andere baten zoals verbetering van de luchtkwaliteit, lagere prijzen en daarmee een betere concurrentiepositie. Extra aanbod zal immers tot meer uren leiden waarop er voldoende CO₂-vrij aanbod is en de prijzen laag zullen worden.

Door het steeds grotere aandeel CO₂-vrije elektriciteit in de mix, wordt het steeds belangrijker om het aanbod in evenwicht met de (Noordwest-Europese) vraag te ontwikkelen.

Wanneer het aanbod zich sneller dan de vraag ontwikkelt, ontstaat namelijk een risico op een (te) groot overschot aan CO₂-vrije elektriciteit, waardoor opwekcapaciteit (tijdelijk) onderbenut wordt. Hierbij is het belangrijk om mee te nemen dat een bepaalde mate van *curtailment* (substantieel meer dan op dit moment) onderdeel zal zijn van een efficiënt energiesysteem. Verder zal bij de ontwikkeling van extra aanbod ook rekening gehouden worden met de ontwikkeling van transportcapaciteit, de beschikbaarheid van energieopslag en aanbodontwikkeling in de landen om ons heen.

Toch blijft er een risico dat vraag en aanbod zich niet altijd in evenwicht zullen ontwikkelen. Dit wordt deels veroorzaakt door de inherente onzekerheid in het tempo waarmee eindgebruikers (kunnen) elektrificeren. Een andere reden hiervoor is dat investeringen in nieuwe infrastructuur en opwek vaak lange doorlooptijden hebben. Voor kernenergie en voor elektriciteitsinfrastructuur moet meer dan tien jaar van tevoren een beslissing genomen worden. Op dat moment is nog niet

zeker hoe de elektriciteitsvraag zich precies ontwikkelt. Gaat de aanbodontwikkeling te snel dan is er een risico op ondoelmattige investeringen. Gaat de aanbodontwikkeling te langzaam dan blijft Nederland langer dan nodig afhankelijk van fossiele brandstoffen uit het buitenland, verslechtert dat mogelijk onze concurrentiepositie en worden klimaatdoelen niet tijdig gehaald.

Om het risico op onevenwichtige aanbodontwikkeling te beperken wordt bij grote investeringsbeslissingen een geactualiseerde inschatting gemaakt van de verwachte vraag- en aanbodontwikkeling. Bij de planvorming van aanbodontwikkeling op de lange termijn kunnen vaak nog tegen beperkte kosten voorbereidingen worden getroffen om een hoeveelheid aanbod te kunnen realiseren die nodig is in scenario's met relatief sterke vraagontwikkeling. Zodra significante kosten gecommiteerd moeten worden, zoals de investeringsbeslissing voor een net op zee of een kerncentrale, wordt een geactualiseerde en gedetailleerdere kosten-baten afweging gemaakt. Bij deze afweging wordt meegewogen dat voorspelbaarheid en een gelijkmatig uitroltempo de kosten van aanleg verkleinen. Hierbij geldt voor wind op zee dat met name het geval is wanneer het lukt om een relatief gelijkmatig uitroltempo in de Noordzeelanden samen te bereiken. Voor kernenergie geldt ook dat een voorspelbaar en gelijkmatig uitroltempo de kosten verkleint, in het bijzonder wanneer er sprake is van seriematige bouw van Small Modular Reactors.

Ondanks de grote voordelen van tijdige aanbodontwikkeling, betekent dit niet dat aanbod tegen elke prijs gerealiseerd moet worden. Bij de verdere ontwikkeling van aanbod wordt het belangrijker om de kosten voor het aanbod af te zetten tegen de betalingsbereidheid van de beoogde gebruikers. Wanneer voor verdere groei van het elektriciteitsaanbod duurdere locaties

ontwikkeld moeten worden, bijvoorbeeld verder op zee, of grote investeringen nodig zijn om aanbod bij de gebruikers te krijgen, is het belangrijk om mee te wegen of er voldoende vraag is die elektriciteit tegen dergelijke prijzen af wil nemen. Met name wanneer het om potentiële afnemers gaat die zich ook in andere landen kunnen vestigen en voor wie elektriciteitsprijzen en nettarieven een belangrijke kostenpost zijn, bestaat het risico dat de beoogde vraag niet tot stand komt wanneer de kosten in de prijs worden versleuteld. Dit risico zal meegewogen worden bij het beleid om additioneel aanbod te ontwikkelen.

4.4.2 Ontwikkeling van CO₂-vrij aanbod richting 2040

Uit de relevante studies blijkt dat zon-PV en wind de grootste elektriciteitsbronnen zijn in een kosteneffectief en duurzaam energiesysteem. Verschillende scenariostudies door PBL, TNO en Netbeheer Nederland bevestigen dat zon-PV en wind een groot deel van de benodigde elektriciteitsopwekking invullen. Met name zon-PV en wind op land dragen bij aan lagere systeemkosten en betere inpasbaarheid in het elektriciteitsnet. Om voldoende CO₂-vrij elektriciteitsaanbod te hebben zijn naast zon-pv en wind op land ook de grootschalige bronnen wind-energie op zee en kernenergie nodig.

Een systeem waarbij zon-PV en windenergie (op zee en op land) aangevuld worden met enkele kerncentrales⁵⁰ versterkt de diversificatie en robuustheid van het energiesysteem en heeft vergelijkbare kosten met een systeem zonder kerncentrales. Hiervoor wordt op dit moment gewerkt aan de uitrol van de eerste twee grootschalige, conventionele centrales (Gen III+) gericht op de productie van elektriciteit met een capaciteit van 2,2-3,2 GWe totaal en het ondersteunen en opschalen van 'Small Modular Reactor' (SMR) initiatieven. Momenteel onderzoekt het kabinet hoe de kerncentrale Borssele langer operationeel gehouden kan worden, mits dit veilig kan, om zo deze bron van kernenergie langer in het systeem beschikbaar te houden.

Inzet op de realisatie van 2,2-3,2 GWe grootschalige kernenergie⁵¹ en opschalen van SMR's, 30-40 GW wind op zee, 12-14 GW wind op land en 75 – 95 GW zon-PV rond 2040 is verstandig vanuit het perspectief van de verwachte vraagontwikkeling. Daarnaast heeft een mix van kern, zon en wind ook andere voordelen. Kernenergie kan continu, voorspelbare stroom leveren, complementair aan het variabele karakter van wind en zon. Zon-PV en wind op land leveren hernieuwbare elektriciteit tegen relatief lage kosten. Ook brengen zij opwekking en gebruik dicht bij elkaar, waardoor de behoefte aan netverzwaring vermindert. Windenergie op zee is het meest schaalbaar van de verschillende elektriciteitsbronnen. Zonder grootschalige wind op zee⁵² kan niet aan de EU-klimaatverplichtingen voor 2040 worden voldaan. Uit nieuwe inzichten blijkt dat windparken op zee door zogeeffecten en operationele verliezen een lagere opbrengst hebben dan

⁵⁰ TNO (2025). Systeemkostenanalyse kernenergie.

⁵¹ Naast de levensduurverlenging van de bestaande centrale in Borssele.

⁵² Inschatting op het moment van schrijven: ten minste 30GW in 2040.

waar recente systeemstudies vanuit gingen. Desondanks blijft wind op zee vanwege de schaalbaarheid essentieel om in 2040 voldoende CO₂-vrij aanbod te hebben, want er zijn geen alternatieven die tijdig op deze schaal CO₂-vrije energie kunnen leveren. Een mix van verschillende bronnen verhoogt leveringszekerheid en maakt de energiesector minder kwetsbaar voor verstoringen in toeleveringsketens. De combinatie van verschillende technieken vergroot daarmee de kans dat de transitie naar een CO₂-neutrale elektriciteitsvoorziening op tijd wordt gehaald.

Voor wind op zee is de inschatting op dit moment dat 30 GW daadwerkelijk ingepast kan worden in het net op land in 2040, terwijl tot 40 GW nodig kan zijn. Ook 30 GW wind op zee realiseren in uiterlijk 2040 is daarbij een grote opgave, waar nog verschillende onzekerheden spelen. Het kabinet zet zijn realisatiekracht in op het realiseren van de inpassing van 30 GW en treft tegelijkertijd voorbereidingen om de inpassing van 40 GW wind op zee mogelijk te maken, wanneer de vraag en infrastructuur op land zich inderdaad zo ontwikkelen dat dit nodig en mogelijk is. De Routekaart windenergie op zee, die eind 2026 naar de kamer wordt gestuurd, geeft de aanpak van het kabinet om dit te verwezenlijken.

Voor windparken op zee is de inschatting dat beperkte overdimensionering van windparken ten opzichte van het net op zee kosteneffectief is. Overdimensionering van de windparken zorgt voor hogere benutting van de infrastructuur. Dit verlaagt de infrastructuurkosten en daarmee de totale systeemkosten. Door deze overdimensionering wordt bij lage windsnelheden meer energie geleverd, terwijl bij harde wind niet alle elektriciteit die kan worden opgewekt ook kan worden getransporteerd.

Door deze aanpak kunnen, ondanks beperkingen in het net op land, meer windparken op zee gerealiseerd worden dan de 30 GW die, volgens de huidige inschatting, maximaal kan worden getransporteerd. Keerzijde is dat – als het hard waait – niet alle elektriciteit die opgewekt kan worden ook getransporteerd kan worden. Dit verslechtert de businesscase voor het windpark en leidt daardoor tot hogere CfD-uitgaven.

De komende jaren wordt steviger ingezet op meer ‘decentrale’ oplossingen die aanbod, opslag en verbruik in een gebied bij elkaar brengen. Dat betekent dat we de voorkeur geven aan zonne-energie op daken voor eigen verbruik, windturbines bij bedrijventerreinen en mobiliteitshubs, en ‘repowering’ van bestaande windparken. Deze opties kennen een relatief gunstige netinpassing, gebalanceerde ruimtelijke inpassing en lage maatschappelijke kosten.⁵³ Daarnaast blijven we ook grootschalige windenergie op land stimuleren, zeker als die direct op het hoogspanningsnet kan worden aangesloten, vanwege de lage systeemkosten en het gunstige opwekprofiel.

De precieze invulling van, en doel voor het aanbod van hernieuwbare energie op land in een gebied wordt in samenwerking met medeoverheden bepaald. Plannen voor wind-energie op land, inclusief ‘repowering’, moeten tijdig worden ontwikkeld gezien de langere doorlooptijden. Zonne-energie (op daken) is juist relatief snel schaalbaar, mits er geen netcongestie in een gebied is. Tegelijkertijd is de groei van zonne-energie ook deels afhankelijk van de ontwikkeling van energieopslag, specifiek batterijen. De verwachting is dat na 2035 het aanbod van zowel zon- als windenergie een hoger groeitempo krijgt als de vraag verder elektrificeert en netcongestie vermindert.

⁵³ CE Delft en Generation.Energy (2026). Hernieuwbare opwek op land. Mogelijke ontwikkelpaden richting 2040.

4.4.3 Doorkijk naar ontwikkeling van CO₂-vrij aanbod richting 2050

De behoefte aan additioneel CO₂-vrij aanbod richting 2050 is sterk afhankelijk van de vraagontwikkeling die tot stand komt. Daarom worden enkel voorbereidingen getroffen om deze ontwikkeling mogelijk te maken waar dat door lange doorlooptijden nu al nodig is. De daadwerkelijke investeringsbeslissingen voor extra capaciteit die na 2040 gerealiseerd moet worden liggen in alle gevallen pas na 2030, waardoor het mogelijk is om ambities voor aanbodontwikkeling tegen beperkte kosten bij te stellen als deze door achterblijvende vraagontwikkeling (nog) niet nodig blijken te zijn.

Het kabinet treft voorbereidingen om de ontwikkeling van 7 GW kernenergie (elektrisch en thermische uitkoppeling) in 2050 mogelijk te maken. Naast de inzet op de eerste twee grootschalige kerncentrales kan dit flexibel ingevuld worden met zowel grootschalige conventionele kerncentrales (Gen III+) als met (Gen III+) SMR's. Voor SMR's is er ruimte om deze in te zetten voor elektriciteitsproductie (ook achter de meter), levering van industriële warmte of voor een combinatie daarvan. Hierbij kan afhankelijk van de nabijheid van gebouwde omgeving ook getrapt warmte worden uitgekoppeld ten behoeve van warmtenetten. Uiteraard spelen bij deze mogelijkheden de daarmee gepaard gaande kosten een rol. Het kabinet zet hierbij in op de ontwikkeling van zowel Gen III+ SMR's, als 'Advanced Modular Reactors'. Deze hebben ieder een eigen rol te spelen vanwege hun eigen karakteristieken, zowel in schaal, temperatuur van warmte-uitkoppeling en tijdhorizon. In de Routekaart 7 GW Kernenergie wordt verder ingegaan op hoe dit richtpunt zal worden bereikt.⁵⁴

⁵⁴ Kamerstukken II 2025/26, 32 645, nr. 177.

In het Programma Energiehoofdstructuur wordt gekeken naar de mogelijke locaties voor grootschalige kerncentrales en SMR's.

Wind op zee kan mogelijk nog doorgroeien tot 50 GW in 2050, maar concrete stappen voor ontwikkeling na 40 GW hoeven de komende jaren nog niet gezet te worden. Enkel wat betreft ruimtelijke reserveringen wordt al enig voorbereidend werk gedaan. Hierdoor hoeven keuzes rond de noodzaak en wenselijk van volumes boven de 40 GW pas bij een volgend NPE gemaakt te worden.

Voor de ontwikkeling van hernieuwbaar op land na 2040 hoeven ook nog geen stappen gezet te worden door de overheid.

Daarom wordt bij deze actualisatie van het NPE dan ook nog geen doorkijk richting 2050 opgenomen voor hernieuwbaar op land.

4.4.4 Locatiesturing en netbelasting

Voor de opschaling van CO₂-vrij aanbod is inpassing in het net op land een belemmering. Dat geldt in ieder geval voor grote bronnen van elektriciteit zoals windparken op zee en kerncentrales, maar vaak ook voor wind op land en zon-PV dicht bij gebruikers.

Zowel windenergie op zee als grootschalige kerncentrales leveren vooral elektriciteit aan de kust. Dit levert in toenemende mate knelpunten op. De inpassing van dergelijke grote volumes is complex op de kustlocaties, omdat de elektriciteitsvraag over het hele land verspreid is en het transport van deze elektriciteit landinwaarts een grote uitdaging is. Dit maakt het noodzakelijk om in keuzes voor de locaties voor nieuwe

kerncentrales en nieuwe aanlandingen voor windenergie op zee aan te sturen op voldoende spreiding van het aanbod. Dit betekent dat voor windparken op zee ook ‘diepe aanlandingen’ verder onderzocht zullen worden. Voor de realisatie van 2 grote nieuwe kerncentrales zijn nog 3 mogelijke locaties in beeld in Zeeland en Groningen. Hierover worden de komende tijd gesprekken gevoerd met betrokkenen en medeoverheden.

Aanbodontwikkeling op specifieke locaties op land kan daarentegen juist bijdragen aan het oplossen van knelpunten en het beperken van systeemkosten. Mede om deze reden wordt dan ook sterk ingezet op de realisatie van additioneel hernieuwbaar aanbod landinwaarts en worden stappen gezet voor de ontwikkeling van SMR's op de iets langere termijn. De bijdrage die de juiste locatiekeuze kan leveren is beschreven in het IBO bekostiging elektriciteitsinfrastructuur.⁵⁵ Daarbij is de ruimte schaars in Nederland, dus een brede afweging is nodig om tot de meest geschikte locaties te komen. Ruimtelijk onderzoek en keuzes voor de energiehoofdstructuur lopen via het Programma Energiehoofdstructuur.

Meer energie uit windparken zou gerealiseerd kunnen worden door op zee waterstof te produceren, maar door de hoge kosten is het zeer onzeker of dit een aantrekkelijke route is. Offshore elektrolyse is nog niet voldoende ontwikkeld om in 2040 al op grote schaal in te kunnen zetten. Daarnaast is de inschatting dat elektrolyse op land voorlopig voldoende potentieel heeft om in de binnenlandse vraag te kunnen voorzien.

4.4.5 Risico- en kostendeling

Door prijszekerheid te bieden kan de overheid bijdragen aan lagere financieringskosten en daarmee een efficiëntere uitrol van het aanbod. De impact hiervan kan in de orde van een 10-25% lagere kostprijs van elektriciteit zijn als gevolg van risicoverschuiving van private investeerders naar de staat.⁵⁶ De omvang van dit effect is sterk afhankelijk van de mate waarin prijsrisico ook in de markt gedempt kan worden met een ‘Power Purchase Agreement (PPA)’. Wanneer voldoende PPA's beschikbaar zijn, is het effect aan de onderkant van de bandbreedte (10-15%).

Een Contract for Difference (CfD) biedt prijszekerheid en zorgt er ook voor dat de financiële baten eerlijker verdeeld worden bij gunstige marktomstandigheden. Bij ongunstige marktomstandigheden dekt een CfD de onrendabele top. Bij gunstige marktomstandigheden, met elektriciteitsprijzen boven de kostprijs van de elektriciteit, vloeit een deel van de baten terug naar de overheid. Ook bij kernenergie worden de financieringsrisico's mede door de staat gedragen om investeringszekerheid te vergroten en daarmee de financieringskosten te verlagen. Bij kernenergie wordt op dit moment een CfD als vangnet voorzien als onderdeel van het steunpakket; dat leidt vooralsnog niet tot netto uitgaven.

⁵⁵ Ministerie van Klimaat en Groene Groei (2025). Schakelen naar de toekomst. IBO Bekostiging Elektriciteitsinfrastructuur.

⁵⁶ Trinomics (2022). Review overgangsregeling hernieuwbare elektriciteit na 2025; Aurora (2023). PPA's in the Netherlands: Developments in an emerging PPA market.

Kosten van elektriciteit berekend als 'levelized cost of electricity'.

Omdat een deel van de baten van extra aanbod ten goede komt aan omringende landen, kan het logisch zijn dat deze landen meebetalen aan de kosten. Op het moment dat keuzes voorliggen voor de ontwikkeling van aanbod en de daarvoor benodigde infrastructuur zullen indien relevant ook de baten worden beschouwd voor omringende landen. Mogelijk rechtvaardigt dit om andere landen te verzoeken een bijdrage te leveren aan de kosten, aanspraak te maken op EU-subsidie of zijn er andere maatregelen denkbaar om een deel van de kosten bij eindgebruikers in andere landen neer te leggen. Overeenstemming over kostendeling met andere landen kan een overweging zijn om projecten al dan niet voort te zetten.

4.4.6 Uitgangspunten voor beleid

Dit geeft de volgende uitgangspunten voor beleid:

1. Richtwaardes voor opschaling van aanbod zijn:
 - a. Wind op zee: 30 GW in 2040 en verkenning doorgroeit naar 40 GW rond 2040.
 - b. Wind op land: 12-14 GW in 2040
 - c. Zon-PV: 75-95 GW in 2040
 - d. Kernenergie: 2 centrales rond 2040 (totaal 2,2-3,2 GW) plus levensduurverlenging bestaande centrale van 0,5 GW
 - e. Voor 2050 is de verwachting dat wind op zee kan doorgroeien naar 40 – 50 GW. Kernenergie (incl. SMR's) kan doorgroeien naar 7 GW (elektrisch en thermische uitkoppeling). Daarnaast blijft verdere groei van zon-PV en wind op land wenselijk voor een kosteneffectief systeem. In alle gevallen zijn de benodigde capaciteiten afhankelijk van de groei van de vraag naar elektriciteit.

2. De overheid kan prijszekerheid bieden, waar dat nodig is, om de kosten van de transitie te verlagen en de snelheid te vergroten.
3. Waar substantiële baten bij omringende landen terecht komen, wordt ook ingezet op kostendeling, Europese subsidie of andere maatregelen om de kosten bij gebruikers in andere landen neer te leggen. Het succes hiervan wordt meegewogen bij keuzes over het al dan niet voortzetten van het project.
4. De overheid treft voor de lange termijn voorbereidingen voor een hoeveelheid CO₂-vrije elektriciteitsopwekcapaciteit die overeenkomt met scenario's met veel elektriciteitsgebruik. Grote investeringsbeslissingen worden korter van tevoren genomen op basis van een kosten-baten-afweging en een actuele inschatting van de verwachte vraag. Die afweging wordt voor meerdere jaren gemaakt zodat het bedrijfsleven weet waar het aan toe is.

4.5 Flexibiliteit

4.5.1 De behoefte aan en invulling van flexibiliteit

Een forse groei van de flexibiliteit in het energiesysteem is essentieel om een betaalbaar, betrouwbaar en duurzaam energiesysteem te realiseren. Een breed en effectief inzetbaar flex-portfolio zorgt voor een betere benutting van de productiecapaciteit van CO₂-vrije bronnen en kan de behoefte aan kostbare netverzwaring beperken.

Er zijn verschillende flexibiliteitsbehoeften die onderscheiden kunnen worden, waaronder integratie van hernieuwbare opwek, voorzieningszekerheid en congestiebeheer. Hiernaast

is flexibiliteit nodig voor korte termijnflexibiliteitsbehoeften (o.a. balanceren), inertie en herstellvermogen. Deze behoeften omvatten het opvangen van overschotten uit CO₂-vrije bronnen, het opvangen van korte termijn afwijkingen in de verwachte elektriciteitsproductie of consumptie en het borgen van de voorzieningszekerheid door voldoende vermogen beschikbaar te houden om hoge prijsspieken of in het uiterste geval afschakeling te voorkomen. Op netwerkniveau gaat het om het oplossen van lokale overbelasting en spanningsproblemen. De omvang van deze behoeften wordt uitgezocht in de eerste tweejaarlijkse verplichte nationale beoordeling van de flexibiliteitsbehoefte.

Flexibiliteit kan en hoeft niet uitsluitend binnen de landsgrenzen te worden ingevuld. In de Noordwest-Europese elektriciteitsmarkt vormt interconnectie tussen landen een belangrijke buffer. Verdere integratie en handel tussen landen kunnen de nationale behoefte aan flexibiliteit aanzienlijk verlagen doordat overschotten en tekorten over een groter gebied worden uitgesmeerd.

Het is inherent onzeker hoe het optimale flex-portfolio eruit komt te zien richting 2040 en 2050. Er zijn veel verschillende technieken die een rol kunnen spelen en die elkaar deels kunnen vervangen. Daarnaast zijn er wisselwerkingen met andere energiedragers (zoals waterstof en warmteopslag) én met de ontwikkelingen in omliggende landen. Toch zijn enkele grote lijnen te schetsen over hoe het flex-portfolio eruit moet komen te zien

om een betaalbaar, betrouwbaar en duurzaam energiesysteem te realiseren.

Een bepaalde mate van aanbodsturing (curtailment) is onderdeel van een kosteneffectief, duurzaam energiesysteem.

Door de weersafhankelijke opwek van zon-PV en wind ontstaan er hoge pieken in aanbod. Stroomstudies tonen aan dat het kosteneffectief is om deze opwek voor het overgrote deel, maar niet volledig te benutten. In het cijferbeeld van het NPE wordt bijvoorbeeld 4-5% van het hernieuwbare aanbod niet benut. Er zijn ook studies die op hogere percentages uitkomen.⁵⁷

De bijdrage van vraagsturing aan het flex-portfolio hangt af van de kosten waarvoor elektriciteitsgebruik aangepast kan worden in vergelijking met aanbodsturing (curtailment) en opslag. Hoewel vraagsturing een belangrijke bijdrage kan leveren aan de flexibiliteit in het systeem, is het belangrijk om te benadrukken dat de ontwikkeling van het (potentieel stuurbare) elektriciteitsverbruik primair wordt gedreven door andere doelen dan het bieden van flexibiliteit in het energiesysteem. Zo worden elektrolyzers in de eerste plaats gebouwd om de waterstofbehoefte te verduurzamen. Daarbij is het vanuit systeemperspectief wenselijk dat deze installaties (deels) afschakelen bij een schaars aanbod van hernieuwbare elektriciteit of transportcapaciteit. De productie van hernieuwbare waterstof moet onder Europese regelgeving bovendien op termijn op uurbasis gekoppeld worden aan hernieuwbare opwek, waardoor elektrolyzers van nature meebewegen met het aanbod. Hoe vaak en hoe lang afschakelen rendabel is, hangt onder andere af van de waarde van de geproduceerde waterstof en van de vaste

⁵⁷ Zie bijvoorbeeld Witteveen & Bos (2024). Elektriciteitsmix en marktdynamiek in 2035 CO₂-vrij elektriciteitssysteem. Daarin wordt geconcludeerd dat de kostenoptimale mate van curtailment 7% tot 12% betreft, gegeven de destijds gehanteerde kostenaannames en modelafbakening.

kosten die jaarlijks moeten worden terugverdiend. Door de hoge investerings- en netkosten van grootschalige elektrolyse is een bedrijfsmodel met weinig vollasturen niet rendabel, waardoor de flexibiliteit vooral bestaat uit afschakelen in schaarse uren en niet uit selectief aanschakelen bij overvloed. Een vergelijkbare situatie geldt voor de elektrificatie van de industrie: hier mag een bepaalde mate van vraagsturing verwacht worden en is het ontsluiten hiervan wenselijk, zolang de vermeden kosten opwegen tegen de inefficiënties in het productieproces. Voor elektrische voertuigen en warmtepompen is de verduurzaming van mobiliteit en de gebouwde omgeving de belangrijkste drijfveer. Bij deze toepassingen is er vaak een afweging tussen het bieden van flexibiliteit en mogelijk verlies aan comfort. Het blijft bij al deze technieken wel noodzakelijk om de potentiële bijdrage aan flexibiliteit te ontsluiten, maar binnen de ruimte die de primaire functie en de businesscase toelaten.

Opslag in batterijen (incl. thuisbatterijen en elektrische voertuigen) zal een grote rol spelen in het flex-portfolio. Hierbij behandelen we stand-alone batterijen, batterijen bij zon- en windparken, bij bedrijven, thuisbatterijen en elektrische voertuigen⁵⁸ vanwege de grote uitwisselbaarheid als één categorie. De verschillende vormen van batterijopslag zullen immers allen bijdragen aan het invullen van de flexibiliteitsbehoefte van het elektriciteitssysteem en kunnen elkaar daarmee (deels) overbodig maken. Hierbij is de mate waarin batterijen bij kunnen dragen aan het verlichten van netcongestie wel sterk afhankelijk van de locatie waarop de batterij staat.

We hanteren een richtwaarde van 110 GWh / 28 GW (gem. 4 uren) batterijopslag in 2040 voor de gewenste opschaling van batterijopslag indien de beoogde vraagontwikkeling uit het NPE materialiseert. Dit betreft de optelsom van alle typen batterijopslag, incl. thuisbatterijen en het deel van de elektrische voertuigen wat beschikbaar is voor flexibel laden en terugleveren. Voor het inschatten van de optimale hoeveelheid batterijopslag in het systeem benutten we de publicatie ‘monetizing energy storage’ die ook voor de NBNL-scenario’s gebruikt is. Deze publicatie geeft aan dat de optimale hoeveelheid flexibele capaciteit in het systeem afhangt van het aandeel zon-PV en wind in de energiemix. Bij een aandeel van rond de 80% zoals in het NPE-cijferbeeld van 2040 het geval is, is een flexibel vermogen met een opslagcapaciteit van ongeveer 0,05% van het jaarlijkse elektriciteitsverbruik nodig voor een kosteneffectief systeem. Hierbij blijkt het bij aandelen zon-PV en wind tot 80% voldoende om met relatief korte duur opslag te werken (4-uren batterijen), maar is het voor een aandeel richting 90% wel kosteneffectief om ook met langere duur opslag (~16 uur) te werken. Voor het jaar 2040 lijkt een gemiddelde opslagcapaciteit van rond de 4 uur een passende aanname gezien het verwachte aandeel van zon-PV en wind in de elektriciteitsmix (~82%). Een dergelijke gemiddelde opslagduur lijkt daarnaast ook realistisch gelet op de marktontwikkeling.⁵⁹ Als we deze inschattingen toepassen op de verwachte finale elektriciteitsvraag in 2040 (~220 TWh) in het NPE-cijferbeeld volgt een opslagcapaciteit van 110 GWh en een vermogen van 28 GW (gemiddeld 4-uren). Deze inschatting is ook redelijk in lijn met de verwachtingen van de geconsulteerde experts en studies⁶⁰, al onderstrepen

⁵⁸ Dit betekent niet dat we ervan uitgaan dat alle elektrische voertuigen flexibel laden en terugleveren. We bedoelen hier het deel van de elektrische voertuigen dat dit wel doen.

⁵⁹ Zie o.a. TenneT (2026). Monitor Voorzieningszekerheid waarin een prognose voor 2035 staat die nog lager ligt dan 4 uur, maar wel een trend in die richting vertoont.

⁶⁰ NBNL (2025). Netbeheer Nederland scenariostudie.

deze ook dat er veel onzekerheid is. Een grote onzekerheid is de potentieel veel grotere bijdrage van elektrische voertuigen dan in de scenario's wordt verondersteld. Als deze potentie in grotere mate benut wordt, is er minder ruimte voor andere batterijen, zal de gemiddelde opslagduur hoger worden door de relatief lange opslagduur van batterijen in elektrische voertuigen en zal daarmee de benodigde capaciteit (het aantal GW) lager worden. Verder is een belangrijke onzekerheid dat deze richtwaarde past bij een ambitieus niveau van vraagontwikkeling waardoor de benodigde vraag en daarmee benodigde opslagcapaciteit in de praktijk lager kunnen liggen. Daarnaast heeft de beschikbaarheid van en behoefte aan opslagcapaciteit in omringende landen invloed op de behoefte in Nederland. Bij de verdere vertaling van deze richtwaarde naar regionale richtwaardes zal aanvullende analyse gedaan worden om deze onzekerheden beter in beeld te krijgen. Daarbij zal ook aandacht zijn voor verschillen in de behoefte aan opslagcapaciteit tussen regio's als gevolg van netcongestie.

Deze bandbreedte voor de verwachte, benodigde landelijke capaciteit zal bij verdere beleidsvorming vertaald worden naar regionale behoeften om de benodigde ruimte voor decentrale overheden inzichtelijk te maken. Hierbij zal ook aanvullende analyse gedaan worden om in te schatten welke bijdrage van thuisbatterijen en elektrische voertuigen verwacht mag worden. Het verslag over de geraamde flexibiliteitsbehoeften op nationaal niveau (de *flexibility needs assessment*) zal mogelijk aanvullend inzicht geven over de benodigde capaciteit aan batterijen. De Integrale Beleidsagenda Energieopslag gaat dieper in op de beleidsontwikkeling op dit vraagstuk. Deze beleidsagenda wordt in het najaar van 2026 verwacht.

Warmteopslag kan een kosteneffectieve rol spelen waar deze praktisch ingepast kan worden. Warmteopslag kan in potentie de goedkoopste manier van energieopslag zijn daar waar de opgeslagen energie uiteindelijk als warmte wordt ingezet. De uitdagingen zitten daar dan ook meer in de praktische inpasbaarheid van de warmte-opslag. Hierbij liggen er in ieder geval kansen bij collectieve warmtenetten en industriële processen. De potentiële, praktisch inpasbare en economisch haalbare omvang van deze vorm van opslag is nog minder goed bekend.

Waterstofopslag wordt ontwikkeld binnen de bredere opgave om de waterstofketen op te schalen voor de verduurzaming van de verwachte waterstofvraag. De opslagcapaciteit die hieruit voortkomt zal naar verwachting een substantiële bijdrage leveren aan de flexibiliteit van het energiesysteem, doordat zij met name flexibele productie en stabiele vraag in de tijd kan ontkoppelen. Waterstofopslag die uitsluitend wordt ontwikkeld om elektriciteitsoverschotten in de zomer om te zetten naar waterstof en in de winter weer in te zetten voor elektriciteitsproductie, is op de korte en middellange termijn echter niet voorzien (zie sectie waterstofketen en volgend hoofdstuk over regelbaar vermogen).

Het is onzeker in hoeverre andere technieken voor lange termijn energieopslag een significante rol zullen spelen. Technieken zoals persluchtopslag en redox-flow batterijen kunnen in theorie een logische aanvulling zijn op het flexibiliteitsportfolio omdat deze geschikt zijn om relatief langdurende tekorten op te vangen. In hoeverre deze echter een voldoende kosteneffectieve oplossing blijken te zijn in een context van snel dalende kosten en toenemende technische prestaties voor reguliere batterijen en de mogelijkheid om back-upcentrales op (groen) gas in te zetten tijdens langer durende tekorten, is echter onzeker. Bovendien kan import vanuit het buitenland door

toenemende interconnectiecapaciteit een grotere rol spelen en zal de potentie van vraagsturing om tekorten te beperken steeds verder ontsloten worden.

Er blijft een significante behoefte aan regelbaar vermogen op momenten met weinig zon en wind. De meeste studies schatten de toekomstige behoefte in tussen 10 en 25 GW (zie hoofdstuk regelbaar vermogen). De daadwerkelijke behoefte is dan ook zeer onzeker en mede afhankelijk van de bijdrage die opslag en vraagsturing zullen spelen en de mate waarin omliggende landen zelf in hun behoefte voorzien. Met het voorziene capaciteitsmechanisme wordt in ieder geval geborgd dat de voorzieningszekerheid op het gewenste niveau blijft. Welke bijdrage regelbaar vermogen daaraan zal leveren zal blijken uit de resultaten van de veilingen.

Het kan in sommige gevallen verstandig zijn om tijdens de transitie ook hybride of (deels) fossiele flexibiliteitsopties beschikbaar te houden. Met behulp van deze installaties kan elektrificatie ook doorgang vinden wanneer duurzamere alternatieven nog niet volledig zijn opgeschaald.

4.5.2 Goede markt- en tariefprijkkels zijn de basis voor evenwichtige opschaling van flexibiliteit

Marktprijkkels vormen de basis voor het tot stand komen van een evenwichtige mix aan flexibiliteitsopties. De inkomsten die flexibel vermogen kan genereren op de groothandelsmarkt (prijsverschillen tussen kwartieren), op de balanceringsmarkten, via tijdsafhankelijke nettarieven, goedkopere alternatieve transportrechten, en door vergoedingen voor het verlichten van congestie, bepalen het verdienmodel van flexibiliteitsopties. Deze prijsprikkels zorgen ervoor dat vraag en aanbod zich

voortdurend aanpassen aan de hand van de marktcondities: bijvoorbeeld dat bij overschotten elektriciteit goedkoop wordt en batterijen gaan opladen, of dat bij schaarste hoge prijzen ontstaan en gebruikers gestimuleerd worden om verbruik te minderen of te verschuiven in de tijd. De bestaande elektriciteitsmarkten vormen een robuuste basis voor de inzet van flexibiliteit door directe prijsprikkels bij overschot en schaarste. Om dit potentieel volledig te benutten, wordt momenteel o.a. hard gewerkt aan de verdere modernisering van nettarieven, aanpassing van onbalansallocatie per 1 mei 2026 (afrekening op basis van slimme meter data in plaats van profielen) en congestievergoedingen door de ACM en netbeheerders. Deze voortlopende hervormingen zorgen ervoor dat de financiële prikkels in de hele keten van groothandelsmarkt tot aan de lokale aansluiting consistent bijdragen aan een toekomstbestendig energiesysteem.

Omdat flexibiliteitsopties elkaar deels kunnen vervangen, en het nog niet zeker is welke mix aan technieken in de toekomst voor welke flexbehoefte de beste invulling kan geven, is het van belang dat het speelveld zo gelijk mogelijk is en dat eventuele steun of aanvullende prikkels techniekneutraal worden vormgegeven. Wat goed is voor het systeem moet ook aantrekkelijk zijn voor de marktpartij, ongeacht welke technologie daarvoor wordt ingezet. Het beleid en de marktordening zijn er daarom op gericht om marktdynamiek zo te sturen dat investeerders en gebruikers de juiste signalen ontvangen. Dit gebeurt bijvoorbeeld bij het ontwerpen van nieuwe tariefstructuren en marktkaders. Concreet betekent dit dat geen specifieke technologie bij voorbaat wordt bevoordeeld: een regelbare centrale, een batterij of vraagrespons kunnen elk een nuttige bijdrage leveren aan het systeem, en de marktprikkel moet die opties in gelijke mate de kans geven om die bijdrage te verzilveren. Een

sterke basis van marktprikkels verkleint zo het risico dat een suboptimaal portfolio van flexibiliteitsopties ontstaat.

4.5.3 Aanvullend beleid voor specifieke flexibiliteitsbehoeften

Marktprikkels zijn onmisbaar, maar blijken niet in alle gevallen voldoende om de benodigde investeringen in flexibiliteit tijdig en in voldoende mate tot stand te laten komen. Voor een aantal cruciale flex-behoeften geldt dat de overheid, in lijn met Europese kaders, aanvullende maatregelen treft of voorbereidt, omdat anders risico's ontstaan voor de betrouwbaarheid en betaalbaarheid van het energiesysteem. Maatregelen zijn en worden met name gericht op de volgende punten:

- **Voorzieningszekerheid:** Door de groei van weerafhankelijke opwek daalt het aantal draaiuren voor regelbare centrales sterk, en wordt het aantal momenten waarop deze centrales wél moeten draaien onzeker. Deze factoren maken investeringen in regelbaar vermogen onaantrekkelijk, waardoor de beschikbare capaciteit aan betrouwbare opwek, op momenten dat de zon niet schijnt en de wind niet waait, zal teruglopen terwijl de behoefte daaraan blijft bestaan⁶¹. Om de voorzieningszekerheid in Nederland te waarborgen heeft het kabinet aangekondigd een marktbreed capaciteitsmechanisme te implementeren.⁶² Dit is een mechanisme waarin aanbieders van elektriciteit (o.a. regelbaar vermogen, vraagrespons en opslag) een vaste beschikbaarheidsvergoeding kunnen krijgen om een deel van de jaarlijkse vaste kosten te dekken. Dit zorgt ervoor dat er voldoende elektriciteit is, ook op piekmomenten.

⁶¹ TenneT (2026). Monitor Voorzieningszekerheid.

⁶² Kamerstukken II 2025/26, 29023, nr.705.

- **Netcongestie verlichten:** Gezien de hoge maatschappelijke kosten van huidige netcongestie is het vaak gerechtvaardigd om flexibiliteitsopties die de netbelasting verminderen versneld te stimuleren. Flexibele vraag of opslag op lokaal niveau kan congestie in het elektriciteitsnet (deels) opvangen, waardoor meer ruimte ontstaat voor verdere elektrificatie en CO₂-vrije opwek voordat netuitbreiding gereed is. Het kabinet zet daarom in op een actief congestiemanagement-beleid. Zo is het Landelijk Actieprogramma Netcongestie (LAN) gestart om knelpunten te verlichten met vraagrespons, opslag en andere oplossingen. Ook is een “aansluitoffensief” gestart waarin samen met netbeheerders en bedrijfsleven gezocht wordt naar versnelde maatregelen om congestie te verminderen, met name door flexibel elektriciteitsgebruik door grote verbruikers te stimuleren. Dit aanvullende beleid zorgt ervoor dat het terugdringen van netcongestie niet uitsluitend afhankelijk is van netverzwaring, maar dat mogelijkheden om de bestaande netcapaciteit effectiever te benutten ook een bijdrage leveren.

Naast deze gerichte inspanningen op voorzieningszekerheid en netcongestie speelt de overheid een faciliterende rol om innovatie aan te jagen, infrastructuur tijdig beschikbaar te maken (bijvoorbeeld voor CCS en waterstof) en standaarden te ontwikkelen. Concreet worden maatregelen genomen op de volgende thema's:

- **Innovatie:** Technologische innovaties op het gebied van flexibiliteit (zoals nieuwe opslagtechnologieën, slimme sturingssystemen, etc.) vinden grotendeels plaats in een internationale

context, maar Nederland kan op specifieke onderdelen een rol spelen. Technologieën waarvoor Nederland unieke kennis of een sterke industriebasis heeft zoals flowbatterijen of slimme aggregatie- en stuurtechnieken, verdienen gerichte ondersteuning. Dit kan via het benutten van nichemarkten of pilotprojecten waarin onze kennisinstellingen en bedrijven zich onderscheiden. Het opschalen van nieuwe technologieën vergt soms ook systeeminnovaties in de Nederlandse context (bijv. nieuwe markttrollen of regels). Daarom zet de overheid in op flankerend beleid gericht op kennisdeling, proeftuinen en het wegnemen van belemmeringen, zodat veelbelovende innovaties tijdig kunnen worden toegepast en marktrijp worden.

- **Coördinatie:** Sommige investeringen in flexibiliteit blijven uit omdat ze afhankelijk zijn van het gelijktijdig beschikbaar komen van nieuwe infrastructuur of omdat meerdere partijen tegelijk moeten beslissen. Zulke coördinatieproblemen doen zich bijvoorbeeld voor bij flexibiliteitsopties gekoppeld aan waterstof of CCS: een ondernemer bouwt geen waterstof-opslag of -centrale als er geen infrastructuur voorhanden is, en omgekeerd wordt infrastructuur pas aangelegd als er afnemers zijn. De overheid neemt hier een regierol door tijdig de benodigde infrastructuur (leidingen, opslaglocaties, CO₂-transport, etc.) te plannen en te (laten) ontwikkelen, zodat dit geen bottleneck vormt voor investeringen. Ook kan de overheid partijen bij elkaar brengen of tijdelijke garanties/investeringssteun bieden om een impasse te doorbreken. Zo wordt voorkomen dat waardevolle flexibiliteitsopties vertraging oplopen door een gebrek aan afstemming of door hoge initiële investeringskosten die een individuele partij niet kan dragen.

- **Standaarden en regelgeving:** Flexibiliteit in vraag en aanbod en het beter benutten van het elektriciteitsnet, bijvoorbeeld door flexibele alternatieve transportrechten en congestiemanagement, zijn een blijvend onderdeel van het elektriciteitsstelsel. Toch zullen sommige gebruikers of sectoren niet vanzelf hun gedrag aanpassen, zelfs wanneer flexibiliteit in theorie lonend is, en kunnen gebruikers weer terugvallen in oud, inflexibel gedrag. De ervaring leert dat gebrek aan kennis, beperkte investeringsruimte of simpelweg gebruikersgemak ertoe kunnen leiden dat flexibiliteitspotentieel onbenut blijft. In dergelijke gevallen kan de overheid overwegen om normerend op te treden. Dit betekent dat er regels of standaarden komen die een minimum aan flexibel gedrag afdwingen, zonder de keuzevrijheid onnodig in te perken. Een voorbeeld is het invoeren van slimme laadstandaarden voor elektrische auto's, zodat deze bij installatie standaard zo zijn ingesteld dat ze gespreid laden. Ook tijdgebonden verbruiksnormen of een vorm van verplichting voor grootverbruikers om bij schaarste te kunnen afschakelen, behoren tot de opties. Dergelijke maatregelen worden zorgvuldig afgewogen op haalbaarheid en draagvlak.

Verder is aandacht voor ruimtelijke inpassing van flexibiliteit van belang. Veel flexibiliteitsopties, zoals grootschalige batterijen, conversie-installaties of nieuwe regelbare eenheden, vragen ruimte en moeten ingepast worden in de leefomgeving. De ruimtelijke inpassing van flexibiliteitsvoorzieningen van nationaal belang wordt daarom integraal meegenomen in het Programma Energiehoofdstructuur II (PEH II). Dit programma wordt aan de hand van een integrale toets op systeemimpact en ruimtelijke effecten vastgesteld. Het PEH II kan vervolgens locaties aanwijzen voor energie-infrastructuur, bijvoorbeeld voor nieuwe opslagfaciliteiten (zoals batterijen) die cruciaal zijn

voor het energiesysteem. Door deze proactieve planning wordt getracht te voorkomen dat een gebrek aan ruimte de ontwikkeling van noodzakelijke flexibiliteit belemmert.

Ook het monitoren van de ontwikkeling van flexibiliteit krijgt een nadrukkelijke plek. Het CBS registreert en publiceert bijvoorbeeld de groei van het flexibiliteitsportfolio, waaronder het aantal en vermogen van industriële en huishoudelijke batterijen, omvormers en andere flex-technieken. Daarnaast brengen de jaarlijkse Monitor Voorzieningszekerheid van TenneT en de tweejaarlijkse verplichte beoordeling van de flexibiliteitsbehoefte (*Flexibility Needs Assessment*) in kaart hoeveel flexibiliteit op de middellange termijn (5–10 jaar vooruit) nodig is en in hoeverre de huidige plannen daaraan tegemoetkomen. Via deze monitors houdt het Rijk de vinger aan de pols. Mocht uit die signalen blijken dat er structurele tekorten aan flexibiliteit dreigen, dan kan, in lijn met Europese kaders, overwogen worden om aanvullende maatregelen te nemen om barrières weg te nemen. Specifiek voor energieopslag wordt in 2026 al de beleidsagenda energieopslag opgesteld met daarin verschillende acties om barrières weg te nemen.

4.6 Regelbaar vermogen

De eerste prioriteit voor een kosteneffectieve energietransitie is om de inzet van fossiel regelbaar vermogen fors kleiner te maken door zon, wind, kernenergie en verschillende vormen van flexibiliteit op te schalen. De verschillende studies van een CO₂-vrij energiesysteem geven een consistent beeld dat het kosteneffectief is wanneer zon, wind en kernenergie het grootste deel van de elektriciteitsopwekking verzorgen. Hiernaast is een sterke toename van flexibiliteitsopties in het systeem nodig om deze bronnen goed te benutten. Wanneer zon, wind, kernenergie en de verschillende flex-opties opgeschaald zijn, is ook het grootste deel van de emissiereductie voltooid.

Beprijzing van fossiele opwek (o.a. middels ETS₁ en vanaf 2028 ETS₂) en, waar passend, stimulering van CO₂-vrije opwek (bijvoorbeeld met CfD's) zijn cruciaal om de behoefte aan regelbaar vermogen te beperken. Dat zon, wind, kernenergie en de verschillende flexibiliteitsopties een kosteneffectieve bijdrage aan emissiereductie kunnen leveren wil namelijk nog niet zeggen dat de uitrol hiervan enkel op basis van marktprikkels in voldoende mate tot stand komt. Zoals in eerdere hoofdstukken beschreven zijn de risico's in deze fase van de energietransitie hiervoor vaak te groot. Bovendien is fossiele energie zonder sterke beprijzing vaak nog té goedkoop. Om de behoefte aan regelbaar vermogen en inzet van (fossiel) regelbaar vermogen te beperken is dan ook langdurig, consistent beleid nodig zoals ETS en CfD's voor aanbod.

Toch blijft er in het toekomstige energiesysteem een significante behoefte aan regelbaar vermogen om de elektriciteitsvraag te voorzien op momenten met weinig zon en wind. De exacte behoefte aan regelbaar vermogen is onzeker. De meest relevante studies schatten de toekomstige behoefte in tussen 10 en 25 GW, met een inzet van 10 tot 50 TWh/jaar (in aanvulling op de aangenomen inzet van kernenergie).⁶³ Voor deze resterende hoeveelheid aan regelbaar vermogen is invulling met hernieuwbare elektriciteitsproductie, opslag en flexibiliteit in de vraag niet meer toereikend omdat dit vaak om langere periodes gaat met een tekort aan zon en wind. Om deze resterende behoefte in te vullen en voorzieningszekerheid te borgen is het daarom nodig om regelbaar vermogen beschikbaar te houden.

De business case voor regelbaar vermogen wordt erg onzeker, waardoor een maatregel om voorzieningszekerheid te borgen geïmplementeerd wordt. Door de sterke toename van weerafhankelijke opwek (zon-PV en windenergie) worden de benodigde inzet en de daaruit voortvloeiende inkomsten voor regelbaar vermogen lager en zeer onzeker. Hierdoor ontstaat een reëel risico op een gebrek aan regelbaar vermogen en andere technieken die voorzieningszekerheid kunnen borgen in periodes met weinig zon en wind. Bij een tekort aan voldoende regelbaar vermogen dreigen gedwongen afschakelingen van bedrijven en/

of huishoudens in situaties met weinig wind en zon en een hoge elektriciteitsvraag. Zoals in de Monitor Voorzieningszekerheid van TenneT aangegeven ontstaat dit risico na 2030.⁶⁴ Om de voorzieningszekerheid in Nederland te waarborgen heeft het kabinet aangekondigd een marktbreed capaciteitsmechanisme te implementeren.⁶⁵ Dit is een mechanisme waarin aanbieders van elektriciteit (o.a. regelbaar vermogen, vraagrespons en opslag) een vaste beschikbaarheidsvergoeding kunnen krijgen om een deel van de jaarlijkse kosten te dekken. In de uitwerking van het mechanisme heeft het kabinet ook oog voor de samenhang met de gewenste verduurzamingsroutes van regelbaar vermogen en het beleid om deze te faciliteren.

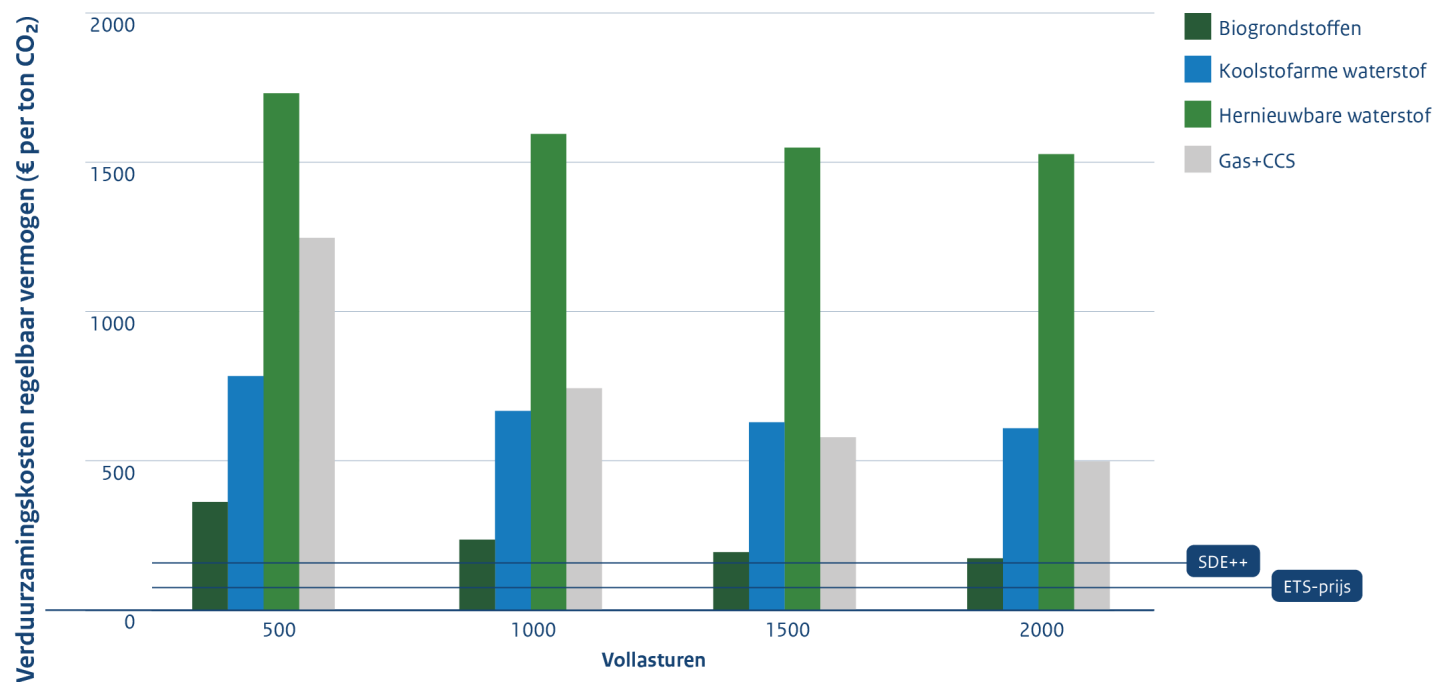
Verduurzaming van de resterende behoefte aan regelbaar vermogen met waterstof(dragers) of CCS blijft erg duur waardoor het op de korte termijn (5-10 jaar) niet wenselijk is om hier proactief op in te zetten. Zoals geïllustreerd in figuur 4.6 kost het verduurzamen van regelbaar vermogen met waterstof of CCS bij gascentrales €500-1700/tCO₂. Vergeleken hiermee is het veel kosteneffectiever om de emissies in de elektriciteitssector verder terug te dringen met extra hernieuwbare opwek. De gemiddelde subsidie-intensiteit van SDE++ beschikkingen voor elektriciteitsproductie die in 2025 zijn toegekend lag bijvoorbeeld rond de €150/tCO₂.⁶⁶

63 Zie bijvoorbeeld Netbeheer Nederland Scenario's Editie 2025 en CE Delft & Witteveen & Bos (2024) - Elektriciteitsmix en marktdynamiek in 2035 CO₂-vrij elektriciteitssysteem. Hierbij zijn enkele studies en scenario's met aannames die sterk afwijken van het cijferbeeld van dit NPE buiten beschouwing gelaten. Hierbij is in de meeste scenario's al verondersteld dat er een capaciteit van 1,6 tot 3,7 GW aan kernenergie beschikbaar is. Deze capaciteit en de inzet daarvan is al van deze behoefte aan regelbaar vermogen afgetrokken.

64 TenneT (2026). Monitor voorzieningszekerheid 2026.

65 Kamerstukken II 2025/2026, 29023, nr. 705.

66 Dit betreft de beschikkingen in het domein 'Elektriciteit', waar zon-PV, wind en biomassavergisting (gecombineerde opwekking) onder vallen. Zie Kamerstukken II 2025/26, 31 239, nr. 461.



Figuur 4.6 Verduurzamingskosten regelbaar vermogen. Bron: TNO (2026)⁶⁷, Kamerbrief SDE++⁶⁸

Dergelijke kosten van (ruim) boven de €500/tCO₂ zijn ook fors hoger dan het recente niveau van de ETS prijs van €60-100/tCO₂. Gezien de brede verduurzamingsopgave van de maatschappij is het verstandig eerst maatregelen te nemen die tegen lagere kosten per ton CO₂ kunnen worden gerealiseerd. Vooral nog zijn er nog veel mogelijkheden om elders in de maatschappij goedkoper emissies te reduceren. Ook in de elektriciteitssector

rest nog een grote opgave, die bij schaarse middelen een flinke overheidsinzet vergen, zoals de financiering van de verdere uitrol van windenergie en zon-PV.

⁶⁷ TNO (2026). TNO The Cost of Sustainable Dispatchable Electricity Generation.

⁶⁸ Kamerstukken II 2025/26, 31 239, nr. 461.

Verduurzaming van regelbaar vermogen met biograndstoffen is minder duur dan met waterstof of gas+CCS (zie figuur 4.6), maar lijkt alsnog niet rendabel bij de huidige ETS prijzen.

Hierdoor lijkt het onwaarschijnlijk dat dit op grote schaal tot stand zal komen. Toch is het niet helemaal ondenkbaar dat een enkele centrale op biograndstoffen actief zal blijven. In gevallen waar er beperkte investeringen nodig zijn om operationeel te blijven en wanneer biograndstofprijzen relatief laag liggen kan dit op de korte termijn nog rendabel zijn. Daarnaast kan het rendabel zijn om een biomassacentrale in bedrijf te houden wanneer er uitzicht is op een verdienmodel gebaseerd op negatieve emissies wanneer de centrale voorzien wordt van CCS (BECCS). De toekomstige rol van een dergelijke configuratie, wordt na publicatie van het NPE verder uitgewerkt.

Het is onzeker of verduurzaming van regelbaar vermogen met waterstof(dragers) of gascentrales met CCS op de lange termijn een (significant) deel van de oplossing zal zijn. Hoewel de kans klein lijkt dat regelbaar vermogen met waterstof(dragers) of CCS dusdanig sterk in kosten zal dalen dat grootschalige inzet kosteneffectief wordt, is er wel forse onzekerheid in de kostenramingen en is de verwachting dat de kosten van waterstof in de toekomst zullen dalen. Daarnaast hebben de andere opties om CO₂-vrij regelbaar vermogen te realiseren ook verschillende nadelen, zoals de beperkte beschikbaarheid van biograndstoffen, groen gas en negatieve emissies, waardoor het niet uitgesloten is dat een beperkte capaciteit aan regelbaar vermogen met waterstof(dragers) of CCS onderdeel zal zijn van het eindbeeld.

In deze context lijkt het verstandig om terughoudend te zijn met investeringen om de verduurzaming van regelbaar vermogen met waterstof(dragers) of gascentrales met CCS te faciliteren. Er bestaat immers een reëel risico dat deze investeringen niet benut zullen worden. Hierbij blijft het wel belangrijk om bij concrete keuzes telkens ook het risico mee te wegen dat bepaalde ontwikkelingen niet meer (tijdig) realiseerbaar zijn of fors duurder zullen zijn als er besloten wordt niet vooruit te investeren.

Indien de behoefte aan regelbaar vermogen (qua inzet) voldoende ver teruggedrongen wordt, kan verduurzaming middels groen gas of, in het uiterste geval, compensatie een logischere optie zijn. Mochten de kosten van directe verduurzaming erg hoog blijven, zoals nu verwacht, dan kunnen groen gas, verdergaande vraagsturing, of compensatie van koolstofverwijdering mogelijk alternatieven bieden. Echter, hoewel groen gas en compensatie middels koolstofverwijdering op papier mogelijk kosteneffectieve opties lijken te zijn, vormt de beperkte beschikbaarheid een risico. Er is ook vraag vanuit andere sectoren naar groen gas of compensatie, en de mate van opschaling van het aanbod van deze technieken is onzeker. Het kabinet zal deze ontwikkelingen monitoren, zodat tijdig de juiste beslissingen genomen kunnen worden voor dit sluitstuk van de energietransitie, waarbij rekening wordt gehouden met het Europese karakter van ETS en de elektriciteitsmarkt.



5.

Herijking waterstofketen

5.1 Waterstof in de energietransitie: een onmisbare maar scherper geprioriteerde rol

Waterstof is een onmisbare bouwsteen van een klimaatneutraal energie- en grondstoffsysteem. In deze actualisatie krijgt die rol op basis van voortschrijdend inzicht een meer gerichte invulling. Het vertrekpunt ligt in de bestaande industrie: de raffinage, chemie en de kunstmestsector gebruiken nu al enorme hoeveelheden waterstof als grondstof, vrijwel volledig op basis van fossiele bronnen. Het verduurzamen hiervan is al een opgave van formaat. Door zijn relatief waterstofintensieve industrie is de opgave voor Nederland om de bestaande volumes te verduurzamen nog uitdagender dan voor onze buurlanden.

Tegelijkertijd neemt de vraag naar waterstof vanuit nieuwe toepassingen toe. De grootste potentiële groei van de vraag naar gasvormige waterstof op de lange termijn ligt bij het bewerken en opwerken van duurzame koolstofdragers in de bioraffinage en chemie. De gasvormige waterstofketen is daarvoor sterk verbonden aan gericht beleid voor de opbouw van een duurzame koolstofketen. Daarnaast drijven internationale mandaten de vraag naar waterstofvrije brandstoffen in de lucht- en scheepvaart. Daar waar elektrificatie technisch vooralsnog niet haalbaar is, is het van belang om waterstof als potentiële verduurzamingsoptie te ontwikkelen, gegeven het mogelijk schaarse aanbod van groen gas en biobrandstoffen. Dit betreft onder andere delen van de zware mobiliteit en de staal- en keramieksector.

De verwachtingen uit het NPE van 2023 zijn op een aantal punten bijgesteld. Ten eerste valt de vraag naar gasvormige waterstof lager uit: een prominente rol in het verduurzamen van regelbaar vermogen richting 2040, snelle opschaling in de staalindustrie en warmtevoorziening, en grootschalige binnenlandse productie van synthetische grond- en brandstoffen zijn minder aannemelijk geworden door hogere kosten en in sommige gevallen beter zicht op alternatieven. Ten tweede verschuift het zwaartepunt van het aanbod van waterstofvrije grond- en brandstoffen meer naar import: energierijke dragers, zoals synthetische brandstoffen en ammoniak, worden naar verwachting grotendeels ingevoerd. Beide stromen, gasvormige waterstof uit import en elektrolyse en geïmporteerde dragers voor directe inzet aangevoerd per schip, vragen elk om een eigen beleidsafweging. Dit onderscheid loopt als rode draad door dit hoofdstuk.

Ondanks deze bijstellingen blijft de opgave nog altijd enorm ambitieus. De beoogde rol van waterstof vraagt gerichte beleidsinzet en duidelijke prioriteiten. De belemmering is niet technisch maar economisch: zonder gegarandeerde vraag investeert niemand in aanbod, en zonder aanbod komt er geen vraag. Hernieuwbare waterstof is bovendien duurder dan eerder verwacht, wat de drempel voor vroege afnemers hoog houdt. Het doorbreken van dit kip-eiprobleem is in de kern een vraagstuk van transitiefalen: elke partij handelt rationeel door te wachten op zekerheid over de andere schakels in de keten, waardoor de keten als geheel niet op gang komt. Dit vraagt gelijktijdige inzet op drie fronten: infrastructuur die vraag en aanbod

samenbrengt, verplichtingen en subsidies die langjarige vraag creëren, en stimulering van binnenlands aanbod en import. De komende jaren zijn beslissend: de doorlooptijden tot realisatie van elektrolysecapaciteit, transport- en opslaginfrastructuur, importketens en snelle CO₂-reductie middels koolstofarme waterstof laten weinig tot geen ruimte voor uitstel.

Dit hoofdstuk volgt die opgave stap voor stap. Paragraaf 5.2 beschouwt het vertrekpunt in de huidige markt; 5.3 het kip-ei-probleem en het huidige kabinetsbeleid; 5.4 de vraagontwikkeling tot 2040; 5.5 de ontwikkeling van aanbodroutes zowel voor hernieuwbaar als koolstofarm; 5.6 de kritieke tijdpaden voor aanbod en infrastructuur; 5.7 de mogelijke ontwikkelrichtingen na 2040.

5.2 De situatie nu: waterstof als lokale industriële markt

Nederland heeft nog geen landelijke waterstofmarkt. TNO heeft 43 bestaande waterstofgebruikers geïdentificeerd met een significant vraagvolume.⁶⁹ Dit gaat met name om vraag in de chemie (7 PJ), ammoniakproductie (59 PJ) en raffinage (65 PJ), waar waterstof als grondstof wordt ingezet.⁷⁰ Het gaat bijna uitsluitend om een markt die zich afspeelt binnen de vijf industriële clusters, waar waterstof wordt geproduceerd en verbruikt binnen of tussen een beperkt aantal industriële bedrijven, met name in Rotterdam, Zeeland en op Chemelot.

⁶⁹ TNO (2024). [Hydrogen use in Dutch industry](#).

⁷⁰ PBL (2024). Productie, Import, Transport en Opslag van Waterstof in Nederland. CE Delft (2023). Afnameverplichting groene waterstof. Exclusief methanolproductie, omdat deze productie momenteel stilstaat. Dit betreft waterstofvraag gebaseerd op de capaciteit van de installaties. In de praktijk kan deze vraag per jaar verschillen.

⁷¹ Agora Industry (2025). Prioritizing Hydrogen for its most effective uses.

De verduurzaming van grijze waterstof in de bestaande raffinage en chemie is het meest urgente en kosteneffectieve beginpunt, zowel voor de inzet van hernieuwbare waterstof als voor de toepassing van CCS bij bestaande grijze waterstofproductie. Dit wordt in toenemende mate aangevuld met nieuwe toepassingen zoals in bioraffinage en innovatieve chemie. Per kilogram levert hernieuwbare waterstof de grootste klimaatwinst op bij het vervangen van grijze waterstof. Bij het vervangen van aardgas in hoge-temperatuurwarmte of gascentrales is die winst lager. Dit maakt de raffinage en chemie niet alleen de logische eerste afnemers van hernieuwbare waterstof, maar ook de sectoren waar de klimaatopbrengst op de korte termijn het grootst is.⁷¹ Het beleid richt zich in de beginfase van de markt vooral op deze sectoren. Voor de ammoniaksector is de route naar verduurzaming anders, zoals in het industriehoofdstuk in meer detail beschreven: productie van hernieuwbare ammoniak op basis van Nederlandse elektrolyse lijkt op basis van huidige verwachtingen niet concurrerend met import van hernieuwbare ammoniak. De verduurzaming verloopt daar via CCS op bestaande installaties, inzet van koolstofarme waterstof uit vergassing van restafval en de import van ammoniak.

Hoewel de markt nu nog vooral lokaal is, ontwikkelt de waterstofmarkt zich richting 2040 tot een markt waar meerdere producenten en afnemers waterstof vrij verhandelen via een (inter)nationaal transportnet en centrale opslaglocaties gebruiken. Deze overgang vraagt niet om een geleidelijke doorontwikkeling van de huidige markt, maar vereist de opbouw van een nieuw systeem.

5.3 Het kip-ei-probleem en het kabinetsbeleid om dit te doorbreken

De fundamentele belemmering voor de waterstofmarkt is niet technisch maar economisch: zonder gegarandeerde vraag investeert niemand in aanbod, en zonder aanbod komt er geen vraag. Die belemmering is groter geworden doordat de kosten op dit moment fors hoger uitvallen dan enkele jaren geleden werd verwacht, ook al zullen ze op termijn dalen.

Waar enkele jaren geleden nog een stevige prijsdaling werd verwacht, laten recente ramingen zien dat de kosten van hernieuwbare waterstofproductie in Nederland, maar ook elders, langdurig hoger uitvallen. Dit komt door hogere nettarieven, hogere kosten voor elektriciteit en hogere investeringskosten voor installaties en fabrieken voor hernieuwbare waterstofproductie op basis van elektrolyse dan eerder verwacht. Het IEA (2024) concludeert dat gestegen rentes en inflatie na de Russische invasie van Oekraïne een belangrijk deel van de stijging van de kosten verklaren.⁷² Ook de verwachte kosten van koolstofarme waterstof zijn toegenomen, onder meer door hogere kosten voor CCS en hogere kapitaalkosten.

Structureler is de bevinding van het JRC (2025)⁷³ dat eerdere studies de aandelen van de ondersteunende installatieonderdelen rondom de elektrolyser (de zogenoemde *balance of plant*), civiele bouwkosten en andere indirecte kostenposten systematisch hebben onderschat. Juist die posten bepalen volgens TNO (2024)⁷⁴ 80% van de totale investeringskosten. Ook vallen de verschillen in de kosten van hernieuwbare waterstofproductie tussen landen volgens BNEF (2025)⁷⁵ hoger uit, waarbij de kosten in Noordwest-Europa relatief hoog zijn.⁷⁶ Dit betekent dat de kosten naar verwachting wel dalen, maar vanaf een hoger niveau dan eerder geraamd, waardoor er naar verwachting minder toepassingen op basis van hernieuwbare waterstof in Nederland competitief zullen zijn. Voor industrie die concurreert op de wereldmarkt is het gevolg dat de meerkosten niet eenvoudig zijn door te berekenen aan klanten. Dit hindert een snelle en brede adoptie van elektrolytische waterstof in Nederland.

Figuur 5.1 illustreert dit met concrete cijfers. Zo ging TNO (2021) voor 2030 nog uit van een gemiddelde kostprijs van €4,70/kg, terwijl het IEA het zelfs mogelijk achtte om in 2030 op de Noordzee al voor €1,70/kg te produceren.⁷⁷

⁷² IEA (2024). Global Hydrogen Review.

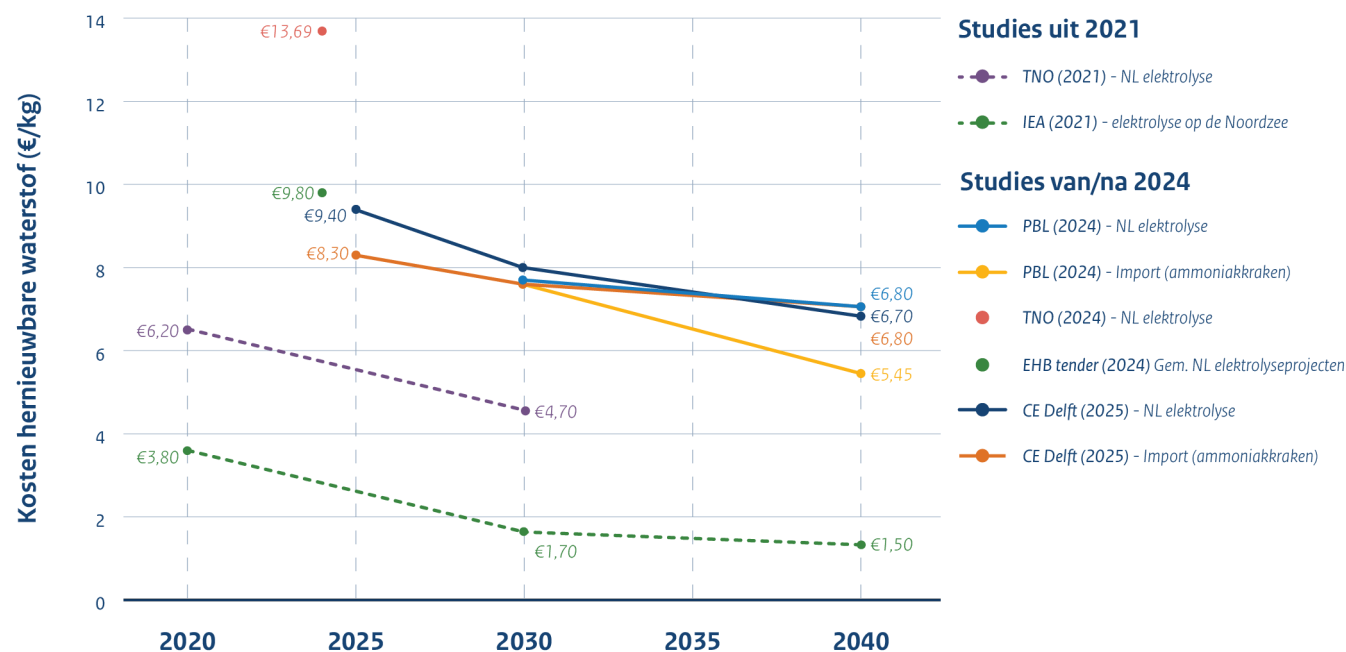
⁷³ JRC (2025). Water Electrolysis and Hydrogen in the European Union.

⁷⁴ TNO (2024). Renewable Hydrogen Cost Element Evaluation Tool.

⁷⁵ BNEF (2025). Hydrogen Levelized Cost Outlook.

⁷⁶ Voor Nederland geldt daarnaast dat de totale kosten voor elektriciteitsafname door elektrolyzers hoger liggen dan in buurlanden, mede doordat landen als Duitsland elektrolyzers tijdelijk vrijstellen van nettarieven. Nederland zet zich in voor verdere Europese harmonisatie van de methodologieën voor nettarieven, met het oog op een gelijk speelveld voor bedrijven binnen de EU.

⁷⁷ TNO (2021) constateerde zelf dat de eigen raming significant afweek van de literatuurstudie in hetzelfde onderzoek, waarin vrijwel alle studies uitkwamen op een kostprijs van (ruim) onder €3/kg vanaf 2030.



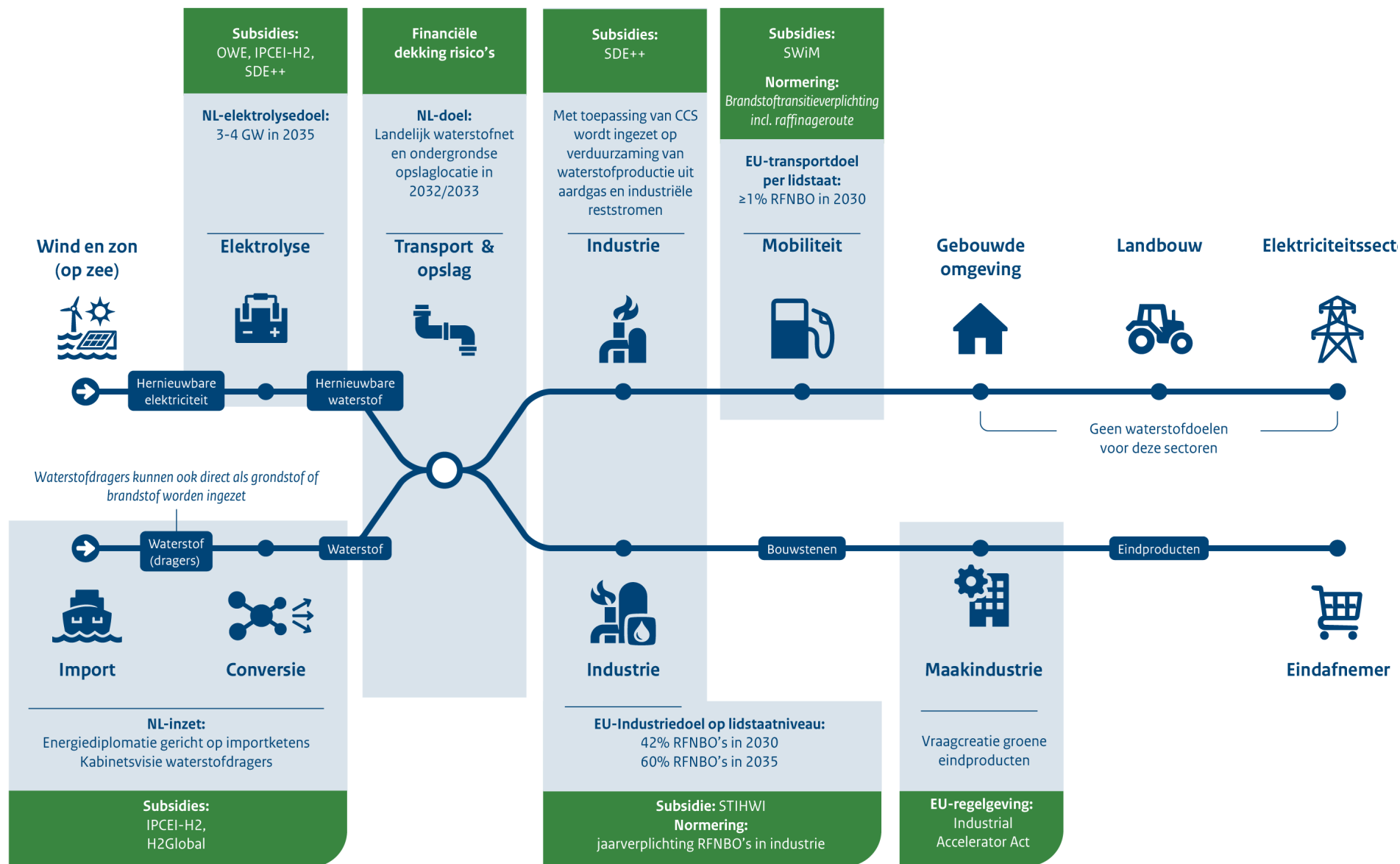
Figuur 5.1 Kostprijsinschattingen hernieuwbare waterstof richting 2040. Bron: IEA (2021), TNO (2021), PBL (2024), TNO (2024), CE Delft (2025). Bewerking EZK.⁷⁸

Recentere studies ramen die kosten significant hoger. TNO's RHyCEET-onderzoek uit 2024 kwam op €13,69/kg, gebaseerd op vertrouwelijke informatie van projecten in ontwikkeling. De zeven Nederlandse inzendingen voor de eerste European Hydrogen Bank rapporteerden een gemiddelde kostprijs van €9,80/kg. Wel stelt BNEF (2026) dat de investeringskosten voor elektrolyse sinds 2023 met 13% zijn gedaald in Europa. Dit laat

zien dat kostendalingen mogelijk zijn.⁷⁹ Tegelijk liggen de actuele prognoses voor binnenlandse productie van CE Delft (2025) en PBL (2024), met respectievelijk €6,70/kg en €6,80/kg in 2040, nog altijd ruim boven de oudere verwachtingen, wat bevestigt dat de kostendaling trager verloopt en vanaf een hoger niveau start dan een aantal jaar geleden werd aangenomen.

⁷⁸ IEA (2021). Global Hydrogen Review. TNO (2021) Ontwikkeling productiekosten klimaatvriendelijke waterstof. PBL (2024). Productie, Import, Transport en Opslag van Waterstof in Nederland. TNO (2024). [Renewable Hydrogen Cost Element Evaluation Tool \(RHyCEET\)](#). CE Delft (2025). Waterstof: kostprijs, import, beleid. Voor een aantal studies is het middelpunt van een bandbreedte gebruikt. Voor IEA zijn dollars omgerekend naar euro's, en is het datapunt voor 2040 lineair geïnterpoleerd.

⁷⁹ BNEF (2026). [Electrolyzer Price And Performance Survey](#).



Figuur 5.2 Ontwikkeling waterstofketen op basis van bestaand beleid

Om desondanks de markt op gang te brengen, zet het kabinet gelijktijdig in op drie samenhangende interventies: het realiseren van de infrastructuur die vraag en aanbod fysiek bijeenbrengt, het creëren van vraag via (eindproduct)normering en subsidies en het stimuleren van aanbod via elektrolyse en importketens. Figuur 5.2 geeft een schematisch overzicht van hoe de overheid de verschillende onderdelen van de waterstofketen ondersteunt.

Een landelijk transportnet in combinatie met voldoende opslagcapaciteit is een harde voorwaarde voor het opbouwen van een markt op basis van hernieuwbare waterstof. Het landelijk waterstoftransportnet verbindt de vijf industriële clusters, buurlanden en opslaglocaties. Grootschalige elektrolyzers hebben daarnaast waterstofopslag nodig om hun wisselende productieprofiel op te vangen en de industrie een constante, betrouwbare levering te kunnen garanderen. Grootschalige opslag via zoutcavernes die fluctuaties in aanbod en gebruik van waterstof opvangen, borgt de leveringszekerheid aan de industrie. Realisatie van de infrastructuur is voorzien in 2033 op basis van het huidige uitrolplan, met gefaseerde opschaling van de opslagcapaciteit richting 2040. De planning is afhankelijk van het besluit over de financiering van de transport- en opslaginfrastructuur, dat het kabinet op dit moment voorbereidt.

Vraag creëren via verplichtingen en (vraag)subsidies voor waterstofafnemende sectoren. De Europese richtlijn hernieuwbare energie (REDIII) legt EU-landen verplichtingen op voor het gebruik van hernieuwbare brandstoffen van niet-biologische oorsprong (RFNBO's): 42% in de industrie in 2030, oplopend naar 60% in 2035, en minimaal 1% in de mobiliteit in 2030.⁸⁰ Nederland heeft dit nationaal geïmplementeerd in een geleidelijk oplopende jaarverplichting voor waterstofgebruik in de industrie, van 4% RFNBO's in 2030 naar 9,9% RFNBO's in 2035, aangevuld met vraagsubsidies voor industriële afnemers. Via de brandstoftransitieverplichting (BTV) wordt daarnaast 9,5 PJ RFNBO's in de mobiliteit verwacht via directe inzet en de zogenoemde raffinageroute. De BTV vervult een cruciale rol in de beginfase van de markt, en creëert effectieve vraag naar hernieuwbare waterstof door kosten door te berekenen aan eindgebruikers. Voor veel andere industriële partijen die op de wereldmarkt concurreren is deze route niet beschikbaar: zij kunnen de meerkosten van verduurzaming met waterstof vooralsnog niet doorberekenen aan hun klanten. Dit vereist gericht aanvullend Europees beleid voor vraagcreatie voor groene eindproducten.

Via de OWE-tenders, IPCEI-waterstof en de SDE++ stimuleert de overheid de productie van hernieuwbare waterstof in Nederland, met als doel een elektrolysecapaciteit van 3 tot 4 GW in 2035.⁸¹ De eerste definitieve investeringsbeslissingen (FID's) zijn inmiddels genomen voor 570 MW hernieuwbare

⁸⁰ RFNBO's omvatten hernieuwbare waterstof en de daarvan afgeleide brandstoffen en grondstoffen, zoals hernieuwbare ammoniak, geproduceerd met hernieuwbare elektriciteit volgens de eisen van REDIII.

⁸¹ Subsidieregeling grootschalige productie volledig hernieuwbare waterstof via elektrolyse ([OWE](#)); Important Project of Common European Interest ([IPCEI](#)) Waterstof; Stimulerings Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie ([SDE++](#)).

waterstofproductie in Nederland, waarvan 138 MW operationeel.⁸² Op basis van de prognoses van de KEV 2026 kan dit met vastgesteld en voorgenomen beleid richting 2030 doorgroeien naar 1,4 GW.

Naast binnenlandse productie via elektrolyse zet het kabinet ook in op import. Dit doet het kabinet middels IPCEI-waterstof en H2Global in op het ontwikkelen van een internationale keten voor import van gasvormige waterstof, evenals van energierijke waterstofdragers die direct ingezet kunnen worden in industriële processen of de (internationale) mobiliteit. Deze instrumenten leveren tegelijk kennis op over de daadwerkelijke marktprijzen voor het informeren van de langetermijnstrategie.

De ontwikkeling van een volwaardige markt voor hernieuwbare waterstof richting 2035 staat of valt met de beleidskeuzes van de komende jaren. Berenschot, Arcadis en TNO hebben in een recente studie drie ontwikkelpaden geschetst, waarbij de vraag naar hernieuwbare waterstof (exclusief koolstofarme waterstof) in 2035 uiteenloopt van 23 tot 47 PJ en het aanbod van 1,75 tot 3,5 GW elektrolyse in Nederland.⁸³ De uiteindelijke realisatie binnen deze marge is sterk afhankelijk van de mate van proactief overheidsbeleid en een gelijk speelveld voor de industrie, wat de noodzaak onderstreept voor consistent en ambitieus beleid voor de langere termijn.

⁸² Inclusief RFNBO gecertificeerde chloor-alkali-elektrolyse.

⁸³ TNO, Berenschot, Arcadis (2026). [Update volumestudie waterstofdragers](#).

5.4 Ontwikkelrichtingen vraag naar waterstof tot en met 2040

Voor de ontwikkeling van de waterstofvraag richting 2040 is het belangrijk onderscheid te maken tussen waterstof die uiteindelijk gasvormig wordt gebruikt en dragers die direct worden ingezet. Enerzijds is er waterstof die via pijpleidingen als grondstof bij de industrie komt, hetzij binnenlands geproduceerd, hetzij per schip aangeland als ammoniak, vloeibare waterstof of LOHC's (*liquid organic hydrogen carriers*) en hier teruggezet naar gasvormige waterstof. Anderzijds zijn er dragers zoals hernieuwbare methanol en e-SAF, die met name elders worden geproduceerd en in de havens worden gebruikt, verwerkt of doorgevoerd. Een drager als ammoniak kent beide rollen. Beide stromen vragen om een eigen beleidsaanpak. De eerste vraagt om een landelijk en Europees infrastructuurnetwerk voor gasvormige waterstof, en om stimulering en verplichtingen die de vraag hiernaar aanjagen. De tweede vraagt om heldere internationale verplichtingen die directe inzet van dragers stimuleren, zoals ReFuelEU Aviation, FuelEU Maritime en regelgeving van de IMO. Een importstrategie en haventerminals zijn voor beide stromen nodig, want ook vloeibare waterstof en LOHC's landen aan en moeten worden teruggezet. Wat de stromen scheidt is de vraagzijde, en juist daar lopen ze in de beeldvorming door elkaar.

Het onderscheid raakt bovendien de positionering van Nederland zelf, die ten opzichte van het NPE 2023 is verschoven. Het NPE 2023 hield nog de optie open dat Nederland substantiële volumes waterstof- en koolstofdragers op basis van elektrolyse zou produceren. In het NPE 2026 is die

verwachting bijgesteld: Nederland importeert deze dragers naar verwachting grotendeels in plaats van ze zelf te maken. Onder andere hierdoor valt de binnenlandse vraag naar gasvormige waterstof lager uit dan in NPE 2023, terwijl de import van waterstof- en koolstofdragers toeneemt. De volgende paragraaf licht deze verschuiving toe, en gaat daarna in op de nog steeds aanzienlijke vraag naar gasvormige waterstof in Nederland.

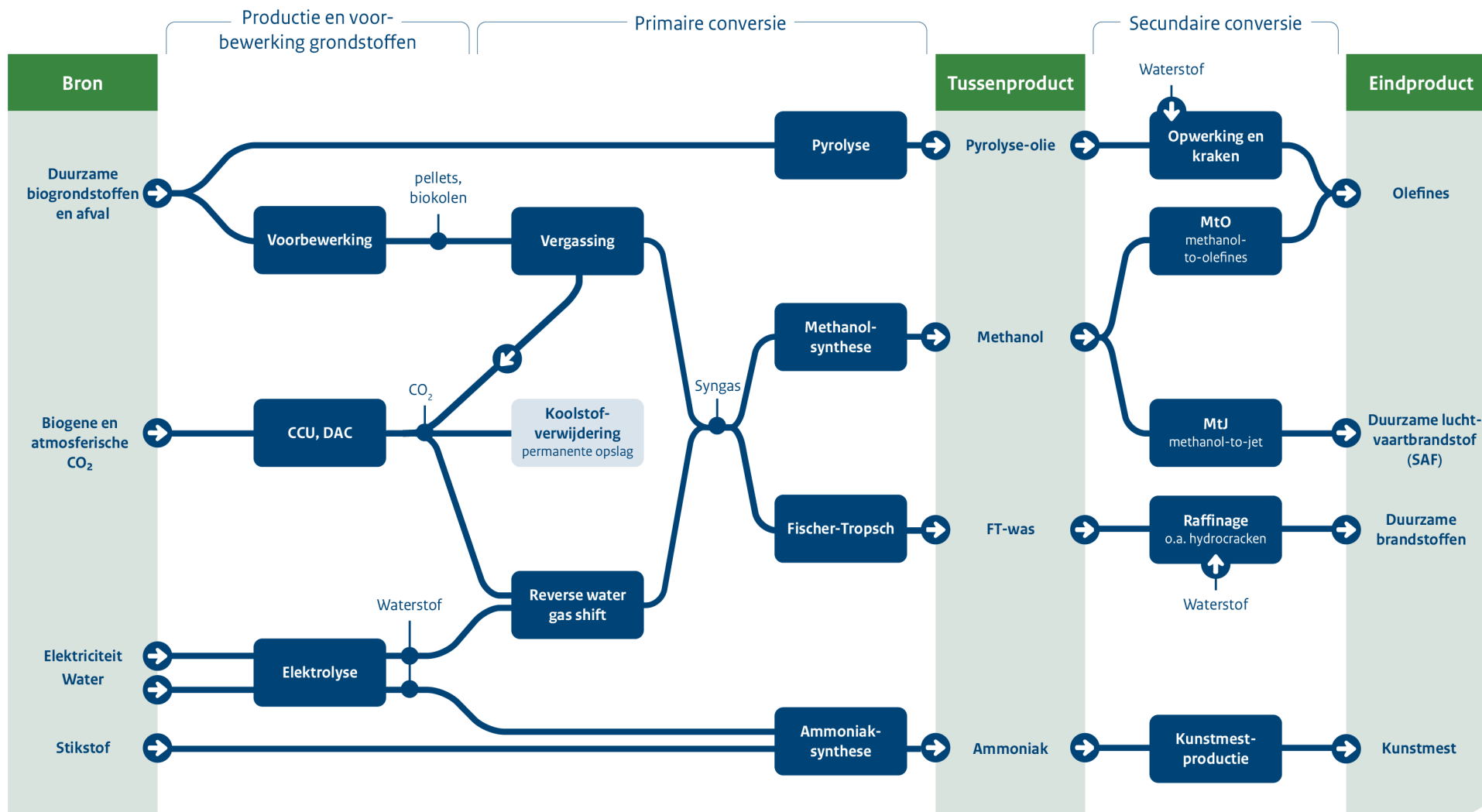
5.4.1 Waterstofrijke grond- en brandstoffen: Nederland importeert, verwerkt en levert door

In veel energiescenario's vormen waterstofdragers en synthetische brandstoffen, zoals ammoniak, methanol en e-SAF, de belangrijkste bestemmingen voor hernieuwbare waterstof. Waar het NPE 2023 nog de optie openhield om deze synthetische waterstof- en koolstofdragers ook grootschalig in Nederland te produceren, is het huidige beeld dat binnenlandse productie om economische redenen minder aannemelijk wordt. De verwachting is dat deze stromen elders goedkoper kunnen worden geproduceerd en vervolgens per schip naar Nederland worden aangevoerd voor directe inzet of verdere opwerking. Dit kan bijvoorbeeld plaatsvinden bij productie van ammoniak voor kunstmest (zie ook sectie 2.3): een deel van de huidige fossiele waterstofbasis kan worden vervangen door import van ammoniak, in plaats van door uitbreiding van binnenlandse elektrolyse voor dit doel. De waterstofproductie voor kunstmest die in Nederland blijft plaatsvinden, verschuift van grijze waterstof naar koolstofarme productie op de eigen industriële locatie.

De totale behoefte aan waterstofrijke brandstoffen verandert relatief minder, maar wordt dus vooral op een andere manier ingevuld. De mandaten voor de lucht- en scheepvaart lopen na

2040 verder op, waardoor de verschuiving richting import daar het sterkst doorwerkt in de verwachte waterstofvraag. Productie van synthetische brandstoffen op basis van Nederlandse elektrolyse wordt grotendeels vervangen door import van eindproducten of tussenproducten als e-methanol, die in Nederland verder kunnen worden opgewerkt tot hoogwaardige brandstoffen.

Dit sluit aan bij het historische Nederlandse industriële model: Nederland fungeert van oudsher als een hub waar energie-intensieve grondstoffen (zoals olie) worden geïmporteerd, en vervolgens worden doorgevoerd of opgewerkt naar hoogwaardigere producten. Nederland richt zich dus ook in de toekomst primair op het opwerken van geïmporteerde grondstoffen als synthetische ammoniak en methanol, en niet op de energie-intensieve productie van dit type basismoleculen zelf uit hernieuwbare elektriciteit. Figuur 5.3 laat zien hoe deze tussenproducten, of ze nu worden geïmporteerd of binnenlands geproduceerd, in Nederland verder kunnen worden opgewerkt tot eindproducten, waarbij waterstof in beide gevallen een rol speelt in de secundaire conversiestap. Het is belangrijk om te onderkennen dat de bestaande importafhankelijkheid van aardgas en olie gedeeltelijk wordt vervangen door import van energie-intensieve duurzame energiedragers. Diversificatie van dat aanbod is dus essentieel met het oog op de weerbaarheid van het systeem. Tegelijkertijd zorgen andere ontwikkelingen waar dit NPE op inzet voor een sterke afname van de afhankelijkheid van geïmporteerde fossiele energiedragers, met name dankzij elektrificatie van de mobiliteit, van de gebouwde omgeving en van warmte in de industrie. Het totale aandeel van binnenlandse productie van energie neemt richting 2040 dan ook significant toe (zie sectie 12.2).



Schematisch en vereenvoudigd weergegeven overzicht - niet uitputtend.

Figuur 5.3 Visualisatie van de opbouw van productketens waterstof- en koolstofdragers.

5.4.2 Gasvormige waterstof: bijgestelde vraag-verwachting 2040

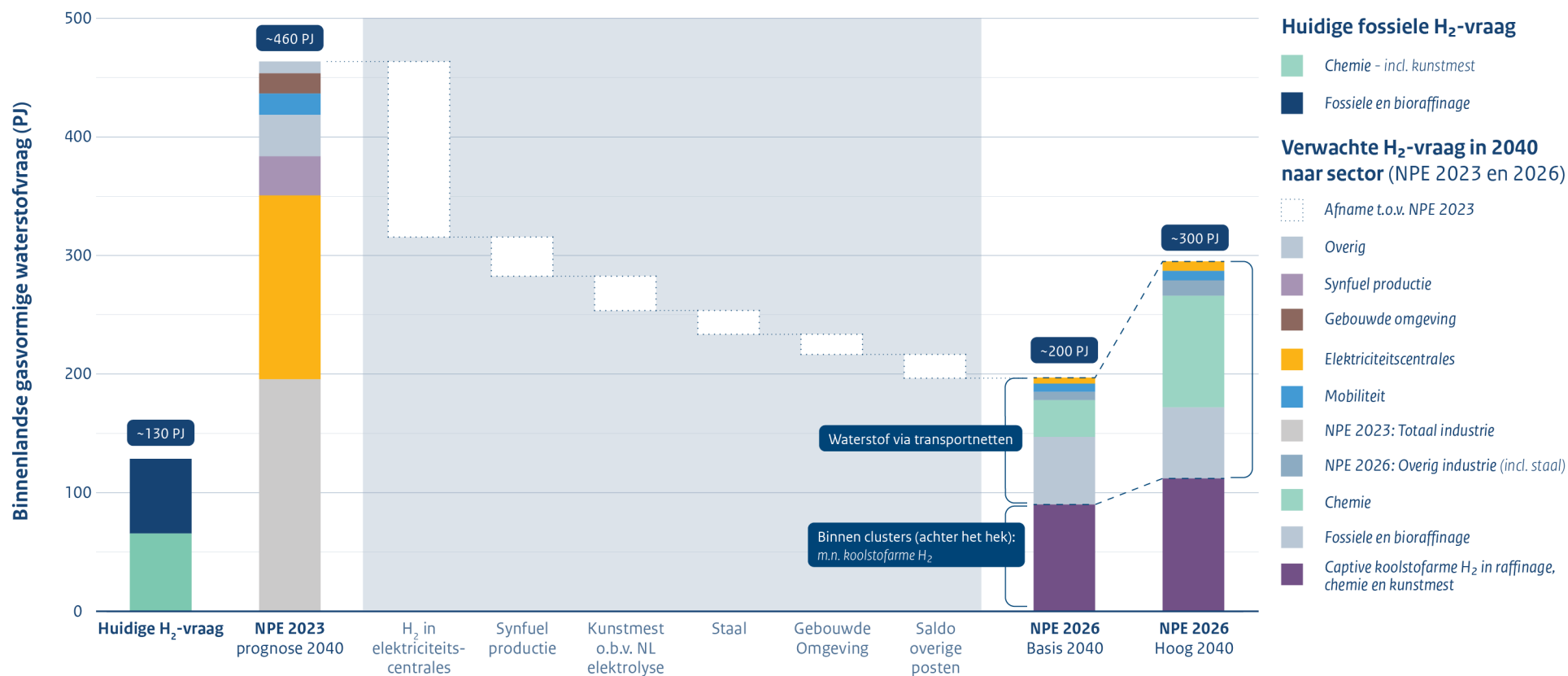
Ook met de huidige inzichten blijft gasvormige waterstof een onmisbare pijler in de Nederlandse energie- en grondstoffen-transitie. Tegelijkertijd is het beeld scherper geworden. Op basis van voortschrijdend inzicht over de grotere rol voor import van waterstof- en koolstofdragers, en lagere finale vraag naar gasvormige waterstof, ligt de vraag naar gasvormige waterstof voor 2040 op circa 200 PJ in het basispad.⁸⁴ Dat is aanzienlijk lager dan de circa 460 PJ die in NPE 2023 werd voorzien. Figuur 5.4 brengt deze bijstelling stapsgewijs in beeld, en zet deze af tegen een hoger groeiscenario, met de huidige fossiele waterstofvraag als referentie. De onzekerheden rondom de kosten en volumes zijn groot en hangen met name af van drie bepalende factoren die verderop worden uitgewerkt: de omvang van internationale mandaten voor bio- en synthetische grond- en brandstoffen, de kostenpositie van waterstofproductie in Nederland, en de concurrentiekracht van waterstof ten opzichte van alternatieven als directe elektrificatie en groen gas (zie sectie 5.4.3). Het hogere scenario in de figuur (circa 300 PJ) schetst een illustratief beeld van wat de impact kan zijn op de vraag als deze factoren gunstig uitpakken. Een lager pad is hier niet kwantitatief uitgewerkt. Deze figuur is exclusief buitenlandse vraag naar gasvormige waterstof, en de directe inzet van waterstof- en koolstofdragers in de industrie en mobiliteit.

In het basispad betreft het ongeveer 90 PJ koolstofarme waterstof die binnen industriële clusters wordt geproduceerd en verbruikt, met name uit restgassen, en beperkt beroep doet op het transportnet. De resterende circa 110 PJ moet via een

waterstoftransportnet aan een afnemer worden geleverd. Dit volume staat gelijk aan het equivalent van ongeveer 50-60 elektrolyse-installaties van 200 MW, al kan dit ook via andere aanbodroutes zoals import van gasvormige hernieuwbare waterstof worden geleverd. Ook in het bijgestelde basispad blijven de industriële opbouw van binnenlandse waterstofproductie en de aanleg van het bijbehorende transportnet daarmee een aanzienlijke beleidsopgave.

Voor gasvormige waterstof blijven raffinage en chemie de kern van de robuuste vraag. De industrie heeft waterstof ook in de toekomst nodig voor de verwerking en opwerking van fossiele, biogene en synthetische grondstoffen. Dit gaat onder andere om productie van biogene luchtvaartbrandstoffen en innovatieve processen in de chemie, zoals het opwaarderen van bio-pyrolyseolie. Een belangrijke kanttekening bij raffinage: de huidige fossiele waterstofvraag krimpt naar verwachting mee met de afnemende olievraag. De bioraffinagecapaciteit die deze rol deels overneemt, is per eenheid product waterstofintensiever; de netto-omvang van deze vraag in 2040 hangt af van de mate waarin nieuwe bioraffinaderijen zich in Nederland vestigen. Dit betreft daarom geen verzekerde ‘autonome’ vraag om op te rekenen; het vereist beleid voor de actieve opbouw van een duurzame koolstofketen en vestiging van nieuwe bedrijvigheid in Nederland. Daarnaast wordt in de chemie nu al voor een grote diversiteit aan processen waterstof als grondstof ingezet. Deze bestaande grondstofbehoefte wordt op korte termijn vooral vervuld met waterstof uit aardgas in combinatie met CCS. Richting 2040 zal dit in toenemende mate hernieuwbare waterstof moeten worden.

⁸⁴ Dit betreft ook voor een beperkt deel vraag naar vloeibare waterstof, bijvoorbeeld in de mobiliteit.



Figuur 5.4 Watervalldiagram. Bijgestelde waterstofvraag 2040: van NPE 2023 naar NPE 2026 Basis en Hoog. Bron: PBL (huidig). Cijferbasis NPE (2023 en 2026). Indicatief, afgeronde waarden.⁸⁵

Voor gasvormige waterstof blijven raffinage en chemie de kern van de robuuste vraag. De industrie heeft waterstof ook in de toekomst nodig voor de verwerking en opwerking van fossiele, biogene en synthetische grondstoffen. Dit gaat onder andere om productie van biogene luchtvaartbrandstoffen en

innovatieve processen in de chemie, zoals het opwaarderen van bio-pyrolyseolie. Een belangrijke kanttekening bij raffinage: de huidige fossiele waterstofvraag krimpt naar verwachting mee met de afnemende olievraag. De bioraffinagecapaciteit die deze rol deels overneemt, is per eenheid product

⁸⁵ NPE 2023 aggregereerde industrievraag tot een enkele post. NPE 2026 hanteert de ETM-sectorindeling, waardoor categorieën niet perfect vergelijkbaar zijn.

waterstofintensiever; de netto-omvang van deze vraag in 2040 hangt af van de mate waarin nieuwe bioraffinaderijen zich in Nederland vestigen. Dit betreft daarom geen verzekerde ‘autonome’ vraag om op te rekenen; het vereist beleid voor de actieve opbouw van een duurzame koolstofketen en vestiging van nieuwe bedrijvigheid in Nederland. Daarnaast wordt in de chemie nu al voor een grote diversiteit aan processen waterstof als grondstof ingezet. Deze bestaande grondstofbehoefte wordt op korte termijn vooral vervuld met waterstof uit aardgas in combinatie met CCS. Richting 2040 zal dit in toenemende mate hernieuwbare waterstof moeten worden.

De finale vraag richting 2040 naar gasvormige waterstof valt significant lager uit dan in het NPE 2023, met name door een lagere inzet van waterstof in gascentrales in 2040. In eerdere scenario's werd hiervoor nog een hoge vraag voorzien: 153 PJ in het NPE 2023 en circa 90 tot 205 PJ voor flexibel piekaanbod in de scenario's van Netbeheer Nederland uit 2025. Een recent rapport van TNO schat de kosten van het verduurzamen van regelbaar vermogen met waterstof hoog in, namelijk op €525-900/tCO₂, waarbij de onderkant alleen wordt gehaald onder de aanname van goedkope koolstofarme waterstof en veel draaiuren.⁸⁶ Bij inzet van hernieuwbare waterstof raamt TNO de kosten zelfs op €1.500-1.700/tCO₂. Het is daarom richting 2040 nog een relatief dure manier om CO₂ te reduceren (zie ook sectie 4.6). Bovendien vragen deze volumes om meer ondergrondse waterstofopslag dan waarschijnlijk voor 2040 haalbaar lijkt. Het is niet uitgesloten dat er op de lange termijn enkele waterstofcentrales komen, maar het beleid hiervoor heeft de komende vijf tot tien jaar geen prioriteit (zie sectie 4.6). Daarom wordt er richting 2040 significant minder inzet van waterstof in gascentrales voorzien.

⁸⁶ TNO (2026). The Cost of Sustainable Dispatchable Electricity Generation.

Ook de vraag vanuit staal en warmte valt richting 2040 lager uit dan eerder aangenomen, en komt deels later op gang.

Voor staal zijn, conform de JLoI met TSN, richting 2040 de eerste waterstofvolumes mogelijk. Gegeven de huidige kosten-niveaus ligt inzet van groen gas in eerste instantie meer voor de hand; meer opschaling van waterstofgebruik komt in beeld bij verder dalende kosten van hernieuwbare waterstof. Voor lage- en midden-temperatuurwarmte is directe elektrificatie de aangewezen hoofdroute. Het uitgangspunt is dat waterstof wordt ondersteund waar het in het energiesysteem op lange termijn naar verwachting de meest competitieve oplossing is, en nadrukkelijk niet als tijdelijk middel om netcongestie te overbruggen (zie sectie 4.2). In specifieke regio's met geclusterde infrastructuur kan waterstof een uitkomst bieden wanneer elektrificatie mogelijk geen optie is, bijvoorbeeld voor hoge-temperatuurtoepassingen zoals keramiekproductie. Voor de gebouwde omgeving geldt: elektrificatie en collectieve warmte zijn de voorkeursroute. Lopende pilots zijn nuttig om ervaring op te doen, maar een substantiële rol voor waterstof in de gebouwde omgeving of voor piekvraag voor warmtenetten wordt voor 2040 niet verwacht.

Het verwachte gebruik van gasvormige of vloeibaar gemaakte waterstof in zwaar wegtransport, lucht- en scheepvaart blijft tot 2040 beperkt tot enkele PJ. Voor zwaar wegtransport wordt via de Subsidieregeling Waterstof in Mobiliteit (SWiM) ingezet op stimulering van eerste volumes. In de lucht- en scheepvaart worden tot 2040 nog relatief beperkte volumes verwacht voor de inzet van gasvormige en vloeibare waterstof, maar wordt actief ingezet op het ondersteunen van innovatie in deze sector.

5.4.3 Bepalende factoren waterstofvraag

Hierboven is het bijgestelde basispad beschreven op basis van huidige inzichten. Tegelijkertijd kent de waterstofmarkt aanzienlijke onzekerheden. Het hogere scenario van circa 300 PJ uit Figuur 5.4 illustreert hoe de gasvormige waterstofvraag verder kan oplopen wanneer met name drie bepalende factoren gunstig uitpakken. Dit betreft voorbeelden ter illustratie, en beoogt geen uitputtend overzicht te geven.

Internationale mandaten, zoals ReFuelEU, FuelEU Maritime, de Industrial Accelerator Act en IMO-regelgeving, zijn sterk bepalend voor de vraag naar waterstof en waterstofrijke grond- en brandstoffen in industrie en mobiliteit. Blijven ambitieuze mandaten uit of worden ze afgeschaald, dan blijven deze sectoren langer op fossiele alternatieven leunen en valt een belangrijk deel van de investeringszekerheid voor waterstofprojecten weg.

Daarnaast bepaalt de Nederlandse kostenpositie de omvang van de waterstofvraag in de industrie. De kostenontwikkeling van hernieuwbare waterstof in Nederland ten opzichte van het buitenland bepaalt uiteindelijk waar waterstofrijke grond- en brandstoffen worden geproduceerd. Lage lokale kosten stimuleren de ontwikkeling van processen zoals methanolproductie via syngasverrijking (zie industriehoofdstuk), waarmee de eigen productie van methanol kan worden verhoogd en de import kan worden afgeschaald. Dit creëert wel een strategisch dilemma: deze route concurreert direct met de ambitie voor negatieve emissies (BioCCS), omdat biogene CO₂ dan wordt gebonden in brandstoffen in plaats van permanent opgeslagen. Hoge Nederlandse energieprijzen maken import van waterstofdragers en brandstoffen voor directe inzet juist aantrekkelijker, waardoor lokale productie en gebruik van gasvormige waterstof lager uitvallen.

De uiteindelijke behoefte wordt ten slotte beïnvloed door de haalbaarheid van directe elektrificatie, en de beschikbaarheid van alternatieven zoals negatieve emissies en groen gas.

Indien de competitiviteit van elektrificatie structureel teneemt door hoge netkosten of technische barrières, groeit potentieel het belang van waterstof voor bijvoorbeeld industriële warmte. Omgekeerd kan een ruim aanbod van groen gas de noodzaak om waterstof in te zetten aanzienlijk verminderen, bijvoorbeeld in staalproductie en voor regelbaar vermogen in de elektriciteitsvoorziening.

De drie factoren hierboven bepalen niet alleen of de vraag richting het hogere scenario beweegt; vallen ze ongunstig uit, dan kan de vraag ook onder het basispad zakken. Daarnaast veronderstelt deze hele bandbreedte dat de noodzakelijke randvoorwaarden op tijd op orde zijn: tijdige infrastructuur, een gelijk speelveld, en stabiele importketens. Blijven die uit, dan zakt de vraag eveneens onder het basispad, ongeacht hoe de drie factoren uitpakken. Een dergelijk neerwaarts scenario is hier niet gekwantificeerd, maar vormt langs beide routes een reëel risico met directe gevolgen voor de klimaatdoelen en de concurrentiepositie van de industrie. Beleid is daarmee geen aanvulling op deze bandbreedte maar een voorwaarde ervoor: zonder gerichte inzet op de randvoorwaarden is het basispad niet vanzelfsprekend. De beleidsagenda in het hoofddocument van het NPE zet uiteen langs welke lijnen het kabinet hierop inzet.

Tabel 5.1 Bepalende factoren voor de omvang van de waterstofvraag.

Bepalende factor	Hogere vraag dan basispad	Lagere vraag dan basispad
1. Het tempo van internationale mandaten	Internationale mandaten verhogen de vraag naar waterstof voor chemie, raffinage, en waterstofrijke brandstoffen voor de lucht- en scheepvaart.	Achterblijvende regelgeving remt de transitie. Fossiele raffinage en brandstoffen spelen een langere rol.
2. Kostenpositie van productie in Nederland	Gunstige kosten stimuleren bredere lokale productie van brandstoffen en chemische producten. Hierdoor neemt de import van grond- en brandstoffen af.	Hogere energiekosten en een ongelijk speelveld eroderen de concurrentiepositie. Nederland importeert meer eindproducten en verbruikt minder waterstof voor opwerking.
3. Competitiviteit ten opzichte van alternatieven	Als directe elektrificatie stuit op beperkingen en groen gas schaars blijft, groeit het belang van waterstof voor processen als warmteproductie.	Bij snelle technische voortgang en kostenreductie van elektrificatie, of een ruimer aanbod van groen gas, verkleint de rol van waterstof in de bredere verduurzaming.

5.4.4 Vraag uit buurlanden bedienen is een belangrijke economische kans, maar geen doel in de planning van aanbod

Net zoals bij de huidige doorvoer van olie en aardgas draagt een sterke positie voor de import en doorvoer van waterstof en waterstof- en koolstofdragers bij aan de vorming van een liquide markt, en daarmee aan de betaalbaarheid en leveringszekerheid voor Nederlandse afnemers. Omdat een werkende waterstofmarkt alleen in Noordwest-Europese context kan ontstaan, wegen ontwikkelingen in omringende landen direct mee in de Nederlandse beleidsafwegingen. Uit de werkbezoeken die voor deze actualisatie aan buurlanden zijn

afgelegd komt het beeld naar voren dat ook in de landen om ons heen hoge kosten de uitrol vertragen en de langetermijnvraag dempen. De aannames over export lopen sterk uiteen, zo nemen de energiescenario's van Netbeheer Nederland uit 2025 voor 2040 een gasvormige waterstofexport naar buurlanden aan van 310-733 PJ en TNO (2024) van 130-255 PJ.⁸⁷ TNO (2026) gebruikt drie scenario's met een veel lagere inschatting van respectievelijk 55 PJ, 68 PJ en 173 PJ, waarbij de lagere scenario's zich deels baseren op scenario's die de Duitse toezichthouder gebruikt bij de eigen netwerkplanning.⁸⁸ Deze grote variatie tussen studies maakt het lastig om gegronde inschattingen te maken van de mogelijke vraag uit buurlanden.

⁸⁷ NBNL (2025). Netbeheer Nederland scenarioreport. TNO (2024). Scenario's voor een klimaatneutraal energiesysteem.

⁸⁸ TNO (2026). Scenario's voor gebruik en bekostiging van het landelijk transportnet.

Het nationale instrumentarium wordt afgestemd op de binnenlandse behoefte; het actief voorzien van buitenlandse vraag is immers geen overheidstaak. De mix van hernieuwbare of koolstofarme waterstof die buurlanden uiteindelijk afnemen, is het resultaat van hun eigen nationale beleidskeuzes en marktwerking. Tegelijk heeft deze vraag wel een belangrijke impact: lagere buitenlandse vraag drukt de benutting van het waterstoftransportnet waardoor andere gebruikers een groter deel van de kosten moeten betalen. Ook biedt de positie als doorvoerhub een reële economische kans voor Nederland. Daarom zet Nederland actief in op samenwerking met buurlanden om grensoverschrijdend waterstoftransport te verbeteren, via afstemming over infrastructuur. De benodigde infrastructuur en ruimtelijke inpassing, zowel voor de netwerken als voor de verwerkende industrie, worden daarom meegenomen in het PEH en de integrale netwerkplanning.

5.5 Aanbod van waterstof in 2040

5.5.1 Ontwikkeling van import van waterstofrijke grond- en brandstoffen

Richting 2040 krijgt de import van waterstofrijke grond- en brandstoffen een grotere rol dan in het eerste NPE was voorzien. Dit maakt strategisch importbeleid nog belangrijker om leveringszekerheid te waarborgen. Deze ontwikkeling vraagt om een verdere verbreding van de aandacht naar de volledige (internationale) keten van energie en grondstoffen, waarbij infrastructuur, marktordening en leveringszekerheid tijdig geregeld moeten zijn, zo mogelijk in internationaal verband.

Strategische autonomie, diversificatie en IMVO-randvoorwaarden zijn het uitgangspunt voor de internationale positionering. De overheid voert hiervoor een actieve strategie in multilateraal, bilateraal en Europees verband, voortbouwend op bestaande energiediplomatie. In nauwe samenwerking met partners als Duitsland en België, en staatsdeelnemingen als Gasunie, Havenbedrijf Rotterdam en Invest International, wordt ingezet op leveringsovereenkomsten op de meest kansrijke importketens. Binnen Europa zijn er ketens mogelijk met landen in het zuiden en noorden van Europa, mogelijk op termijn ook via pijpleidingen. Wereldwijd groeide de productie van hernieuwbare en koolstofarme waterstof in 2024 naar bijna 1 megaton, met een verwachte stijging naar ruim 4 megaton in 2030 (IEA 2026).⁸⁹ De voorname belemmering wereldwijd is niet de productie maar de vraagkant: door hoge kosten blijven bindende afnamecontracten schaars, en juist die zijn nodig om importketens financierbaar te maken. Nederland kan hierop inspelen door vroegtijdig een

⁸⁹ IEA (2026). [Global Hydrogen Review](#).

betrouwbare afnamemarkt te creëren die internationale exporteurs zekerheid biedt, zoals via H2Global.

Import, verwerking en doorvoer van waterstofdragers

krijgen de komende jaren een groeiende rol. Dit vraagt om duidelijke keuzes over welke dragers waar worden aangeland, opgeslagen en doorgevoerd. Als beleidskader hiervoor is de kabinetsvisie waterstofdragers opgesteld. Deze bevat voorkeuren en aandachtspunten met betrekking tot de verschillende dragers, vervoersmodaliteiten, gebruiksvormen en -locaties. Medeoverheden en marktpartijen zijn goed bekend met de visie en handelen over het algemeen in lijn daarmee.⁹⁰

5.5.2 Aanbod van gasvormige hernieuwbare waterstof

Het Nederlandse gasvormige waterstofsysteem in 2040 bestaat uit drie aparte stromen met een eigen logica, planning en beleidsinstrumentarium. Deze stromen zijn: binnenlandse productie van hernieuwbare waterstof, import en export van gasvormige waterstof, en koolstofarme waterstof. Het is belangrijk deze stromen apart te beschrijven, omdat ze verschillende bronnen, vraagpatronen en beleidsverantwoordelijkheden kennen. Deze paragraaf is geschreven vanuit het perspectief van de mogelijke binnenlandse vraag. Het benodigde aanbod zal daarnaast nog hoger uitvallen als op basis van trekkracht van buitenlandse vraaginstrumenten extra capaciteit van elektrolyse of importfaciliteiten wordt gerealiseerd. Figuur 5.5 koppelt het aanbod van gasvormige waterstof aan de eindtoepassingen. Dat beeld veronderstelt een ambitieuze opschaling van hernieuwbare waterstof. De weergegeven koolstofarme waterstof komt vooral uit reststromen en wordt gebruikt binnen clusters of op

bedrijfsterreinen. In de praktijk kunnen bedrijven zelf wel kiezen om ook koolstofarme waterstof in andere sectoren in te zetten (zie sectie 5.5.3).

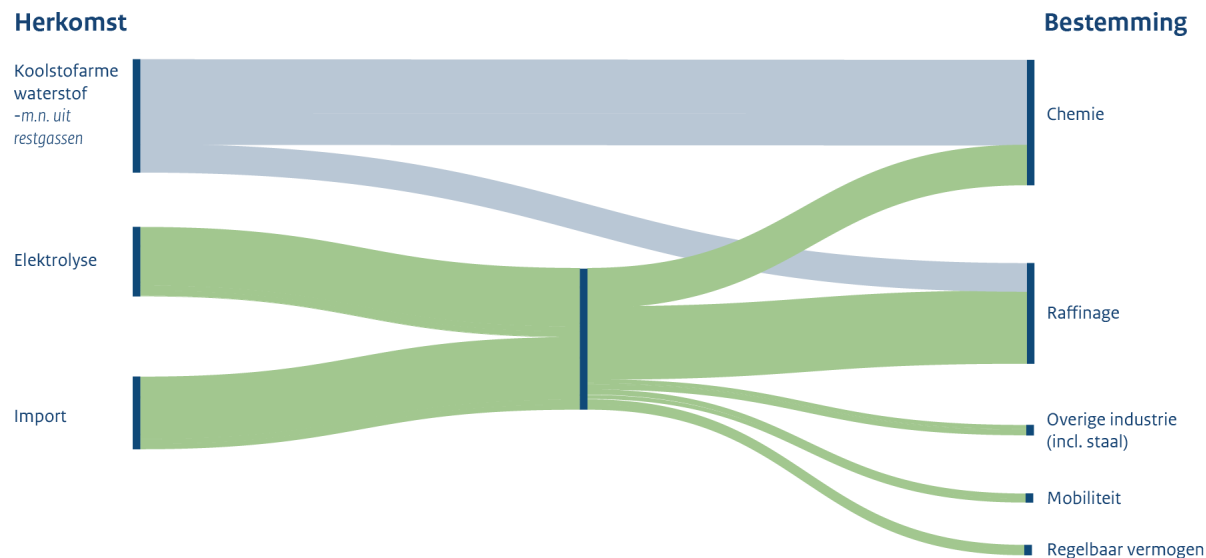
Voor het voorzien in de Nederlandse waterstofvraag stuurt het kabinet actief op het opschalen van hernieuwbare waterstof via binnenlandse elektrolyse en import.

Hernieuwbare waterstof, hoewel voorlopig duurder dan koolstofarme alternatieven, dient op termijn twee publieke belangen die koolstofarme waterstof uit fossiel, ook met CCS, niet kan borgen. Hernieuwbare waterstof scoort ten eerste significant beter op het gebied van leveringszekerheid, omdat Nederland dit tot op zekere hoogte zelf kan produceren en het potentiële aanbod van importstromen erg divers is. De geopolitieke situatie van de afgelopen jaren laat zien dat het verminderen van onze afhankelijkheid van fossiele brandstoffen hard nodig is. De grote prijsvolatiliteit en hoge prijzen voor fossiele energie leiden tot onzekerheid en onverwachte kosten voor huishoudens en bedrijven. Landen met een hoger aandeel hernieuwbare energie zijn beter bestand tegen dergelijke schokken. Hernieuwbare waterstof scoort ten tweede beter op duurzaamheid in brede zin, omdat het een emissievrije waterstofketen mogelijk maakt met een sterke vermindering van het grondstoffengebruik. De Europese REDIII ondersteunt en verankert deze koers met bindende RFNBO-verplichtingen voor industrie en mobiliteit. Koolstofarme waterstof is vanwege de lagere kosten op korte termijn cruciaal voor kosteneffectieve CO₂-reductie in Nederland, maar op de lange termijn streeft het kabinet naar verdere afbouw van fossiel in de waterstofketen. Richting 2040 wordt de transitierol voor koolstofarme waterstof afgebouwd, in de pas met het tempo waarmee waterstof uit hernieuwbare en andere fossielvrije bronnen opschaaft en een duurzame koolstofchemie wordt opgebouwd.

⁹⁰ Kamerstukken II 2024/25, 32 813, nr. 1424.

Herkomst en bestemming binnenlandse waterstofvraag 2040 (indicatief)

Figuur exclusief export en zonder de directe inzet van geïmporteerde waterstofdragers



Figuur 5.5 Sankey-diagram waterstofvraag 2040. Indicatief. Bron: Cijferbasis NPE 2026.

De uiteindelijke verdeling tussen eigen productie en import hangt af van verschillende factoren, zoals de kostprijsontwikkeling, geopolitieke onzekerheid, en de mate van gewenste politieke sturing op de verdeling tussen binnenlandse productie en import. Op basis van huidige prognoses is het nog niet duidelijk of binnenlandse productie of import van gasvormige waterstof uiteindelijk significant goedkoper wordt; inzetten op een combinatie is vanuit diversificatie en leveringszekerheid daarom de meest robuuste strategie. De subsidietenders voor binnenlandse productie en H2Global leveren daarbij informatie over marktprijzen die lange termijnkeuzes doorlopend kunnen informeren.

De verwachting is dat import van gasvormige waterstof op korte termijn vooral in de vorm van ammoniak zal plaatsvinden. Diversificatie naar andere waterstofdragers is van belang met het oog op andere publieke belangen, zoals strategische autonomie, leveringszekerheid, veiligheid en milieu. Het is belangrijk voor de energie- en grondstoffentransitie om ruimte te bieden aan ontwikkelingen met ammoniak, nadrukkelijk rekening houdend met de aandachtspunten (nadelen) van ammoniak die ook in de kabinetsvisie waterstofdragers zijn benoemd. Tegelijkertijd laat dit zien dat gerichte ondersteuning nodig is van toeleveringsketens voor alternatieven zoals

vloeibare waterstof en LOHC's, om te voorkomen dat Nederland voor import te veel afhankelijk wordt van één type waterstofdrager.⁹¹ Het tijdspad en de omvang van goedkopere import van hernieuwbare waterstof per buisleiding, bijvoorbeeld vanuit het Iberisch schiereiland of Noord-Afrika, zijn voorlopig onzeker en zijn niet als gegeven meegenomen in de centrale verhaallijn; de ontwikkelingen worden wel nauwlettend gevolgd.

Hoewel de uiteindelijke verdeling nog onbepaald is, zet de overheid nu in op 3 tot 4 GW operationele elektrolysecapaciteit in 2035, aangevuld met de import van gasvormige hernieuwbare waterstof en waterstofdragers om in de binnenlandse vraag te voorzien. De eerste definitieve investeringsbeslissingen (FID's) zijn inmiddels genomen voor 570 MW hernieuwbare waterstofproductie in Nederland, waarvan 138 MW operationeel. Een minimaal aandeel eigen productie is cruciaal voor het borgen van leveringszekerheid, CO₂-reductie en het halen van de bindende Europese doelen. Richting 2040 kan de elektrolysecapaciteit doorgroeien op basis van huidige verwachtingen over de binnenlandse vraagontwikkeling.

Tegelijk is het beeld van de rol van elektrolyse in het energiesysteem de afgelopen jaren veranderd. De verwachte rol van elektrolyzers als flexibele opvang van pieken in elektriciteitsproductie is kleiner geworden door structureel hogere investeringskosten.⁹² Hoe meer een elektrolyser kost om te bouwen, hoe meer uren hij moet draaien om die kosten terug te verdienen. Bij de eerder veronderstelde lage investeringskosten ging men ervan uit dat een installatie ook bij een beperkt aantal uren per jaar nog uit zou kunnen, waardoor studies er rekening mee hielden dat elektrolyzers vooral zouden draaien op de momenten met de goedkoopste stroom. Bij de huidige verwachtingen van de investeringskosten ligt het aantal uren dat minimaal nodig is om rendabel te zijn hoger. Waar een elektrolyser voorheen bijvoorbeeld vollasturen zou maken ter grootte van een vijfde van het jaar, kan dat nu eerder in de orde van de helft van het jaar liggen, waarbij ook uren met duurdere stroom worden benut.⁹³ Wanneer een elektrolyser aan- of uitgaat, blijft afhangen van de elektriciteitsprijs en de waarde van waterstof. Wat verschuift is de ruimte om uren over te slaan. Grootschalige elektrolyzers zullen daardoor vooral flexibiliteit leveren door af te schakelen in de uren met hoge elektriciteitsprijzen.

⁹¹ Vloeibare waterstof kan net als ammoniak ook direct ingezet worden, bijvoorbeeld in de mobiliteit.

⁹² Zo ging IRENA (2020) nog uit van een daling van de investeringskosten van circa €440 tot 880/kW in 2020 naar €115 tot 270/kW in 2050. Recente ramingen liggen aanzienlijk hoger: TNO (2024) schat de investeringskosten voor huidige projecten op circa €3.050/kW en CE Delft (2025) komt voor 2040 uit op €1.562 tot 1.908/kW. Berenschot en Guidehouse (2021) hanteren voor 2040 nog €300/kW; in die modellering komt elektrolyse naar voren als opvang van elektriciteitsoverschotten. De gevoeligheidsanalyse in diezelfde studie laat echter zien dat bij hogere investeringskosten meer vollasturen nodig zijn, waarmee die rol onder de huidige kostenverwachtingen grotendeels wegvalt. Zie voor een nadere toelichting zie ook [de Oliveira and Valasquez \(2026\)](#).

⁹³ Deze cijfers dienen ter illustratie en zijn niet ontleend aan één specifieke scenarioberekening.

Ondanks de veranderde flexibiliteitsrol van elektrolyse blijft voorspelbare opschaling van elektrolysecapaciteit bijdragen aan een stabiel uitroltempo voor wind op zee en het voorkomen van verdere vertraging van de transitie. Voor de groei van de directe elektriciteitsvraag door elektrificatie is richting 2040 een zeer ambitieuze uitrol van wind op zee vereist van circa 30–34 GW. Om dit betaalbaar te realiseren, is een stabiel uitbouwritme nodig met voldoende en voorspelbare vraag naar elektriciteit. Het elektriciteitsnet vormt daarbij, zeker op de korte termijn, een potentiële belemmering, omdat transportschaarste de groei van directe elektrificatie tijdelijk kan begrenzen.

Het streven is daarom een gestaag en voorspelbaar groeipad voor elektrolysecapaciteit, afgestemd op de verwachte ontwikkeling van de waterstofvraag en het gewenste uitbouwtempo van wind op zee. Dit groeipad kan in sommige gevallen sneller zijn dan een theoretisch optimale volgorde op basis van maatschappelijke CO₂-reductiekosten, zolang het past binnen de verwachte robuuste toekomstige vraag naar waterstof. Tijdige ontwikkeling van elektriciteitsvraag aan de kust in de vorm van elektrolyse kan helpen om tijdelijk geremde vraaggroei te compenseren en daarmee het uitroltempo van windparken op zee zo veel mogelijk op peil te houden en het risico op een tekort aan CO₂-vrije energie richting 2040 te verkleinen.

Elektrolyse aan de kust lost het onderliggende congestieprobleem echter niet volledig op. In de winter kunnen hoge elektriciteitsprijzen er juist toe leiden dat elektrolyzers beperkt draaien, terwijl in de zomer juist extra druk kan ontstaan op de

transportcapaciteit voor zonnestroom richting de Randstad. Slim vormgegeven nettarieven kunnen bijdragen aan het verminderen van deze knelpunten, maar congestie blijft uiteindelijk een systeemvraagstuk dat structurele oplossingen in de netinfrastructuur vereist.

5.5.3 Aanbod van koolstofarme waterstof richting 2040

Koolstofarme waterstof vormt een belangrijke transitieroute met een aanzienlijk emissiereductiepotentieel. Bij verduurzaming van bestaande installaties en petrochemische reststromen wordt de totale potentiële CO₂-reductie geschat op ruwweg 15 Mton per jaar. Koolstofarme waterstof wordt door de EU gedefinieerd als waterstof waarbij meer dan 70% van de emissies in de keten wordt gereduceerd.⁹⁴ Daarnaast zijn er projecten voor waterstofproductie met CCS die de grens van 70% niet halen en daarom niet als koolstofarm kwalificeren volgens de standards van de EU, maar er wordt wel aanzienlijke CO₂-reductie behaald van 50-60%.

Tabel 5.2 zet de vier meest relevante productieroutes voor koolstofarme waterstof naast elkaar, zonder andere routes op voorhand uit te sluiten.

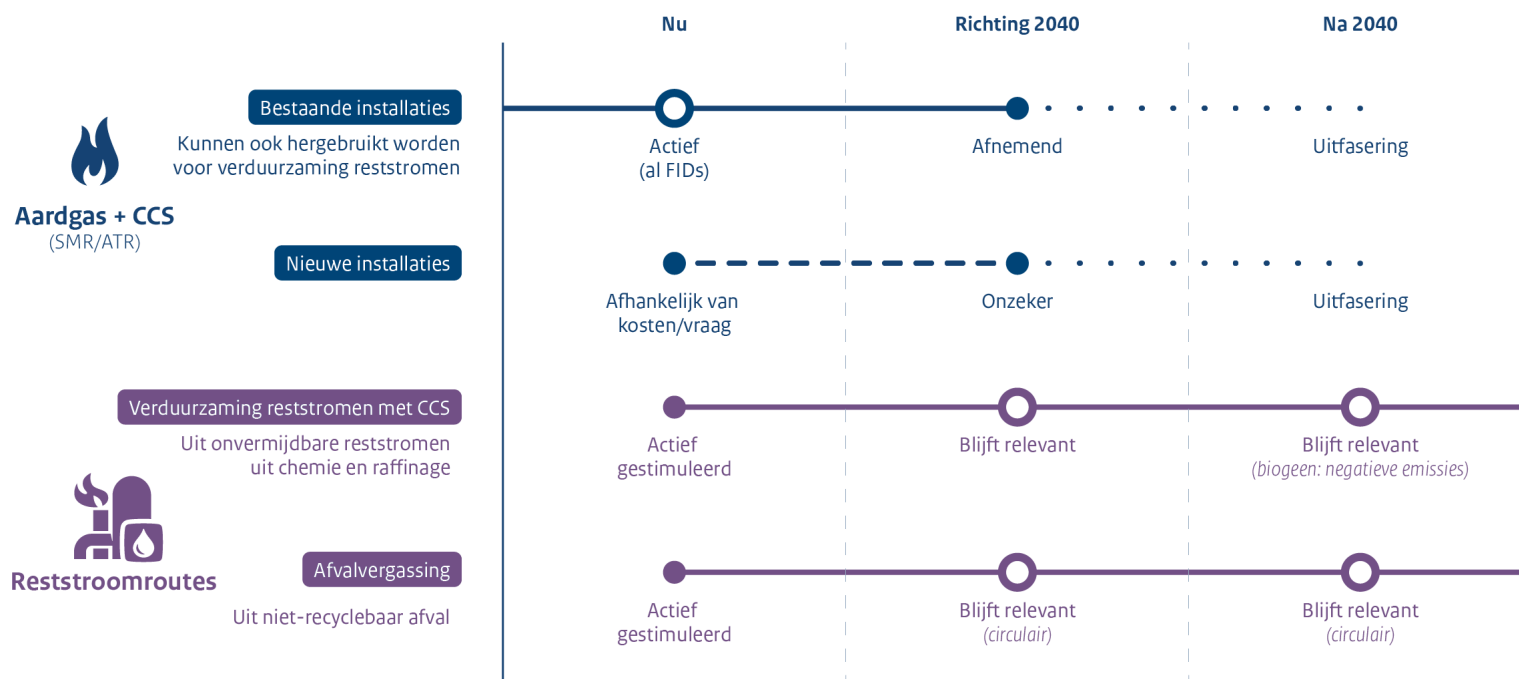
⁹⁴ Er is onderscheid tussen productie uit aardgas (en andere fossiele grondstoffen) en productie uit reststromen. Bij waterstof uit reststromen zijn de ketenemissies beperkt en kan tot 90% reductie gehaald worden. Bij waterstof uit aardgas liggen de ketenemissies mogelijk hoger, mede afhankelijk van de herkomst van het aardgas.

Tabel 5.2 Vergelijking van vier belangrijkste routes voor koolstofarme waterstof.

	CCS op bestaande grijze H ₂ productie-installaties	Verduurzaming restgassen petrochemie	H ₂ uit afvalvergassing	Nieuwe productie uit aardgas met CCS (hoge CO ₂ -afvang)
Beleidsstatus	Ondersteund via SDE++	Ondersteund via SDE++	Ondersteund via SDE++	CCS-component ondersteund via SDE++
Bron	Aardgas	Reststromen petrochemie	Niet-recyclebaar afval	Aardgas
Geïnteresseerde afnemers	Raffinage, chemie, kunstmest	Petrochemische clusters	Kunstmest / chemie	Korte termijn vooral gascentrales, cluster 6
Rol bij strategische autonomie	Afhankelijk van import van aardgas	Onvermijdbaar karakter	Draagt bij aan strategische onafhankelijkheid	Afhankelijk van import van aardgas

Koolstofarme waterstof wordt vooral beoordeeld op de kosteneffectiviteit van de CO₂-reductie die kan worden bereikt. Dit onderscheid is belangrijk. Bij hernieuwbare waterstof accepteert de overheid hogere kosten om de technologie verder te ontwikkelen conform de eerdergenoemde publieke belangen (leveringszekerheid en duurzaamheid). Koolstofarme waterstof uit fossiele grondstoffen is primair een route gericht op korte termijn CO₂-reductie, en wordt beleidsmatig dan ook beschouwd als een vorm van CO₂-afvang met aanvullende processtappen. Figuur 5.6 laat de rol van de verschillende routes over de tijd zien in het basisscenario met ambitieuze opschaling van hernieuwbare waterstof.

De rol van koolstofarme waterstof verschilt per sector, omdat de Europese verplichtingen voor hernieuwbare waterstof per sector anders zijn vormgegeven. Voor de industrie geldt de RFNBO-verplichting uit REDIII, die oploopt tot 60% in 2035. Hierdoor wordt de ruimte voor koolstofarme waterstof in bestaande en nieuwe industriële toepassingen, zoals in de chemie, in toenemende mate begrensd door de implementatie van deze Europese verplichting. Dit gaat bijvoorbeeld via de jaarverplichting voor gebruik van RFNBO's in de industrie. De productie van transportbrandstoffen in raffinaderijen, inclusief bioraffinage van duurzame mobiliteitsbrandstoffen, valt onder de mobiliteitsverplichting van de REDIII. Deze wordt in Nederland



Figuur 5.6 Rol van koolstofarme waterstofroutes over de tijd

geïmplementeerd via de brandstoftransitieverplichting (BTV). Via de huidige implementatie van de BTV kunnen raffinaderijen vrijwillig via de raffinageroute hernieuwbare waterstof inzetten en daar de kosten voor deze inzet terugverdienen. Dit biedt raffinaderijen de keuze om koolstofarme waterstof in te zetten, naast vrijwillige inzet van hernieuwbare waterstof. De ruimte voor koolstofarme waterstof als grondstof in de raffinagesector richting 2040 hangt af van het nog te komen Europese en nationale post-2030-kader voor de opschaling van duurzame brandstoffen en verduurzaming van de raffinagesector.

Via CO₂-opslagprojecten Porthos en Northern Lights wordt de bestaande grijze waterstofproductie in de raffinage, chemie en kunstmestsector verduurzaamd. De inmiddels genomen investeringsbeslissingen voor deze route leveren ruim 3 Mton CO₂-reductie per jaar op. Tegelijkertijd wordt het gebruik van aardgas in bestaande SMR-installaties richting 2040 stapsgewijs uitgefaseerd in lijn met de opschaling van hernieuwbare waterstof. Vrijkomende SMR-capaciteit kan vervolgens ingezet worden voor het verduurzamen van restgassen. In de tussenliggende periode vervullen deze installaties een stabiliserende rol bij de marktopbouw voor hernieuwbare waterstof: doordat ze

deels regelbaar hun productie kunnen op- en afschalen, kunnen de eerste volumes hernieuwbare waterstof flexibel worden geïntegreerd in bestaande productieprocessen terwijl het waterstoftransportnet en de opslag nog in ontwikkeling zijn.

De belangrijkste focus in het beleid richt zich op de korte termijn op het realiseren van de potentie voor emissiereductie met koolstofarme waterstof via verduurzaming van onvermijdelijke restgassen in de petrochemie. Reststromen in de petrochemie komen vrij als onvermijdelijk bijproduct en worden nu verbrand voor de ondervuring van processen. Door deze reststromen eerst om te zetten in waterstof en de vrijkomende CO₂ af te vangen, is een grote en kosteneffectieve klimaatwinst te realiseren, grotendeels binnen de clusters en grotendeels los van het landelijk waterstoftransportnet. Bij overgang naar biogene reststromen kan deze route bovendien negatieve emissies opleveren en daarmee structureel relevant blijven.

Niet-recyclebare afvalstromen kunnen via vergassing worden omgezet in waterstof en koolstof voor toepassing in de productie van ammoniak of chemische bouwstenen.

Afvalvergassing is daarbij een hoogwaardiger route voor de verwerking van niet-recyclebaar afval dan afvalverbranding. Deze route wordt ondersteund via de SDE++ en kan een bijdrage leveren aan onder meer de verduurzaming van de kunstmestsector en de chemie.

Het kabinet constateert dat de potentie voor kosteneffectieve CO₂-reductie middels nieuwe productie van waterstof uit aardgas met CCS op de korte termijn nog beperkt is. Bestaande grijze waterstofgebruikers richten zich primair op CCS bij hun huidige installaties, en de toepassingen voor nieuwe inzet van waterstof als grondstof (zoals bij bioraffinage en innovatieve chemie) zijn nog onvoldoende ontwikkeld om grootschalige investeringen in nieuwe productiecapaciteit op gang te brengen. De duidelijkste interesse vanuit afnemers ligt op dit moment vooral bij inzet van waterstof ter vervanging van aardgas in gascentrales en bij hoge-temperatuurwarmte, met name in cluster 6. Voor deze toepassingen liggen de kosten per ton CO₂-reductie op basis van huidige inzichten relatief hoog en zou een positieve businesscase significante aanvullende rijkssteun vergen; het kabinet acht het vooralsnog niet doelmatig om hier aanvullend op in te zetten. Of koolstofarme waterstof in deze sectoren op termijn noodzakelijk is, hangt af van de ontwikkeling van de kosten en beschikbaarheid van hernieuwbare waterstof en alternatieven zoals groen gas.

Het is belangrijk om te onderstrepen dat nieuwe productie van waterstof uit aardgas met CCS op systeemniveau geen aardgas vervangt: door energieverliezen in de keten is er juist meer aardgas voor nodig, waardoor de importafhankelijkheid toeneemt.⁹⁵

Wanneer de opschaling van hernieuwbare waterstof achterblijft, zullen industriële partijen om economische redenen mogelijk langer terugvallen op koolstofarme waterstof uit aardgas met CCS. In een scenario waarin zowel de totale waterstofvraag als de noodzaak om restgassen te verduurzamen blijven groeien, kan dit leiden tot een tekort aan koolstofarme moleculen. In dat geval is het mogelijk dat marktpartijen investeren in aanvullende productiecapaciteit voor koolstofarme waterstof, ook als de vraag naar waterstof voor inzet als grondstof vanuit sectoren als bioraffinage en chemie toeneemt. De mate waarin dergelijke investeringen daadwerkelijk plaatsvinden, hangt onder meer af van de ruimte die de (implementatie van) Europese regelgeving biedt en het ontstaan van een rendabele businesscase, die voornamelijk gedreven zal moeten worden door een stijgende ETS-prijs. Vanuit overheidsperspectief blijft het uitgangspunt dat de inzet van koolstofarme waterstof primair dient als middel voor kosteneffectieve CO₂-reductie, en eventuele stimulering daarmee verankerd blijft in het generieke instrumentarium voor industriële CO₂-reductie.

5.6 Kritieke tijdspaden voor infrastructuur en aanbod

Waterstofinfrastructuur en -aanbod kennen lange aanlooptijden. De beslissingen die de komende twee tot vier jaar worden genomen, bepalen of de ambities haalbaar blijken. Als deze besluiten worden uitgesteld, worden ontwikkelpaden in de praktijk in toenemende mate afgesloten.

5.6.1 Opslag: het meest urgente beslismoment door lange doorlooptijden

Om een energiesysteem mogelijk te maken dat in toenemende mate leunt op hernieuwbare waterstof via elektrolyse is aanzienlijke waterstofopslagcapaciteit nodig. Hoewel de exacte totale capaciteitsbehoefte op de lange termijn nog onzeker is, staat vast dat er omvangrijke buffers nodig zijn. Het kabinet hanteert daarom een streefdoel van circa 4 TWh aan opslagcapaciteit in 2040, wat gelijkstaat aan de realisatie van zeventien zoutcavernes of een vergelijkbaar equivalent, om het geschetste energiesysteem in dit NPE mogelijk te maken. Tegelijk vormt dit naar verwachting ook de bovengrens van wat operationeel haalbaar lijkt richting 2040, met name doordat de technische en beleidsmatige doorlooptijden voor de realisatie van cavernes oplopen tot 10 à 15 jaar.

⁹⁵ Dat geldt ook waar deze waterstof wordt ingezet aan de gaszijde van hybride opstellingen. Hybride elektrificatie is in veel gevallen een belangrijke stap voorwaarts en helpt om aardgasgebruik te verminderen. De aardgasbesparing daarvan komt uit het geëlektrificeerde deel van de warmtevraag, niet uit de brandstofkeuze. Op termijn moeten emissies verder gereduceerd worden door ook de inzet van aardgas in hybride opstellingen af te bouwen.

Dit komt onder andere doordat deze afhankelijk zijn van de zoutafzet en de verwerkingscapaciteit van de zoutproductie in Nederland.⁹⁶ Na 2040 wordt het mogelijk om meer waterstof-opslag te realiseren, naar verwachting ook in lege gasvelden. Hiertoe zal eerst een pilot voor opslag in een gasveld moeten worden uitgevoerd.

De eerste vier cavernes worden op dit moment al gerealiseerd en vormen daarmee de basis van de opslagcapaciteit. Gezien de lange doorlooptijden is dit echter nog niet voldoende. Om het streefdoel voor 2040 binnen bereik te houden, moeten tijdig vervolgbesluiten worden genomen over de volgende reeks cavernes. Om dit te realiseren is het cruciaal dat op korte termijn financierings- en projectbesluiten genomen worden voor de volgende negen cavernes.

5.6.2 Transportnet: nu inzetten op een landelijk transportnet

De tijdige realisatie van het landelijke transportnet is de belangrijkste randvoorwaarde voor een werkende waterstofmarkt. Omdat de ontwikkeling van de andere schakels uit de keten hiervan afhankelijk zijn, heeft een voorspelbaar en betrouwbaar uitrolplan met degelijke financiering de hoogste prioriteit. Het kabinet werkt momenteel hard aan de voorbereiding van een besluit over zogeheten amortisatie van de kosten voor het transportnet, om deze behapbaar te houden. Amortisatie stelt de netbeheerder in staat om verliezen in de aanloopfase te compenseren met inkomsten uit de toekomst,

wat gezien het groeiende aantal verwachte aangesloten partijen goed past bij de beoogde ontwikkeling van het transportnet. Het kabinet wil hier zo snel mogelijk een besluit over nemen.

Tabel 5.3 geeft de gefaseerde uitrol per fase weer, conform het in 2024 geconsulteerde uitrolplan. Elke fase bestaat uit meerdere tracés die elk een eigen vergunnings- en besluitvormingstraject doorlopen. Het exacte opleveringsmoment per tracé kan daardoor variëren. De voortgang van de gefaseerde uitrol is bovendien afhankelijk van onder andere tijdige besluitvorming en vergunningverlening.

Tabel 5.3 Uitrolpad waterstoftransportnet.

Fase	Component	Tijdspad
Fase 1	Rotterdam	2026
Fase 2	Industrieclusters aan de kust	In of voor 2030
Fase 3	Verbinden van de clusters tot landelijk net	Volgend op fase 2
Fase 4	Versterken en uitbreiden (buiten DAEB)	Nader te bepalen, na 2033

96 Sommige scenariostudies gaan uit van een aanzienlijk hogere opslagbehoefte dan het streefdoel van 4 TWh, tot wel 18 TWh in 2040. Dit hangt vooral samen met scenario's waarin waterstof een grote rol speelt bij regelbaar vermogen. Gezien de lange doorlooptijden voor de realisatie van cavernes lijken deze scenario's op dit punt niet uitvoerbaar richting 2040.

In aanvulling op het landelijk transportnet kan de verbinding tussen vraag en aanbod van waterstof ook plaatsvinden via distributienetten en regionale energiehubbs met waterstof.

Omdat waterstof niet voor alle eindgebruikers een logische verduurzamingsroute vormt, is het niet wenselijk om distributienetten grootschalig en fijnmazig vooruitlopend op de marktontwikkeling aan te leggen. Dit zou leiden tot hoge investeringskosten en volloopriscio's, terwijl onzeker is of de infrastructuur voldoende benut zal worden om deze kosten te rechtvaardigen. In gebieden waar voldoende geclusterde waterstofvraag ontstaat, kan het doelmatig zijn om gedeelde infrastructuur aan te leggen in de vorm van een distributienet. Er kan ook worden gekozen voor regionale waterstofhubbs, waarin lokale productie en afname van waterstof worden gekoppeld als onderdeel van een decentraal energiesysteem. Dit betreft bijvoorbeeld (innovatieve) projecten buiten het bereik van het landelijk transportnet die lokale wind- en zonne-energie benutten en leveren aan lokale (industriële) afnemers. Dit wordt momenteel ondersteund via de waterstofhubregeling.

5.6.3 Opschaling aanbod: korte termijn beleidszekerheid als randvoorwaarde

De ontwikkelrichtingen voor de verwachte waterstofvraag vereisen een ambitieuze en tijdige opschaling van het aanbod.

Hoewel het vaststaande beleid voor de korte termijn volgens de Klimaat- en Energieverkenning naar verwachting kan leiden tot circa 1,4 GW aan operationele elektrolysecapaciteit in 2030, is de weg naar de beoogde 3 tot 4 GW in 2035 aanzienlijk steiler. Hiervoor moet het jaarlijkse realisatietempo na 2030 ruimschoots omhoog, wat vereist dat bedrijven nu al beginnen met het ontwikkelen van de benodigde projecten. Dat betekent dat de overheid nu al perspectief moet bieden voor de lange termijn.

Figuur 5.7 illustreert deze logica door vanuit het operationele doel terug te redeneren.

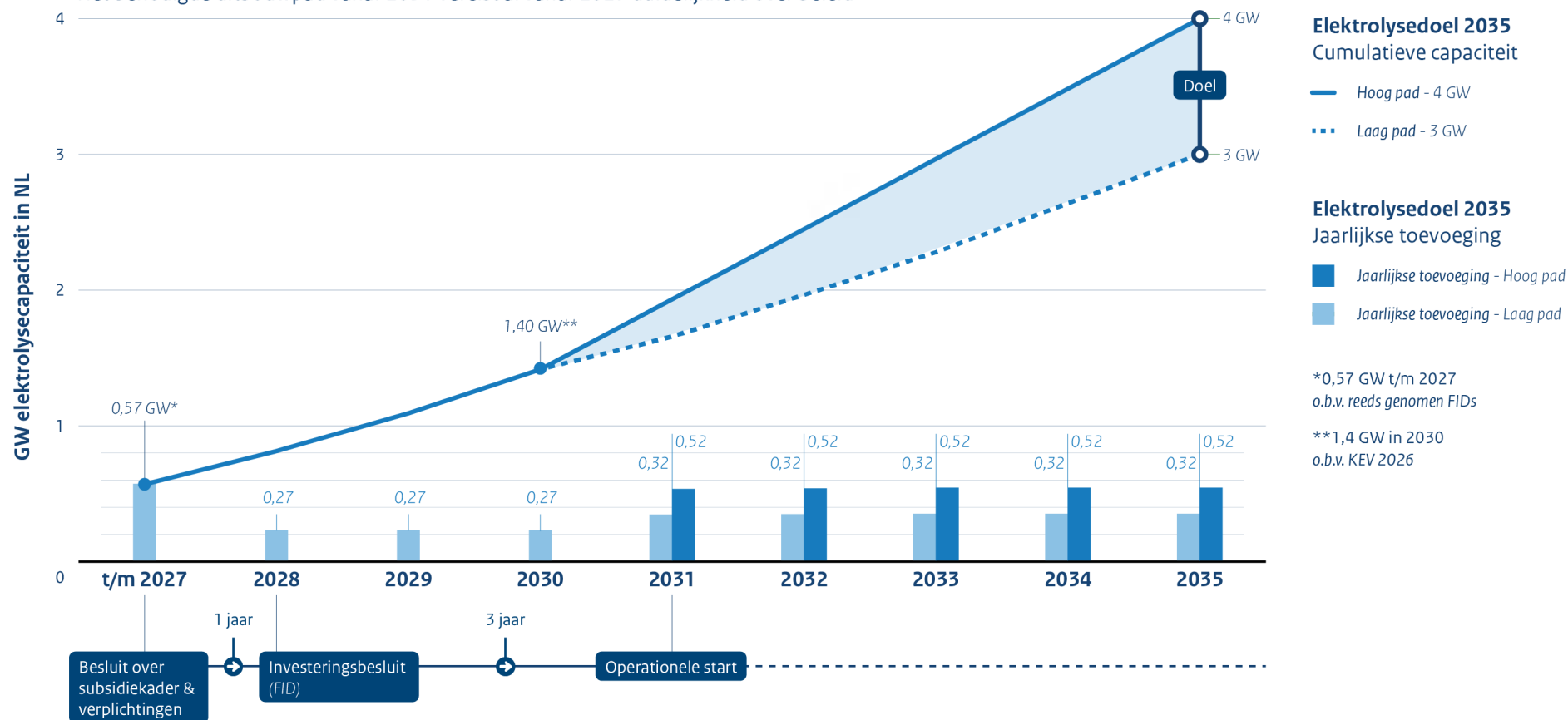
Omdat de doorlooptijd van een definitief investeringsbesluit tot operationele start minimaal drie jaar bedraagt, vergen de projecten voor de periode 2031-2035 al vanaf 2028 de eerste positieve besluiten van marktpartijen. Investeerders hebben daarmee uiterlijk in 2027 duidelijkheid nodig over het beleid na 2030, zoals over de verplichtingen voor de vervoerssector, de eindproductnormering voor groene producten en eventuele nieuwe subsidies. Zonder die duidelijkheid worden investeringen uitgesteld of ingetrokken, waardoor de waterstofdoelen duurder of onhaalbaar worden.

Beleid is echter niet de enige afhankelijkheid. Ook duidelijkheid over de infrastructuur en randvoorwaarden zoals vergoedingverlening, elektriciteitsprijzen en nettarieven is bepalend. Investeringsbeslissingen worden pas genomen wanneer alle seinen op groen staan. De rol van de overheid is om hierin niet de zwakste schakel te vormen: door de beleidsmatige risico's vroegtijdig te minimaliseren en gerichte, positieve prikkels te geven, kan zij marktpartijen in staat stellen de uitgezette richting daadwerkelijk te volgen.

Deze beleidsurgentie geldt evenzeer voor de ontwikkeling van importketens. De Nederlands-Duitse H2Global-tender gaat uit van waterstofleveringen aan Nederland rond 2030-2031, wat op korte termijn investeringsbeslissingen vereist voor onder meer importterminals en conversiefaciliteiten. Ook voor de periode richting 2040 blijft anticiperend beleid noodzakelijk: de randvoorwaarden voor verdere opschaling van elektrolyse en importinfrastructuur na 2040 moeten al in de vroege jaren dertig politiek zijn verankerd.

Kritiek tijdspad naar het elektrolysedoel van 3 tot 4 GW in 2035

Het benodigde uitbouwpad vanaf 2031 vereist al vanaf 2027 duidelijkheid over beleid



Figuur 5.7 Kritieke tijdspad uitroltempo richting 3-4GW in 2035.

Deze beleidsurgentie geldt evenzeer voor de ontwikkeling van de importketens. De Nederlands-Duitse H2Global-tender gaat uit van waterstofleveringen aan Nederland rond 2030-2031, wat op korte termijn investeringsbeslissingen vereist voor onder meer importterminals en conversiefaciliteiten. Ook voor de periode richting 2040 blijft anticiperend beleid noodzakelijk: de randvoorwaarde voor verdere opschaling van elektrolyse en importinfrastructuur na 2040 moet al in de vroege jaren dertig politiek zijn verankerd.

5.7 Belangrijkste ontwikkelrichtingen na 2040

Na 2040 wordt de verdere ontwikkeling van de waterstofmarkt bepaald door een samenspel van technologische ontwikkeling, kostenontwikkelingen en de beschikbaarheid van alternatieven zoals verdergaande elektrificatie en biobrandstoffen. Dit volgt uit de onzekerheden die ook in sectie 5.4 zijn beschreven.

De industriële vraag naar waterstof kan na 2040 in meerdere sectoren verder doorgroeien. Verdere opschaling van duurzame chemie en bioraffinage leidt tot een toenemende vraag naar gasvormige waterstof, terwijl voor hoge-temperatuurwarmte verdere substitutie van fossiele routes mogelijk is. Afhankelijk van de doorgroei van internationale mandaten voor duurzame mobiliteit groeit de vraag naar waterstof en koolstofdragers voor toepassing in lucht- en scheepvaart. Ook in buurlanden kan de waterstofvraag structureel doorgroeien. Of waterstof na 2040 een structurele rol krijgt in de elektriciteitssector is geen uitgemaakte zaak. De inzet voor regelbaar vermogen hangt onder andere af van de beschikbaarheid, kosten en technologische ontwikkeling van alternatieven zoals groen gas, CCS, biomassa en koolstofverwijdering.

De verdere groei van het hernieuwbare waterstofaanbod vraagt om een strategische afweging tussen binnenlandse productie en import. Fysieke inpasbaarheid en toenemende ruimtedruk in Nederland spelen daarbij een rol, evenals geopolitieke stabiliteit van potentiële exportregio's en relatieve kostenontwikkelingen van productie- en transportketens. Daarnaast is de verhouding tussen binnenlandse productie en import mede afhankelijk van de vraag hoeveel extra windcapaciteit op de Noordzee realiseerbaar en wenselijk is, waarbij zowel ecologische en ruimtelijke grenzen als de wens voor Europese strategische autonomie een rol spelen.

Het kabinet is op korte termijn nog terughoudend met het verder ontwikkelen van eventuele waterstofproductie op zee, zolang dit niet vanuit economisch oogpunt duidelijk voordeliger lijkt te zijn dan productie op land. Aangezien deze techniek richting 2040 op basis van huidige inzichten nog niet noodzakelijk is vanuit het oogpunt van beperkingen op land om in de verwachte vraag te voorzien, is er ruimte om eerst elektrolyse op land te ontwikkelen om leerervaringen op te doen met het reduceren van de hoge kosten en technologische complexiteit. Bij het volgende NPE zal bezien worden of en hoe demonstratieprojecten voor elektrolyse op zee verder worden doorontwikkeld.

Indien hernieuwbare waterstof al het merendeel van de relevante koolstofarme waterstofproductie uit fossiele bronnen heeft vervangen, blijft met name koolstofarme waterstof uit reststromen relevant. De verduurzaming van industriële restgassen verdient een aparte beoordeling: bij overgang naar biogene reststromen kan dit leiden tot negatieve emissies, wat de route langer relevant maakt dan enkel als tijdelijke maatregel. Voor zover de productie van koolstofarme waterstof uit aardgas richting 2040 nog niet is vervangen door hernieuwbare of circulaire alternatieven, zal de verdere uitfasering daarvan na 2040 worden voortgezet.



6.

Verdieping koolstofketen

6.1 Inleiding

Duurzame koolstofdragers kunnen in 2040 voor meerdere sectoren een bijdrage leveren aan de verduurzaming, maar het beschikbare aanbod zal naar verwachting beperkt zijn.

Dit vraagt om scherpe keuzes over de inzet van duurzame koolstofdragers⁹⁷, en vereist tegelijkertijd gerichte inspanningen om het duurzame aanbod op te schalen. Duurzame biograndstoffen vervullen daarin naar verwachting een sleutelrol. Gelijktijdig met de actualisatie van het NPE verschijnt de Visie Opschaling Aanbod Duurzame Koolstofdragers, waarin de benodigde inzet voor de opschaling van het aanbod aan duurzame koolstofdragers nader wordt toegelicht.

6.2 Verwachte vraag naar duurzame koolstofdragers in 2040

Voor veel sectoren is de verwachte vraag naar duurzame koolstof niet significant veranderd ten opzichte van de verwachting uit het NPE 2023, al blijft de omvang van de vraag in 2040 met grote onzekerheid omgeven. Tabel 6.1 geeft een overzicht van de vraag naar duurzame koolstofdragers en tabel 6.2 de vraag naar methaan, welke deels wordt ingevuld met groen gas en deels met aardgas (in combinatie met CCS).

In de gebouwde omgeving speelt gas een belangrijke rol in de transitiefase. Voor de transitie van de gebouwde omgeving wordt primair ingezet op collectieve warmte en all-electric warmtepompen. Groen gas kan een aanvullende rol vervullen bij de piek- en back-upvoorziening van collectieve warmtesystemen en hybride warmtepompen. Hybride warmtepompen kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan het terugdringen van het gasverbruik en bijbehorende emissies in wijken waar collectieve warmte niet de voorkeursoptie is en volledig elektrische warmtepompen (nog) niet mogelijk zijn, bijvoorbeeld door congestie of achterblijvende isolatie. Op korte termijn zal de gasbehoefte van deze hybride warmtepompen nog grotendeels met fossiel gas worden gedekt. Op langere termijn kan een toenemende beschikbaarheid van groen gas leiden tot een geleidelijke verschuiving naar een groter aandeel hernieuwbaar gas. De rol van waterstof blijft tot 2040 beperkt tot enkele pilots en is naar verwachting ook in het eindbeeld minimaal. De behoefte aan methaan (groen gas en fossiel) die hieruit voortkomt betreft volgens de i3050 scenario's uit 2025 naar verwachting 80-135 PJ in 2040 en 30-75 PJ in 2050. Daar bovenop komt nog circa 15 PJ aan methaan voor de piekvoorziening van warmtenetten.

De aantrekkelijkheid van groen gas voor de gebouwde omgeving hangt sterk af van de betaalbaarheid ten opzichte van alternatieve verduurzamingsroutes, waarop zoveel mogelijk wordt ingezet. Die betaalbaarheid wordt op haar beurt sterk beïnvloed door de vraag naar groen gas vanuit andere sectoren.

⁹⁷ Voorbeelden van duurzame koolstofdragers zijn: groen gas, biodiesel, bio-LNG, bio- en synthetische kerosine, synthetische en bio- en methanol, biocrude en pyrolyseolie.

Verderop in dit hoofdstuk wordt toegelicht hoe dit de beschikbaarheid van groen gas voor de gebouwde omgeving mogelijk beïnvloedt.

Hoewel de inzet van elektriciteit op termijn dominant wordt, blijft inzet van biobrandstoffen voor het verduurzamen van het wegverkeer in 2040 noodzakelijk. De inschatting is dat er vanuit het **wegverkeer** in 2040 een vraag is van 12-84 PJ naar biobrandstoffen (zie hoofdstuk 3 over mobiliteit). Richting 2050 neemt de vraag naar koolstofdragers verder af, omdat wordt ingezet op elektrificatie van de gehele sector en, in mindere mate, op waterstof voor het zwaar wegverkeer. Desondanks wordt verwacht dat er op basis van vastgesteld en voorgenomen beleid in 2050 nog een resterende brandstofplas aanwezig zal zijn, voornamelijk voor het zwaar wegverkeer maar ook voor een steeds kleiner deel van het personenvervoer. Voor een fossiel-vrije wegsector zal de resterende vraag ingevuld moeten worden met duurzame koolstofdragers. De binnenlandse mobiliteits-sector is een belangrijke wegbereider voor het opschalen van duurzame koolstofdragers (zie ook hoofdstuk 3 over mobiliteit).

Voor de binnenvaart is elektrificatie de hoofdroute richting een emissieloze sector in 2050. In de praktijk zal sprake zijn van een variëteit aan energiedragers en technieken, aansluitend bij de verschillende energiebehoeftes en vaarprofielen. Voor de grootste schepen lijkt methanol daarbij een kansrijke oplossing. De vraag naar duurzame koolstofdragers voor de binnenvaart wordt in 2040 ingeschat op 2-4 PJ.

Richting 2040 loopt de vraag naar duurzame koolstofdragers voor lucht- en zeevaart naar verwachting snel op. Voor de luchtvaart wordt in 2040 een derde van de brandstofvraag ingevuld met duurzame koolstofdragers, oplopend naar 70% in 2050 op basis van de RefuelEU Aviation-verordening. Voor 2040 wordt uitgegaan van een vraag van 54-73 PJ.

Voor de zeevaart is de omvang van de vraag en de energiemix sterk onzeker. Ongeveer een kwart van de brandstofbehoefte zal in 2040 worden gedekt door duurzame brandstoffen, waarbij de verwachte vraag afhankelijk is van het aannemen van het IMO Net Zero Framework dan wel het afbouwpad binnen het EU-emissiehandelssysteem. Richting 2050 wordt de absolute vraag naar duurzame koolstofdragers voor zeevaartbrandstoffen lager ingeschat dan in het NPE 2023. Dit is het gevolg van een bijgestelde bandbreedte voor de totale bunkervraag, waarbij grote onzekerheden een rol spelen. Zo wordt een afname van het transportvolume verwacht, omdat een significant deel van de huidige zeevaart fossiele energiedragers vervoert. Daarnaast zal bij nieuwe brandsoftypen naar verwachting vaker en op meerdere locaties gebunkerd worden. Welke energiedragers de toekomstige vraag vanuit de zeevaart zullen invullen, is nog onzeker. Vast staat dat de zeevaart zal overstappen van fossiele stookolie naar een divers palet aan bio- en synthetische brandstoffen. Methanol wordt daarbij beschouwd als een kansrijke optie, maar welk marktaandeel deze brandstof uiteindelijk zal innemen, is nog niet te bepalen. Andere serieuze alternatieven zijn biodiesel, bio- of e-LNG en ammoniak, een koolstofvrije brandstof. Voor kortere afstanden komen daarnaast waterstof en elektriciteit in aanmerking.

Voor de chemiesector is de vraag naar duurzame koolstofdragers in 2040 nog onzeker door beperkte Europese vraagcreatie. Er bestaat vooralsnog geen wettelijke verplichting om een minimumaandeel duurzame koolstof – zoals biogroundstoffen, recycalaat of afgevangen CO₂ – toe te passen bij de productie van chemicaliën en materialen. De vraagcreatie in deze sector beperkt zich daarmee tot de aangekondigde verplichting tot inzet van recycalaat voor specifieke productgroepen, zoals plastic verpakkingen, vanaf 2030. Nederland pleit, samen met enkele andere lidstaten, bij de Europese Commissie voor het instellen van Europese regels en verplichtingen voor het gebruik van duurzame koolstof in de chemie, om zo een gelijk speelveld en voldoende vraag te creëren.⁹⁸ Zonder aanvullend beleid zal de vraag in 2040 nog zeer beperkt zijn. In het cijferbeeld gaat dit NPE desondanks uit van een ambitieuzer scenario, waarin de vraag naar duurzame koolstof voor de chemie in 2040 uitkomt op 195 PJ⁹⁹. Deze inschatting is gebaseerd op een scenario waarin sprake is van lichte krimp van de chemische sector en waarbij 50% van de vraag naar koolstofdragers duurzaam wordt ingevuld.

Duurzame koolstof speelt naar verwachting een grotere rol voor elektriciteitsproductie dan in het NPE 2023 was voorzien.

In het NPE 2023 werd nog een vrij grote rol voor waterstofcentrales voorzien voor de invulling van de behoefte aan regelbaar vermogen. Inmiddels is duidelijker geworden dat waterstof en ook gascentrales met CCS een erg dure manier zijn om regelbaar vermogen te verduurzamen (zie hoofdstuk 4.6 over regelbaar vermogen) en wordt voor deze technieken geen grote rol meer voorzien voor de invulling van regelbaar vermogen richting 2040. Een andere optie om de behoefte aan regelbaar vermogen te verduurzamen is met een biomassacentrale. Hoewel deze techniek minder duur is dan waterstofcentrales of gascentrales met CCS, lijkt deze alsnog niet rendabel met de huidige ETS prijzen. Mogelijk kan hier wel een verdienmodel ontstaan op basis van negatieve emissies die met toepassing van CCS (BECCS) gegenereerd kunnen worden. Door de hoge kosten van de verschillende opties voor verduurzaming van regelbaar vermogen, zal er naar verwachting langer een belangrijke rol blijven voor gascentrales en WKK's op methaan, waarvan een deel ingevuld kan worden met groen gas. Deze toepassing van groen gas lijkt ook uitlegbaar aangezien het één van de toepassingen is waarvoor alternatieven het duurst zijn.¹⁰⁰

⁹⁸ <https://www.government.nl/documents/publications/2024/04/15/joint-statement-on-a-european-sustainable-carbon-policy-package>.

⁹⁹ Dit getal geeft de vraag naar duurzame koolstofdragers als bionafta en biomethanol weer, voor verdere verwerking in de chemie. Hierbij is eerder in de keten reeds sprake van conversieverliezen voor de omzetting van biogroundstoffen naar deze dragers. Bij het toepassen van nieuwe, innovatie productieroutes, bijvoorbeeld directe productie van chemicaliën uit suikers, zou dit getal afwijken. Dit is ook exclusief mechanische recycling. Inzet van mechanisch recycalaat wordt niet gezien als input duurzame koolstofdragers voor de chemie, maar als een verlaging van de vraag naar grondstoffen voor de chemie.

¹⁰⁰ Guidehouse (2025). Onderzoek lange termijn productie en inzet groen gas.

De totale behoefte aan regelbaar vermogen in 2040 is erg onzeker. Schattingen van relevante studies lopen uiteen van 10 tot 50 TWh (exclusief de bijdrage van kernenergie).¹⁰¹ In het cijferbeeld van het NPE wordt gerekend met grofweg 25 TWh, waarvan ruim 15 TWh met gascentrales en WKK's op methaan wordt ingevuld, ongeveer 7 TWh met biomassacentrales op houtige biomassa en het resterende deel door afvalverbrandingsinstallaties, lokaal biogas en waterstof. Dit vertaalt zich naar een behoefte aan methaan van ongeveer 100 PJ en houtige biomassa van ongeveer 70 PJ. Tegelijkertijd is de beleidsinzet vanuit het Duurzaamheidskader Biograndstoffen, waarin regelbaar vermogen als overbruggingstoepassing is geclassificeerd, om de inzet van biograndstoffen voor deze toepassing richting 2050 zoveel mogelijk af te bouwen. De inzet is dan ook om de benodigde hoeveelheid biograndstoffen voor regelbaar vermogen zo beperkt mogelijk te houden en in te blijven zetten op alternatieven. Concreet wordt de behoefte aan regelbaar vermogen zoveel mogelijk beperkt door extra productie vanuit zon, wind en kernenergie en de opschaling van energieopslag, vraagsturing en interconnectie met omringende landen. De verwachting is dat de inzet van biograndstoffen voor regelbaar vermogen hierdoor richting 2050 af zal nemen.

Ook in de industrie ontstaat richting 2040 vraag naar groen gas als transitiebrandstof, waar het NPE 2023 nog uitging van waterstof. Het gaat hier om moeilijk kosteneffectief te verduurzamen processen, zoals staalproductie en keramiekproductie (zie ook hoofdstuk 2 over de industrie). Voor staalproductie wordt een vraag naar methaan verwacht van maximaal 60 PJ, waarvan in 2040 een deel naar verwachting met groen gas zal worden ingevuld. Voor de decentrale industrie kan de vraag naar groen gas oplopen tot ongeveer 40 PJ, met name voor hoge-temperatuurprocessen waar elektrificatie technisch of economisch nog niet mogelijk is. Voor deze processen vormen waterstof en (bio) methaan de meest waarschijnlijke verduurzamingsroutes, waarbij combinaties ook mogelijk zijn. De keuze hangt mede af van de kosten van waterstof en de nabijheid van infrastructuur. Dit speelt met name bij keramiekproductie en delen van de glasproductie.

Tijdens de transitiefase wordt een beperkt deel van de hoge-temperatuurwarmtevraag in de decentrale industrie nog ingevuld via verbranding van diverse biograndstofstromen, zoals houtige of vloeibare reststromen. Dit is echter geen beoogde verduurzamingsroute in het eindbeeld. Ook de inzet van groen gas voor lage- en middentemperatuurprocessen beschouwt het kabinet niet als een wenselijk structureel alternatief, al houdt het er rekening mee dat dit in enkele gevallen tijdelijk zal worden toegepast. In het Duurzaamheidskader Biograndstoffen is de productie van hoge-temperatuurwarmte geclassificeerd als overbruggingstoepassing, met de verwachting dat elektrificatie ingroeit zodra dit technisch en economisch haalbaar is.

¹⁰¹ Deze bandbreedte is gebaseerd op de Netbeheer Nederland Scenario's Editie 2025 en één van de scenario's uit de studie van Witteveen & Bos (2024) - Elektriciteitsmix en marktdynamiek in 2035 CO₂-vrij elektriciteitssysteem, waarin gerekend wordt zonder een grote rol van lange termijn energieopslag (LDES). We gebruiken specifiek dit scenario omdat de grootschalige beschikbaarheid van lange termijn (24-uurs) opslag in 2040 niet realistisch lijkt. De studie van CE Delft en Witteveen & Bos heeft 2035 als zichtjaar, in plaats van 2040, maar hanteert voor dat jaar een verwachte totale elektriciteitsvraag die vergelijkbaar is met die voor 2040 in het cijferbeeld van het NPE, waardoor dit scenario voldoende representatief lijkt.

Sector	Inschatting verwachte vraag 2040
Elektriciteit (regelbaar vermogen)	70 PJ houtige biograndstoffen
Binnenlandse mobiliteit (wegtransport)	12-84 PJ
Scheepvaart (binnenvaart en zeevaart)	43-91 PJ
Luchtvaart	54-73 PJ
Chemie	Beperkt – 195 PJ
Totaal	~ 179 – 513 PJ

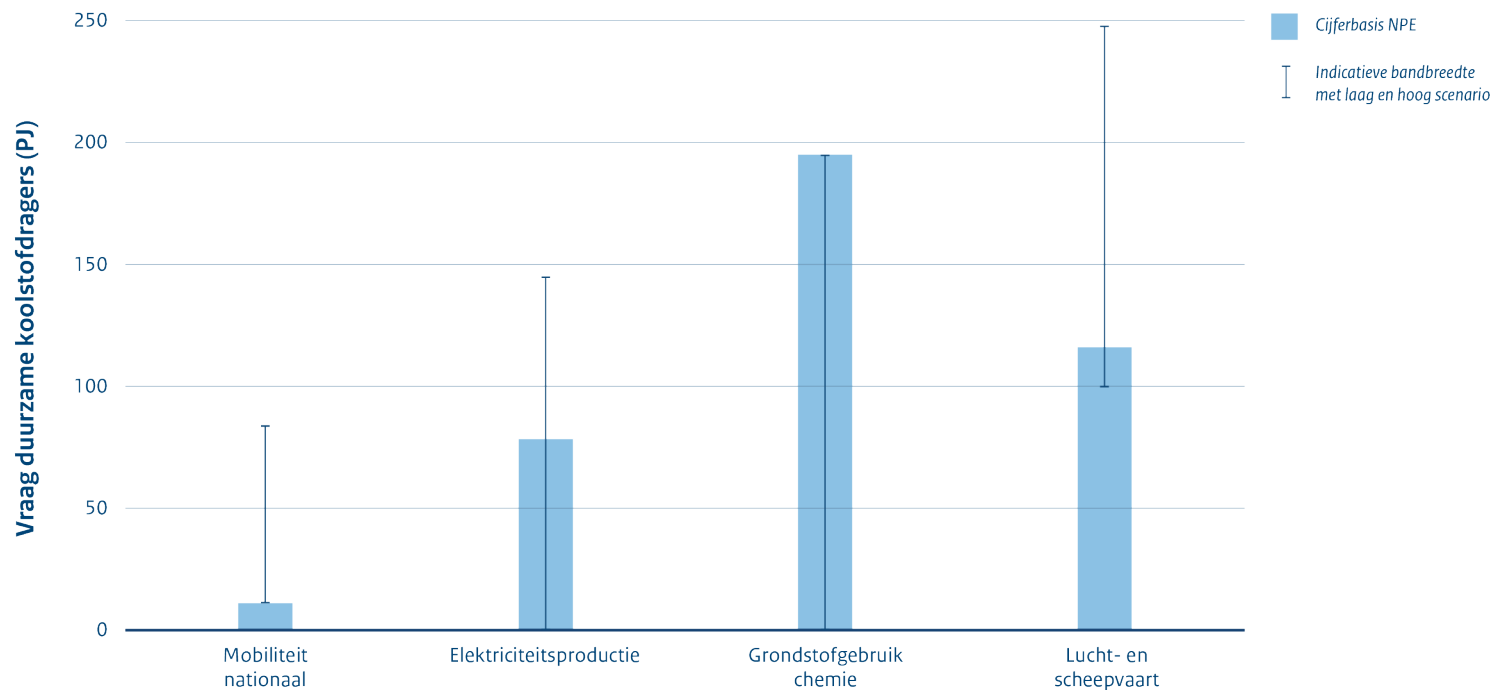
Tabel 6.1 Overzicht vraag naar duurzame koolstofdragers.

Inzet van biograndstoffen in elektriciteitscentrales met CCS speelt mogelijk een rol, mede met het oog op de behoefte aan koolstofverwijdering. Koolstofverwijdering is noodzakelijk om restemissies te compenseren en om in 2050 klimaatneutraliteit te kunnen bereiken. Op basis van scenariostudies houdt het kabinet rekening met een behoefte aan koolstofverwijdering van 20–25 Mton per jaar.

Sector	Inschatting verwachte vraag 2040
Elektriciteit (regelbaar vermogen)	100 PJ
Energetische inzet industrie	100 PJ
Gebouwde omgeving	95-150 PJ
Gebouwde omgeving	80-135 PJ
Warmtenetten	15 PJ
Glastuinbouw	8 PJ
Totaal	~303 – 358 PJ

Tabel 6.2 Overzicht vraag naar methaan, welke deels wordt ingevuld met aardgas (+CCS) en deels met groen gas.

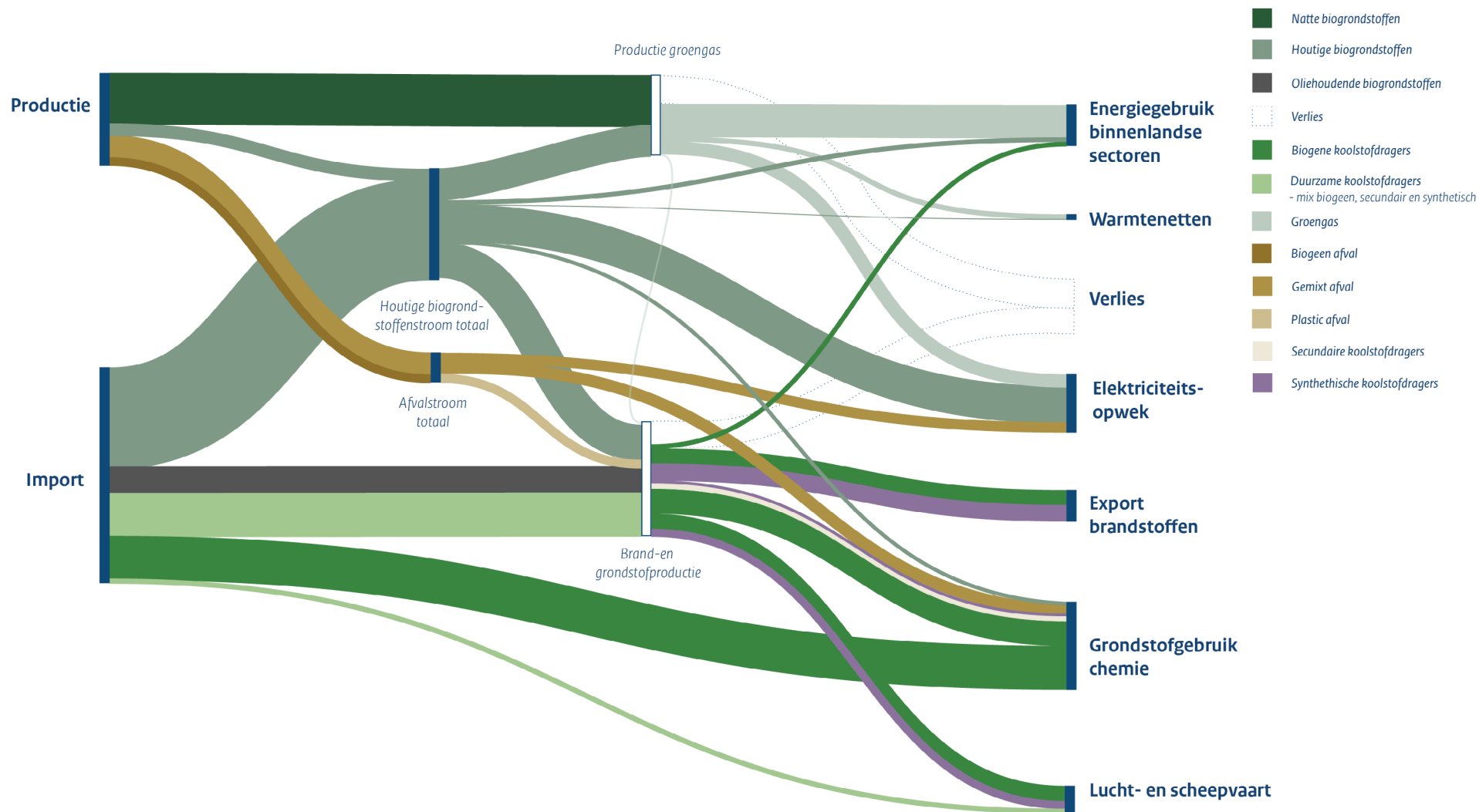
Binnen het energiesysteem zijn verschillende methoden voor koolstofverwijdering denkbaar. CO₂-afvang bij de productie van biograndstoffen of bij de opwek van warmte en elektriciteit is een kansrijke route, mede omdat de potentie en haalbaarheid van andere routes, zoals *Direct Air Carbon Capture and Storage* (DACCS) en opslag in bossen en bodems, nog onzeker zijn. BECCS is vrijwel de enige techniek die op relatief korte termijn kansen biedt voor significante volumes koolstofverwijdering in Nederland. De opwek van basislast elektriciteit en warmte met biograndstoffen geldt echter als een laagwaardige toepassing volgens het Duurzaamheidskader Biograndstoffen. Vanuit dat oogpunt verdient afvang en opslag van biogene CO₂ die vrijkomt bij bioraffinage, waarbij koolstofdragers voor hoogwaardiger toepassingen worden geproduceerd, de voorkeur.



Figuur 6.1 Illustratie van de onzekerheid in de vraag naar duurzame koolstofdragers in 2040 per vraagsegment (exclusief inzet groen gas in diverse sectoren en ketens). De hoogte van de balk geeft weer hoeveel inzet van duurzame koolstofdragers voor deze sector is aangenomen in de cijferbasis. De bandbreedtes laten zien dat de inzet in andere scenario's zowel veel lager als veel hoger kan uitvallen. Bron: Cijferbasis NPE (2040).

Zoals eerder aangegeven, zullen biograndstoffen mogelijk worden ingezet voor regelbaar vermogen in de elektriciteits-sector. Hier kan synergie bestaan met koolstofverwijdering indien CCS wordt toegepast, maar dit geldt slechts in beperkte mate. Regelbaar vermogen is immers gericht op een beperkt aantal vollasturen, terwijl een CCS-investering rendabel is bij basislastproductie. Bovendien geldt: hoe meer uren een centrale wordt ingezet, hoe groter het beslag op de beperkt beschikbare biograndstoffen.

De potentie en haalbaarheid van andere vormen van koolstofverwijdering zijn nog onzeker. Bij bioraffinage hangt dit af van de vestiging van bepaalde industrie in Nederland en bij DACCS van verdere techniekontwikkeling en de beschikbaarheid van duurzame energie. Keuzes over de wijze waarop het kabinet inzet op verschillende vormen van koolstofverwijdering worden in de brede context van het klimaat-, energie- en circulaire economiebeleid gezien.



Figuur 6.2 Illustratie van de duurzame koolstofstromen in het energiesysteem in 2040. Bron: Cijferbasis NPE (2040).

6.3 Totale vraag 2040 in relatie tot beschikbaar aanbod

Het grootste deel van de vraag naar duurzame koolstof zal moeten worden ingevuld met biograndstoffen. Synthetische koolstofdragers groeien vanaf 2030 geleidelijk in voor de luchtvaart en mogelijk ook in beperkte mate voor de zeevaart, maar het merendeel van de vraag naar duurzame brandstoffen zal worden ingevuld met biogene koolstofdragers. Voor binnenlandse mobiliteit en overige energetische toepassingen spelen synthetische koolstofdragers in 2040 geen rol, vanwege de hoge vraag naar duurzame elektriciteit en bijkomende kosten. Met name voor de chemie spelen secundaire koolstofdragers (op basis van recyclebaar plastic afval) naast biogene koolstofdragers een belangrijke rol.

Het is moeilijk te zeggen hoeveel biograndstoffen in totaal nodig zijn voor het invullen van de vraag naar biogene koolstofdragers, vanwege de grote variëteit in grondstofstromen en productieprocessen met variërende conversieverliezen.

Hoe hoog deze verliezen zijn verschilt sterk per productieroute en de grondstoffen die worden gebruikt¹⁰². PBL komt in de Trajectverkenning Klimaatneutraal Nederland uit op een gemiddeld conversieverlies van ongeveer 50% voor de omzetting van houtige biograndstoffen naar biogene koolstofdragers.¹⁰³ Ook bij de productie van secundaire en synthetische koolstofdragers¹⁰⁴ is sprake van conversieverliezen.

Afhankelijk van waar in de keten de productie- en conversiestappen plaatsvinden, is de vraag naar biograndstoffen in Nederland hoger of lager. Bij verwerking van biogene grondstoffen in de vorm van commodities, zoals bionafta of biomethanol, is het energievolume dat nodig is om dezelfde hoeveelheid output te produceren lager dan bij het gebruik van ruwe biograndstoffen. De primaire energieverliezen voor de productie van die biocommodities hebben in dat geval echter elders al plaatsgevonden.

Gegeven de behoefte aan groen gas voor diverse toepassingen en de onzekere beschikbaarheid ervan, zal groen gas met name interessant zijn voor sectoren met een hogere betalingsbereidheid, wat het belang onderstreept om waar mogelijk in te zetten op alternatieven. Groen gas komt voor veel toepassingen in beeld als verduurzamingsroute en wordt aantrekkelijk op het moment dat de kosten voor CO₂-uitstoot toenemen en/of mandaten voor de inzet van duurzame energiedragers oplopen. Omdat voor diverse toepassingen behoefte zal zijn aan groen gas en het aanbod onzeker is, wordt verwacht dat de prijs op termijn zal stijgen. Hierdoor zal groen gas met name aantrekkelijk zijn voor sectoren met een hoge betalingsbereidheid, die ontstaat wanneer de kosten van fossiele CO₂-uitstoot toenemen en alternatieve verduurzamingsopties financieel en/of technisch minder aantrekkelijk zijn.

¹⁰² Hoe meer de grondstof moet worden afgebroken om tot de gewenste energiedichte bouwsteen of eindproduct te komen, hoe hoger doorgaans de verliezen. Als de biograndstoffen redelijk intact blijven, zoals bij de omzetting van suikers of zetmeel in polyesters het geval is, zijn de conversieverliezen lager ([Biobased Circular, 2025](#)).

¹⁰³ PBL (2024). Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050

¹⁰⁴ Bij synthetische koolstofdragers zitten de energieverliezen in het feit dat er veel meer energie in de vorm van elektriciteit nodig is (om eerst waterstof te maken en CO₂ af te vangen), dan dat er uiteindelijk in de synthetische koolstofdrager terecht komt.

Op systeemniveau is de inzet van groen gas versus aardgas in combinatie met CCS of koolstofverwijdering elders in het systeem uitwisselbaar. Voor de nationale emissieboekhouding maakt het niet uit waar het groen gas wordt ingezet en waar sprake is van resterend aardgasgebruik. Dit neemt niet weg dat ook voor de inzet van aardgas in combinatie met koolstofverwijdering zal gelden dat de prijs stijgt naarmate het aanbod aan koolstofverwijdering beperkt is.

Zowel het opschalen van het aanbod aan duurzame biograndstoffen als het bevorderen van de ingroei van alternatieven voor biograndstoffen zijn van belang om fossiel gebruik te verminderen én te voorkomen dat Nederland een onwenselijk groot beslag legt op het mondiale aanbod aan duurzame biograndstoffen. Vanuit het perspectief van mondiale rechtvaardigheid is het onwenselijk dat Nederland een buitenproportioneel beslag legt op het mondiaal beschikbare aanbod aan duurzame biograndstoffen (NPE 2023). Daarbij geldt dat biograndstoffen ook buiten het energiesysteem onmisbaar zijn - denk naast voedsel en veevoer aan toepassingen als bouwmaterialen, papier, karton en textiel. Dit komt verder aan bod in de Nationale Biograndstoffenstrategie, welke in het najaar van 2026 verschijnt. In de Nationale Biograndstoffenstrategie schetst het kabinet een visie op de rol van biograndstoffen in 2050, gestoeld op de principes dat een duurzaam biograndstofsysteem moet passen binnen de ecologische grenzen (met aandacht voor biodiversiteit, bodem-, water- en luchtkwaliteit) en moet bijdrage aan brede welvaart.

¹⁰⁵ PBL (2024). Beschikbaarheid biograndstoffen in Nederland en de Europese Unie’.

¹⁰⁶ PBL laat import van landen buiten de EU bewust buiten beschouwing, omdat ervan uit wordt gegaan dat qua volumes Europa in zijn eigen vraag moet kunnen voorzien (wat niet betekent dat er geen handel tussen EU en derde landen plaats kan vinden). Een fair share berekening op basis van GDP (in termen van Purchasing Power Parity) laat zien dat de EU28 recht heeft op ongeveer 10% van de wereldwijd beschikbare biograndstoffen (7,3 tot 19,4 EJ), wat binnen dezelfde range ligt als het duurzame potentieel uit de EU zelf (9 tot 16 EJ).

Voor de Trajectverkenning Klimaatneutraal Nederland heeft het PBL uiteengezet¹⁰⁵ hoe het aanbod van duurzame biograndstoffen richting 2050 naar verwachting toeneemt.

Daarbij gaat het uitsluitend om Europese biograndstoffen¹⁰⁶ die niet ten koste gaan van de voedsel- en veevoerproductie. Het PBL laat zien dat het aanbod de komende 25 jaar flink kan stijgen, maar dat consistent beleid, de ontwikkeling van betrouwbare toeleveringsketens, en kennisontwikkeling over nieuwe verwerkingsmethoden voor uiteenlopende grondstoffen daarvoor randvoorwaardelijk zijn.

Het stijgende aanbod van duurzame biograndstoffen biedt ruimte voor een toenemende vraag vanuit transitietoe-passingen (met name lucht- en scheepvaartbrandstoffen) en hoogwaardige toepassingen zoals biobased chemie en materialen, mits de koers uit het Duurzaamheidskader Biograndstoffen wordt gevolgd. Dit betekent dat: 1) biograndstoffen zo hoogwaardig mogelijk worden ingezet, 2) wordt geïnvesteerd in de ontwikkeling van alternatieven, 3) het gebruik van biograndstoffen wordt afgebouwd waar alternatieven beschikbaar zijn, en 4) het beschikbare potentieel aan duurzame biograndstoffen wordt benut en het aanbod verder wordt vergroot.

In het verwachte aanbod van duurzame biograndstoffen is tussen nu en 2050 ruimte voor toepassingen die met behulp van biograndstoffen de transitie maken van fossiele naar alternatieve verduurzamingsopties. De vraag naar biograndstoffen voor energie, chemie en bouw neemt richting 2050 toe, en ook de aard van de inzet verandert. In de tussentijdse periode is mogelijk een tijdelijk grotere rol weggelegd voor biobrandstoffen in het wegvervoer, kleinschalige warmte- en elektriciteitsopwekking, en de inzet van biomassa voor koolstofverwijdering bij energieopwekking (BECCS). Bij deze toepassingen blijft het belangrijk om, in lijn met het Duurzaamheidskader Biograndstoffen, na te gaan of 1) tijdig en tegen redelijke kosten hernieuwbare en duurzame alternatieven zonder biograndstoffen beschikbaar zijn, en 2) of de biograndstoffen voor een hoogwaardigere toepassing kunnen worden benut. Indien noodzakelijk, moeten maatregelen worden genomen om lock-in te voorkomen.

Om de duurzame herkomst van biograndstoffen te waarborgen, vereist de Europese Commissie dat biograndstoffen gecertificeerd zijn. Dit is een streng gereguleerd, privaatrechtelijk uitgevoerd systeem dat onder toezicht staat van de Europese Commissie en de lidstaten. De duurzaamheidscriteria hebben niet alleen betrekking op CO₂-reductie, maar ook op duurzaam bosbeheer, het behoud van biodiversiteit en de bescherming van oerbossen. Zonder geldig certificaat dat de duurzaamheid borgt, kunnen biograndstoffen niet als duurzaam worden aangemerkt.



6.4 Opschaling aanbod duurzame koolstofdragers

Met de Visie Opschaling Aanbod Duurzame Koolstofdragers zet het kabinet in op het opschalen van het aanbod aan duurzame koolstofbronnen, het vergroten van de productiecapaciteit van duurzame koolstofdragers en het verbeteren van importmogelijkheden. Het ontwikkelen van toeleveringsketens die kunnen voorzien in de stijgende vraag naar duurzame koolstofdragers vergt een actieve rol van de overheid. Het kabinet beschouwt het stimuleren van de vraag als een cruciale randvoorwaarde, maar erkent dat dit alleen onvoldoende is om het aanbod op een verantwoorde manier op te schalen. De Visie Opschaling Aanbod Duurzame Koolstofdragers brengt daarom in kaart welke inzet op de verschillende schakels van de keten vereist is. Het gaat hierbij om:

1. Het mobiliseren en vergroten van het binnenlandse aanbod aan duurzame koolstofbronnen, zoals duurzame biograndstoffen, secundaire grondstoffen en niet-fossiele CO₂.
2. Het vergroten van de binnenlandse productiecapaciteit van duurzame koolstofdragers, zodat duurzame koolstofbronnen of duurzame energierijke bouwstenen kunnen worden omgezet in eindproducten.
3. Het verbeteren van importmogelijkheden van duurzame koolstofbronnen, duurzame energierijke bouwstenen en eindproducten, en het aanjagen van internationaal aanbod.

De Visie Opschaling Aanbod Duurzame Koolstofdragers verschijnt gelijktijdig met de actualisatie van het NPE. Het document is een richtinggevend stuk voor de lange termijn en bevat daarnaast concrete acties die op korte termijn genomen kunnen worden om het aanbod aan duurzame koolstofdragers op te schalen.

Daarnaast zet het kabinet met het Programma Groen Gas al langer in op de opschaling van de binnenlandse productie van groen gas. De beleidsdoelstelling bedraagt 2 miljard m³ (bcm), oftewel circa 70 PJ, aan Nederlandse groen-gasproductie. De sector wordt ondersteund met verschillende instrumenten, waaronder de voorgenomen bijmengverplichting voor groen gas (beoogde inwerkingtreding in 2027), subsidiëring van groen-gasproductie via vergisting en vergassing binnen de SDE++ en DEI+, en afspraken over de ruimtelijke inpassing van groengasinstallaties. Voor de totale omvang van de bijmengverplichting is naar schatting circa 850 miljoen m³ groen gas nodig in 2031, waarvan naar verwachting een deel afkomstig zal zijn uit binnenlandse productie.



7.

Verantwoorde afbouw van fossiel

7.1 Waarom een verantwoorde afbouw van fossiel

Het kabinet werkt hard aan het realiseren van een weerbare, schone en economisch krachtige samenleving voor de toekomst. Hiervoor is nodig dat we een weerbaar, betaalbaar en klimaatneutraal energiesysteem opbouwen. En we zetten hier belangrijke en grote stappen in. Met bijvoorbeeld de succesvolle uitrol van onder andere wind op zee, zonnepanelen en de realisatie van warmtenetten zorgen we ervoor dat we minder afhankelijk worden van fossiele import en onze eigen schone energie opwekken en gebruiken. Met de voortvarende opbouw van dit nieuwe energiesysteem komen we nu ook in een fase van de transitie waarin we niet alleen moeten blijven werken aan het opbouwen van het nieuwe, maar ook moeten nadenken over het afbouwen van ons oude energiesysteem. Daarbij maakt de situatie in het Midden-Oosten eens te meer duidelijk dat de afhankelijkheid van fossiele import bij verstoringen in de huidige fossiele energieketens tot grote effecten kunnen leiden. De concentratie van producenten in instabiele regio's maakt ons geopolitiek kwetsbaar, leidt tot inherente volatiliteit van prijzen van fossiele energiedragers en leidt daarmee tot grote negatieve effecten bij verstoringen. Met dit hoofdstuk over verantwoorde afbouw van fossiel agendeert het kabinet onderwerpen die wat betreft die afbouw om nadere uitwerking vragen en kondigt een aantal gerelateerde beleidsproducten aan. Het gaat hierbij om deels fundamentele vraagstukken, zoals over de snelheid van afbouw van fossiel en verdeling van lasten.

Met de transitie naar het toekomstig energiesysteem zoals in dit NPE opgenomen zijn we in staat om onze huidige afhankelijkheid van fossiele energie af te bouwen. Dit is belangrijk omdat het gebruik van fossiele energie ons kwetsbaar maakt, het leidt tot ongewenste afhankelijkheid van andere landen, uitstoot van broeikasgassen en luchtverontreiniging. De maatregelen die gericht zijn op het opbouwen van dit systeem, zoals het ETS en de stimulering van opschaling van CO₂-vrije energie, leiden ertoe dat het gebruik van CO₂-vrije energie voor steeds meer toepassingen aantrekkelijk wordt en dus het gebruik van fossiel zal afnemen. Op dit moment is nog meer dan 80 procent van ons energiegebruik fossiel, in de komende jaren gaat dit gestaag verder dalen. Dit betekent ook dat een deel van de oude installaties en onderdelen van het huidige energiesysteem op enig moment zullen moeten ombouwen of verdwijnen. In het NPE uit 2023 is daarom aangekondigd dat het kabinet de afbouw van fossiele energie nader zou uitwerken, waarbij inmiddels aanvullende inzichten over afbouw en opbouw kunnen worden meegenomen. Met deze actualisatie geeft het kabinet ook opvolging aan de motie van de leden De Groot en Grinwis over de gevolgen van de afspraken in COP28 over 'wegbewegen van fossiel' en de motie van het lid Kröger c.s. over het afbouwen van fossiele brandstoffen als hoge prioriteit.¹⁰⁷

¹⁰⁷ Kamerstukken II 2024/25, 32813, nr. 1484 en Kamerstukken II, 2023/24, 32813, nr. 1325.

Het kabinet vindt het belangrijk dat we de overgang naar schone energie snel maken. Echter, het afbouwen van fossiele energie kan tot ongewenste effecten leiden als we dit niet zorgvuldig en verantwoord doen. Bijvoorbeeld omdat opbouw en afbouw niet goed op elkaar aansluiten en bedrijven en maatschappelijke organisaties hierdoor in de knel komen, zoals wanneer netcongestie het onmogelijk maakt om over te gaan op elektriciteit als alternatief voor fossiele energie. Of omdat bedrijven met fossiele activiteiten ongecontroleerd snel verdwijnen en hierdoor niet meer investeren in Nederland; niet in toekomstgerichte duurzame activiteiten en ook niet in fossiele energie die we nog wel een tijd nodig hebben voor een weerbaar energiesysteem, zoals aardgas uit de Noordzee. Of omdat de kosten voor de laatste gebruikers van een systeem niet goed verdeeld worden en tot onredelijk hoge gebruikskosten leiden. Dit is vooral uitdagend voor (kwetsbare) huishoudens die (buiten hun macht om) afhankelijk blijven van fossiele energie via bijvoorbeeld hun gasaansluiting. Door hier op tijd over na te denken en duidelijkheid te bieden, kunnen we deze problemen voorkomen. Zo zorgen we dat de investeringen die we doen ook echt passen in een succesvolle transitie. Daarnaast biedt het afbouwen van fossiel energiegebruik ook kansen voor bijvoorbeeld hergebruik van infrastructuur of ruimte waar oude installaties stonden die niet meer gebruikt worden. Ook hiervoor geldt dat een zorgvuldige aanpak kan helpen om deze kansen te benutten.

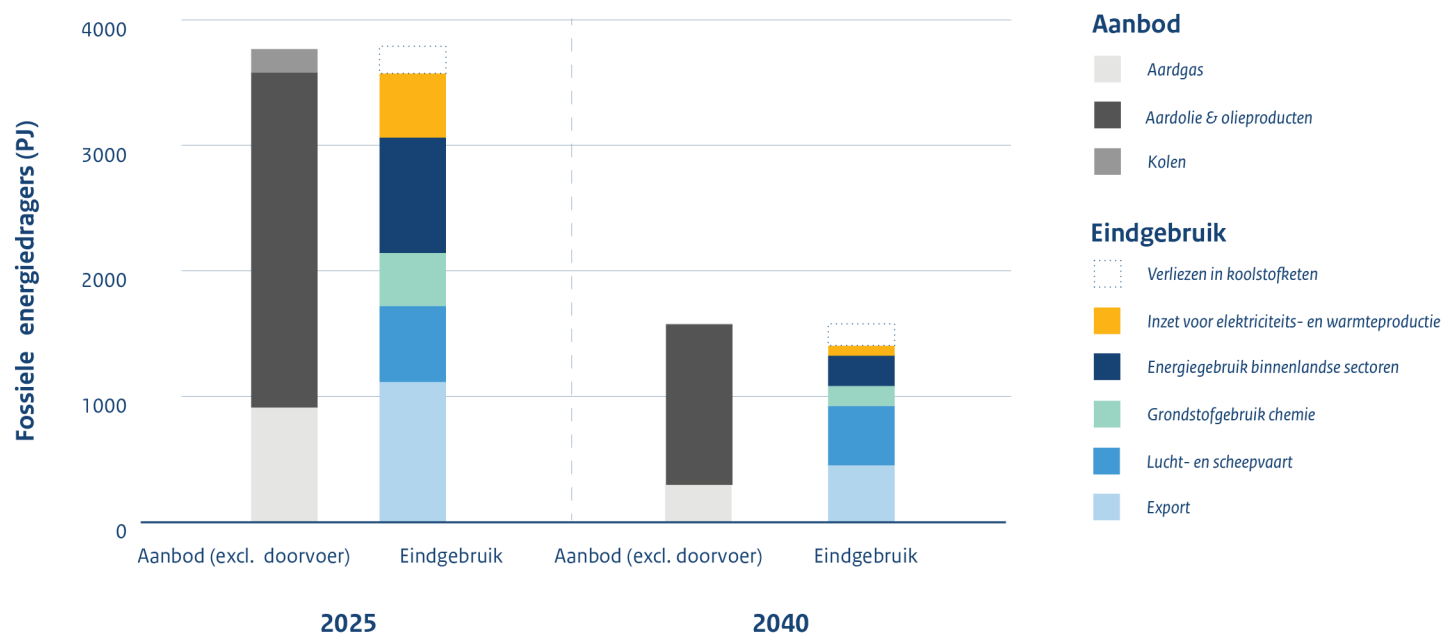
Dit hoofdstuk agendeert vraagstukken waarop keuzes nodig zijn om deze afbouw op een verantwoorde manier te doen. De belangrijkste vraagstukken zijn in de tekstbox weergegeven. Met 'afbouw' wordt hier bedoeld: de uitfasering van fossiele

energiedragers olie, aardgas en kolen, in het energie- en grondstoffensysteem¹⁰⁸ van Nederland tot uiteindelijk nul, en het minimaliseren van fossiel gebruik in 2050. Onderstaande passages gaan per fossiele energiedrager (kolen, aardgas, olie) in op het verwachte afbouwpad en welke vraagstukken dit oproept. Daarnaast gaat een passage specifiek in op de bijzondere rol van transitietoepassingen. Dit zijn relatief nieuwe technologieën, die tijdens de transitie hard nodig zijn maar in het eindbeeld niet of op een andere manier gebruikt worden. In de laatste passage is tot slot een overzicht opgenomen van reeds bestaand beleid dat gericht is op verantwoorde afbouw van fossiel.

Belangrijke vraagstukken bij een verantwoorde afbouw van fossiel:

4. Gecoördineerde afbouw van het aardgassysteem met behoud van een stabiel systeem;
5. Eerlijke verdeling van kosten die ontstaan bij teruglopend gasgebruik en – uiteindelijk – ontmanteling van gasinfrastructuur;
6. Mitigeren van risico's in de brandstoffen- en chemiesectoren bij het afbouwen van olie;
7. Het borgen van randvoorwaarden bij inzet van transitietoepassingen: fossiele toepassingen die eerst nog worden opgebouwd en vervolgens niet of anders worden toegepast;
8. Sturing op opbouw, omvang en gebruik van het CCS-systeem voor fossiele en niet-fossiele CO₂

¹⁰⁸ In het NPE omvat de definitie van het energiesysteem ook de inzet van energiedragers als grondstof, dit hoofdstuk gaat dan ook zowel in op de afbouw van fossiele energie als brandstof én als grondstof.



Figuur 7.1 Overzicht van afbouw primair aanbod fossiel richting 2040. Bron: Cijferbasis NPE.

7.2 Afbouw fossiel binnen kader van transitie energiesysteem

Het gebruik van fossiel zal de komende jaren naar verwachting gestaag dalen. Dit is te zien in figuur 7.1. Europees en nationaal beleid stuurt op het verminderen van het gebruik van fossiel om uitstoot te verminderen en onze fossiele importafhankelijkheid af te bouwen. Dit proces is versneld na de Russische inval in

Oekraïne om import uit Rusland zo snel mogelijk naar nul te krijgen, zo worden vanaf 2026 geen nieuwe gascontracten met Rusland meer gesloten en per 2028 is de import van Russisch gas verboden. Deze afbouw van fossiele energiedragers gaat hand in hand met de opbouw van een energiesysteem dat gebruik maakt van CO₂-vrije energie en hernieuwbare en circulaire grondstoffen¹⁰⁹. Toch is een klimaatneutraal energiesysteem niet hetzelfde als een energiesysteem zonder fossiele energie.

¹⁰⁹ Hiervoor is inzet op energiediplomatie op diversificatie van importstromen van duurzame brandstoffen en grondstoffen van groot belang, Nederland werkt aan een netwerk met een brede groep landen met potentieel voor export richting Noordwest-Europa, om zo de toekomstige leveringszekerheid te borgen, zie ook Kamerstukken II 2023/24, 29023, nr. 512.

Het doel van klimaatneutraliteit biedt daarmee nog geen duidelijkheid over de precieze rol, omvang en afbouw van fossiel.

Klimaatneutraal is niet hetzelfde als fossielvrij. Dit komt omdat fossiel gebruik in grondstoffen niet direct leidt tot uitstoot en door gebruik van fossiele *Carbon Capture and Storage* (CCS) of koolstofverwijdering (ter compensatie van fossiele uitstoot en om op langere termijn daadwerkelijk negatieve emissies te kunnen realiseren). Binnen het energiesysteem worden fossiele energiedragers naast hun rol als *brandstof* ook ingezet als *grondstof* (*non-energetisch gebruik*), bijvoorbeeld voor het maken van plastics en verf. Die grondstoffeninzet kent geen directe uitstoot, pas bij verbranding aan het einde van de levensduur komt hieruit uitstoot vrij. Deze inzet leidt dus ook niet direct tot uitstoot die meetelt voor de uitstootdoelen van Nederland. Het gebruik van (niet-gerecyclede) fossiele energiedragers als grondstof is wel in strijd met het doel om te komen tot een circulaire economie. Als onderdeel van dit doel van een circulaire economie is het afbouwen van fossiele energiedragers op zichzelf staand van belang. Daarbij zijn zowel grondstoffen als brandstoffen binnen het energiesysteem in scope.

Voor het tegengaan van klimaateffecten als gevolg van fossiel *brandstof*gebruik (energetisch gebruik), zijn er grofweg vier mogelijkheden, waarbij de derde en vierde optie niet leiden tot het uitfasen van fossiel:

1. Energiebesparing leidt tot vermindering van gebruik van alle energie, waaronder vooralsnog vooral fossiele energie;
2. Vervanging van fossiele energie door hernieuwbare of nucleaire energie;
3. Vermijding van uitstoot door toepassing van afvang en opslag van CO₂ (CCS) bij verbranding van fossiele energiedragers;
4. Compensatie van uitgestoten CO₂ met koolstofverwijdering elders.

Afvang en opslag van CO₂ als zodanig is een toekomstbestendige technologie. Ook in de toekomst is dit nodig voor koolstofverwijdering – de vastlegging van CO₂ die onttrokken wordt aan de atmosfeer om klimaatverandering tegen te gaan.¹¹⁰ In de Routekaart Koolstofverwijdering heeft het kabinet het belang van koolstofverwijdering in aanvulling op emissiereductie uitgewerkt als onderdeel van het klimaatbeleid. Koolstofverwijdering moet hierbij worden gezien als tweede spoor en geen vervanging van of compensatie voor emissiereductie. Uitgangspunt is dus om maximaal in te zetten op emissiereductie en zo afhankelijkheid van koolstofverwijdering te minimaliseren, in lijn met de contourenbrief Klimaatplan, het Klimaatplan 2025-2035 en de Routekaart Koolstofverwijdering. Een tweede belangrijk

¹¹⁰ Kamerstukken II 2025/26, 32 813, nr. 1505.

uitgangspunt is de inzet om CO₂-opslagcapaciteit zo hoogwaardig¹¹¹ mogelijk te gebruiken. Daarnaast is de verwachting dat op termijn de toepassing van CCS zal verschuiven van fossiel naar steeds meer niet-fossiel. Bij de ontwikkeling van CO₂-infrastructuur en opslag zal rekening worden gehouden met deze groeiende vraag naar CCS-capaciteit vanuit koolstofverwijdering. Het is van belang de vinger aan de pols te houden en te monitoren of de markt zich wel zodanig ontwikkelt dat het ook kan voldoen aan de toekomstige vraag van koolstofverwijdering. Indien de markt zich anders ontwikkelt dan gewenst kan dit betekenen dat het bestaande CCS-beleid en -instrumentarium aangepast en uitgebreid moet worden, waarbij één van de dilemma's is welke vorm van nationale sturing mogelijk en wenselijk is binnen een opstartende CCS-markt en zich ontwikkelende Europese regelgeving.

De mate waarin de vier bovengenoemde opties worden toegepast levert een onzekerheid voor de mate van afbouw in de tijd.¹¹² De toepassing ervan zal naar verwachting ook verschillen per sector, zoals hieronder nader wordt uitgewerkt.

7.3 Vraagstukken bij afbouw van kolen, aardgas en olie

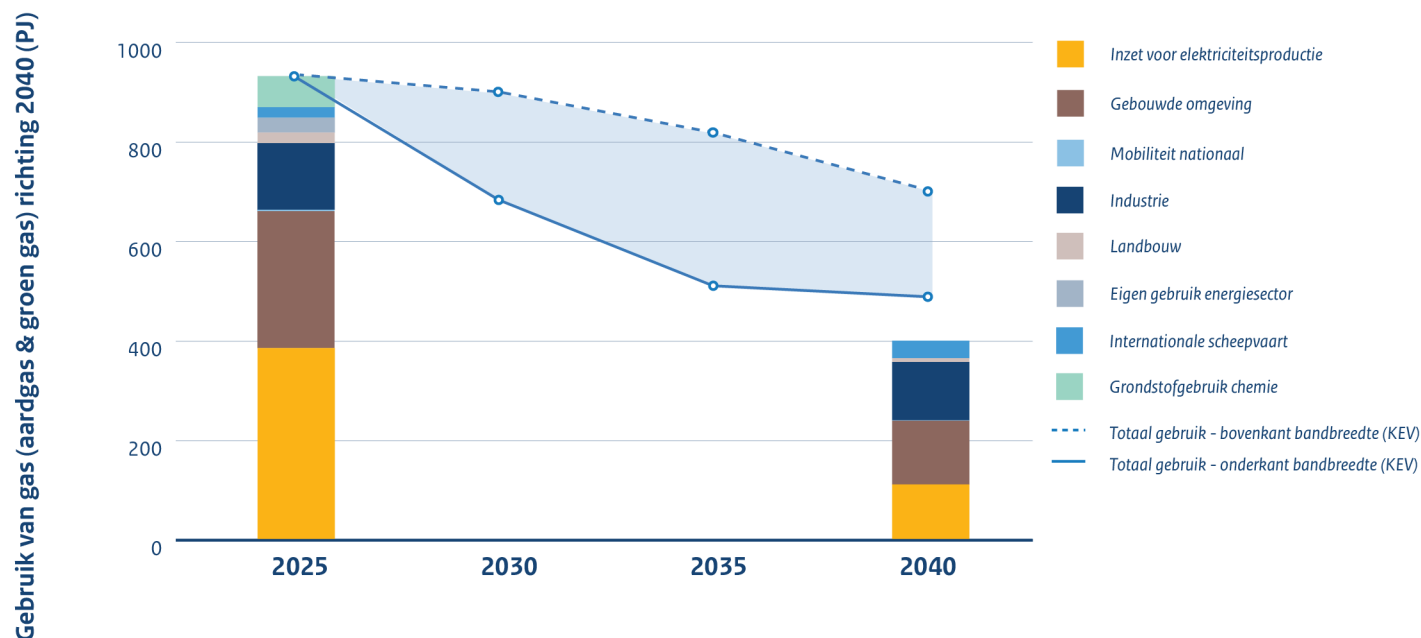
7.3.1 Kolen

De inzet van kolen beperkt zich op dit moment vrijwel geheel tot inzet voor elektriciteitsproductie en voor de productie van staal. De inzet van kolen in de elektriciteitsproductie is vanaf 2030 verboden.¹¹³ De afname in regelbaar vermogen die dit tot gevolg heeft, heeft (naast andere factoren) effect op de voorzieningszekerheid van elektriciteit [zie sectie 4.5.3 van het elektriciteitshoofdstuk]. Het overige deel van de uitfasering van kolen betreft de inzet bij de staalproductie. De Joint Letter of Intent met Vervangen door Tata Steel Nederland (TSN) specificeert de voorgenomen twee fasen voor verduurzaming van de staalproductie in Nederland; waarbij is de eerste fase een Kooksgasfabriek (KGF) en hoogoven (HO) worden vervangen door een *Direct Reduced Iron Plant* (DRP) en *Electric Arc Furnace* (EAF). Dit halveert grof genomen tussen 2035 en 2037 het kolengebruik. In een tweede fase (na 2037) wordt ook de resterende kolengebaseerde productie vervangen, afhankelijk van technologische en marktontwikkelingen.

¹¹¹ Koolstofverwijdering kent veel verschillende methoden die op verschillende manieren koolstof opslaan en verschillende voor- en nadelen met zich meebrengen. In de Routekaart Koolstofverwijdering is aangegeven dat alleen vormen van koolstofverwijdering met een robuuste methodologie en boekhouding worden benut, waarbij de inzet is CO₂-opslagcapaciteit zo hoogwaardig mogelijk te gebruiken.

¹¹² In de Trajectverkenning Klimaatneutraal (TVKN) heeft PBL verschillende trajecten naar een klimaatneutrale samenleving en energiesysteem uitgewerkt die onderling verschillen in bijvoorbeeld de inzet van CCS en koolstofverwijdering. Hierdoor geven deze trajecten ook een ander beeld over de inzet van fossiele energie, ook in 2050.

¹¹³ Wet verbod op kolen bij elektriciteitsproductie



Figuur 7.2 Finaal gasgebruik in Nederland. Bronnen: CBS (2025); Cijferbasis NPE (2040); KEV 2026 (KEV onderkant en bovenkant bandbreedte).

7.3.2 Aardgas

Aardgas speelt vanaf de jaren zestig een grote rol in vrijwel alle onderdelen van het Nederlandse energie- en grondstofsysteem. Vervanging door duurzame alternatieven zal het gebruik komende decennia stapsgewijs laten dalen en uiteindelijk doen verdwijnen. Zolang volwaardige, duurzame alternatieven onvoldoende beschikbaar zijn, is aardgas nog essentieel voor onze samenleving. Denk bijvoorbeeld aan de gascentrales en warmtekrachtkoppelinginstallaties (WKK's) tijdens een

periode met weinig zon en wind, of aan de piek- of noodvoorziening voor warmtenetten. Hierom moet het aardgassysteem ook tijdens de transitie goed functioneren om het energiesysteem stabiel te houden.¹¹⁴ Ook kan aardgas tijdens de transitie helpen uitstoot te verminderen ter vervanging van vervuilendere brandstoffen, zoals vervanging van diesel in scheepvaart of kolen in staalproductie. De centrale rol van aardgas vraagt dus om een zorgvuldige afbouw, waarbij geborgd is dat tijdige afbouw mogelijk is en er in de tussentijd voldoende betaalbaar aardgas beschikbaar is.

¹¹⁴ Een recente studie naar energiezekerheid van het energiesysteem op lange termijn wijst bijvoorbeeld op de mogelijkheden die gasinfrastructuur potentieel biedt om energie-zekerheid op lange termijn te vergroten, zie hoofdstuk 6 in *Energy security in transition*, Trinomics & Common Futures (2024).

Om ervoor te zorgen dat Nederland haar klimaatdoelstelling bereikt, stuurt het kabinet op tijdige opschaling van duurzame energie en daarnaast middels energiebesparing op afbouw van gebruik van fossiele dragers als aardgas. Als gevolg hiervan zal aardgasgebruik dalen, al zijn hierin onzekerheden en verschilt de daling per sector. Figuur 7.2 laat zien hoe groot de marge is tussen het cijferbeeld van deze actualisatie van het NPE in 2040 vergeleken met nu, maar ook de bandbreedte van het gasgebruik in de KEV tussen nu en 2040. De cijfers van de KEV gaan uitsluitend uit van beleidsmaatregelen die al zijn vastgesteld of aangekondigd (vastgesteld en voorgenomen beleid) en daardoor komt het gasgebruik hoger uit dan in het cijferbeeld van dit NPE. De belangrijkste onzekerheden zijn de toepassing van besparing, CCS en koolstofverwijdering en onzekerheden over tijdige opbouw van duurzame alternatieven. Deze opbouw kent regelmatig beperkingen in de uitvoering, waarvan netcongestie de meest duidelijke is met forse impact op de mogelijkheden om te elektrificeren als alternatief voor aardgas in vrijwel alle sectoren.

Voor aardgasgebruik in de elektriciteitsketen stuurt het Europese emissiehandelssysteem (ETS₁) naar nul emissies en bouwen alternatieven voor aardgas gestaag op. Hierdoor is het aandeel van aardgas de afgelopen jaren stevig gedaald. Het verder vergroten van CO₂-vrij aanbod in samenhang met de verwachte groei van de elektriciteitsvraag, het opbouwen van meer flexibiliteit in het systeem (o.a. opslag en vraagsturing) en het CO₂-vrij maken van de resterende behoefte aan centrales voor regelbaar vermogen bij langere perioden zonder zon en wind, vormen hierbij de voornaamste uitdagingen.

In de gebouwde omgeving nam het gasgebruik afgelopen jaren af. De grootste onzekerheden richting de toekomst bestaan uit de snelheid van de opbouw van isolatie, duurzame collectieve warmte, elektrificatie en beschikbaarheid van groen gas. Gemeenten hebben de regie op de wijkaanpak en kunnen na de inwerkingtreding van de Wet Gemeentelijke Instrumenten Warmtetransitie via de aanwijsbevoegdheid aardgaslevering op wijkniveau uitfaseren.¹¹⁵

In de industrie zijn de onzekerheden over gasgebruik tijdens de transitie aanzienlijk groter, met ook nog grote verschillen per bedrijfstak. Bij de inzet van aardgas als brandstof bestaat er allereerst onzekerheid over de omvang van de toekomstige vraag op basis van industriële activiteiten in Nederland. Een tweede onzekerheid betreft de omvang van toepassing van CCS als route om uitstoot te verminderen vergeleken met alternatieve routes van verduurzaming, zoals elektrificatie en hernieuwbare waterstof. Dit geldt in het bijzonder voor processen die hoge temperatuur proceswarmte nodig hebben. Daarnaast is dit afhankelijk van beschikbaarheid en prijs van elektrificatie en hernieuwbare waterstof. Naast directe afvang bij verbranding van aardgas in productieprocessen, kan deze optie ook worden toegepast bij productie van koolstofarme waterstof uit aardgas, waarbij de CO₂ wordt afgevangen bij productie van waterstof die vervolgens wordt ingezet ter vervanging van aardgas in industriële processen. Een derde onzekerheid betreft specifiek de staalsector waar aardgas naar verwachting (conform maatwerkafpraak met Tata Steel Nederland) wordt ingezet ter vervanging van kolen en dit tot aanzienlijke stijging van de aardgasvraag leidt. Bij de inzet van aardgas als grondstof speelt een vierde onzekerheid. In de kunstmestsector kunnen producenten

¹¹⁵ Wet gemeentelijke instrumenten warmtetransitie (WGIW)

aardgas blijven gebruiken in combinatie met CCS voor productie van ammoniak (als basis voor productie van kunstmest), of gebruik kunnen maken van syngas uit circulaire bronnen, dan wel goedkoop ammoniak importeren waardoor een flink deel van de industriële aardgasvraag in Nederland wegvalt. In de raffinagesector kunnen producenten aardgas blijven gebruiken in combinatie met CCS voor productie van koolstofarme waterstof, of hernieuwbare waterstof gebruiken, waarbij wederom een deel van de industriële aardgasvraag wegvalt.

In de mobiliteitssector is de aardgasvraag van oudsher klein.

Toch is er nog wel onzekerheid over de mogelijke inzet van vloeibaar gas (LNG) als transitiebrandstof in de zeevaart, zoals bijvoorbeeld blijkt uit het ADAPT-scenario van TNO. Afhankelijk van de precieze regelgeving die voortkomt uit het mogelijke akkoord binnen de Internationale Maritieme Organisatie (IMO) en de technologische ontwikkeling kan dit in Nederland om aanzienlijke volumes gaan omdat er veel schepen aanmeren in Nederlandse havens.

In de landbouw is onzekerheid over aardgasgebruik vooral afhankelijk van de opbouw van alternatieven voor de glastuinbouw, zoals duurzame warmte. Dit geldt in het bijzonder voor gebruik van aardgas in warmtekrachtkoppelingen (WKK's) in de glastuinbouw die warmte produceren en daarnaast regelbaar vermogen leveren voor het stabiliseren van het elektriciteitsnet. In dit kader is ook het gebruik van CO₂ als grondstof door de glastuinbouw van belang die nu veelal uit aardgas afkomstig is. Alternatieven voor deze CO₂ zijn nodig om van aardgas over te stappen naar duurzame alternatieven.

¹¹⁶ [PM verwijzing Kamerbrief strategisch gas].

¹¹⁷ Kamerstukken II 2024/25, 33 529, nr. 1293

7.3.3 Verantwoorde afbouw van aardgassysteem vereist coördinatie

Verantwoorde afbouw van het aardgassysteem vereist een gecoördineerde aanpak over de hele keten. Het gassysteem bestaat uit meerdere schakels die gezamenlijk zorgen voor een betrouwbare gasvoorziening. Het systeem is zodanig ontworpen dat het piekvraag, seizoenschommelingen en onverwachte tekorten kan opvangen. Op dit moment zijn er dan ook geen concrete zorgen over de gasleveringszekerheid. Wel vragen de situatie in het Midden-Oosten en de lage vulgraden om extra aandacht voor zowel het nationale systeem als de leveringszekerheid in Europa.¹¹⁶ Hier agendeert het kabinet een aantal stappen om te komen tot een gecoördineerde aanpak en gefaseerde afbouw van het aardgasverbruik. Het kabinet gaat hierbij in op zowel het aanbod van aardgas, de infrastructuur en kostenverdelingsvraagstukken.

1. Voldoende aanbod uit eigen bodem

In de overgang naar een klimaatneutraal energiesysteem blijft aardgas voorlopig nog nodig. Hierbij heeft het kabinet, in lijn met de Kamerbrief over het Sectorakkoord Gaswinning in de Energietransitie¹¹⁷, een voorkeur voor aardgas met zo min mogelijk klimaatimpact en zo min mogelijk afhankelijkheid van andere landen. Het kabinet wil het benodigde gas daarom zoveel mogelijk uit eigen bodem halen. Met het Sectorakkoord zet het kabinet in op opschaling van gaswinning uit gasvelden op de Noordzee. Voor gaswinning uit de kleine velden op land

zijn er aanvullende afspraken gemaakt¹¹⁸. Deze aanvullende afspraken moeten bijdragen aan het vinden van een balans tussen enerzijds de zorgen van inwoners en regionale bestuurders, en anderzijds de belangrijke functie die gaswinning op land nog heeft. Naast het maken van aanvullende afspraken voor gaswinning op land zet het kabinet tevens in op de dialoog met de omgeving via het programma Duurzaam Gebruik Diepe Ondergrond. Hierin zal ook stil worden gestaan bij de winning van gas (en olie) op land tijdens de transitieperiode. De huidige en de toekomstige Nederlandse gaswinning zal ten minste onder het niveau van de binnenlandse aardgasvraag blijven. Hierdoor zal de afbouw van de gaswinning in Nederland volgend zijn uit de verdere vermindering van het gasverbruik, voor zover dit niet eerder gebeurt door uitputting van gasreserves.

Het gasverbruik in Nederland is nog veel hoger dan de eigen productie. Voor het borgen van de leveringszekerheid is Nederland naast de binnenlandse gaswinning in belangrijke mate mede afhankelijk van geïmporteerd gas. Een belangrijk deel van dat geïmporteerde gas komt via pijpleidingen uit Noorwegen, het Verenigd Koninkrijk en België. Noors pijpleidinggas kent een emissievoetafdruk vergelijkbaar aan die van Nederlands gewonnen aardgas en vormt daardoor, naast het feit dat Noorwegen een stabiele en betrouwbare partner is, een waardevolle aanvulling op onze gasmix. Om in de totale gasvraag te voorzien is LNG-import, met een nadrukkelijk hogere emissie voetafdruk, nog steeds noodzakelijk.¹¹⁹ In het kader van de afbouw richting 2050 wil het kabinet verkennen

of in lijn met de daling van de vraag, de LNG-import afgebouwd kan worden.¹²⁰ Op deze wijze wordt de klimaatimpact zo veel mogelijk beperkt. Het verschil in kostprijs voor importeurs en producenten speelt hierbij ook een rol. De kostprijs van LNG is doorgaans hoger dan die van lokaal geproduceerd gas en gas dat per pijpleiding geïmporteerd wordt. Tegelijkertijd geldt dat de prijs waarvoor gas op de gasmarkt verkocht wordt aan afnemers hetzelfde is, ongeacht de bron. Dit maakt het aannemelijk dat wanneer op termijn de vraag (en dus ook de verkoopprijs aan afnemers) daalt, het voor energiebedrijven aantrekkelijker zal zijn om lokaal geproduceerd gas in te kopen en minder aantrekkelijk zal zijn om LNG naar de EU te importeren. Verder worden er uiterlijk in 2030 via de Europese methaanverordening normen opgesteld voor de methaanuitstoot bij de productie van aardgas. Deze normen moeten ook gaan gelden voor aardgas (LNG) dat wordt geïmporteerd naar de EU. Dit moet uiteindelijk leiden tot emissiereducties van methaan ook buiten de EU. Het kabinet volgt aandachtig hoe dit zich de komende tijd gaat ontwikkelen.

2. Aardgasinfrastructuur in de energietransitie

Zodra het gebruik van aardgas afneemt, zal ook op enig moment de infrastructuur niet meer nodig zijn. Deze situatie brengt uitdagingen met zich mee zoals uitfasering: bepalen welke onderdelen wanneer worden ontmanteld en welke kunnen worden hergebruikt in de energietransitie. Daarbij is het van belang om mee te nemen waar de infrastructuur nodig zal blijven voor het transport van groen gas, dat ook van het

¹¹⁸ Kamerstukken II 2025/26, 33 529, nr. 1368.

¹¹⁹ Kamerstukken II 2025/26, 29 023, nr. 532.

¹²⁰ In de toekomst kunnen LNG-import terminals ook gebruikt gaan worden voor import van biogas (ook wel bio-LNG genoemd) of e-methaan. Dit zal echter naar verwachting op veel kleinere schaal zijn dan de huidige import van fossiele LNG, waardoor afbouw van de importcapaciteit te verwachten is.

gasnetwerk gebruik zal maken. Onder aardgasinfrastructuur vallen alle componenten die nodig zijn om aardgas van bron tot eindgebruiker te brengen. Grofweg kan aardgasinfrastructuur, naast de winningsinstallaties, opgedeeld worden in drie componenten die allemaal een eigen functie vervullen: pijpleidingen voor transport, gasopslagen en LNG-terminals voor import. Of en hoe deze componenten in de toekomst ingezet gaan worden in het energiesysteem verschilt per onderdeel. Hieronder wordt daarom kort ingegaan op de verschillende soorten infrastructuur en hun uitdagingen.

- *Pijpleidingen:*¹²¹ met de afname van het gebruik van gas wordt de capaciteit van leidingen mogelijk minder gebruikt. Dit heeft als gevolg dat sommige leidingen niet meer nodig zijn voor het transport van aardgas en mogelijk kunnen worden hergebruikt. Sommige leidingen kunnen (en zullen) worden hergebruikt voor het landelijk waterstofnetwerk. Ook zijn er initiatieven waar onderzocht wordt of leidingen uit gasproductienetten hergebruikt kunnen worden voor CO₂-transport. Hoe meer de gasvraag daalt, hoe meer capaciteit er vrijgemaakt kan worden voor de energietransitie. Hier zullen keuzes gemaakt moeten worden voor de herbestemming van delen van het transportnet. Andere delen van de Nederlandse aardgasnetten zullen niet opnieuw gebruikt worden, deze worden ontmanteld wat leidt tot kosten, zoals hieronder nader wordt toegelicht.

- *Gasopslagen:* (ondergrondse) gasopslagen zullen stap voor stap uit het gassysteem verdwijnen. Op basis van de nationale en Europese leveringszekerheidsbehoefte wordt door de Autoriteit Consument en Markt (ACM) beoordeeld of een gasopslag nog nodig is in het energiesysteem. Dit is complex want gasopslagen vervullen verschillende functies. Zo worden sommige gasopslagen gebruikt om bij te springen wanneer er veel capaciteit gevraagd wordt. Andere opslagen zijn specifiek voor het overbruggen van de seizoensvraag. Wanneer de ACM oordeelt dat een gasopslag niet langer nodig is, kan er gekeken worden naar een nieuwe functie. Ook hier zijn verschillende opties mogelijk, bijvoorbeeld winning van het veld dat wordt gebruikt als gasopslag of ontmanteling. Voordat een gasopslag als veld gewonnen kan worden moet er ook een Mijnbouwwetprocedure doorlopen worden. In deze procedure wordt ook de planmatigheid en doelmatigheid van de mogelijke winning beoordeeld, waar ook het belang van het opslaan van gas wordt gewogen.
- *LNG-terminals:* op dit moment is voldoende LNG-import capaciteit nog van essentieel belang voor de leveringszekerheid. In Nederland wordt gewerkt aan behoud van capaciteit gelieerd aan de volume- en capaciteitsvraag. Echter zodra de gasvraag daalt kan de Europese LNG capaciteit afgebouwd worden. In een recente studie van TNO naar de waterstofgereedheid van LNG-terminals¹²² wordt gesteld dat synthetisch LNG of Bio-LNG zonder aanpassingen van de terminals kan worden

¹²¹ Pijpleidingen worden gebruikt voor het transporteren van gas. In Nederland wordt onderscheid gemaakt tussen drie verschillende soorten netten. 1) Transmissienetten: dit zijn de hoofdaders van het gasnetwerk en worden ook wel het landelijk transportnet genoemd. Dit net wordt beheerd door GTS. 2) Distributienetten: dit zijn fijnmazige netwerken die het gas verder verspreiden naar eindgebruikers zoals huishoudens, maatschappelijke organisaties en bedrijven. Distributienetten worden beheerd door regionale netbeheerders. 3) Gasproductienetten: dit zijn netwerken die aardgas direct vanaf de winningslocaties naar het transmissienet transporteren. Gasproductienetten zijn in de regel eigendom van private partijen.

¹²² Kamerstukken II, 2025/26, 29 023 nr. 563 Bijlage: TNO (2025). Hergebruik van LNG-infrastructuur in Nederland.

geïmporteerd. Voor andere energiedragers zoals ammoniak of vloeibaar waterstof zijn veel meer aanpassingen nodig. Hergebruik van LNG-infrastructuur voor deze laatstgenoemde energiedragers lijkt op het eerste gezicht dan ook niet waarschijnlijk.

Zoals geschetst zijn er veel verschillende elementen en stakeholders die nauw met elkaar samenhangen. Het kabinet zal het verloop van de afbouw van aardgas de komende jaren nauwgezet monitoren en beziet daarbij hoe de inzet van aardgasinfrastructuur afgestemd kan worden op een dalende gasvraag.

3. Verdeling van (toekomstige) kosten

De verwachting is dat de kosten voor het gasnet per aansluiting gaan stijgen tijdens de energietransitie. Dit brengt het dilemma met zich mee hoe de kosten van het gasnet eerlijk kunnen worden verdeeld over de tijd en over afnemers. Steeds meer huishoudens, maatschappelijke organisaties en bedrijven zullen eerst minder en uiteindelijk geen aardgas meer gebruiken. Hierdoor worden kosten voor het gassysteem over steeds minder volume en steeds minder gebruikers verdeeld. Na de inwerkingtreding van de Wet gemeentelijke instrumenten warmtetransitie (Wgiw) hebben gemeenten de bevoegdheid om op gebiedsniveau aan te wijzen wanneer aardgas vervangen wordt door alternatieven voor de warmtevoorziening. Met deze aanwijsbevoegdheid zullen gemeenten ook wijken gaan aanwijzen waar in het geheel geen gasaansluitingen meer nodig zijn en dus ook het distributienet verwijderd kan worden. Door

deze ontwikkeling worden de beheerskosten voor het gasnet – naar verwachting stabiel voor de komende jaren – op den duur verdeeld over minder aansluitingen en stijgen de kosten per aansluiting naar verwachting. Om te voorkomen dat de tarieven voor het gasnet te sterk gaan oplopen zijn er al daarom al maatregelen genomen. De ACM heeft in het methodebesluit 2022-2026 besloten kapitaalkosten deels naar voren te halen en op te nemen in de tarieven die door de huidige gebruikers worden betaald.¹²³ In het methodebesluit 2027-2031 heeft de ACM deze maatregelen ongewijzigd gelaten. De ACM geeft daarbij aan dat het door maatschappelijke en (geo)politieke ontwikkelingen onzeker is hoe het gasverbruik zich gaat ontwikkelen.

Daarnaast maken netbeheerders kosten voor het verwijderen van aansluitingen en gaan ze kosten maken voor het ontmantelen van delen van het transport- en distributienet. De omvang hiervan is nog onzeker maar naar verwachting substantieel, afhankelijk van het feit of het gaat om een beperkt deel van de huidige distributienetten of om het merendeel ervan. Deze kosten zijn (nog) niet verwerkt in huidige tarieven en daarmee leidt dit tot een aanvullend maatschappelijk vraagstuk over de verdeling van deze kosten. De ACM onderzoekt momenteel hoe omgegaan kan worden met dit verdelingsvraagstuk: de ACM kan straks besluiten om netbeheerders een voorziening laten te treffen voor toekomstige verwijderingskosten en de kosten hiervan op te nemen in de tarieven van de huidige gebruikers. Het kabinet wacht voorstellen vanuit de ACM af, en zal die meewegen bij het maken van keuzes over het verdelingsvraagstuk dat afnemend gasgebruik met zich meebrengt.

¹²³ ACM heeft in het methodebesluit voor reguleringsperiode 2021-2026 besloten de een deel van de kapitaalkosten naar voren te halen in de tijd zodat (de kleinere groep) toekomstige gebruikers niet een onredelijk deel van de kosten betaalt. In de WGIW is opgenomen dat netbeheerders een voorziening kunnen treffen voor verwijderingskosten, ACM bepaalt wat hiervoor een doelmatige invulling is. Hierdoor betalen huidige gebruikers mee aan de (toekomstige) verwijderingskosten.

7.3.4 Afbouw aardolie vraagt om veranderende rol overheid

In Nederland zijn wat betreft aardolie drie sectoren van belang: de raffinagesector, de chemiesector en brandstofvraag vanuit mobiliteit. Deze sectoren zijn sterk met elkaar verbonden en elk van de sectoren is in transitie. De raffinagesector produceert producten voor de andere twee sectoren. Doordat de sturing op afbouw van fossiele brandstoffen sterker is dan de sturing op afbouw van fossiele chemieproducten, is de zekerheid over de afbouw in deze sector groter. De transities in de drie aardolie sectoren brengen vraagstukken met zich mee, die anders van aard zijn dan bij aardgas vanwege de sterk private inrichting van de aardolie sectoren.

1. Afbouw van fossiele brandstoffen voor de mobiliteit is relatief zeker

Het afbouwpad van de fossiele brandstoffenvraag in de mobiliteit is relatief zeker ten opzichte van de andere sectoren.

Nationaal en internationaal beleid geeft sturing aan de afbouw aan fossiele vraag in deze sectoren: denk bijvoorbeeld aan vraagnormering zoals het EU-verbod op de verkoop van fossiele brandstofauto's vanaf 2035, en internationale afspraken over lucht- en scheepvaartbrandstoffen binnen de EU, het IMO en de ICAO¹²⁴. De precieze invulling van het afbouwpad in de mobiliteit hangt samen met de beschikbaarheid en kosten van verduurzamingsopties en de concurrentiepositie van Nederland op het gebied van productie en bunkering van brandstoffen voor de scheepvaart en de luchtvaart.

Het kabinet vindt ook tijdens het afbouwen van fossiele brandstoffen de leveringszekerheid ervan belangrijk. Goede mobiliteitsvoorzieningen (waaronder ook OV) zijn in de transitieperiode cruciaal om bijvoorbeeld vervoersarmoede te voorkomen. Zo kunnen bijvoorbeeld door snelle daling van de aantallen tankstations mensen die daar afhankelijk van zijn voor hun dagelijkse mobiliteit in de knel komen te zitten. Ook voor de weerbaarheid van Nederland is leveringszekerheid van brandstoffen van belang, bijvoorbeeld voor defensie (waar eveneens sterk wordt ingezet op hernieuwbare brandstoffen). Voor de zeevaart en luchtvaart geldt dat bij snelle afbouw van de raffinagesector de betaalbaarheid en de beschikbaarheid van fossiele transportbrandstoffen kunnen verminderen, waardoor de sectoren in de transitiefase meer afhankelijk worden van import van fossiele brandstoffen. Deze toenemende mate van afhankelijkheid kan worden voorkomen door het ondersteunen van de opbouw van alternatieven, bijvoorbeeld door verdere vraagcreatie.

2. Afbouw van fossiele activiteiten in de chemiesector is relatief onzeker

De afbouw van fossiele activiteiten in de chemiesector is onzekerder dan in de mobiliteitssector, omdat er minder vraag is naar alternatieven, bij gebrek aan normerend beleid.

De chemiesector gebruikt de fossiele grondstoffen geproduceerd door de raffinagesector om via een aantal conversiestappen een grote variëteit aan producten te produceren. De grootte van de vraag naar fossiele grondstoffen in de chemie hangt onder andere af van de concurrentiepositie van de Nederlandse chemiesector,

¹²⁴ In de Internationale Maritieme Organisatie IMO is in april 2025 weliswaar overeenstemming bereikt over een 'net zero framework' voor uitstootreductie in internationale scheepvaart, maar over de adoptie is discussie ontstaan, waardoor aanpassingen niet uitgesloten zijn. Binnen de internationale luchtvaartorganisatie ICAO is de Regeling voor CO₂-compensatie en -reductie voor de internationale luchtvaart, CORSIA, van toepassing.

de beschikbaarheid en kosten van duurzame grondstoffen¹²⁵; van de mogelijkheden voor ombouw van bestaande installaties voor gebruik van deze duurzame grondstoffen, bijvoorbeeld door bijmenging; en van de opbouw van nieuwe productie van alternatieve producten. EU-beleid op circulaire economie geeft doelstellingen voor de ombouw en opbouw van duurzame koolstof in de chemie, maar door gebrek aan vraag komt dit op dit moment niet op gang. Binnen Europa pleit Nederland voor maatregelen om de vraag naar producten op basis van duurzame koolstofbronnen te stimuleren, wat bedrijven investeringszekerheid kan bieden. Binnen de EU *Critical Chemical Alliance* wordt gewerkt aan concrete voorstellen hiervoor.

Het kabinet wil in de chemie de balans vinden tussen de verantwoorde afbouw van fossiele grondstoffen en tijdige ombouw en opbouw van duurzame koolstoffen. Het afbouwen van fossiele grondstoffen in de sector kan leiden tot vertrek van economische activiteit, waardoor keteneffecten kunnen ontstaan voor afnemers, en clustereffecten door verlies van gedeelde infrastructuur en verwevenheid van productieprocessen. Dit beperkt ook de mogelijkheden voor opbouw van alternatieven. Te snelle afbouw van fossiele grondstoffen in de chemie voordat ombouw naar en opbouw van duurzame chemie kan plaatsvinden, leidt tot verminderde strategische autonomie, verminderd verdienvermogen en het niet bereiken van circulaire doelen. Aan de andere kant kan blijvende productie op basis van fossiel juist schaarse milieuruimte, fysieke ruimte, energie, arbeid en kapitaal in beslag nemen die de opbouw van duurzame activiteiten belemmert.

3. Afbouw van fossiele activiteiten in de raffinagesector volgt de twee vraagsectoren

De transities in de twee vraagsectoren beïnvloeden de afbouw van de fossiele raffinagesector, vooral door de snelheid waarmee de vraag naar verschillende fossiele raffi-nageproducten daalt. De raffinagesector zal vanwege deze verminderende vraag sowieso krimpen. Toekomstverkenningen voorspellen een afname van fossiele activiteiten van 65% tot 95% in 2050¹²⁶. De mate van afname hangt ook af van de concurrentiepositie van de Nederlandse fossiele raffinage ten opzichte van het buitenland, en van de snelheid van de opbouw van (vraag naar) duurzame productie en/of import. De concurrentiepositie hangt af van de CO₂-kosten, de verduurzamingsmogelijkheden voor fossiele raffinaderijen, en mogelijkheden tot aanpassing van de geproduceerde producten van een raffinaderij. Dit laatste is belangrijk omdat de vraag naar benzine en diesel naar verwachting sneller zal dalen dan de vraag naar andere fossiele producten, waardoor een raffinaderij de productmix zal moeten aanpassen. Het verschilt per raffinaderij in welke mate aanpassing van de productmix mogelijk is.

¹²⁵ Biograndstoffen, secundaire grondstoffen (grondstoffen herwonnen uit afval of bijproducten) en grondstoffen op basis van CO₂. Er is een beperkte beschikbaarheid van (duurzame) biograndstoffen. Deze beperkte stromen zijn nodig voor zowel de energietransitie als de transitie naar een circulaire economie.

¹²⁶ PBL (2024). Trajectverkenning klimaatneutraal Nederland 2050; Concawe (2024). Study on the potential evolution of refining and liquid fuels production in Europe.

Bij de afbouw van de fossiele raffinagesector spelen ook risico's rondom economische impact voor Nederland, leveringszekerheid¹²⁷ en strategische onafhankelijkheid. Er geldt ook, maar in iets mindere mate, het risico dat investeringen in duurzame raffinage achterblijven in Nederland. Daarnaast spelen risico's rondom de toename van wereldwijde (broeikasgas)emissies door verplaatsing van de productie naar minder efficiënte installaties, of naar landen buiten de EU waar minder strenge milieu-regels gelden. Het niet (gecontroleerd) afbouwen en ombouwen van de sector heeft tot gevolg dat emissies uit deze sector blijven bestaan en dat fossiele productie schaarse milieuruimte, energie en kapitaal in beslag neemt.

4. Overkoepelend is samenhang in de tijdlijnen van afbouw van belang

Het is tijdens de transities van belang om samenhang in de tijdlijnen van de transities in de sectoren te borgen. De sectoren zijn namelijk sterk geïntegreerd. Het versneld sluiten van raffinaderijen door teruglopende vraag naar brandstoffen voor de mobiliteit kan bijvoorbeeld gevolgen hebben voor de beschikbaarheid en betaalbaarheid van grondstoffen voor de chemie. Gegeven de verwachting dat er in de toekomst minder raffinaderijen zullen zijn, en het voor de meeste raffinaderijen niet evident is of zij toekomstperspectief hebben, zijn de bedrijven terughoudend met investeren in hun productielocaties. Bij oplopende CO₂-kosten verslechtert daardoor de concurrentiepositie, en tegelijkertijd leidt het investeren in

verduurzaming die kostenverhogend werkt ook tot een verslechterde mondiale concurrentiepositie door gebrek aan gelijk speelveld. Het is dan niet ondenkbaar dat in de periode tot 2035 een aanzienlijk deel van de productiecapaciteit verdwijnt. Dit is ruim voordat er voldoende duurzame productie is opgebouwd. Dit heeft consequenties voor de beschikbaarheid en betaalbaarheid van brandstoffen, chemiegrondstoffen en chemische producten. Aan de andere kant bestaat het risico dat bedrijven alleen nog investeren in (het verduurzamen of onderhouden van) bestaande fossiele activiteiten en niet investeren in de ombouw naar een duurzame sector.

Het kabinet zet in op een verantwoorde afbouw van fossiele grondstoffen in de oliesectoren. De risico's in deze privaat georganiseerde en internationaal georiënteerde sectoren leiden tot dilemma's over de rol die de nationale overheid kan en moet hebben in het mitigeren ervan. Instrumenten op nationaal, EU en mondiaal niveau kunnen risico's rondom de afbouw mitigeren. Voorbeelden zijn instrumenten die het weglekrisico verminderen, zoals CBAM en de IKC (alhoewel beide niet van toepassing zijn op raffinage en chemie), vraagnormering voor duurzame alternatieven op EU en mondiaal niveau, en maatwerkafspraken. Ook zet het kabinet in op vraagcreatie voor duurzame koolstoffen binnen de Europese Critical Chemical Alliance (onderdeel van de Industrial Accelerator Act). De visie en mogelijke maatregelen voor het verder mitigeren van deze risico's worden nader uitgewerkt in de Visie brandstoffen- en chemiegrondstoffenproductie.

¹²⁷ In het kader van leveringszekerheid van olie en olieproducten en crisisparaatheid is strategische voorraadvorming ook belangrijk. Het kabinet voorziet een aanpassing in Wet Voorraadvorming aardolieproducten, waarbij de grootte van de strategische voorraad gebaseerd is op de binnenlandse consumptie. Dus als de consumptie daalt, dan daalt de benodigde strategische voorraad mee.

De visie en mogelijk transitiepad voor de grondstoffentransitie binnen de chemie wordt beschreven in de Visie op Duurzame Koolstof in de Chemische Industrie, die in oktober 2025 is gepubliceerd¹²⁸.

7.4 Transitietoepassingen kenmerken zich door opbouw én afbouw

Transitietoepassingen kenmerken zich doordat ze in de huidige situatie niet of nog beperkt worden toegepast en in het gewenste eindbeeld ook niet of op een andere manier worden toegepast, maar in de tussentijd een belangrijke oplossing vormen in het energiesysteem. Het kabinet is zich bewust van de verschillende perspectieven in de samenleving wat betreft de wenselijkheid van transitietoepassingen. Toch zijn deze technieken nodig om de klimaatopgave te halen en de energietransitie tijdig en betaalbaar te realiseren. Ze maken het bijvoorbeeld al mogelijk te verduurzamen zonder dat de technologieën die daarvoor in het eindbeeld nodig zijn technisch of commercieel beschikbaar of betaalbaar zijn, zoals het toepassen van CCS bij bestaande waterstofproductie zolang hernieuwbare waterstof nog niet toegepast kan worden. Of ze zijn nodig om de leveringszekerheid te garanderen zolang alternatieven nog niet beschikbaar zijn, zoals met de import van LNG. Het kabinet zet dan ook al volop in op bijvoorbeeld LNG-import en toepassing van CCS bij fossiel, en ondersteunt met de SDE++ CCS en koolstofarme waterstofproductie uit restgassen. Zie hiervoor ook de hoofdstukken over CCS en waterstof in deze Actualisatie NPE. Zoals daar ook beschreven, ondersteunt het kabinet de

voortvarende ontwikkeling van deze transitietoepassingen. Van bijkomend belang hierbij is dat de technologie voor de transitietoepassingen wel toekomstbestendig is wanneer die ook wordt gebruikt voor toekomstige duurzame energiedragers. Tegelijkertijd voorziet het kabinet dat het gebruik van deze transitietoepassingen op termijn dus ook weer zal verminderen omdat er ofwel betere opties beschikbaar komen (bijvoorbeeld een partij kan nu niet elektrificeren door netcongestie, maar later wel), of omdat er nadelen zijn aan deze transitietoepassingen die de laatste stappen naar een volledig klimaatneutrale en circulaire economie in de weg staan.

Transitietoepassingen verdienen daarom bijzondere aandacht omdat er voor partijen die willen investeren in deze toepassingen risico's kunnen optreden en daarmee tijdige opschaling kan verhinderen terwijl deze essentieel zijn voor de klimaatopgave. Ten eerste zorgt hun tijdelijke toepassing ervoor dat private partijen mogelijk aarzelen te investeren doordat de terugverdienhorizon onzeker of beperkt is. Hierdoor bestaat het risico dat ze niet (tijdig) van de grond komen. Ten tweede is het van belang dat de opbouw van de uiteindelijke, gewenste technologie doorgang vindt. Ten derde bestaat het risico van desinvesteringen als verschillende partijen (ook internationaal) infrastructuur voor een transitietoepassing in vrij korte tijd gelijktijdig opbouwen en enige tijd later ook weer moeten afbouwen. De mate van toekomstbestendigheid van een transitietoepassing bepaalt mede het risico van padafhanke-lijkheid. Bij de toepassing van CCS bij fossiel kan bijvoorbeeld de CCS- infrastructuur in de toekomst gebruikt worden voor koolstofverwijdering¹²⁹ of CCU en is dit risico naar verwachting klein.

¹²⁸ Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2025). [Visie op duurzame koolstof in de chemische industrie](#).

¹²⁹ Kamerstukken II 2025/26, 32 813, nr. 1505.

Anders dan bij reguliere technologieën kan er te weinig tijd zijn om via prijsprikkels in de markt een evenwicht te vinden en leidt de gewenste afbouw op den duur mogelijk tot het risico op overcapaciteit en gestrande activa waarbij investeringen niet door iedereen worden terugverdiend of er een rekening overblijft.

Om bovengenoemde redenen is het belangrijk een aantal randvoorwaarden te borgen zodat transitietoepassingen investeringszekerheid hebben en tijdig, op de juiste manier kunnen worden ingezet in de transitie:

1. De overheid zal mogelijk financiële risico's voor marktpartijen moeten verlagen of onrendabele toppen moeten wegnemen om tot realisatie te komen, in het bijzonder voor infrastructuur. Nu gebeurt dit bijvoorbeeld door staatsbedrijven te laten participeren in de investering, zoals voor CCS-infrastructuur¹³⁰. Ook het wegnemen van de onrendabele top via de SDE++ helpt financiële risico's te reduceren. Zo ondersteunt het kabinet actief de opbouw van transitietoepassingen.
2. De overheid geeft waar dit kan zoveel mogelijk duidelijkheid over de rol van deze technologieën in de energietransitie, inclusief over de gewenste opbouw op korte tot middellange termijn en over de verwachte uitfasering ervan. Hierbij gaat het ook over de inzet van infrastructuur. Zo is,

conform de Routekaart Koolstofverwijdering¹³¹, de inzet om CO₂-opslagcapaciteit zo hoogwaardig¹³² mogelijk te gebruiken. Van belang is om het speelveld met eindoplossingen, namelijk een circulaire economie met voldoende opslagcapaciteit voor negatieve emissies te bewaken en daarbij mee te wegen in hoeverre technologieën toekomstbestendig te maken zijn. De SDE++ bevat bijvoorbeeld al een 'horizon' voor de stimulering van bepaalde toepassingen, en de 'zeef' die voorkomt dat subsidie voor CCS bij fossiel tijdige ontwikkeling van CO₂-vrije technologieën in de weg zitten.

3. De overheid besteedt bijzondere aandacht aan het onderbouwen en uitleggen waarom deze technologieën nodig zijn voor de betaalbaarheid en haalbaarheid van de transitie om zo maatschappelijke acceptatie ervoor te vergroten;
4. De overheid beziet op welke onderdelen het een rol heeft om de fysieke opbouw en afbouw te coördineren, inclusief afstemming met buurlanden. Zowel bij de opbouw als bij de afbouw gaat het ook over het anticiperen op- en programmeren van de (tijdelijke) ruimtevraag van transitietoepassingen. Dit vraagstuk wordt verder uitgewerkt binnen de tweede versie van het Programma Energiehoofdstructuur (PEH). In de startnotitie¹³³ is de Tweede Kamer geïnformeerd over de scope en planning van dit programma. Bij de opbouw van transitietoepassingen gaat het daarnaast – gegeven de

¹³⁰ Kamerstukken II 2025/26, 32 813, nr. 1505.

¹³¹ Routekaart Koolstofverwijdering, Kamerstukken II 2025/26, 32 813 nr. 1500.

¹³² Koolstofverwijdering kent veel verschillende methoden die op verschillende manieren koolstof opslaan en verschillende voor- en nadelen met zich meebrengen. In de Routekaart Koolstofverwijdering is aangegeven dat alleen vormen van koolstofverwijdering met een robuuste methodologie en boekhouding worden benut, waarbij de inzet is CO₂-opslagcapaciteit zo hoogwaardig mogelijk te gebruiken.

¹³³ Kamerstukken II, 2025/26, 31 239 nr. 426.

relatief korte tijdsinzet van de toepassingen, nadrukkelijk om een rol bij de opschaling van volwassen technologieën: inzet van innovatie middelen bij transitietoepassingen met een lager Technology Readiness Level (TRL)-niveau past niet binnen de beperkte tijdshorizon¹³⁴

7.5 Conclusie: verantwoorde afbouw van fossiel vereist verdere inzet

Met dit hoofdstuk over verantwoorde afbouw van fossiel agendeert het kabinet onderwerpen die om nadere uitwerking vragen. De thema's gerelateerd aan verantwoorde afbouw van fossiel komen in diverse beleidsproducten terug. Voor verantwoorde afbouw van aardgas gaat het om:

- Uitvoering van het sectorakkoord Gaswinning in de Energietransitie ten behoeve van de gasleveringszekerheid in de transitieperiode;
- Verkennen hoe de voorkeur voor gasbronnen met lage klimaatimpact en minder afhankelijkheden zich kan uiten in, wanneer mogelijk, afbouwen van de LNG-import. Bijvoorbeeld door implementatie van de EU-methaanverordening waarin grondslag is opgenomen voor de Europese Commissie om een maximale methaanintensiteitswaarde vast te stellen die dient te gaan gelden voor ruwe olie, aardgas en steenkool die in de EU in de handel worden gebracht.
- Verder monitort het kabinet nauwgezet het verloop van de opbouw van hernieuwbare energie en daarmee de afbouw van aardgas de komende jaren en beziet daarbij hoe de inzet van aardgasinfrastructuur afgestemd kan worden op een dalende gasvraag.

¹³⁴ Het innovatiebeleid onderscheidt drie categorieën technologieën: (1) technologieën die enkel en alleen afhankelijk zijn van fossiele koolstof en momenteel al volwassen genoeg zijn: deze hebben geen focus in het energie-innovatiebeleid (bijvoorbeeld fossiele WKK+CCS of innovaties in olie/gaswinning op Noordzee), (2) Technologieën die afhankelijk zijn van fossiele koolstof en die we enkel en alleen kunnen gebruiken in de transitiefase (dit zijn de transitietoepassingen waar dit hoofdstuk op ingaat); hierbij richt het beleid zich alleen op benodigde opschaling en tijdelijke uitrol (bijvoorbeeld koolstofarme waterstof gebaseerd op fossiel), (3) Technologieën die afhankelijk zijn van fossiele koolstof, we nodig hebben voor transitiefase én die behulpzaam/nodig zijn voor ontwikkeling van toekomstbestendige technologieën: hierbij focust het beleid op de hele innovatieketen (bijvoorbeeld CCUS (excl. synthetische brandstoffen) of hybride warmtepomp).

- In de Kamerbrief strategisch gasbeleid, die rond dezelfde tijd als deze actualisatie van het NPE naar de Tweede Kamer wordt verstuurd, wordt ingegaan op visie van het kabinet op de rol van de overheid in de gasmarkt.

Inzet voor verantwoorde afbouw van aardolie komt terug in:

- De inzet om in EU-verband aan te sturen op duurzame vraagcreatie, bijvoorbeeld in het kader van de uitwerking van de Clean Industrial Deal;
- De Visie Brandstoffen- en Chemiegrondstoffenproductie (wordt in het najaar van 2026 gepubliceerd);
- Perspectief voor de Chemie en Visie op duurzame koolstof in de chemische industrie¹³⁵ (eind oktober 2025 naar de Tweede Kamer verstuurd);
- Visie Opschaling Aanbod Duurzame Koolstofdragers (verschijnt gelijktijdig met dit NPE).

In aanvulling op bovenstaande communicatie komt de rol van transitietoepassingen terug in de kamerbrief die ingaat op koolstofarme waterstof, in juli 2025 naar de Tweede Kamer verstuurd¹³⁶ en twee hoofdstukken in deze Actualisatie NPE: het hoofdstuk over waterstof en het hoofdstuk over CCS.

¹³⁵ Kamerstukken II 2025/26, 32813, nr. 1540

¹³⁶ Kamerstukken II 2024/25, 32813, nr. 1529



8.

CCS

8.1 De CCS-keten en rol in het energiesysteem

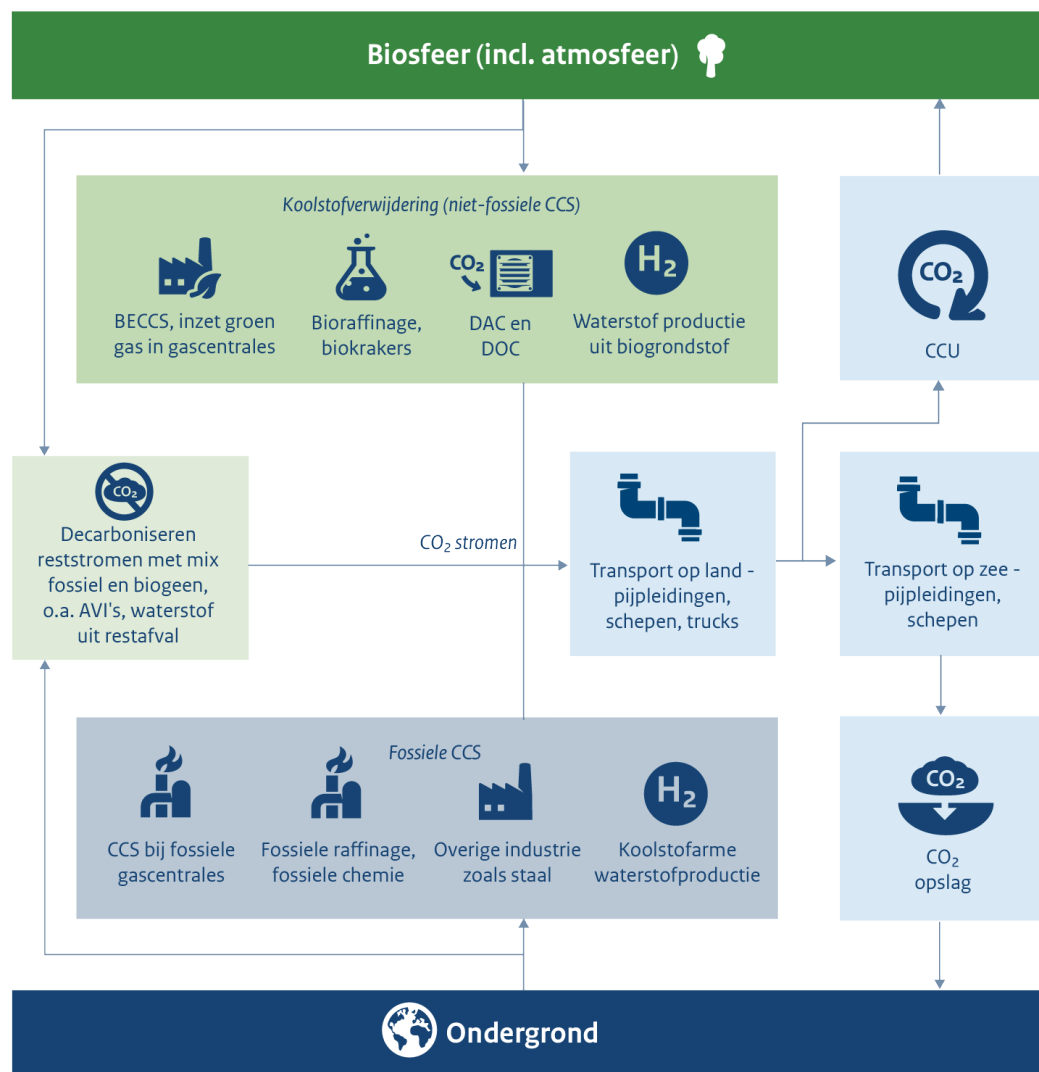
CCS (Carbon Capture and Storage) is een belangrijke techniek voor het halen van de Nederlandse en Europese klimaatdoelen. CCS kan op verschillende processen toegepast worden. Wanneer CCS bij fossiele CO₂ toegepast wordt, spreekt men van fossiele CCS¹³⁷. Wanneer CCS bij niet-fossiele CO₂ wordt toegepast, spreekt men van koolstofverwijdering.

Het doel van de toepassing van CCS bij fossiele CO₂ is om op een versnelde en kosteneffectieve manier emissiereductie te bewerkstelligen. Het doel van koolstofverwijdering is om dure en moeilijk te reduceren restemissies in andere sectoren te compenseren. Beide vormen van CCS zijn nodig om ‘netto-nul’-emissie in 2050 te bereiken. Daarnaast kan koolstofverwijdering op lange termijn (na 2050) ook nodig zijn om te komen tot netto negatieve emissies om te veel uitgestoten CO₂ weer uit de atmosfeer te halen.

De CCS-keten bestaat uit afvang bij emittenten, transport over land, transport op zee en vervolgens permanente geologische opslag in de diepe ondergrond. De volgende paragrafen zullen op deze verschillende componenten in de keten ingaan. CCU (Carbon Capture and Utilisation) is een andere toepassing van afgevangen CO₂, waarbij de CO₂ wordt gebruikt in plaats van opgeslagen. Dit hoofdstuk gaat voornamelijk in op CCS.



¹³⁷ De hier gebruikte definitie van fossiele CCS omvat ook de afvang en opslag van zogenaamde proces-CO₂-emissies: dit is CO₂ die vrijkomt door chemische en fysische reacties in industriële processen. Een voorbeeld is cementproductie, waarbij CO₂ vrijkomt uit kalksteen bij de omzetting daarvan in klinker bij hoge temperatuur. Deze emissies kunnen niet worden voorkomen door over te stappen op andere (schonere) brandstoffen.



Figuur 8.1 Overzicht CCS-systeem. N.B.: Bij CCU toepassingen kan de CO₂ voor langere tijd worden opgeslagen in materialen.

8.2 CCS: behoefte aan CO₂ afvang

Verschillende Nederlandse sectoren hebben behoefte aan afvang van CO₂. Grofweg kunnen deze sectoren ingedeeld worden in: CO₂-afvang bij industrie, bij waterstofproductie (waarbij overlap is met industriële afvang), bij elektriciteitsproductie (eventueel gecombineerd met warmteproductie) en via Direct Air Capture (DAC) en Direct Ocean Capture (DOC). Zie ook de bijlage bij de actualisatie van het NPE voor de meer cijfermatige illustratie en onderbouwing van de onderstaande teksten.

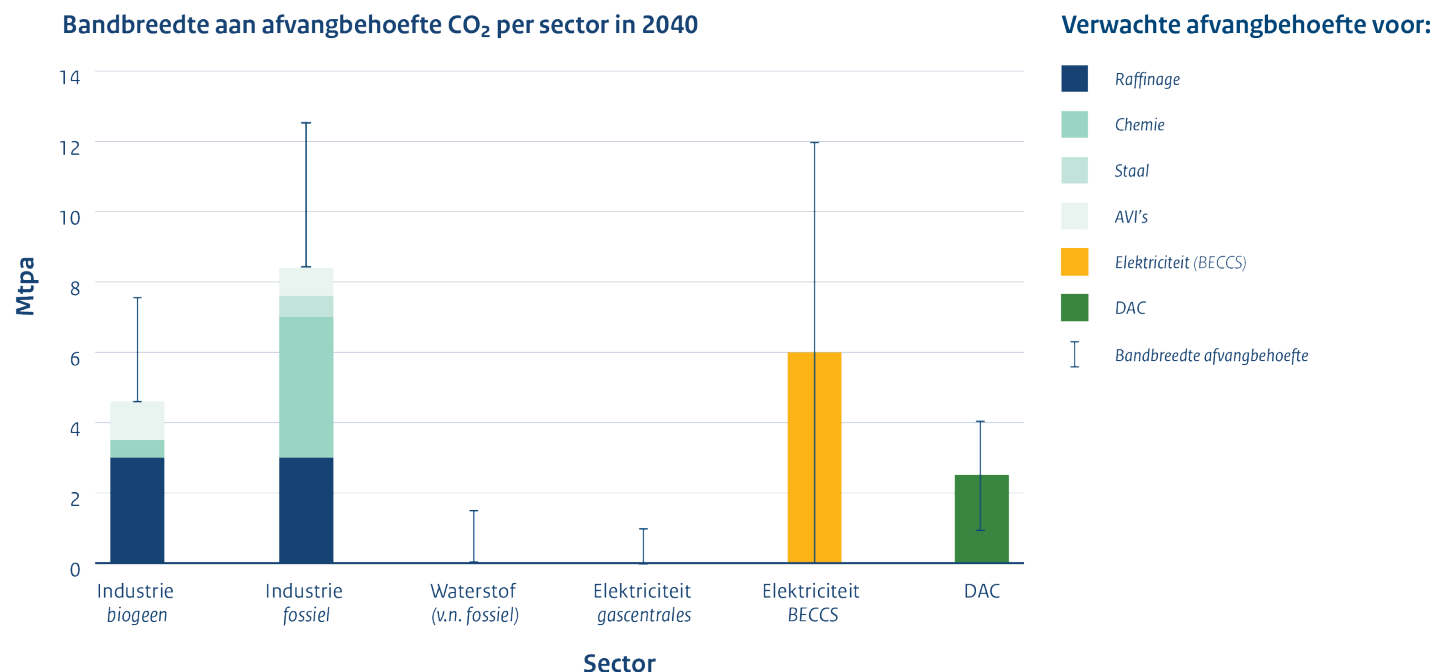
In de industrie wordt CCS in 2040 naar verwachting ingezet bij staalproductie, kunstmestproductie, bij afvalverbrandingsinstallaties, en bij het decarboniseren van koolstofhoudende reststromen uit met name de petrochemie. CCS wordt wereldwijd al toegepast in verschillende industriële sectoren. In Nederland wordt CCS de komende jaren vooral ingezet bij de productie van kunstmest en waterstof uit aardgas door middel van Steam Methane Reformers (SMRs). Deze koolstofarme waterstof wordt ingezet in de raffinage- en chemiesector.

Vanaf 2030 zal de toepassing van CO₂-afvang verbreden naar onder andere afvalverbranding, staalproductie en het verduurzamen van reststromen uit de chemie en de raffinagesector door middel van SMRs en Autothermal Reformers (ATRs). CCS bij afvalverbranding kan daarbij een belangrijke bijdrage leveren aan koolstofverwijdering, omdat ongeveer tweederde van de CO₂ in deze stromen van biogene oorsprong is. Andere mogelijke toepassingen zijn de productie van methanol en methaan uit afval- en/of biogene stromen.

In 2040 ligt de grootste CCS-behoefte bij fossiel-gebaseerde industrie en afvalverwerking. De precieze omvang daarvan is onzeker en afhankelijk van ontwikkelingen in de omvang en samenstelling van de eerdergenoemde industriële sectoren, de behoefte aan koolstofverwijdering in en na 2040, en de beschikbaarheid van alternatieven zoals hernieuwbare waterstof. Tegelijkertijd is de verwachting dat in 2040 de capaciteit van circulaire processen, biokrakers en bioraffinage zal zijn opgebouwd in Nederland. In hoofdstuk 2 over de energievraag van de industrie wordt verder ingegaan op de verduurzaming van de industrie en de rol van CCS daarbij. Wat betreft waterstofproductie: het is mogelijk dat er in 2040 bovenop de huidige capaciteit aan koolstofarme waterstofproductie uit aardgas, additionele capaciteit is gerealiseerd ten behoeve van additionele vraag naar koolstofarme waterstof. Daarbij zou ook een additionele CO₂-afvang behoefte ontstaan. Hoofdstuk 5 gaat dieper in op de productie van koolstofarme waterstof.

In de elektriciteitssector kan CO₂-afvang worden toegepast bij biomassacentrales (BECCS) en bij gascentrales. Bij gascentrales is er sprake van fossiele CO₂-afvang wanneer aardgas wordt verbrand, en van koolstofverwijdering wanneer groen gas wordt verbrand. Dit levert een 13 Mtpa bandbreedte aan CO₂-afvangbehoefte op, waarvan 1 fossiel en 12 biogeen. Hoofdstuk 4 gaat dieper in op de inzet van gascentrales en biomassacentrales in de elektriciteitsketen, en hoofdstuk 6 gaat dieper in op de rol van BECCS in het kader van koolstofverwijdering.

Tot slot kan in 2040 een behoefte zijn ontstaan aan CO₂-afvang bij Direct Air Capture (DAC) technieken en mogelijk ook bij Direct Ocean Capture (DOC). Dit zijn technieken die nog volop in ontwikkeling zijn en vooralsnog gepaard gaan met hoge



Figuur 8.2 Bandbreedte aan afvangbehoeften per sector in 2040.

kosten en een grote energievraag. De mate waarin DAC en DOC in Nederland gerealiseerd worden is daardoor onzeker. Op basis van diverse studies¹³⁸ lijkt een range van 1-4 Mton in 2040 het maximale, maar dit hangt in belangrijke mate af van de techniekontwikkeling, beschikbaarheid van duurzame energie, en het stimulerende beleidsinstrumentarium voor deze technieken. Zie ook hiervoor Hoofdstuk 6 waarin uitgebreider op koolstofverwijdering wordt ingegaan.

Het kabinet zet zich in om CCS te ondersteunen daar waar CO₂-afvangbehoefte bestaat. Het kabinet ziet de grootste behoefte aan ondersteuning bij het realiseren van CCS voor de verduurzaming van reststromen. Daar waar reststromen onvermijdelijk zijn, zoals bij de restgassen in de chemie en de raffinage en (in mindere mate) bij restafval, en op dit moment verbrand worden en daarbij grote hoeveelheden emissies veroorzaken, is het toepassen van CCS de meest doeltreffende

¹³⁸ Potentieelschattingen voor DACCC lopen uiteen van 0 (PBL (2024) TVKN; WKR (2024) De lucht klaren) tot 7 Mtpa (Kalavasta, CE-Delft, Berenschot (2025), Nederland klimaatneutraal in 2040).

verduurzamingsroute. Voor deze fossiele CO₂-uitstoot bestaan op korte termijn geen alternatieve verduurzamingsroutes. Voor afvalverbrandingsinstallaties die CO₂-emissies willen reduceren is CCS, naast verminderen van de hoeveelheid te verbranden afval en CCU, de enige realistische optie. Het kabinet zet binnen deze sector in op de vermindering van de hoeveelheid te verbranden afval, door betere inzameling en meer hoogwaardige verwerking, zoals recycling, te stimuleren. Ook stimuleert het kabinet het toepassen van CCS bij Afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) via de SDE++. Met de transitie van een fossiele naar een biogene raffinagesector zullen deze reststromen en de bijbehorende CO₂-uitstoot ook steeds meer biogeen worden. Toepassing van CCS kan daarmee een belangrijke bijdrage leveren aan koolstofverwijdering. Daarom ligt de beleidsfocus momenteel op het versneld verduurzamen van restgassen in de raffinage en de chemie. Wat AVI's betreft moet uiteindelijk toegewerkt worden naar een toekomst waarin veel minder afval verbrand wordt in Nederland, wat gepaard gaat met minder operationele verbrandingscapaciteit. Tot die tijd is CCS een transitietechniek waarmee AVI's CO₂-reductie kunnen realiseren. Hierbij geldt dat CCS geen lock-in mag zijn die de ambitie om minder afval te verbranden in de toekomst blokkeert.

De schaal en locatie van een installatie, evenals de beschikbaarheid en kostenontwikkeling van alternatieve verduurzamingsroutes in de komende decennia, zijn van groot belang voor de rol die CCS in 2040 zal spelen. Installaties en industriële clusters dichtbij de kust (zoals Zeeland, Rotterdam-Moerdijk, het Noordzeekanaalgebied en Noord-Nederland) zijn logistiek beter gesitueerd om CO₂ kosten-efficiënt af te voeren via pijpleiding of schip. Voor meer landinwaarts gelegen installaties wegen technische opties en transportkosten ook mee bij de haalbaarheid van CCS als kosteneffectieve route. Tot slot ondersteunt het

kabinet verduurzamingsroutes op basis van de kosten, waarbij de verduurzamingsopties met de laagste kosten via de SDE++-regeling subsidie krijgen. De paragrafen hieronder gaan hier verder op in.

De keuze van bedrijven om CCS toe te passen, hangt voorname-lijk af van de kosten van CCS ten opzichte van andere beschikbare verduurzamingsopties en van de verwachte levensvatbaarheid van het bedrijf zelf op de middellange termijn. Daarnaast is het noodzakelijk dat er toegang is tot infrastructuur. Kosten van CCS hangen af van een aantal factoren:

- **Factoren gerelateerd aan de kosten van de afvanginstallatie.** Ten eerste is de schaal en de concentratie van de CO₂-afvangvolumes van belang. Zowel grotere volumes aan CO₂-afvang als hogere concentraties van CO₂ drukken de kosten per ton afgevangen CO₂. Daarnaast is relevant of CCS wordt toegepast bij een bestaande of een nieuwe installatie. Nieuwe installaties kunnen relatief makkelijk *capture ready* worden ontworpen en hoeven niet te worden stilgelegd voor ombouw. Hierdoor zijn de kosten van de afvang installatie doorgaans lager dan bij bestaande installaties, waar vaak kostbare aanpassingen nodig zijn. Verder heeft het aantal draaiuren van de afvanginstallatie een grote impact op de kosten. De kapitaalkosten van een CO₂-afvanginstallatie moeten bij een laag aantal vollasturen over minder draaiuren en daarmee over minder ton afgevangen CO₂ worden verdeeld. Dat betekent dat de kapitaalkosten per ton CO₂ hoger liggen. Dit speelt met name in de elektriciteitssector; de meeste industriële installaties draaien op vollast.
- **Factoren gerelateerd aan transport.** De kosten voor transport over land hangen af van de locatie van de installatie waarbij de CO₂-afvang wordt toegepast. Locaties bij de kust

hebben directe toegang tot transport- en opslagmogelijkheden in de Noordzee en verscheping van de CO₂. Locaties verder landinwaarts hebben extra kosten voor transport over land naar een locatie aan de kust waarvandaan de CO₂ kan worden opgeslagen. De kosten voor transport over land hangen ook af van de modus van transport. Ook voor de kosten van transport maakt het aantal uren dat een installatie per jaar draait uit. De transporttarieven worden namelijk berekend voor gecontracteerde capaciteit, en niet voor daadwerkelijk gebruikte capaciteit. CO₂-afvang die onregelmatig wordt gebruikt (zoals bijvoorbeeld in de elektriciteitsproductie), heeft daardoor hogere CO₂ kosten per ton aan transport, omdat de gecontracteerde capaciteit niet altijd volledig zal worden benut. Tot slot beïnvloedt de druk waaronder de CO₂ wordt vervoerd de kostprijs.

- **Factoren gerelateerd aan opslag.** Kosten voor opslag hangen af van o.a. de diepte, type en capaciteit van een opslagveld, het voormalige gebruik, de afstand tot het transportnetwerk, de lokale geologie en de benodigde monitoring en veiligheidsmaatregelen. Over het algemeen geldt dat grote velden met gunstige geologische eigenschappen nabij infrastructuur lagere kosten per ton CO₂ opleveren.
- **Een belangrijke factor voor de business case van biogene CO₂-afvang is daarnaast de (markt)prijs voor koolstofverwijdering.** Wanneer een bedrijf inkomsten kan genereren uit de koolstofverwijdering die het bedrijf realiseert, bijvoorbeeld door de verkoop van koolstofverwijderingscertificaten, zal dit de business case beïnvloeden. Bij een hoge prijs voor koolstofverwijdering is de verwachting dat bedrijven meer zullen investeren in de activiteiten waarbij koolstofverwijdering plaatsvindt (BECCS, bioraffinage, biokraken). Op dit moment vindt er beperkt handel in koolstofverwijdering plaats via de vrijwillige koolstofmarkt. Het kabinet ziet dat aanvullende

vraagcreatie nodig is om de benodigde volumes aan koolstofverwijdering te realiseren. Het kabinet is van mening dat vraagcreatie het best op Europees niveau geïnstrumenteerd kan worden. Het kabinet is van opvatting dat vraagcreatie het best op Europees niveau geïnstrumenteerd kan worden. Bij de ETS-herziening van 17 juli 2026 heeft de Commissie voorgesteld permanente koolstofverwijdering (BioCCS en DACCS) indirect te integreren in het ETS.

De SDE++ stimuleert inzet van CO₂-afvang via verschillende bestaande categorieën. De varianten voor CCS worden aangepast wanneer marktontwikkelingen laten zien dat bedrijven met nieuwe (toepassingen van) CCS-technieken aan de slag gaan. In 2025 is een variant toegevoegd voor CO₂-afvang bij koolstofarme waterstofproductie uit restafval bijvoorbeeld. Dit jaar is de variant voor koolstofarme waterstofproductie uit restgassen aangepast zodat meer kostenposten worden meegenomen om de businesscase sluitend te krijgen. Of een subsidie aanvraag van een bedrijf wordt gehonoreerd, hangt mede af van de subsidie-intensiteit (€/ton CO₂) van de aanvraag ten opzichte van andere aanvragers, en het beschikbare budget. Verder wordt steun via de SDE++ voor CCS op drie manieren begrensd:

- **‘Zeef’:** toepassingen van CCS worden alleen gesubsidieerd als er op korte termijn geen aantoonbare kosteneffectieve alternatieven zijn; dit wordt regelmatig onderzocht in een zeefstudie.
- **‘Hekjes’:** Een deel van het SDE++-openstellingsbudget wordt gereserveerd (‘afgeschermd’) voor duurzame technologiegroepen (zoals hogetemperatuurwarmte) die nu nog niet kostenefficiënt zijn maar wel belangrijk zijn voor de energietransitie, zodat ook daar budget voor beschikbaar blijft binnen de regeling.

- **‘Horizon’:** Er worden geen nieuwe SDE++-beschikkingen meer afgegeven voor fossiele CCS na 2035, waardoor de tijdelijkheid van CCS-subsidies wordt benadrukt en hernieuwbare alternatieven worden gestimuleerd.

8.3 CO₂-transport op zee en op land

CO₂-transport vindt plaats op zee en op land. CO₂-transport op zee heeft als doel om CO₂ naar de opslaglocatie te brengen, direct of via andere havens. Transport op land is om CO₂ van de emittent naar een overslaglocatie aan zee te brengen, of om CO₂ naar een gebruiker te brengen in het geval van CCU of CO₂-levering aan de glastuinbouw (waarbij regelgeving kan verschillen bij CO₂ voor CCU of CCS). Transport kan met verschillende modaliteiten: per buisleiding, vervoerd per schip (zowel scheepvaart als binnenvaart), via wegvervoer en via het spoor, of combinaties. In Nederland vindt transport op zee en op land al plaats. Zo transporteert Yara Sluiskil vanaf eind 2026 CO₂ per schip naar het Noorse opslagproject Northern Lights. Vanaf 2027 zal ook CO₂ via de Porthos-zeeleiding (2,5 Mtpa) naar het Porthos-opslagveld worden getransporteerd. Nederland kent diverse vormen van CO₂-transport op land. Ten eerste via het OCAP-buisleidingnetwerk (3-3,5 Mtpa) vanuit de industrie naar tuinders voor inzet ter vervanging van CO₂ geproduceerd door gasgestookte warmtekrachtkoppelingen (WKK's) in de glastuinbouw. Daarnaast vindt CO₂ transport plaats per vrachtwagen voor toepassingen in onder meer de glastuinbouw en voedingsmiddelen-, chemische- en farmaceutische sector. Vanaf 2027 komt de Porthos landleiding (10 Mtpa) in gebruik die vier industriële emittenten verbindt met het compressiestation op de tweede Maasvlakte, waarna deze via een zeeleiding naar het Porthos opslagveld wordt getransporteerd.

Transport per buisleiding heeft voor grote volumes de voorkeur vanwege lagere maatschappelijke kosten per ton CO₂. Transport per buisleiding kent schaalvoordelen en vereist in principe niet dat de afvangende partij zijn CO₂ vervloeit (wat investeringskosten, operationele kosten en CO₂-emissies bespaart). Transport per schip is vooral interessant voor zeer lange afstanden of voor relatief kleine volumes. Daardoor kan transport per schip een belangrijke rol spelen bij de ontsluiting van kleine en afgelegen opslagvelden.

Ondanks de lagere maatschappelijke kosten van projecten voor grootschalig transport via buisleidingen, zoals Aramis en DRC/DSC, kent de realisatie ervan aanzienlijke uitdagingen.

Zonder overheidsinterventie kunnen emittenten een prikkel hebben om hun CO₂ op te slaan bij kleinschaliger projecten die reeds in aanbouw zijn in plaats van bij grootschalige buisleidingsprojecten die nog in ontwikkeling zijn. Dit heeft meerdere redenen:

- Door hun grote capaciteit en de bijbehorende hoge investeringskosten moeten buisleidingprojecten grote CO₂-volumes contracteren om de benodigde commerciële startvolumes te bereiken en concurrerende transporttarieven te kunnen aanbieden.
- Hierdoor vereisen buisleidingprojecten goede coördinatie. Zonder aanvullend overheidsbeleid moeten alle klanten achter de gecontracteerde CO₂-volumes en de bijbehorende opslagen gelijktijdig met het buisleidingproject een investeringsbeslissing nemen om alle partijen voldoende zekerheid te geven. Het is lastig subsidie-instrumentarium hier goed op in te richten. Aanvullend beleid vanuit de overheid kan noodzakelijk en wenselijk zijn om coördinatie te bevorderen of het benodigde startvolume te verlagen.

- De benodigde coördinatie wordt complexer bij grensoverschrijdende buisleidingprojecten, zoals DRC en DSC. Aanvullende afstemming tussen publieke en private partijen in verschillende landen is nodig, onder meer op het gebied van CCS-beleid, vormgeving en timing van subsidie-instrumenten, en afstemming tussen projectontwikkelaars en autoriteiten in de verschillende landen.
- Initiatiefnemers van buisleidingprojecten kunnen de benodigde coördinatie verminderen door al bij gedeeltelijke voltoop te investeren, maar dit leidt tot meer risico. Zonder aanvullend overheidsbeleid nemen (private) projectontwikkelaars dit risico op in de transporttarieven van de eerste klanten, waardoor tarieven oplopen.

Individuele afvangers van CO₂ hebben hierdoor een sterke prikkel om hun CO₂ te transporteren via projecten die reeds in aanbouw zijn met beschikbare transportcapaciteit of capaciteit modulair beschikbaar kunnen maken. Zonder aanvullend overheidsbeleid tendert de ontwikkeling van het CO₂-transportnetwerk mogelijk naar een systeem waarin scheepstransport de dominante modaliteit wordt, wat tot hogere maatschappelijke (en publieke) kosten leidt dan een systeem met meer grootschalige buisleidingen.

De realisatie van Aramis (22 Mtpa) heeft daarom hoge beleidsprioriteit. Door de grote schaal van het project kunnen bij hogere benutting van het systeem lagere kosten per ton CO₂ worden gerealiseerd, wat essentieel is voor kosteneffectieve CO₂-reductie en koolstofverwijdering. Door de omvang van het project (ook de omvang van het startvolume van 7,5 Mtpa), bestaan er hoge risico's omtrent tijdige realisatie van deze infrastructuur. Naast de ondersteuning via de SDE++, die zich richt op emittenten, heeft het kabinet besloten aanvullende subsidie

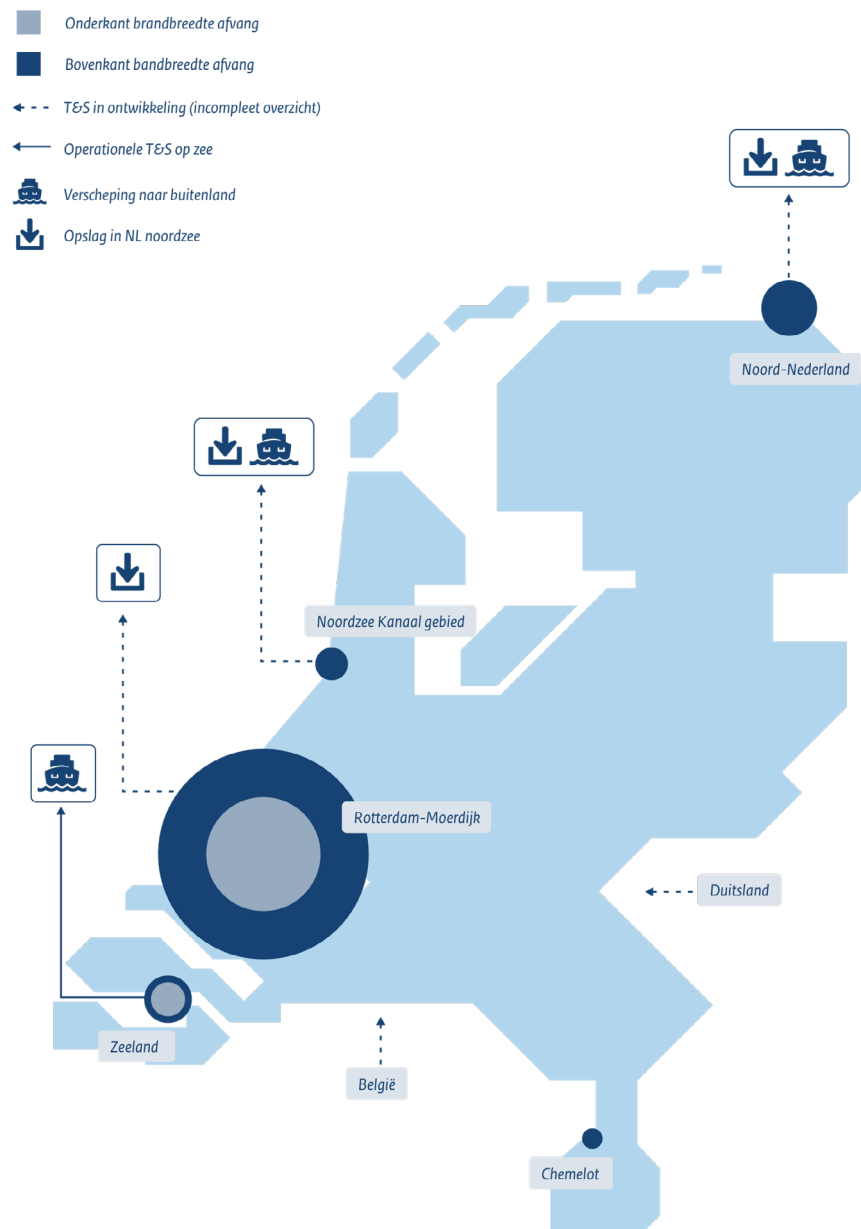
te verstrekken aan het transportdeel van de Aramisketen, namelijk de buisleiding en de terminal CO₂next, met als doel het vollooprisico gedeeltelijk af te dekken.

Een breder kosteneffectief (Noordwest-)Europees transportnetwerk vergt betere internationale afstemming. Momenteel ontwikkelen (staats)bedrijven verschillende transportroutes om soms dezelfde emittenten te ontsluiten. Hoewel concurrentie tussen bedrijven kan helpen om kosten te drukken, is het inefficiënt als er (veel) meer transportcapaciteit zou worden aangelegd dan er afvangbehoefte is. Zeker als deze capaciteit veelal met nationaal of Europees belastinggeld wordt aangelegd. Zo worden bijvoorbeeld op dit moment drie routes ontwikkeld of onderzocht om met name het Ruhrgebied te ontsluiten en CO₂ van Duitse emitters naar de Noordzee te gaan transporteren: de DRC, het Ruhbens-project (via België) en het German Carbon Transport Grid (de route naar Wilhelmshaven). Deze projecten bevinden zich in verschillende stadia van ontwikkeling. Europese afstemming en coördinatie kan bijdragen aan efficiëntie.

Voor de realisatie van de CO₂-buisleidingen in de DRC en DSC zijn afspraken met Duitsland, België en de Europese

Commissie van belang. Naar verwachting zouden DRC en DSC voornamelijk CO₂ vanuit Duitsland en België (en op termijn ook uit verder weg gelegen landen zonder kustlijn) transporteren en slechts in mindere mate CO₂ van Nederlandse emittenten. DRC en DSC bevatten grootschalige CO₂ buisleidingen die bijdragen aan kosteneffectieve CO₂-reductie. Net als voor Aramis is overheidsinstrumentarium nodig dat specifiek is op de realisatierisico's van de DRC- en DSC-buisleidingen. Ook vergt realisatie van DRC en DSC dat emittenten in Duitsland en België een vergelijkbare vorm van ondersteuning krijgen als Nederlandse emittenten krijgen via de SDE++. Bovendien zijn de risico's en baten

Overzicht mogelijke CO₂-afvang, import uit buitenland en transport en opslag



Figuur 8.3 Overzicht mogelijke CO₂-afvang, CO₂-import uit buitenland en transport en opslag. T&S = Transport and Storage. NB: CO₂-volumes zijn indicatief en gebaseerd op schattingen van de verwachte CCS-behoefte en bedrijfsplannen voor CCS. De CO₂-volumes voor cluster 6 zijn naar verwachting relatief beperkt en niet opgenomen in de afbeelding. Transportinfrastructuur op land is eveneens niet volledig weergegeven. Volumes vanuit België en Duitsland zijn nader te bepalen.

van grensoverschrijdend CO₂-transport niet uniform over de verschillende deelnemende landen verdeeld, waardoor individuele landen niet zonder meer een prikkel hebben om het deel van de CCS-waardeketen aan te leggen dat in hun land ligt. Hierdoor zijn afspraken over onder andere bekostiging tussen de landen noodzakelijk voor de realisatie van DRC en DSC, waarbij het ook logisch is dat de Europese Commissie als supranationale overheid bijdraagt aan het oplossen van dit grensoverschrijdende vraagstuk.

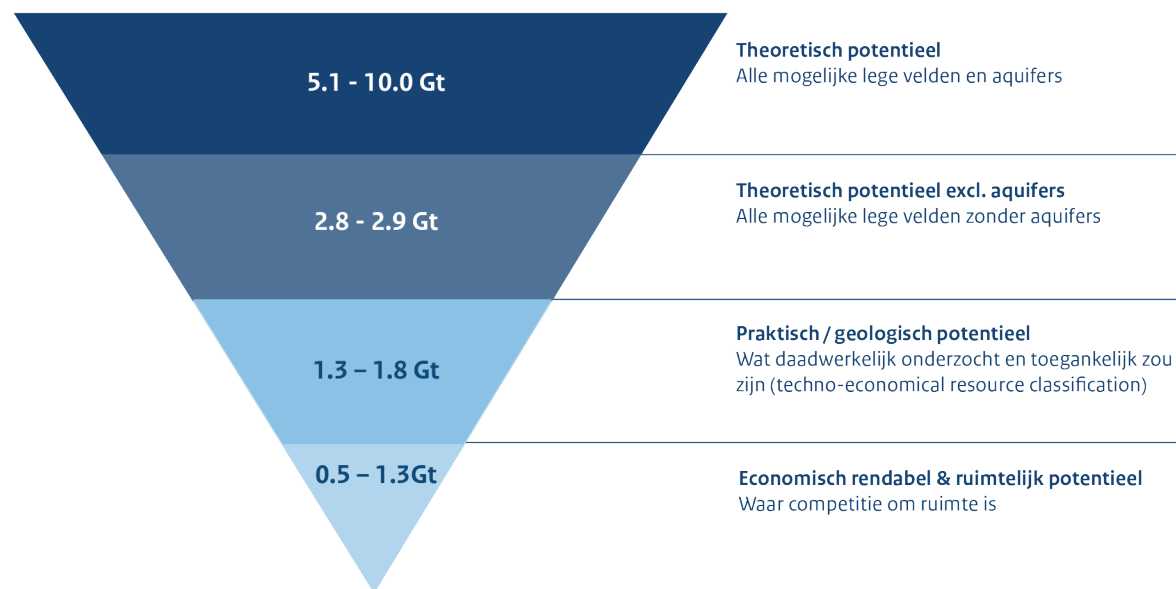
8.4 CO₂ opslag

Het kabinet zet in op tijdige ontwikkeling en inzet van opslagpotentieel onder de Noordzee voor CO₂, evenals het juridisch en praktisch toegankelijk maken van opslagpotentieel in het buitenland. Het kabinet zet in op het verkennen van manieren om het ruimtelijk opslagpotentieel op de Noordzee te vergroten. Het ruimtelijk opslagpotentieel is die opslag die op gunstige locaties ligt en die technisch toegankelijk is¹³⁹. Zonder aanvullende actie is dit opslagpotentieel voldoende op de korte termijn, maar relatief beperkt op de lange termijn. CO₂-opslag is mogelijk in (bijna) leeggeproduceerde olie- en gasvelden, en aquifers (watervoerende lagen). CO₂-opslag in olie- en gasvelden is technisch haalbaar. Het maximale theoretisch potentieel in Nederlandse velden wordt geschat op ongeveer 3 Gt CO₂. In de praktijk zijn er echter factoren die ervoor zorgen dat niet het volledige theoretisch potentieel kan worden benut: de veldgrootte, het aantal en kwaliteit van de (oude) putten, de

locatie van de velden en mogelijk concurrerend ruimtegebruik. Deze factoren beïnvloeden ook de kosten en daarmee of een veld in gebruik wordt genomen. Het ruimtelijk opslagpotentieel in opslagvelden groter dan 10 Mt en op geschikte locaties (het ruimtelijk opslagpotentieel) wordt geschat op 0,5 tot 1,3 Gt, afhankelijk van de mate waarin meervoudig ruimtegebruik mogelijk is en van keuzes in verdeling van de ruimte. Verdere studies op het niveau van individuele velden zijn noodzakelijk om deze schattingen te verfijnen.

Het kabinet zet in op het vergroten van het ruimtelijke opslagpotentieel, onder meer door meervoudig, ruimte-efficiënt gebruik van de Noordzee. Ten eerste is daarvoor van belang het voortzetten van vroegtijdig en volwaardig meewegen van het maatschappelijk belang van CCS in ruimtelijke planvorming (met name ten aanzien van uitrol windenergie op zee, scheepvaart en defensieactiviteiten) via het Programma Noordzee. Ten tweede door onderzoek naar het combineren van CCS en andere ruimtelijke functies. Het kabinet laat onderzoek uitvoeren naar alternatieve monitoringstechnieken, waarmee het benodigde ruimtebeslag aanzienlijk zou kunnen worden beperkt ten opzichte van conventionele seismische monitoring. Dit POSEIMON-onderzoek geleid door TNO (lopend 2026-2031) richt zich op het oplossen van ruimtelijke uitdagingen die ontstaan in het drukbevaren en ondiepe Noordzeegebied. Ook is er een proefproject gestart naar de toepassing van een innovatieve navigatietechniek: Point in Space (PinS) helikopterroutes, die met minder ruimtegebruik veilig naar platformen kunnen vliegen.

¹³⁹ TNO (2025). CO₂ storage capacity in depleted gas fields offshore the Netherlands.



Figuur 8.4 . Overzicht van verschillende typen potentieel aan CO₂-opslagcapaciteit. Bron: TNO (2025)¹⁴⁰.

Het opslagpotentieel van CO₂-opslag in Nederlandse aquifers is onzeker, maar biedt potentieel extra opslagcapaciteit (2.5-7.5 Gt). In landen als Noorwegen vindt opslag van CO₂ in aquifers al op grote schaal plaats. De huidige kennis van de karakteristieken van Nederlandse aquifers op de Noordzee is echter beperkt. Daardoor is het niet mogelijk om met zekerheid te stellen of opslag van CO₂ hier technisch en/of economisch haalbaar is. Vervolgonderzoek hierop is daarom nodig. Daarom heeft het kabinet TNO gevraagd om gezamenlijk met EBN het potentieel van aquiferopslag van het Nederlands Continentaal

Plat (NCP) de komende jaren verder in kaart te brengen.

Het kabinet zet in op het juridisch en praktisch verder mogelijk maken van gebruik van opslagpotentieel in buurlanden.

Daartoe zet het kabinet in op verdere internationale samenwerking. De totale opslagcapaciteit in NW-Europa is namelijk zeer groot (m.n. in het VK en Noorwegen). De precieze toekomstige omvang van de NW-Europese afvangbehoefte, koolstofverwijderingsbehoefte en opslagcapaciteit is nog onbekend. Echter, gebaseerd op de huidige inschattingen is de NW-Europese

¹⁴⁰ TNO (2025). [CO₂ storage capacity in depleted gas fields offshore the Netherlands](#).

opslagcapaciteit zodanig groot¹⁴¹ dat de verwachting is tot op redelijk lange termijn aan de NW-EU opslagbehoefte te kunnen voldoen. Om efficiënt gebruik te maken van deze opslagcapaciteit, is internationale samenwerking van groot belang. Ook is het voor de totstandkoming van een Europees CCS netwerk bevorderlijk als er bijvoorbeeld nadere regelgeving komt over transport en CO₂-standaarden. Grensoverschrijdend CO₂-transport en -opslag binnen de EEA is al juridisch mogelijk. Het London Protocol schrijft voor dat landen onderling nadere afspraken maken, alvorens over te gaan tot opslag onder zee, maar deze zijn voor de EEA-landen feitelijk inbegrepen in de Europese regelgeving betreffende CCS en ETS. Hiervoor zijn dus geen nadere afspraken nodig. Nederland heeft wel met België, Denemarken en Noorwegen een Memorandum of Understanding getekend die dit onderling bevestigt. Zweden, Duitsland en Frankrijk volgen naar verwachting komend jaar.

Grensoverschrijdend transport en opslag met het VK wordt niet vóór 2030 voorzien. Voor het VK, dat geen onderdeel is van de EEA, zal dit meer tijd vergen vanwege verschillen in wetgeving en ETS-systematiek. De onderhandelingen hierover met het VK worden door de Europese Commissie gevoerd. Nederland benadrukt het belang van grensoverschrijdend CO₂-transport en -opslag met het VK bij de Europese Commissie.



¹⁴¹ Er zijn in NW-EU verband vooralsnog geen studies gedaan naar de exacte ruimtelijke en economische potentiën per land. Wel is er een aantal studies dat onderzoek heeft gedaan naar de theoretische potentiën per land. Zie bijvoorbeeld de resultaten van het UK CO₂ Storage Appraisal Project (UKSAP) (www.co2stored.co.uk). Uitgaande van de grove schatting dat het economisch rendabel en ruimtelijk potentieel rond de 10 tot 15% van het theoretisch potentieel is per land, komt dit uit op 20 tot 30 Gt CO₂, bij een totaal van 196 Gt theoretisch opslagpotentieel in NW Europa.

9.

Decentrale energie-oplossingen

9.1 Het toekomstig energiesysteem wordt gebouwd op decentrale energie-oplossingen

Decentrale energie-oplossingen in het energiesysteem zijn essentieel voor lokale ontwikkelingen: woningbouw, economische groei en verduurzaming van bedrijventerreinen, en mobiliteit. Decentrale ontwikkelingen kunnen faciliteren in de lokale energievoorziening, doordat ze aanbod, opslag en afname in een gebied bij elkaar brengen. Dit stimuleert het gebruik van alle energieopties in het gebied en zorgt daarmee voor een efficiënt gebruik van het elektriciteitsnet. Dit maakt lokaal economische groei mogelijk, ook als er sprake is van netcongestie.

Lokale opwek en opslag van energie maakt energie goedkoper en maakt ons energiesysteem weerbaarder. Hernieuwbare opwek met zon- en wind op land zal een belangrijke decentrale bron zijn in de algehele energieproductie. Opwek met zon- en wind op land is relatief een goedkope manier van energie opwekken en daarmee houden we de energierekening lager. In het nieuwe energiesysteem wordt windenergie op zee de belangrijkste bron van centrale energieproductie. Windenergie op zee kent echter ook meer onvoorspelbare stroom waardoor decentrale energie-oplossingen belangrijker worden om deze onvoorspelbaarheid mee op te vangen. Het zorgt voor minder afhankelijkheid van andere landen en kan in kosten schelen voor netuitbreidingen doordat netcapaciteit efficiënter wordt benut. Decentrale energie-oplossingen maken ons daarmee op elk schaalniveau weerbaarder. Decentrale ontwikkelingen dragen op

deze manier dus bij aan een betrouwbaar, betaalbaar en duurzaam energiesysteem.

De voortgang van decentrale ontwikkelingen van het energiesysteem wordt één tot tweemaal per jaar gedeeld met de Tweede Kamer. In dit verdiepingsdocument wordt in het bijzonder ingegaan op het belang van een gebiedsgerichte benadering, de rol van energiehubs en energiegemeenschappen, de doorgroei van zon- en windenergie op land, het belang van opschaling van lokale warmtesystemen en de samenwerking met medeoverheden en netbeheerders.

9.2 Een gebiedsgerichte benadering is essentieel

Het energiesysteem op het lokale, regionale en provinciale schaalniveau krijgt per definitie gebiedsgericht vorm en is een onderdeel van de ruimtelijke ordening. In een gebied komen verschillende maatschappelijke belangen samen: de behoefte aan ruimte voor natuur, waterbeheer, cultuurhistorie, bereikbaarheid en zo ook energie. Elk gebied kent zijn eigen potentie, kansen en uitdagingen. Zijn er warmtebronnen om daarmee het elektriciteitsnet te ontlasten, zijn er bedrijven die veel flexibel vermogen kunnen leveren of juist niet? Ontwikkelingen in het gebied moeten dus ook passen in het gebied, zowel vanuit energie-oogpunt als breder. Lokaal maatwerk is essentieel om tot de beste maatschappelijke oplossing te komen. Belangrijk is dat de verschillende schaalniveaus nationaal, provinciaal

en lokaal wel in samenhang bekeken worden. Een uitbreiding van activiteiten en dus een toename van energiegebruik kan gevolgen hebben voor de infrastructuur in een ander gebied. Of een bepaalde keuze kan vanuit energieperspectief suboptimaal zijn en minder kostenefficiënt. Het kabinet wil de afstemming tussen ruimtelijke ordening en het energiesysteem verbeteren en meer duidelijkheid geven over de rol van decentrale overheden hierin. Het kabinet werkt daarom aan een wetsvoorstel om via het omgevingsrecht decentrale overheden meer mogelijkheden te geven om op decentraal niveau ruimtelijk te sturen op de samenhang tussen ruimtelijke ontwikkelingen en de ontwikkeling van het energiesysteem.



Het kabinet zet in op ondersteuning van lokale energiehubbs en energiegemeenschappen die bijdragen aan de energietransitie. Collectieve oplossingen, zoals energiehubbs, maken het mogelijk om lokale opwek en vraag naar energie te combineren en daarmee 1) eindgebruikers toegang te verschaffen tot energie en 2) duurzame energie-opwek in te passen in het energiesysteem door aanbod af te stemmen op vraag. Door het beter afstemmen van vraag op aanbod wordt efficiënt gebruik gemaakt van de aanwezige en toekomstige netcapaciteit en energiebronnen. Daarom zet het kabinet in op de realisatie van ten minste 500 energiehubbs in 2030 en is er samen met de netbeheerders, Regionale Ontwikkelingsmaatschappijen (ROM's) en medeoverheden een versnellingsagenda opgesteld om dit ook tijdig te realiseren. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen korte-, middellange, en langetermijn impact. Op korte termijn gaat het om opschaling van bestaande producten, zoals de groepstransportovereenkomst (GTO). Op middellange termijn gaat het om doorontwikkeling en toepassing van GTO+ varianten die complexer van aard zijn, maar ook templates voor energiehub-by-design ontwikkelingen bij greenfield bedrijventerreinen en nieuwbouw gebiedsontwikkeling. Op langere termijn wordt gekeken naar gebiedsgerichte multi-commodity energiehubbs.

9.3 Doorgroei van decentrale energieproductie is cruciaal

De doorgroei van hernieuwbare energie met zon en wind op land richting 2040 is nodig én mogelijk. We zetten in op richtwaarden van 12 – 14 GW voor wind op land en 75 – 95 GW voor zon-PV. Zon- en windenergie op land zijn de goedkoopste vorm van hernieuwbare energieopwekking. Ook dragen ze bij aan diversificatie van het opwekportfolio in Nederland (naast windenergie op zee en kernenergie) en op die wijze aan meer energieonafhankelijkheid. Daarmee zijn zon- en windenergie op land onmisbaar in een betaalbaar, duurzaam en betrouwbaar energiesysteem.

Het kabinet zet in op ambitieuze richtwaarden van zon- en windenergie op land. Ambitieuze doorgroei van hernieuwbare energieproductie op land is nodig om het energiesysteem betaalbaar en weerbaar te maken. Daarnaast is het zo dat er tegenvallers kunnen zijn bij verdere uitwerking van de plannen, zowel bij windenergie op zee, kernenergie en hernieuwbaar op land zelf. Daarom zet het kabinet ook bij andere opwekbronnen in op ambitieuze richtwaarden.

Met deze richtwaarden voor zon- en windenergie op land is rekening gehouden met de ruimtelijke inpassing en netcongestie. Het onderzoek over de potentiële doorontwikkeling van hernieuwbaar op land, uitgevoerd door CE Delft en Generation Energy, staat dat een netefficiënte inpassing cruciaal is bij de doorgroei van hernieuwbare energie op land. In samenwerking met medeoverheden, netbeheerders en de nationale programma's wordt er in kaart gebracht hoe zon- en/of windenergie op land netefficiënt kan worden ingepast.¹⁴²

¹⁴² Kamerstukken II 2025/26, 29023, nr. 643.

De precieze invulling en doel in een gebied wordt in samenwerking met medeoverheden bepaald. Het kabinet gaat met de regio's in gesprek over de doorgroei van hernieuwbare energie op land en neemt dit mee in de energie-afspraken. Daarbij is een expliciete koppeling met ruimtelijke ontwikkelingsstrategieën op zowel nationaal als regionaal niveau nodig.

We zetten in op voorkeursopties met een relatief gunstige netinpassing, gebalanceerde ruimtelijke inpassing en lage maatschappelijke kosten. Dit zijn bijvoorbeeld het realiseren van zonne-energie op daken voor eigen verbruik, het plaatsen van windturbines bij bedrijventerreinen en mobiliteitshubs en repowering van bestaande windparken.

Verschillende bronnen kennen verschillende uitdagingen bij verdere opschaling. Voor grootschalige windenergie op land moet rekening worden gehouden met langere doorlooptijd. Zonne-energie (op daken) is juist sneller schaalbaar, mits er geen netcongestie in een gebied is. Daarmee is de groei van zon-PV ook afhankelijk van de ontwikkeling van energieopslag, specifiek batterijen. De verwachting is dat na 2035 het aanbod van zowel zon- als windenergie een hoger groeitempo krijgt als de vraag verder elektrificeert en netcongestie vermindert.

De mogelijke ontwikkeling van Small Modular Reactors (SMRs) is geen reden om niet in te zetten op de doorgroei van hernieuwbare energie op land. Medeoverheden verkennen momenteel de potentie van SMRs. In de nationale SMR-strategie ziet het kabinet met name potentie bij industrieclusters en cluster-6-bedrijven. Financiële onzekerheid en commerciële beschikbaarheid van SMRs op de Nederlandse markt zijn

vooral nog uitdagingen om tot een initiatief te komen. Daarmee lijkt de implementatie van SMRs in het lokale systeem vooral een lange termijnoptie en is het noodzakelijk om voluit in te blijven zetten op zon- en windenergie op land.

De opschaling van groen gas speelt ook een belangrijke rol in de regio. De productie van groen gas heeft daarnaast een hele duidelijke lokale component. Zo kan groen gas worden geproduceerd van lokale grondstoffen zoals mest, waarmee in potentie ook methaan- en stikstofreductie kan worden gerealiseerd. Daarmee draagt mestvergisting bij aan een toekomstbestendige landbouw en een circulaire economie. Het kabinet stimuleert dan ook dat medeoverheden de ruimtelijke inpassing van groen gasinstallaties faciliteren in het lokale (ruimtelijke) beleid en vergunningverlening, bijvoorbeeld via het expertisecentrum groen gas en voorlichtingsbijeenkomsten.

9.4 Opschaling van lokale warmtesystemen is belangrijk in de mix van warmteoplossingen

Collectieve warmtenetten spelen een essentiële rol in het verduurzamen van de warmtevraag. De verduurzaming van de warmtevraag in de gebouwde omgeving vindt plaats door de gebouwschil te verbeteren door isolatie, ventilatie en kierdichting, en de warmtevoorziening te verduurzamen met een mix individuele warmtepompen en collectieve warmtenetten. Deze route is in het NPE van 2023 uiteengezet en nog steeds van toepassing. De actualisatie van de startanalyse van PBL - die in 2025 heeft plaatsgevonden - heeft het beeld bevestigd dat zowel individuele warmtepompen als collectieve warmtenetten voor een substantieel deel van de wijken de oplossing met de laagste nationale kosten zijn, al is er veel onzekerheid over het exacte aandeel. Het blijft onzeker in hoeverre groen gas op de lange termijn een betaalbare oplossing voor de gebouwde omgeving is en daarmee wat de rol van hybride warmtepompen in het eindbeeld zal zijn.

De uitdagingen rond netcongestie onderstrepen het belang om lokale warmtebronnen en warmteopslag te benutten waar dit kansrijk is. Dit is consistent met de gewenste ontwikkelrichting die in het NPE van 2023 was opgenomen om de inzet van schaarse energiedragers te beperken. Hiermee wordt zowel bedoeld op de inzet van groen gas als op de inzet van elektriciteit op momenten van schaarste in aanbod of door netcongestie. Collectieve warmtenetten kunnen met behulp van lokale warmtebronnen en warmteopslag een belangrijke bijdrage leveren aan het beperken van het beslag op schaarse energiedragers en het elektriciteitsnet. Daarnaast kunnen lokale warmtebronnen en warmteopslag ook een rol spelen bij de verduurzaming van

de warmtevraag in de industrie en landbouw. Hierbij ontstaat er door de groei van datacenters ook nieuw aanbod van rest-warmte dat benut kan worden.

Netcongestie kan met name een uitdaging zijn bij verduurzaming middels volledig elektrische warmtepompen, hoewel er veel ontwikkelingen plaatsvinden waarmee de netimpact verlaagd kan worden. In gevallen waar netcongestie een belemmering vormt voor directe overschakeling op volledig elektrische warmtepompen, hoeft de verduurzaming niet stil te staan. Hier kan bijvoorbeeld ingezet worden op isolatie in combinatie met een hybride warmtepomp. Modulaire of all-electric ready hybride concepten kunnen helpen om de uiteindelijke transitie naar een volledig elektrische warmtepomp makkelijker te maken.

Daarom blijft het kabinet inzetten op ambitieuze opschaling van warmtenetten. De uitrol van collectieve warmte loopt vooralsnog langzamer dan gehoopt. Met dank aan goede voortgang met wetgeving (Wet collectieve warmte, Wet gemeentelijke instrumenten warmtetransitie), de oprichting van de Nationale Deelneming Warmte (NDW) en door focus op kansrijke wijken wordt ingezet op versnelling. De doelstelling voor het aansluiten van bestaande woningen op collectieve warmte is bijgesteld van 500.000 in het NPE 2023 naar 200.000 extra aansluitingen in 2030 om een realistischer ambitieniveau te hanteren. De kansen voor succesvolle uitrol zijn hierbij op de korte termijn het grootst in wijken waar collectieve warmte significant lagere maatschappelijke kosten heeft dan de alternatieve warmteoplossingen en waar voldoende duurzame warmtebronnen beschikbaar zijn, helemaal als dit wijken zijn waar elektrische warmtepompen ruimtelijk moeilijk inpasbaar zijn. De lange termijn ambitie om collectieve warmte te realiseren daar waar dit de meest kosteneffectieve verduurzamingsroute is, blijft ongewijzigd.

Om deze ambities in zicht te houden is het van belang dat warmte betaalbaar is en dat de bestaande kennis en kunde in de sector behouden blijft. Hiervoor wordt het subsidie-instrumentarium gericht ingezet om bewoners een aantrekkelijk aanbod te kunnen doen en om financieringsrisico's van warmtebedrijven te dempen. Daarnaast wordt met de Autoriteit Consument & Markt (ACM) onderzocht welke mogelijkheden er zijn om de overstap naar een kostengebaseerde tariefregulering te versnellen. Ten slotte zijn de Nationale Deelneming Warmte en private warmtebedrijven gevraagd om gesprekken te starten over hoe een eventueel overname traject eruit kan komen te zien en is het mogelijk gemaakt dat de NDW als enig- of meerderheidsaandeelhouder instapt, zodat eventuele overnameprocedures versneld kunnen worden zonder toekomstige medeaandeelhouders uit te sluiten.

Verdere beleidsinzet bepaalt het kabinet op basis van het Interdepartementaal beleidsonderzoek (IBO) naar verduurzaming van de woningvoorraad richting 2050. Dit IBO geeft een gedetailleerder beeld van de status, uitdagingen en beleidsopties om de warmtetransitie te versnellen. Dit onderzoek wordt naar verwachting in september gepubliceerd.

9.5 Het Rijk doet dit samen met medeoverheden en netbeheerders

Om invulling te geven aan bovengenoemde opgaves is een goede interbestuurlijke samenwerking tussen ministeries en met medeoverheden en netbeheerders essentieel. Zo worden op meerdere niveaus energiebeelden ontwikkeld. Hierin wordt integraal naar vraag en aanbod gekeken van alle decentrale energiedragers. Op basis van de energiebeelden wordt scherp gemaakt wat er nu en in de toekomst mogelijk en nodig is aan opwek, opslag en verbruik om wonen, werken en verplaatsen mogelijk te maken. Deze worden in 2027 op ten minste provinciaal schaalniveau opgesteld.

De energiebeelden krijgen een vertaling in gebiedsuitwerkingen, waar de energetische belangen afgewogen worden in samenhang met andere publieke belangen. Op basis hiervan worden bestuurlijke keuzes gemaakt: deze krijgen vorm in energieafspraken tussen overheden. Uiterlijk eind 2028 zullen er op provinciaal gebiedsniveau energieafspraken zijn gemaakt. Hierbij vindt de check plaats of dit ook op nationaal niveau op telt en welke impact dit heeft op andere provinciale gebieden. Deze energiebeelden en afspraken zijn dan weer input voor het volgende NPE.

Het Landelijk Ondersteuningsprogramma Energietransitie (LOE) biedt ondersteuning aan (decentrale) overheden bij deze werkwijze. Drie bestaande programma's (NPRES, NPLW en SPIPE) bundelen hun krachten, kennis en expertise op het gebied van opwek, warmte en integraal programmeren in een landelijk ondersteuningsprogramma. Het LOE helpt overheden en netbeheerders om integraal en gebiedsgericht samen te werken aan de energietransitie in de volle breedte: energie, ruimte en

infrastructuur. Door inzicht te bieden in de opgave, een gezamenlijke aanpak te ontwikkelen, partijen te verbinden, knelpunten te agenderen en de voortgang zichtbaar te maken.

9.6 Ruimte, randvoorwaarden en faciliterende marktregels voor initiatief

De juiste marktprikkels en randvoorwaarden zijn nodig om partijen ruimte te geven om hun rol in het nieuwe energiesysteem te spelen. Lokale omstandigheden zijn bijna altijd verschillend waardoor lokaal maatwerk nodig is voor een gebiedsgerichte benadering van het energiesysteem. Toch kunnen een aantal generieke condities worden onderscheiden.

Het huidige markt- en reguleringskader is vaak nog gebaseerd op gescheiden rollen (producten/diensten). Nieuwe marktpartijen kunnen waarde creëren door rollen te combineren, pakketten van energiediensten aan te bieden en daarbij behorende verantwoordelijkheden op te pakken voor een bepaald gebied. Ook de inrichting van nettarieven, energietarieven en energiebelasting is van belang voor het beter benutten van de lokale energievoorziening. Zodat het gemakkelijker wordt om energie te gebruiken zonder het net te belasten. Dit geldt niet alleen voor individueel energiegebruik, maar ook in samenwerking op bedrijventerreinen en in woonwijken. Er moet ruimte zijn voor deze gebiedsgerichte innovaties, waarbij de succesvolle moeten worden opgeschaald om de potentie van decentrale energie-oplossingen te ontsluiten, zoals beschreven staat in de Kamerbrief versterking decentrale ontwikkelingen van het energiesysteem.¹⁴³

¹⁴³ Kamerstukken II 2025/26, 29 023, nr. 643.

9.7 De energietransitie is van en voor iedereen

Het kabinet zet in op beleid om burgers en bedrijven te ondersteunen in de energietransitie en mogelijke drempels weg te nemen. Dit alles om het wonen, werken en verplaatsen mogelijk te blijven maken en weerbaar te zijn. Het energiesysteem wordt steeds zichtbaarder in de leefomgeving en de transitie komt ook steeds vaker achter de voordeur, bijvoorbeeld met de installatie van een warmtepomp of een slimme energiemeter. Ook vraagt de transitie dat burgers, bedrijven en maatschappelijke organisaties spaarzaam en flexibel omgaan met energie. Sommige Nederlanders ervaren weinig grip hierop.

Daarom zet het kabinet in op het vroegtijdig ophalen van signalen bij burgers en bedrijven over de kansen en risico's die zij zien bij beleid en bij concrete projecten. Ook halen we gericht hun wensen en behoeften op en nemen we die mee bij de ontwikkeling van beleid en projecten. Er zijn al veel mensen, bedrijven en startups hard aan het werk met de energietransitie. Zo geven lokale initiatieven zoals energiegemeenschappen vorm aan het huidige en toekomstige energiesysteem. We willen voorkomen dat deze koplopers vastlopen in de complexiteit van de systeemwereld.

Energiegemeenschappen spelen een belangrijke rol in (de transitie naar) het energiesysteem van de toekomst. Ze kunnen de maatschappelijke betrokkenheid bij de energietransitie versterken, bijvoorbeeld door een brug te slaan tussen de gemeenschap en de gemeente. Ook maken ze lokaal zeggenschap mogelijk en kunnen ze vanwege hun lokale karakter en vertrouwen van hun leden bijdragen aan het lokaal afstemmen van vraag en aanbod van energie. Daarom zet het kabinet zich in om zoveel mogelijk belemmeringen voor energiegemeenschappen weg te nemen, risico's te mitigeren en kansen te benutten. Zo wordt onder andere ingezet op de versterking van provinciale en regionale koepels, waardoor energiegemeenschappen beter ondersteund kunnen worden bij de opbouw van een robuuste organisatie. Ook worden energiegemeenschappen ondersteund met de SCE en het Ontwikkelfonds. Hoewel energiegemeenschappen van oudsher voornamelijk waren gericht op het ontwikkelen van duurzame energieopwekking, is het van belang steeds meer te zoeken naar integrale oplossingen met bijvoorbeeld opslag en de combinatie van elektriciteit en warmte. Daarmee wordt al volop geëxperimenteerd.



10.

Versterken systeemsturing

10.1 De noodzaak van systeemsturing

Dit kabinet pakt meer regie in de benodigde samenwerking voor tijdige ontwikkeling van vraag, aanbod en infrastructuur van het energiesysteem. Het kabinet wil scherpere keuzes realiseren over wat, waar, wanneer en hoe mogelijk is in de energietransitie. Dit doet het kabinet niet alleen: het werkt samen met medeoverheden, netwerkbeheerders en andere relevante stakeholders, die daarbij elk hun eigen rol en verantwoordelijkheid hebben. Samenwerking is noodzakelijk, aangezien partijen onderling van elkaar afhankelijk zijn. Dit vraagt om een goed samenspel, zodat ieder zijn rol optimaal kan spelen.

Als gevolg van grote maatschappelijke uitdagingen, zoals schaarste aan fysieke ruimte, grondstoffen en financiële middelen, kan niet alles. Bovendien kan vanwege schaarste, bijvoorbeeld aan arbeid, niet alles tegelijk, terwijl er op veel vlakken juist meer tempo gewenst is. Daarnaast is het niet altijd duidelijk welk energiesysteem in een gebied gewenst is en hoe deze vervolgens ook te realiseren. Dit terwijl het versneld realiseren van het energiesysteem gewenst is, aangezien het faciliterend is aan ruimtelijk-economische ontwikkelingen en verduurzaming.

Het NPE en het PEH vormen voor het kabinet de basis van systeemsturing, die middels steeds verdere concretisering van

wetgeving en instrumenten wordt uitgewerkt. Keuzes over wat en waar – met het NPE en PEH als referentiekader – gaan over welke energievoorziening waar mogelijk wordt: de inrichting van de energie-infrastructuur voor het hoofdnet, sturing op opslag, tempo in de ontwikkeling van vraag-aanbod en locatiegerichte vraagontwikkeling. Deze keuzes worden vervolgens vertaald in de tijd, zodat duidelijk is wanneer bepaalde energiefuncties gerealiseerd moeten worden. Ten slotte worden via normering, beprijzing, of subsidie de keuzes over het hoe gemaakt. Het kabinet werkt systeemsturing langs drie lijnen, hieronder toegevoegd, uit.

10.2 Versterken van locatiesturing

Met het verwachte Programma Energiehoofdstructuur II (PEH II), geplande publicatie in 2028, wordt de locatiesturing versterkt. Dit geldt voor onder meer grootschalige productie (zoals aanlanding van windenergie en kerncentrales), opslag (zoals batterijen), conversie (zoals elektrolyse en regelbare centrales) en energie-infrastructuur. Het PEH II is een beleidskader van de locaties voor nationale energiefuncties en werkt actief aan het beschikbaar maken van benodigde ruimte op die locaties. Daarnaast zal in het PEH II de verhouding tussen locatiesturing en netkosten voor het volledige energiesysteem geanalyseerd worden.¹⁴⁴

¹⁴⁴ In het IBO-bekostiging elektriciteitsinfrastructuur is berekend dat locatiesturing in ieder geval kan leiden tot € 12,5 miljard besparing op de netkosten op basis van locatiesturing op batterijen en elektrolyse.

Ook voor de decentrale ontwikkelingen in het energiesysteem is versteviging van locatiesturing nodig. Ruimte voor energieproductie en energie-infrastructuur zijn belangrijk om in samenhang met de energievraag vroegtijdig een plek te geven in ruimtelijke plannen. Het kabinet werkt daarom aan een wetsvoorstel om via het omgevingsrecht decentrale overheden meer mogelijkheden te geven om op decentraal niveau ruimtelijk te sturen op de samenhang tussen ruimtelijke ontwikkelingen en de ontwikkeling van het energiesysteem.

10.3 Verstevigen van sturing op realisatie in de tijd

Het kabinet wil beter en transparanter zichtbaar hebben welke infrastructuur er al ligt, wat er wanneer gepland is en welke keuzes nog nodig zijn, zodat de vele afhankelijkheden tussen de realisatie van verschillende energiefuncties op hetzelfde moment (en ook nog vaak in dezelfde omgeving) beter op elkaar kunnen worden afgestemd.

De netbeheerders ontwikkelen hiervoor een gezamenlijk adaptief referentiekader, dat zekerheden, maar ook witte vlekken, knelpunten en onderlinge afhankelijkheden in energie-infrastructuur in kaart brengt; de integrale systeemplanning. Deze integrale systeemplanning voor de hoofdnetten en essentiële puntinfrastructuur (dit omvat net

op zee, hoogspanning, waterstof, CCS-infra en op termijn de (gedeeltelijke) uitgebruikname van het gasnetwerk),¹⁴⁵ wordt op basis van de investeringsplannen en binnen de ruimtelijke kaders van het PEH II en de kaders voor de wenselijke energiemix van het NPE uitgewerkt. Hiermee wordt inzichtelijk welk deel van de planning van hoofdnetten en essentiële puntinfrastructuur reeds in planning is en over welk deel nog onzekerheid bestaat. De integrale systeemplanning beoogt daarmee om zowel het Rijk, netbeheerders als decentrale overheden een adaptief referentiepunt te bieden van de stand van zaken van de huidige, geplande, en - zoveel als mogelijk - de (toekomstig voorziene) infrastructuur, op basis waarvan vervolgkeuzes gemaakt kunnen worden. Het fungeert dan als een verbinding in de cyclus van de beleidsproducten NPE, PEH, MIEK en de investeringsplannen, Keuzes Integraal Energiesysteem (KIES) en Financiële Impact van het Energiebeleid voor Netbeheerders (FIEN)¹⁴⁶ van de netbeheerders. De agendering via het product KIES krijgt ook een vaste plek in de beleidsmatige energie- en klimaatcyclus, die de minister van Klimaat en Groene Groei kan benutten bij het afwegen van aanvullend beleid en het opstellen van een volgend NPE. Bovendien zullen netbeheerders via de netwerktoets¹⁴⁷ de impact van nieuw beleid op de benodigde infrastructuur inzichtelijk maken.

¹⁴⁵ Niet zijnde een verplichting op grond artikel 3.36 van de Energiewet tot het opstellen van investeringsplannen om de netcapaciteit uit te breiden.

¹⁴⁶ De netbeheerders brengen in FIEN jaarlijks de lange termijn investeringsopgave en de tariefimpact in kaart, zodat de verwachte kosten van benodigde infrastructuur integraal kunnen worden meegewogen bij systeembeslissingen.

¹⁴⁷ De eerste pilot van de netwerktoets is bij de voorjaarsbrief energie en klimaat van 27 maart 2026 aan de Tweede Kamer toegezonden. Ook voor 2027 heeft Netbeheer Nederland een netwerktoets voorzien.

Provincies en gemeenten zorgen ervoor dat energieplannen uit het NPE en PEH regionaal en lokaal een plek krijgen. De energiebeelden, gebiedsuitwerkingen en energie-afspraken zijn hierbij de regionale doorvertaling van het NPE. In hun rol om de realisatie van het energiesysteem vorm te geven, hebben de medeoverheden ook een belangrijke rol in het signaleren van knelpunten en de daarbij te maken keuzes. Via een gebieds-gerichte aanpak maken ze inzichtelijk welke centrale systeem-keuzes nodig zijn om op decentraal niveau het maatschappelijke gewenste energiesysteem te realiseren.

Op basis van de integrale systeemplanning en decentrale agendering, kan de minister van Klimaat en Groene Groei, na overleg met netbeheerders, medeoverheden en collega-bewindspersonen, de noodzakelijke systeemkeuzes van grote maatschappelijke waarde maken ('programmeren'). Hierbij streeft het kabinet naar maximale doelmatigheid in haar besluitvorming over de toekomstige aanleg van energie-infrastructuur, sturing op opslag, tempo in de ontwikkeling van vraag-aanbod en locatiegerichte vraagontwikkeling. Het MIEK (Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat) speelt hier ook een rol in door het maken van keuzes voor de tijdige realisatie van energie-infrastructuur. De Tweede Kamer wordt in de eerste helft van 2027 geïnformeerd over de wijze waarop het MIEK invulling zal geven aan systeemsturing door middel van programmeren.

10.4 Versteven van de uitgangspunten voor en toepassing van langetermijnsenario's

Een belangrijke basis voor het versteven van locatiesturing, versteviging van realisatie in de tijd en het vergroten van grip op de kosten ligt in het opstellen van de langetermijnsenario's. Langetermijnsenario's voor het energiesysteem worden opgesteld door verschillende partijen; in het publieke domein gebeurt dat o.a. door onderzoeksinstituten PBL en TNO en door de netbeheerders. Langetermijnsenario's voor het energiesysteem worden gebruikt voor meerdere doelen zoals de investeringsplannen van de netbeheerders, analyse van de leveringszekerheid, congestie-inschattingen, internationale studies over interconnectie en inzicht in de kosten. Ook het kabinet maakt bij zijn visievorming voor het NPE gebruik van inzichten uit langetermijnsenario's. Langetermijnsenario's zijn geen blauwdruk voor de toekomst, maar geven wel de mogelijkheid de toekomst en mogelijke beleidskeuzes voor het energiesysteem te verkennen. Daarvoor is het belangrijk goed te kunnen begrijpen waartoe verschillende scenario's worden opgesteld, welke aannames worden gehanteerd en hoe scenario's zich onderling verhouden.

De netbeheerders werken met een set van verschillende scenario's, die de verschillende doelen bedienen. De scenario's representeren verschillende mogelijke ontwikkelpaden, waarbij zowel hoekpuntsenario's als een middenscenario worden ontwikkeld. Wettelijk moeten de scenario's rekening houden met het vastgestelde beleid. Het middenscenario sluit daartoe zoveel mogelijk aan bij de kabinetsvisie in het NPE. Maar de scenario's moeten ook gebruik maken van andere inzichten, zoals beleid van medeoverheden, actuele aansluitbehoefte van

klanten, actuele inzichten over andere ontwikkelingen, en overwegingen van experts en stakeholders die betrokken worden in het scenarioproces. Naast een middenscenario zijn andere scenario's onder andere gericht op het in beeld brengen van de mogelijke variatie in impact voor de verschillende infrastructuren (elektriciteit, gas, waterstof).

Er zal tijdens de transitie altijd onzekerheid blijven, waardoor inherent ook risico bestaat op onder- en overinvesteringen.

Door de cyclische en iteratieve aard van zowel scenarioproces en het daarop gebaseerde proces richting investeringsplannen van de netbeheerders als de visie- en beleidsvorming van het rijk en medeoverheden kunnen de verschillende betrokkenen echter steeds verder bouwen op elkaars inzichten en kan ieder in zijn proces nog (deels) bijsturen wanneer daar aanleiding toe is. Daarmee wordt de onzekerheid over toekomstige ontwikkelingen steeds verder ingekaderd. Op die manier kunnen betrokkenen steeds beter preciseren welke aanvullingen of aanpassingen in systeemontwikkeling en -sturing nodig zijn en wordt het risico op over- en onderinvesteringen zoveel mogelijk beperkt.

Het kabinet ziet het groeiende belang van deze langetermijns-scenario's en hecht eraan dat verschillen tussen verschillende scenario's, projecties, plannen en verkenningen onderling goed uitlegbaar zijn. Ook voor de ACM is de uitlegbaarheid van de scenario's van belang om bij hun toets van de investeringsplannen van de netbeheerders te kunnen beoordelen of deze op deugdelijke uitgangspunten zijn gebaseerd. Het kabinet werkt er samen met de netbeheerders aan om het proces van de totstandkoming van scenario's, zoals dat in afgelopen jaren is opgezet, verder te ontwikkelen en maakt hierover nadere werkafspraken met de netbeheerders, oog houdend voor ieders rol en de wettelijke vereisten.

10.5 Rollen en verantwoordelijkheden in de realisatie van het energiesysteem

Samen werken het kabinet, netbeheerders en medeoverheden aan systeemsturing waarin:

1. het kabinet helder en consistent de gewenste koers uitzet voor de ontwikkeling van vraag en aanbod en de ruimtelijke kaders;
2. de medeoverheden ervoor zorgen dat energieplannen uit het NPE en PEH lokaal een plek krijgen en benodigde centrale systeemkeuzes inzichtelijk maken;
3. de netbeheerders, het kabinet en kennispartners zorgen voor congruentie tussen aannames en uitgangspunten die als input dienen voor verschillende scenario's zodat de sturing op de energietransitie zoveel mogelijk vanuit een consistente kennisbasis kan plaatsvinden;
4. de netbeheerders zorgen voor de toepassing van de langetermijns-scenario's in de investeringsplannen, met daarbij een transparante toelichting op onder andere eventuele afwijkingen op beleidskeuzes uit het NPE of PEH. Dit brengt ook de ACM in goede positie om de plannen inhoudelijk te toetsen;
5. de ACM de investeringsplannen van de netbeheerders toetst op noodzakelijkheid en navolgbaarheid, om de passende ontwikkeling van infrastructuur te borgen;

6. de netbeheerders met elkaar zorgen voor een adaptieve integrale systeemplanning die de voorziene ontwikkeling van de infrastructuur in de tijd schetst, gebaseerd op de investeringsplannen van de netbeheerders en de kabinetsvisie op de energietransitie zoals neergelegd in het NPE en het PEH. Door periodieke en iteratieve aanpassing borgt dit dat wordt toegewerkt naar passende infrastructuur voor het energiesysteem van de toekomst, met voldoende oog voor de onzekerheden die ten aanzien van de toekomstige ontwikkeling spelen;
7. het kabinet samen met medeoverheden zorgt voor de regeling waarmee de maatschappij de beoogde koers kan volgen;
8. het kabinet noodzakelijke systeemkeuzes maakt en deze goed in regio's laat landen;
9. de netbeheerders zorgen conform de wettelijke vereisten voor tijdige ontwikkeling van de bijpassende adequate infrastructuur, die over de duur van kabinetten heen de koers kan accommoderen;
10. de netbeheerders samen met het kabinet en de medeoverheden middels energiebeelden en gebiedsuitwerkingen werken aan het vergroten van het inzicht in locatiekeuzes voor lokale vraag, opslag en aanbod en de effecten op infrastructuur. Deze inzichten kan het kabinet gebruiken voor beleidskeuzes in het PEH en het NPE;
11. de netbeheerders zich ten aanzien van congestieraming en afbouw van infra baseren op actuele verwachtingen van netbelasting bij bestaande marktverwachtingen en beleid;

12. de netbeheerders, het kabinet en kennispartners werken aan beter inzicht in de ontwikkeling van kosten en baten van de infrastructuur in relatie tot overige onderdelen van het energiesysteem, mogelijkheden tot kostenbesparing ten aanzien van benodigde infrastructuur, en het kostenbeeld bij alternatieve ontwikkelingen. Het kabinet kan deze inzichten gebruiken bij het afwegen van nieuwe beleidskeuzes, waarmee het kabinet grip houdt op de kosten van de transitie.

De iteratie die via dit proces ontstaat tussen visie- en beleidsvorming en infrastructuurplanning helpt zowel het kabinet, medeoverheden als netbeheerders bij het maken van optimale, samenhangende keuzes ten aanzien van infrastructuur- en systeemontwikkeling, en beperkt het risico op zowel onderontwikkeling als overontwikkeling van benodigde infrastructuur.



11.

Kosten energiesysteem

11.1 Inleiding

Dit hoofdstuk gaat in op de verwachte kostenontwikkeling van het toekomstige duurzame energiesysteem en hoe het kabinet hiermee omgaat. In dit hoofdstuk wordt eerste de verwachte kostenontwikkeling beschreven (paragraaf 11.2) en daarna wordt aangegeven welke stappen het kabinet zet om de kosten te verlagen (paragraaf 11.3), hoe de kosten door met name de eindgebruikers worden betaald waar dat kan en dat maatschappelijk gewenst is (paragraaf 11.4) en wat deze kostenontwikkeling en verdeling betekent voor de overheidsbegroting (paragraaf 11.5). Dit hoofdstuk eindigt met uitgangspunten voor beleid (paragraaf 11.6).

De transitie naar een duurzaam en betrouwbaar energiesysteem brengt een complex trilemma met zich mee: hoe zorgt de overheid dat energie en de energietransitie betaalbaar is en blijft voor huishoudens, bedrijven en de samenleving als geheel, zonder afbreuk te doen aan duurzaamheidsdoelstellingen en de betrouwbaarheid van het energiesysteem? Investeren in een duurzaam en betrouwbaar energiesysteem brengt significante kosten met zich mee: denk aan investeringen

in verduurzamingstechnieken en kosten voor (duurzame) brandstoffen die bedrijven en huishoudens moeten opbrengen. Daarnaast is het essentieel om de betrouwbaarheid van het energiesysteem te waarborgen, zoals het garanderen van een stabiel energienet en het kunnen voldoen aan de energievraag op elk moment. Om de energietransitie betaalbaar te houden wil het kabinet het totaal van deze kosten zo laag mogelijk houden voor huishoudens, maatschappelijke organisaties en bedrijven, en tegelijkertijd de overheidsuitgaven beheersbaar houden.

Om de betaalbaarheid van de transitie te waarborgen, moet er beter inzicht komen in de verschillende kosten van het energiesysteem. Hierbij gaat het om inzicht in de totale kosten voor verduurzaming: investeringen (capital expenditures, CAPEX) en operationele kosten (operating expenditures, OPEX) en brandstofkosten, maar ook in hoe deze kosten bij eindgebruikers terechtkomen (zie tekstbox 4). In de Klimaat- en Energienota 2025 is aangekondigd om, via het meerjarige kennisprogramma Energietransitie Integraal Kostenbeeld (EIK, zie tekstbox 5), het inzicht in de verschillende kosten van de energietransitie te vergroten.

Tekstbox 4: Definities verschillende soorten kosten

Er zijn verschillende soorten kostenbegrippen met elk een eigen definitie:

- **Nationale (systeem)kosten:** de totale nationale kosten van het energiesysteem voor Nederland als geheel, waarbij als het ware op één punt alle kosten en baten samenkomen. De systeemkosten bestaan uit drie componenten: Jaarlijkse kapitaallasten (CAPEX, berekend uit investeringskosten en levensduur), jaarlijkse operationele lasten (OPEX) en brandstofkosten. Overdrachten tussen actoren, zoals winsten, subsidies en belastingen, maken geen onderdeel uit van deze kosten omdat dit kosten voor de een, maar baten voor een ander betekenen.
- **Eindgebruikerskosten:** de vaste en variabele kosten voor consumenten, bedrijven en maatschappelijke organisaties voor hun energieverbruik en -productie en verduurzaming van hun bezit. Dit hangt samen met het verdelingsvraagstuk van de kosten.

EIK zorgt voor een integraal kostenbeeld en draagt daardoor bij aan betere besluitvorming. De huidige kosteninzichten komen voort uit meerdere studies, zoals prognoses van netbeheerders van de investeringsopgave in de energie-infrastructuur (Financiële Impact Energietransitie voor Netbeheerders, FIEN), studies over de kosten van duurzame elektriciteitsopwekking of over verduurzaming van het eindgebruik. Hoewel deze studies op zichzelf waardevol zijn, is het cruciaal om beleidskeuzes te maken op basis van integrale systeemkostenstudies. De FIEN-studies uit 2025 en 2026 concluderen bijvoorbeeld dat de investeringen in de elektriciteitsinfrastructuur richting 2040 fors toenemen en daardoor ook de verwachte netwerktarieven voor eindgebruikers.^{148, 149} Om conclusies te kunnen trekken over de meest effectieve verduurzamingsroutes moeten echter de kosten van verschillende manieren van energieproductie en de verduurzamingskosten van de eindgebruikers óók worden meegewogen. Daaruit blijkt dat tegenover stijgende netwerkkosten ook dalende kosten op andere plekken in het energiesysteem staan. Binnen EIK worden daarom meerdere scenario's op systeemniveau onderzocht.¹⁵⁰

¹⁴⁸ PWC (2025). Financiële Impact Energietransitie voor Netbeheerders ("FIEN+").

¹⁴⁹ PWC (2026). Financiële Impact van het Energiebeleid voor Netbeheerders 2026.

¹⁵⁰ Het startrapport EIK, waar in dit hoofdstuk veel gebruik van wordt gemaakt, biedt voor het eerst dergelijke integrale inzichten. Binnen EIK wordt momenteel gewerkt aan actualisatie van gebruikte data en verbeteringen in de methodiek. Vanwege de timing van de verschillende publicaties zijn de resultaten in het EIK-startrapport bijvoorbeeld nog gebaseerd op de FIEN-studie uit 2025.

Tekstbox 5: Kennisprogramma EIK

Om meer grip te krijgen op de toekomstige systeemkosten zijn de publieke kennisinstellingen CBS, CPB, PBL, RVO en TNO, op verzoek van het kabinet in september 2025 gestart met het meerjarig kennisprogramma Energietransitie Integraal Kostenbeeld (EIK).

EIK ontwikkelt een samenhangende kennisbasis van data, modellen en methodieken om de financiële gevolgen van keuzes in het energiesysteem inzichtelijk te maken. Het programma werkt toe naar een integraal kostenbeeld dat naast de totale systeemkosten, ook de verdeling laat zien over huishoudens, bedrijven en overheid, inclusief macro-economische en externe effecten.

EIK onderscheidt zich door de samenhang van het onderzoek en door integratie van verschillende expertises. Systeemanalyses en scenario's worden gecombineerd met

economische doorrekeningen, verdelingseffecten, statistische onderbouwing en praktijkinformatie over projecten en businesscases. Hierdoor ontstaat een transparant raamwerk voor het analyseren van kosten, de verdeling daarvan, en inzicht in de kostenontwikkeling onder uiteenlopende beleidskeuzes en verschillende transitiepaden. De resultaten bieden beleidsmakers handvatten bij keuzes in het energiesysteem en ondersteunen bij de verdere uitwerking van het beleid.

De komende jaren werken partijen aan de kennisbasis voor het volledig integraal kostenbeeld. Inmiddels zijn eerste resultaten gepubliceerd, waaronder analyses van de huidige systeemkosten, het belang van investeringen in Europese transmissienetwerken, de huidige en historische uitgaven en inkomsten van de overheid en een eerste prototype dat scenario's, beleidsimpact en kostenverdeling samenbrengt. Daarnaast is in de Startrapportage een synthese opgesteld van de huidige inzichten van EIK en al bestaande literatuur. Alle resultaten zijn te vinden op [Energietransitie Integraal Kostenbeeld - Energy.nl](https://www.energy.nl/nieuws/energiesysteem/energiesysteem-integraal-kostenbeeld).

11.2 De kostenstructuur en de totale kosten van het toekomstig energiesysteem

11.2.1 Kosten en baten van nieuw energiesysteem

De baten van de energietransitie, zoals energieonafhankelijkheid, vermeden klimaatschade en minder luchtverontreiniging, zijn hoger dan de kosten. Op mondiaal niveau zijn de potentiële baten van extra mitigatie substantieel en overstijgen in veel studies de macro-economische mitigatiekosten.¹⁵¹ De macro-economische kosten van mitigatie die de opwarming beperken tot onder 2° C liggen voor de Europese Unie tussen 0-2,5% van het bbp, terwijl de vermeden klimaatschade in 2100 hierbij op 2-13% van het mondiale bbp ligt¹⁵². Daarnaast heeft de transitie ook directe nationale effecten. Zo verkleint de overstap naar een duurzaam systeem de directe blootstelling aan geopolitieke prijsschokken. Op dit moment is grofweg de helft van de systeemkosten importkosten van fossiele brandstoffen en deze kosten zijn bijna verdubbeld na het sluiten van de Straat van Hormuz. Ook verminderen elektrificatie en schonere energiebronnen luchtverontreiniging, wat vervolgens weer leidt tot lagere zorgkosten, hogere arbeidsproductiviteit en verbeterde kwaliteit van de leefomgeving. Daarnaast leidt emissiereductie

tot minder druk op onze natuur en ecosystemen.¹⁵³ Een recente studie naar de baten van de energietransitie laat tevens zien dat de transitie de energiezekerheid verbetert doordat de afhankelijkheid van energie-importen afneemt en er in eigen land meer (schone) energie wordt geproduceerd. Ook heeft de transitie een positief effect op de werkgelegenheid en leidt de vermindering van vervuiling als gevolg van fossiele brandstoffen tot minder verzuimdagen en lagere nationale gezondheidsuitgaven voor aandoeningen aan de luchtwegen en andere ziekten.¹⁵⁴ Hierom zijn de maatschappelijke kosten van niet verduurzamen erg hoog en is de energietransitie, ondanks de bijkomende kosten, maatschappelijk zeer wenselijk.

De systeemkosten van het energiesysteem stijgen in de periode 2025-2050. Figuur 11.1 toont de resultaten van een recente verkennende studie van TNO over de ontwikkeling van de totale systeemkosten van het energiesysteem vanaf 2030 bij verschillende klimaatneutrale scenario's.¹⁵⁵ De systeemkosten in deze figuur omvatten de kosten voor de energievoorziening, de energie-infrastructuur en voor investeringen in verduurzaming van huishoudens en bedrijven, inclusief productie van energie, producten en diensten ten behoeve van de export.

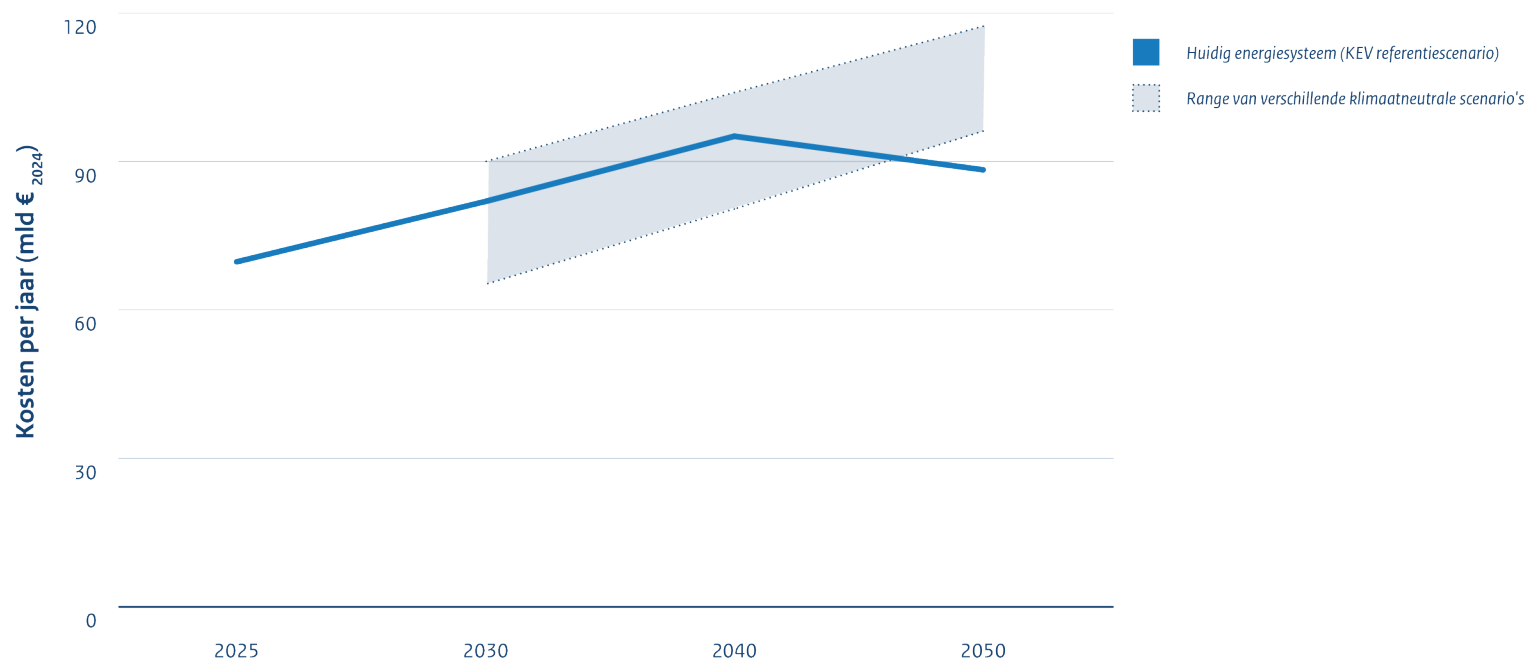
¹⁵¹ RVO (2026). Kosten van de energietransitie: Synthese van kennis en kennislacunes.

¹⁵² IPCC. (2022). Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (AR6 WGIII), Section 3.6.1.2. Cambridge: Cambridge University Press.

¹⁵³ RVO (2026). Kosten van de energietransitie: Synthese van kennis en kennislacunes.

¹⁵⁴ McKechnie & Udding (2026). Free!?* energy transition: including the monetized value of climate, health, energy security and macroeconomic effects in the Netherlands.

¹⁵⁵ TNO (2026). Project INKTVIS; bouwen aan zicht op de kosten van de energietransitie.



Figuur 11.1 Ontwikkeling van de totale systeemkosten van het energiesysteem in de periode 2025-2040. Bron: TNO¹⁵⁶

Waar de kosten volgens het referentiescenario in 2025 rond de €70 miljard liggen, kunnen ze in 2050 volgens TNO oplopen tot €100 miljard of zelfs €120 miljard.¹⁵⁷ Belangrijk om hierbij op te merken is dat de systeemkosten tussen 2025 en 2050 ook zullen stijgen bij ongewijzigd beleid (het KEV-referentiescenario), terwijl dan geen klimaatneutraliteit wordt gerealiseerd. Onder andere de

extra energievraag door verwachte toename van de bevolking en groei van de economie en verwachte ontwikkeling van de prijzen van energiedragers en uitstootrechten dragen bij aan deze stijging. De kosten van het huidige systeem zijn ook gevoelig voor de marktprijzen. In de TNO-studie zijn alle scenario's doorgerekend met hoge en lage energieprijzen, gebaseerd op de bandbreedtes

¹⁵⁶ TNO (2026). Project INKTVIS; bouwen aan zicht op de kosten van de energietransitie.

¹⁵⁷ Alleen het KEV-reconstructiescenario (grijze lijn), waarin de klimaatdoelen niet worden gehaald en het energiesysteem grotendeels fossiel blijft, laat een duidelijk afwijkend kostenpad zien ten opzichte van de overige scenario's. In vergelijking met scenario's waarin de klimaatdoelstellingen wel worden gerealiseerd, resulteert dit in een ander kostenprofiel over de tijd. Het verschil in de kostenontwikkeling tussen het KEV-reconstructiescenario en de overige scenario's weerspiegelt in belangrijke mate de extra investeringen die nodig zijn om de klimaatdoelstellingen te realiseren.

uit de Klimaat- en Energieverkenning 2025. Echter, bij de energieprijzen die in de energieschok van voorjaar 2026 op de markt golden, komt het 2025 referentiebeeld op een totaal van bijna €96 miljard uit, wat duidelijk maakt hoezeer de kosten van het huidige systeem worden bepaald door volatiele marktprijzen.

De kosten van een duurzaam energiesysteem in 2050 bedragen ongeveer hetzelfde deel van het bbp als in 2025.

TNO schat de gemiddelde jaarlijkse kostenstijging van 2025 tot 2050 in de orde van grootte van 1,0% tot 2,1%. De gemiddelde historische economische groei in Nederland bedraagt sinds 2008 ongeveer 1,3% per jaar en de scenario's van de Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving (WLO-scenario's) gaan voor de toekomst uit van een gemiddelde jaarlijkse groei tussen 0,5% en 2%. De relatieve uitgaven aan het energiesysteem ten opzichte van het verwachte bbp kunnen daarmee ongeveer gelijk blijven in die periode (ongeveer 6%).¹⁵⁸

De samenstelling van het energiesysteem en inschattingen van de omvang van de energie-intensieve productie bepalen de exacte hoogte van de totale kosten. Een energiesysteem met meer elektrificatie waar dat technisch kan is bijvoorbeeld goedkoper dan een energiesysteem met meer waterstof, ondanks de extra noodzakelijke investeringen in het elektriciteitsnet. Daarnaast zien we dat scenario's met meer (energie-intensieve) industriële productie een hogere energievraag kennen, en daardoor hogere totale jaarlijkse systeemkosten. Daar tegenover staan potentiële baten als grotere economische activiteit, toeneemende werkgelegenheid en meer strategische autonomie. De kosten en baten van systeemkeuzes moeten daarom zorgvuldig worden gewogen (zie paragraaf 11.4).

¹⁵⁸ TNO (2026). Project INKTVIS; bouwen aan zicht op de kosten van de energietransitie.

¹⁵⁹ IEA (2025). World Energy Outlook & IEA (2025) Renewables.

Er is nog veel onzekerheid; daarom is versterking en aanscherping van de kostenbeelden cruciaal. Het huidige kostenbeeld is nog incompleet en het kan zijn dat de kosten van specifieke technologieën sterker dalen dan nu verwacht, bijvoorbeeld vanwege technologische ontwikkelingen. Zo daalden de kosten van zonne-energie, windenergie op land en windenergie op zee de afgelopen tien jaar met respectievelijk 80%, 65% en 50%.¹⁵⁹ Om misinvesteringen zoveel mogelijk te voorkomen, blijft het actief monitoren van de (toekomstige) systeemkosten en het meewegen hiervan in beleid cruciaal. In volgende actualisaties van het NPE blijft de doorwerking van systeemkeuzes in het kostenbeeld terugkomen. Daarnaast is de inzet om het integrale kostenbeeld nadrukkelijk mee te wegen in de reguliere klimaat- en energiebesluitvorming, in lijn met de KEV.

11.2.2 Veranderende kostenstructuur

De structuur van de systeemkosten verandert richting 2050 aanzienlijk. De kosten van het huidige systeem zijn vooral operationele kosten waaronder (fossiele) brandstofkosten, zoals gas en olie. De kosten van het toekomstige energiesysteem worden voor een veel groter deel gevormd door investerings- en vervangingskosten voor duurzame opwektechnologie, infrastructuur en verduurzaming van het eindgebruik. De toekomstige energie-opwek bestaat namelijk vooral uit productiemethodes, zoals zon- wind, en kernenergie, die hoge investeringen kennen, en geen of relatief lage brandstofkosten. Er zal er in een volledig klimaatneutraal energiesysteem nog altijd sprake zijn van kosten die gepaard gaat met import van energiedragers, zoals biograndstoffen, duurzaam geproduceerde waterstofdragers of energie-intensieve grond- en brandstoffen.

Omdat deze grond- en brandstoffen met name in specifieke sectoren worden ingezet, en naar verwachting op veel plekken in de wereld worden geproduceerd, wordt de kwetsbaarheid van onze economie – bijvoorbeeld door prijsschokken of toeleveringsproblemen – waarschijnlijk aanzienlijk lager.

De verschuiving in de kostenstructuur leidt voor gebruikers tot een groter aandeel van vaste kosten in de energie-uitgaven en significante initiële investeringen die zich over een langere termijn terugbetalen. Eindgebruikers krijgen te maken met significante investeringen en bijbehorende kapitaallasten in eigen duurzame installaties, zoals warmtepompen, geëlektrificeerde productiemethodes en laadpalen; daardoor gaan vaste kosten een groter deel van de energie-uitgaven vormen. Daartegenover zullen voor veel gebruikers lagere kosten staan voor het daadwerkelijke energiegebruik. De kosten voor eindgebruikers lopen daarmee op de baten vooruit, omdat de investeringen eerder gemaakt moeten worden. Dit kan voor (een deel van) de huishoudens en bedrijven een opgave zijn (zie paragraaf 11.4).

11.3 Verlagen van de totale kosten van het energiesysteem

Het kabinet streeft ernaar om de geraamde kostenstijging te verlagen, maar weegt ook andere maatschappelijke belangen, zoals de beschikbaarheid van voldoende energie, energieonafhankelijkheid, rechtvaardigheid en strategische autonomie. Voldoende (duurzame) energie is essentieel voor een florierende economie en samenleving. Energiegebruik is onlosmakelijk verbonden met het verwarmen van woningen, rijden in een

auto of het produceren van goederen en daarmee economische waarde. Beschikbaarheid van voldoende energie heeft kortom grote maatschappelijke waarde. Daarnaast kunnen er andere redenen zijn om niet uitsluitend te streven naar het systeem met de laagste kosten. Het waarborgen van leveringszekerheid, het vergroten van strategische autonomie, ruimtelijke inpassing, rechtvaardigheid en andere maatschappelijke belangen kunnen hogere kosten acceptabel maken. Het kabinet weegt deze publieke belangen en stuurt hierbij op de hoogste maatschappelijke waarde.

11.3.1 Verlagen kosten door te sturen op systeemkeuzes

Met het (geactualiseerde) NPE zet het kabinet in op systeemkeuzes die de toekomstige systeemkosten beperken. Zo wil het kabinet sterker inzetten op het elektrificeren van een groter deel van de energie-intensieve industrie, omdat dit volgens de actuele kostenverwachtingen gunstiger is dan de alternatieven (zie hoofdstuk 4). Ook ziet het kabinet een beperktere rol voor ontwikkeling en het gebruik van gasvormige hernieuwbare waterstof in Nederland dan voorzien in het NPE uit 2023 en gaat het uit van meer import van waterstofrijke grond- en brandstoffen (zie hoofdstuk 5). Ook bij het bepalen van de beleidsinzet voor de gewenste mix aan productietechnieken voor CO₂-vrije elektriciteit maakt het kabinet gebruik van actuele kosteninzichten, waarbij het zowel de productiekosten als verdere systeemkosten (zoals infrastructuur) meeweegt. Daarnaast benadrukt het kabinet ook het belang van energiebesparing. Energiebesparing kan miljarden euro's aan kosten vermijden.¹⁶⁰ Om ook in de toekomst goed en steeds beter geïnformeerd te zijn over de kosten(verdeling) van verschillende systeemkeuzes,

¹⁶⁰ TNO (2025). De rol van energiebesparing in het energiesysteem. Kwantificering van de multiple benefits van energiebesparing.

werkt het kabinet aan het vergroten van de kennisbasis op dit gebied via het eerdergenoemde kennisprogramma EIK. Deze inzichten kunnen meegenomen worden in toekomstige herijkingen van het NPE en andere besluitvormingsmomenten.

Tijdens de transitie streeft het kabinet er ook naar om de totale systeemkosten te verlagen door proactief te sturen op de ruimtelijke inrichting van het energiesysteem. Energie-infrastructuurkosten zijn een groot deel van de toekomstige energiesysteemkosten. Het Programma Energiehoofdstructuur (PEH) laat zien welke nieuwe nationale energie-infrastructuur nodig is richting 2050 en waar deze kosteneffectief geplaatst kan worden. Het PEH wordt geactualiseerd in 2028. Ook proactief ruimtebeleid kan de totale systeemkosten verder verlagen. Bij proactief ruimtebeleid maakt het kabinet een centrale planning en verwerft en reserveert het op basis daarvan proactief grond. Dit zorgt voor kortere doorlooptijden en het tijdig kosteneffectief inrichten van het energiesysteem. Bij de aanleg van elektriciteitsinfrastructuur kan proactieve locatiesturing bijvoorbeeld leiden tot € 17,5 mld. lagere kosten.¹⁶¹ Voor de vijf grote haven- en industrieclusters, waar het energiesysteem en veel andere nationale belangen samenkomen, neemt het Rijk een sterkere regie via het ontwikkelen van een ruimtelijk-economische strategie.

¹⁶¹ Kamerstukken II 2024/25 29023, nr. 567.

¹⁶² Kalavasta (2025). Verkennend kostenbeeld Netbeheer Nederland scenario's 2025.

11.3.2 Verlagen kosten door het creëren van (prijs)zekerheid.

Onzekerheid over de ontwikkeling van aanbod en vraag leidt tot hogere risicopremies en daarmee tot hogere kosten voor het energiesysteem. Zoals eerder gesteld, zijn investeringen een groot deel van de toekomstige energiesysteemkosten. Voor een significant deel van deze investering sluiten huishoudens en bedrijven leningen af, waardoor de totale kosten van de transitie sterk afhankelijk zijn van de rentetarieven. Onzekerheden, bijvoorbeeld rondom verduurzamingsbeleid en (mede daardoor) de vraag naar en de prijs van duurzame energiebronnen, verhogen de gevraagde risicopremies en daarmee de rentelasten. Door meer zekerheid over de ontwikkeling van het energiesysteem te creëren, kan de overheid risicopremies en de rentelasten verlagen. Zo leidt een paar procentpunt hogere rente al snel tot extra kosten van enkele tientallen miljarden euro's. Er is dus potentie om de systeemkosten te verlagen als de overheid meer zekerheid kan creëren en daarmee de effectieve rentes kan verlagen.¹⁶²

Beleid gericht op het bieden van zekerheid en het vermindern van risicopremies kan de kosten verlagen. Consistent normerend en beprijzend beleid is belangrijk voor het creëren van zekerheid en daarmee lagere rentekosten. Ook kan het soms voordelig zijn om via subsidiërende maatregelen risico's te verlagen. Sommige risico's zijn voor projectontwikkelaars erg onvoorspelbaar en/of sterk afhankelijk van het gevoerde beleid. De overheid kan beleidsafhankelijke risico's beter beheersen, omdat de overheid beleidsontwikkelingen beter kan overzien en indien wenselijk aanpassen. Bij complexe projecten met lange

bouwtijd, zoals bij kerncentrales, kan private financiering (in de ontwikkel- en bouwfase) bijvoorbeeld alleen aangetrokken worden als dit gepaard gaat met risico-overdracht aan de staat. Private partijen zijn namelijk niet, of heel beperkt, bereid om financiële risico's op zich nemen als deze zo groot zijn of een groot beleidscomponent kennen. Ook is de lange periode tot de investering rendeert als gevolg van de lange bouwtijd een drempel voor private financiers. Daarnaast rekenen ze een hogere rente dan waarvoor de Nederlandse staat op de kapitaalmarkt kan lenen, wat de totale kosten voor een kerncentrale aanzienlijke opdrijft, met name vanwege de lange bouwphase waarin nog geen inkomsten worden gegenereerd om een lening af te lossen en de rentelasten sterk oplopen. Om betaalbaarheid te borgen heeft het kabinet gekozen voor publieke financiering van de bouw van een kerncentrale. Ook zon-PV- en windenergieprojecten komen momenteel zonder overheidssteun vaak niet tot stand, terwijl deze wel cruciaal zijn voor een succesvolle energietransitie. Het kabinet werkt daarom aan het prijszekerheidsmechanisme van tweezijdige *contracts for difference* (CfD's), dat de uitrol van nieuwe projecten tegen lagere financieringskosten mogelijk maakt. Gezien de relatief grote en deels onzekere publieke uitgaven die hiermee gepaard gaan, is het belangrijk dat het kabinet zorgvuldig blijft kijken naar de impact hiervan.

Bij de ontwikkeling van prijszekerheidsmechanismen of keuzes voor publieke, private of publiek-private financiering is een passende verdeling van risico's tussen markt en de overheid van belang. Risico's die door de markt gedragen kunnen worden, moeten vanuit het oogpunt van efficiëntie zoveel mogelijk bij marktpartijen blijven. Ook moeten bij de vormgeving van risico-verlagende instrumenten prijsprikkels

zoveel mogelijk in stand blijven. Dit is ook wenselijk in het kader van beheersbare overheidsfinanciën. In geval van (grotendeels) publieke financiering, zoals bij de eerste grootschalige kerncentrales, is er sprake van een risicoverdeling tussen markt en overheid (via de opgerichte beleidsdeelneming NEO NL) door middel van de contractuele afspraken met de technologieleverancier van het project. Bijvoorbeeld door middel van vaste prijsafspraken met de technologieleverancier. Het kabinet houdt bij het ontwerpen van een CfD rekening met een passende verdeling van de risico's.¹⁶³ Het kabinet kijkt daarnaast naar mogelijkheden voor het stimuleren van vasteprijs-PPA's middels een cPPA-garantiefonds. Daarnaast verkent het kabinet de mogelijkheden om aanvullend op bestaande subsidieregelingen in samenwerking met Invest-NL een extra financieel instrument te ontwikkelen om, wanneer mogelijk, de financierbaarheid van flexibele elektrificatie bij de industrie te verbeteren.

11.3.3 Verlagen kosten door energie-innovatie

Door in te zetten op energie-innovatie stuurt het kabinet op lagere systeemkosten. De totale kosten van het energiesysteem hangen sterk af van de kosten van verschillende energietechnieken. Een deel van de nodige technieken is momenteel nog duur of nog niet marktrijp. Het kabinet jaagt energie-innovatie daarom actief aan, om ervoor te zorgen dat deze technieken op tijd betaalbaar en uitvoerbaar zijn.

Het kabinet stimuleert energie-innovatie via gerichte, meerjarige innovatieprogramma's en subsidies voor onderzoek, ontwikkeling en demonstratie. Via subsidieregelingen zoals DEI+, MOOI en EKKO worden jaarlijks circa 100

¹⁶³ Kamerstukken II 2025/26 31239, nr. 445.

innovatieprojecten ondersteund. Het stimuleren van energie-innovatie leidt tot kostenreducties in de productie door leer- en schaafeffecten, evenals door standaardisatie en industrialisatie. Hierbij kan gedacht worden aan de historische kostprijsreductie van zonnepanelen of windturbines op zee. Daarnaast is kostenreductie vaak een indirect resultaat van niet-technologische innovaties, systeeminnovaties of innovaties in aanverwante technologieën. Dit kan ervoor zorgen dat technologieën goedkoper te implementeren zijn, doordat er bijvoorbeeld minder ruimte of arbeid nodig is, of kritieke grondstoffen in zitten. Denk dan aan innovatie op circulaire batterijen die makkelijker op te schalen zijn in de stedelijke omgeving of de ontwikkeling van een gevelrobot die bestaande woningen eenvoudiger, sneller en goedkoper kan isoleren.¹⁶⁴

Het kabinet zet ook bij innovatie in op richtinggevend en (Europees) normerend beleid. Via missiegedreven innovatiebeleid worden duidelijke prioriteiten gesteld door middel van de meerjarige innovatieprogramma's, die tevens in lijn zijn met de beleidsvisie van het NPE. Dit biedt richting en meer zekerheid voor de markt bij het bepalen welke innovaties ontwikkeld kunnen worden en welke randvoorwaarden hierbij van belang zijn. Een voorbeeld van normerend en richtinggevend beleid is de Net Zero Industry Act (NZIA). Om ervoor te zorgen dat 40% van de EU-behoefte aan schone technologie in 2030 in Europa geproduceerd wordt, is niet alleen stimulering nodig van innovaties, maar ook vraagcreatie. Door bijvoorbeeld als overheid bij aanbestedingen en veilingen vaker minimumeisen te stellen aan de duurzaamheid van schone technologie, zoals de circulariteit van zonnepanelen of batterijen, ontstaat er langetermijnzekerheid voor investeerders. De kaders worden

hierbij gegeven door de Industrial Accelerator Act (IAA), die op dit moment uitgewerkt wordt, met daarbij de nadrukkelijke focus op Europees normerend beleid voor de bouw, industrie en energiesector. Het kabinet zet bij de uitwerking van de IAA onder andere in op versnelling van vergunningverlening en steviger ambitie op vraagcreatie, door bijvoorbeeld productnormering en verplichtingen rond inzet van labels.

11.3.4 Verlagen kosten door prijsprikkels in stand te houden

Bij de verdeling van de investeringsopgave is het uitgangspunt dat de eindgebruiker de maatschappelijke kosten draagt waar dat kan. Dit uitgangspunt bevordert energiebesparing en doelmatig gebruik van energie(infrastructuur) en verlaagt daarmee de kosten van het energiesysteem. Daarnaast stimuleert het doorberekenen van de daadwerkelijke maatschappelijke kosten van energie eindgebruikers om te investeren in kosteneffectieve schone alternatieven. Het kabinet zet daarom in, bijvoorbeeld via de inzet op een sterk EU-ETS, op het beprijzen van broeikasgasemissies en het doorberekenen van kosten aan eindgebruikers. Ook het doorrekenen van daadwerkelijke tijd- en gebuiksafhankelijke gebruikskosten voor het elektriciteitsnet leidt tot efficiënter gebruik.

Een tijd- en verbruiksafhankelijk nettatarief voor kleine aansluitingen helpt het net te ontlasten en verlaagt daarmee de kosten van het elektriciteitsnetwerk. Door nettarieven afhankelijk te maken van het moment en de mate van gebruik worden huishoudens gestimuleerd om hun elektriciteitsverbruik te spreiden en piekbelasting te verminderen. Dit verlaagt de benodigde investeringen in netcapaciteit en daarmee de totale

¹⁶⁴ Topsector Energie (2024). [SPIDER - Smart Program for Integrated Development of Exterior Renovation](#).

kosten van het energiesysteem. Tegelijkertijd dragen tijd- en gebruiksfhankelijke nettarieven bij aan een evenwichtigere kostenverdeling. Elektriciteitsverbruikers die weinig elektriciteit verbruiken betalen minder netkosten dan grote elektriciteitsverbruikers. Ongeveer 60% van de huishoudens gaat er met dit nieuwe tariefmodel op vooruit. Ook zorgt het ervoor dat de huishoudens die aangesloten zijn op een collectief warmtenet in plaats van een warmtepomp minder betalen voor het elektriciteitsnet. Met de huidige vaste nettarieven betaalt een huishouden met een warmtepomp evenveel als een huishouden dat is aangesloten op het collectieve warmtenet, terwijl de laatste huishoudensgroep het elektriciteitsnet ontlast. Om onnodige netverzwaring te voorkomen is het daarom ook van belang dat, in de specifieke gebieden waar een aansluiting op het collectieve warmtenet zorgt voor lagere systeemkosten, dit ook leidt tot lagere eindgebruikerskosten. De nieuwe nettarieven kunnen hieraan bijdragen.

11.4 Het uitgangspunt dat de eindgebruiker betaalt blijft een belangrijk vertrekpunt

11.4.1 Beleidsmix

De energietransitie kent een enorme investeringsopgave en de overheid moet waar nodig deze investeringen stimuleren of normeren. In de periode voor 2025 waren de geraamde jaarlijkse investeringen in het energiesysteem 18 miljard, terwijl verschillende scenario's laten zien dat deze investeringen moeten stijgen naar 42 tot 59 miljard euro per jaar voor klimaatneutraliteit.¹⁶⁵ Tijdens de transitie zorgt de overheid middels klimaat- en energiebeleid dat de benodigde investeringen voor huishoudens, bedrijven en maatschappelijke instellingen waar mogelijk aantrekkelijk genoeg of anders verplicht zijn. Dit doet de overheid door vervuilende activiteiten te beprijsen of te reguleren en schone activiteiten te subsidiëren of te normeren. Hierbij geldt dat het doel van klimaat- en energiebeleid is om verduurzaming te realiseren, niet om te herverdelen. In het nieuwe energiesysteem blijft het uitgangspunt dat de eindgebruiker betaalt een belangrijk vertrekpunt voor het kabinet. Prijsprikkels worden benut om efficiënt energiegebruik, verduurzaming en een rechtvaardige transitie te stimuleren. Ook zijn overheidsmiddelen beperkt en werken belastingheffingen vaak marktverstrend. Tegelijkertijd hebben, met name tijdens de energietransitie, specifieke eindgebruikers ondersteuning nodig omdat betaalbaarheid en concurrentievermogen in het geding komt waardoor niet iedereen kan verduurzamen en omdat de energietransitie anders niet (tijdig) plaatsvindt. Daarnaast is het van belang dat het neerleggen van alle maatschappelijke kosten bij de gebruiker bijdraagt aan, of verenigbaar is, met een effectieve en efficiënte transitie naar een klimaatneutraal energiesysteem. Dit vraagstuk

¹⁶⁵ TNO (2026). Project INKTVIS; bouwen aan zicht op de kosten van de energietransitie.

speelt bijvoorbeeld bij de investeringen die vooruitlopend op elektrificatie nodig zijn voor de uitbreiding en versterking van de elektriciteitsinfrastructuur. Hier kunnen de hogere nettarieven de overstap van aardgas naar elektriciteit bemoeilijken.¹⁶⁶ Het kabinet zal daarom nader onderzoeken hoe de bekostiging van elektriciteitsinfrastructuur de overstap naar elektriciteit voor eindgebruikers niet onnodig bemoeilijkt. Daarbij zal ook aandacht zijn voor de door de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid geformuleerde verschillende beginselen om tot rechtvaardige verdelingen te komen.¹⁶⁷

Ook vanwege het risico op markt- en transitiefalen zijn subsidies een belangrijk onderdeel van de beleidsmix. De energietransitie kent een coördinatieprobleem: als er onvoldoende energie-infrastructuur of betaalbaar aanbod is van energiedragers verduurzamen eindgebruikers minder snel of niet. Tegelijk geldt dat als eindgebruikers niet investeren in verduurzaming, er geen businesscase is voor het aanbod van en de infrastructuur voor energiedragers. Alleen beprijzen van vervuilende activiteiten leidt tot onnodige hoge prijsschokken en maatschappelijke kosten. Sommige bedrijven, huishoudens en maatschappelijke instellingen kunnen dan (nog) niet verduurzamen omdat het ontwikkelen van voldoende duurzame energiedragers tijd kost en het huidige aanbod onvoldoende is. Hierom is, naast beprijzen en normeren, het subsidiëren van verschillende nog niet-marktrijpe technieken ook noodzakelijk. Juist de combinatie van maatregelen zorgt voor een optimale werking van de maatregelen. Omdat ook bij de inzet van subsidie een risico bestaat van misallocatie van (publieke) middelen, is het van groot belang om onderliggende aannames over vraag- en aanbodontwikkeling doorlopend te blijven toetsen.

¹⁶⁶ Nilissen (2026). De Energietransitie Paradox: hoe stijgende systeemkosten de vraag naar elektriciteit afremmen, en wat daaraan te doen

¹⁶⁷ WRR (2023). Rechtvaardigheid in klimaatbeleid. Over de verdeling van klimaatkosten

Tekstbox 6: Energiebelasting

Naast het EU-emissiehandelssysteem, is in Nederland de energiebelasting (EB) een belangrijk beprijzingsinstrument in de energietransitie. De EB is ingevoerd als prikkel voor **energiebesparing** en met het doel om **overheidsinkomsten** te genereren. Daarnaast kan deze belasting ook **verduurzaming** bevorderen. Doordat de EB de prijs van energie verhoogt, draagt deze (indirect) bij aan het beperken van **broeikasgasmisseries** en het verkleinen van de **energie-afhankelijkheid**.

De verschillende effecten van de EB op de energietransitie en energierekening maken de keuzes over tariefzetting complex.

De elektriciteitsproductie in Nederland verschuift steeds meer naar hernieuwbare energiebronnen, wat gecombineerd met de **elektrificatie** van eindgebruik, cruciaal is voor de transitie (zie hoofdstuk 5). Het is wenselijk dat de verhouding tussen de EB-tarieven op aardgas en elektriciteit een stabiele stimulans biedt voor elektrificatie. Tegelijkertijd moeten prikkels blijven bestaan voor het efficiënte gebruik van elektriciteit, zodat er niet onnodig veel elektriciteit moet worden opgewekt en getransporteerd via het elektriciteitsnet, vooral tijdens de piekuren.

Het derde aspect dat moet worden meegewogen bij de tariefzetting is de **betalbaarheid** van de energierekening (binnen het bredere inkomsten- en lastenbeeld). De EB is immers van invloed op de betaalbaarheid van energie voor zowel kleinegebruikers, afhankelijk van hun draagkracht, als voor energie-intensieve internationaal concurrerende bedrijven,

waarvan de concurrentiepositie mede wordt bepaald door de kosten van energie. Bij het bepalen van de tarieven voor kleinegebruikers moet er een balans worden gevonden tussen het stimuleren van de energietransitie en het waarborgen van de betaalbaarheid, ook voor mensen en bedrijven die niet in staat zijn om op korte termijn volledig te elektrificeren. Het dempen van relatief hoge tarieven met een vaste belastingvermindering per aansluiting kan hieraan bijdragen. Voor bedrijven die internationaal concurreren, is het van belang dat de tarieven niet te veel afwijken van die in andere landen, omdat dit het speelveld kan verstoren en productie en emissies naar het buitenland kan verplaatsen, wat negatieve gevolgen kan hebben voor het klimaat en de afhankelijkheid van andere landen kan vergroten.

Een andere belangrijke uitdaging in de energietransitie is het effectief **opvangen van het fluctuerende aanbod** van hernieuwbare energie in het energiesysteem, bijvoorbeeld door de vraag naar elektriciteit te verschuiven naar momenten van veel aanbod of door energieopslag mogelijk te maken (zie hoofdstuk 5). De EB is een vast component van het totale leveringstarief. Op momenten van veel aanbod dalen de (dynamische) marktprijzen, waardoor het component EB relatief zwaarder weegt in het totale leveringstarief. Dit kan ervoor zorgen dat eindgebruikers minder sterk reageren op prijsprikkels uit de markt en de vraag op gewenste momenten lager uitvalt. Bij batterijopslag door kleinverbruikers kan dubbele energiebelasting ontstaan in de keten wanneer elektriciteit wordt afgenomen van het net (belast), wordt opgeslagen in een batterij, daarna wordt terug geleverd aan het net (onbelast) en vervolgens een levering plaatsvindt aan een andere

verbruiker elders in de keten (belast). Dit kan mogelijk een negatief effect hebben op de businesscase van batterijopslag. Om dubbele energiebelasting in de keten te voorkomen bij kleinverbruikersaansluitingen moet betrouwbaar kunnen worden nagegaan of elektriciteit al eens elders in de keten is belast. Dat kan op dit moment niet. Er zijn technische ontwikkelingen nodig om dat mogelijk te maken. In contact met de sector wordt blijvend gezocht naar een oplossing die breed toepasbaar is, met administratieve lasten die in verhouding staan tot het financiële voordeel en die uitvoerbaar is voor energieleveranciers en de Belastingdienst.

Ook speelt de energiebelasting een rol in de verduurzaming van de **warmtevoorziening** in de gebouwde omgeving. In sommige wijken kan verduurzaming tegen de laagste maatschappelijke kosten het beste worden bereikt door individuele verwarming met warmtepompen, terwijl in andere gebieden collectieve warmtesystemen kostenefficiënter kunnen zijn. De tariefverhoudingen in de EB zijn van invloed op de kosten voor eindverbruikers van deze verschillende warmteopties.

Als het gaat om de prijsprikkel voor inzet van hernieuwbare bronnen ten opzichte van fossiele energiedragers geldt dat de EB een stimulans vormt voor inzet van bijvoorbeeld geothermie, omgevingswarmte, en on site zon-PV en windturbines, maar dat bij elektriciteit het tarief niet wordt **gedifferentieerd naar duurzaamheidsgehalte** en bij gas hetzelfde tarief geldt voor aardgas en groen gas. In de energiebelasting kan niet op een uitvoerbare en handhaafbare manier onderscheid worden gemaakt tussen deze verschillende productiewijzen. Het EU-ETS geeft deze prijsprikkel wel.

Een belangrijk doel van de EB is tot slot het genereren van **overheidsinkomsten**. Deze zullen tijdens de transitie een ontwikkeling doormaken. Het is belangrijk dat er goed wordt geanticipeerd op de implicaties van tariefstellingen voor de overheidsfinanciën.

Het kabinet neemt al deze afwegingen in de bredere klimaat- en lastenbesluitvorming in acht.

11.4.2 Huishoudens, bedrijven en maatschappelijke instellingen

Gemiddeld zijn de kosten van de energietransitie beheersbaar voor huishoudens, maar voor specifieke huishoudens is ondersteuning nodig bij het verduurzamen van hun woning.

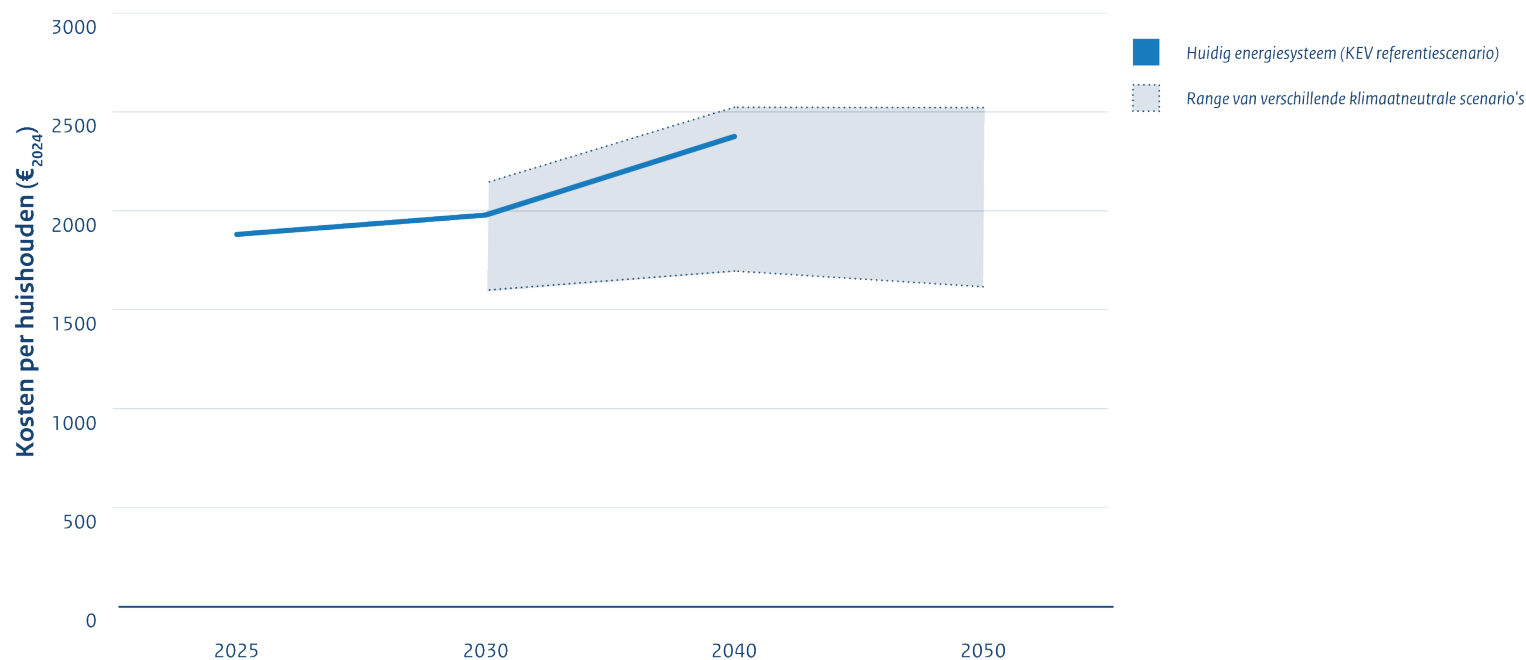
Ondanks dat de totale systeemkosten toenemen, stijgen in veel scenario's de gemiddelde kosten van huishoudens minder sterk, zoals te zien in figuur 11.2. Dit komt doordat de transitiekosten voor huishoudens (bijvoorbeeld netuitbreiding) over een groeiend aantal huishoudens worden verdeeld én omdat huishoudens door de overstap van gas naar elektriciteit bij onveranderde tarieven minder energiebelasting betalen. De meest recente TNO prognose over de energierekening van huishoudens laat zien dat voor veel huishoudens de energierekening in de periode 2026-2031 wel toeneemt.¹⁶⁸ De rekening stijgt voor alle verwarmingstypen. De studie laat zien dat de groep huishoudens die gebruik maakt van een cv-ketel gemiddeld de hoogste rekening hebben, maar huishoudens kunnen hun rekening verlagen door over te stappen naar duurzame alternatieven, zoals een (hybride) warmtepomp. Dit benadrukt het belang van verduurzamen. Deze resultaten benadrukken tevens dat het belangrijk is om oog te houden voor met name huishoudens en maatschappelijke instellingen die niet kunnen verduurzamen. Bij huurders liggen bijvoorbeeld de baten en verantwoordelijkheden van de verduurzaming niet (volledig) bij henzelf, maar (ook) bij de verhuurder. Ook zijn er huishoudens en maatschappelijke instellingen die de investering aan de voorkant niet kunnen opbrengen. Deze huishoudens en maatschappelijke instellingen blijven daardoor betalen voor de stijgende energiekosten, terwijl ze niet (kunnen) verduurzamen. Omdat iedereen mee moet

kunnen komen is van belang om hen gericht te ondersteunen met de verduurzaming van hun woningen en gebouwen zodat de energierekening ook voor hen betaalbaar blijft. Het kabinet voert beleid dat specifiek gericht is op de ondersteuning van huishoudens die kwetsbaar zijn voor een hoge energierekening en ondersteuning nodig hebben bij de verduurzaming van hun woning. Dit doet het kabinet onder andere via uitfasering slechte labels in huursector, nationale prestatieafspraken met woningcorporaties, Nationaal isolatieprogramma en het Nationaal Warmtefonds.

Het kostenbeeld van de energietransitie voor bedrijven is gemengd. Bepaalde bedrijven in specifieke sectoren, bijvoorbeeld in de chemie, krijgen door de transitie te maken met flink hogere energiekosten, terwijl er ook bedrijven zijn waarvan de totale kosten weinig veranderen - of zelfs afnemen. Een belangrijk onderscheid hierin is het elektrificatie potentieel. In tegenstelling tot industriële bedrijven met lage- en midden-temperatuurprocessen, kunnen industriële bedrijven met hoge temperatuurprocessen niet op afzienbare tijd elektrificeren. Hierdoor moeten bijvoorbeeld chemiebedrijven, inzetten op andere, vaak duurder, verduurzamingstechnieken.

Als de energie-intensieve industrie de meerkosten van verduurzaming niet kan doorberekenen en als het gewenst is dat deze industrie in Nederland verduurzaamt, dan kan ondersteunend verduurzamingsbeleid wenselijk zijn. Europees beprijzend en normerend verduurzamingsbeleid draagt bij aan een gelijk Europees speelveld, waardoor in de EU gevestigde bedrijven hun verduurzamingskosten beter kunnen doorberekenen aan eindgebruikers.

¹⁶⁸ TNO (2026). Prognose energierekening huishoudens 2026-2031.



Figuur 11.2 Gemiddelde kosten per huishouden voor het energiegebruik.¹⁶⁹ Bron: TNO¹⁷⁰

Ook is inzet op (Europese) vraagcreatie cruciaal, omdat dit er ook voor zorgt dat producenten hun verduurzamingskosten kunnen doorbereken (zie hoofdstuk 2). Als er nog bestaande onrendabele toppen overblijven kan aanvullend (subsidiërend) beleid worden ingezet om verduurzaming te versnellen, zoals het subsidiëren van een onrendabele top of maatwerkafspraken. Dit is met name wenselijk als er geen gelijk speelveld is en het wel gewenst is dat deze bedrijven in Nederland verduurzamen.

Het kabinet blijft vooral inzetten op Europese beprijzing en bescherming van Europese bedrijven tegen niet-duurzame import. De doeltreffendheid van beprijzend en normerend beleid hangt af van eerlijke concurrentie. Europese maatregelen zoals het *Carbon Border Adjustment Mechanism* (CBAM) en het *European Union Emission Trading System* (EU-ETS) zijn daarbij essentieel. CBAM heeft als doel de Europese industrie te beschermen door (de import van) vervuilende goederen en productieprocessen uniform te beprijzen en daarmee een gelijk speelveld te creëren. Momenteel geeft het

¹⁶⁹ Vanwege het verschil in aanpak voor het KEV-reconstructiescenario tot 2040 en voor 2050 is er geen realistisch beeld voor de ontwikkeling voor huishoudens tussen 2040 en 2050.

¹⁷⁰ TNO (2026). Project INKTVIS; bouwen aan zicht op de kosten van de energietransitie.

EU-ETS echter een te beperkte verduurzamingsprikkel, en biedt CBAM nog niet in alle gevallen voldoende bescherming, onder andere doordat sectoren zoals de chemie buiten de reikwijdte vallen en export vanuit de EU naar landen erbuiten niet beschermd wordt. Hierdoor is er sprake van oneerlijke concurrentie van fossiele productie buiten de EU. Hierom zet het kabinet in op een goed werkend CBAM in combinatie met EU-ETS en Europese vraagcreatie, zoals productnormering, om zo effectief mogelijk tot verduurzaming te komen.

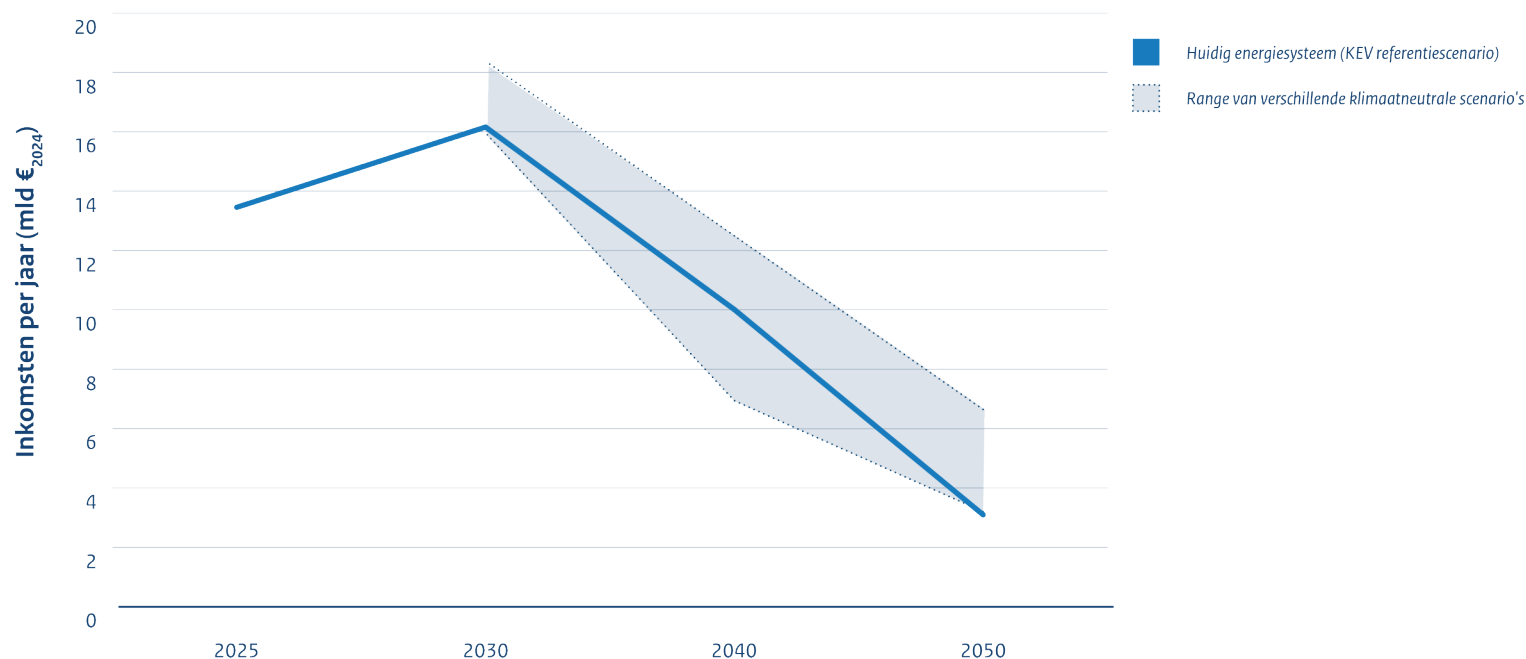
11.5 De (toekomstige) ontwikkeling van de overheidsbegroting

De energietransitie vereist jaarlijks significante overheidsuitgaven, maar deze uitgaven zijn afhankelijk van (Europees) beprijzend en normerend beleid. Een studie van TNO (2026) laat zien dat de subsidiebehoefte voor een succesvolle energietransitie significant kan oplopen. Deze subsidiebehoefte is echter sterk afhankelijk van het (toekomstige) beprijzende en normerende klimaat- en energiebeleid. Zonder beprijzend beleid dat de kosten gelijktrekt, of normerend beleid dat verduurzaming verplicht stelt, is subsidie nodig om dit gat te dichten en zo de uitrol van duurzame productietechnieken en de verduurzaming van eindgebruikerssectoren aantrekkelijk te maken. Juist hierom is sterk Europees beprijzend en normerend beleid essentieel. Om grip te krijgen op de toekomstige overheidsuitgaven is het belangrijk om de relatie tussen beprijzend/normerend beleid en de noodzakelijke overheidsuitgaven inzichtelijk te maken.

Op deze manier kan worden voorkomen dat later in de transitie onverwachte hoge overheidsuitgaven nodig zijn, omdat er niet tijdig beprijzend, normerend of subsidiërend beleid in gang is gezet. Ook hier werkt het kabinet aan via het eerdergenoemde kennisprogramma EIK.

Naast de toenemende overheidsuitgaven zorgt de energietransitie voor een afname van de overheidsinkomsten vanuit brandstofaccijnzen, energiebelasting en het EU-ETS. Figuur 11.3 laat zien dat een succesvolle energietransitie gepaard gaat met een afname van meerdere miljarden euro's aan overheidsinkomsten. De daling op basis van het huidige beleid (de grijze lijn) is minder sterk dan de daling op basis van de door TNO ingeschatte scenario's, omdat het huidige beleid nog niet resulteert in klimaatneutraliteit en de andere scenario's wel.¹⁷¹ De daling komt doordat de energietransitie leidt tot minder gas- en motorbrandstoffengebruik en een afname van de uitstoot van CO₂-emissies. Hierdoor daalt de grondslag van de daaraan gekoppelde belasting- en EU-ETS-opbrengsten significant. Voor de energietransitie was het belasten van energiegebruik logisch omdat het een besparingsprikkel introduceert (zie tekstbox 6 over energiebelasting). De negatieve maatschappelijke effecten, veroorzaakt door CO₂-uitstoot, van energieproductie- en consumptie nemen echter sterk af doordat toekomstige energieproductie bijna volledig duurzaam wordt. Wel zijn er nog wel andere negatieve externe effecten, zoals ruimtegebruik. Het is daarom sterk de vraag of het nog logisch is om ook in de toekomst via belastingen binnen het energiedomein een dermate hoge besparingsprikkel in stand te houden. Het kabinet verkent daarom hoe de publieke inkomsten en uitgaven op een maatschappelijke aanvaardbare wijze in balans kunnen worden gebracht.

¹⁷¹ TNO (2026). Project INKTVIS; bouwen aan zicht op de kosten van de energietransitie.



Figuur 11.3 Totale energiegerelateerde inkomsten van de overheid per jaar in het huidige energiesysteem en het klimaatneutrale energiesysteem. Bron: TNO¹⁷²

11.6 Uitgangspunten voor beleid

Het kabinet gaat via het meerjarige kennisprogramma Energietransitie Integraal Kostenbeeld (EIK) systeemkosten integraal monitoren en meewegen bij besluitvormingsmomenten. Het meenemen van de kosten bij besluitvorming bevordert een effectieve en efficiënte transitie, en stelt de overheid in staat om beter te sturen op een rechtvaardige verdeling van lasten in de energietransitie.

De uitgangspunten die het kabinet bij besluitvorming hanteert zijn:

- De maatschappelijke kosten worden waar het kan én maatschappelijk gewenst is door de eindgebruikers gedragen;
- De betaalbaarheid voor huishoudens en bedrijven wordt waar nodig gewaarborgd (ook met het oog op de concurrentiepositie).

¹⁷² De energie gerelateerde inkomsten zijn de energiebelasting op gas en elektriciteit, accijnzen op benzine, diesel en LPG en inkomsten uit het EU Emissions Trading System (ETS).

Om dit te realiseren neemt het kabinet onder andere de volgende acties:

1. Het kabinet blijft sturen op kosteneffectieve verduurzamingsroutes voor het integrale energiesysteem;
2. Het kabinet bevordert dat investeringen en noodzakelijke overheidsuitgaven voor een succesvolle energietransitie tijdig plaatsvinden door:

- De resterende investeringsopgave voor een duurzaam energiesysteem in kaart te brengen en te sturen op een tijdige uitvoering hiervan;
- De verwachte (noodzakelijke) overheidsuitgaven en –inkomsten in kaart te brengen en de (noodzakelijke) overheidsuitgaven evenwichtig te spreiden over de tijd en de afnemende overheidsinkomsten op een logische manier te dekken.

Tekstbox 7: De kosteninzichten van EIK in de praktijk

Om tot betere besluitvorming te komen die ervoor zorgt dat er tijdig en stapsgewijs voldoende investeringen in de energietransitie plaatsvinden is het kabinet voornemens om besluitvorming over klimaat-, energie- en begrotingsbeleid te voeden met meer informatie over de verschillende integrale kostenaspecten van de transitie. Hiertoe is het kabinet aan de slag gegaan met het kennisprogramma EIK. Daarbij kijken we naar de mogelijkheden om bijvoorbeeld tweejaarlijks inzicht te krijgen in de (systeem)kostenontwikkelingen in een klimaatneutraal en referentiescenario en de verdeling van deze kosten. En daarbij ook een beeld te hebben van onrendabele verduurzamingstoppen voor specifieke huishoudensgroepen, bedrijven en maatschappelijke instellingen. Hieruit volgt dan een eventuele noodzaak tot meer subsidiërend, normerend of beprijzend beleid. Zo krijgt het kabinet tijdig inzicht in de noodzakelijke investeringen om klimaatneutraliteit te bereiken en worden de maatschappelijke kosten van eventuele

uitgestelde en oplopende vereiste overheidsuitgaven beperkt. Ook kan het kabinet zo integraal en beter de maatvoering en balans van verschillende instrumenten wegen. Bovendien kunnen, indien nodig, specifieke huishoudensgroepen, bedrijven en maatschappelijke instellingen zo gericht ondersteund worden. Ook heeft EIK tot doel om beter de toekomstige overheidsinkomsten en -uitgaven binnen het klimaat- en energiedomein in kaart te brengen, zodat het kabinet tijdig inzicht krijgt in verwachte dekkingsopgaven en maatschappelijk optimale (alternatieve) dekkingen kan verkennen. De verschillende inzichten van EIK worden daarbij meegenomen in verschillende momenten in de beleidscyclus, zoals de toekomstige (actualisaties van het) NPE en het Klimaatplan, sectorale ontwikkelpaden en Klimaat- en Energienota's en de jaarlijkse voorjaarsbesluitvorming. Mede daarom is het kabinet ook met het EIK-consortium en Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) in gesprek hoe de verschillende kosteninzichten een plek kunnen krijgen in of naast de Klimaat- en Energieverkenning (KEV).

Toelichting methodologie en cijferbasis

Deze bijlage beschrijft de methodologie en uitgangspunten voor de kwantitatieve basis voor de actualisatie van het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE). De focus van deze actualisatie is gericht op 2040, als tussenstap naar 2050. Voor 2050 worden in deze actualisatie NPE alleen de ontwikkelrichtingen kwalitatief beschreven maar niet uitgewerkt voor de cijferbasis. De kwantitatieve onderbouwing in deze bijlage vormt de basis voor de figuren die in het hoofddocument en de verdiepingshoofdstukken zijn opgenomen.

Deze cijferbasis is een hulpmiddel om een samenhangend beeld te vormen van een energiesysteem dat past bij de huidige ontwikkelingen en beleidskeuzes uit het NPE. Het is een integraal beeld waarin vraag, aanbod en andere onderdelen van het systeem coherent op elkaar aansluiten. Daarmee ondersteunt de cijferbasis het opstellen van de visie van het kabinet op de koers voor het energiesysteem, zoals beschreven in deze actualisatie van het NPE. Daarnaast beoogt deze cijferbasis duiding te geven van welke ontwikkelingen relatief zeker zijn en ook inzicht te geven in belangrijke onzekerheden. De hier beschreven cijferbasis is dan ook geen blauwdruk voor het toekomstige systeem. Wel geeft het aan hoe onderdelen van het systeem samenhangen en welke vraagstukken daaruit naar voren komen. Die vraagstukken zijn in het hoofddocument en dit verdiepingsdocument uitgewerkt.

Voor het opstellen van het cijferbeeld is gebruik gemaakt van een grote variatie aan scenario's en (systeem)studies. Hiertoe behoren zowel scenario's die een benodigd systeem schetsen door terug te redeneren vanuit de opgave om Nederland in 2050 Klimaatneutraal te krijgen en informatie over de actuele ontwikkelingen die invloed hebben op de richting waarin het energiesysteem zich ontwikkelt, met name om beperkingen in de maakbaarheid mee te kunnen nemen. In deze cijferbasis wordt uitgegaan van verduurzaming van het systeem in lijn met de klimaatdoelen en is ook getracht om de uitdagingen in de uitvoering beter mee te nemen als grenzen waarbinnen het systeem zich kan ontwikkelen. De De Klimaat- en Energieverkenning van PBL is hier complementair aan: dit is een raming die in beeld brengt welke ontwikkelingen op basis van

reeds bestaand, aangekondigd en voorgenomen beleid naar verwachting tot stand zullen komen.

B.1 Methodologie

De toekomstige omvang en samenstelling van de vraag naar en het aanbod van energie kent een grote theoretische bandbreedte, maar per type eindgebruik zijn tegelijkertijd veel ontwikkelingen vrij robuust. Zo bevatten deze systeemstudies ook robuuste elementen die vrijwel in alle scenario's terugkeren, zoals een hoge mate van elektrificatie van het wegtransport en toepassing van (hybride) warmtepompen in de gebouwde omgeving, landbouw en onderdelen van de industrie en een sterke uitrol van hernieuwbare elektriciteitsbronnen. Voor de invulling van de energievraag in de internationale lucht- en scheepvaart zijn in alle scenario's grote hoeveelheden moleculen nodig, maar de invulling ervan verschilt per scenario en daarmee samenhangend ook het type grondstoffen dat in de brandstofsector verwerkt wordt.

Externe scenario's van onder andere de gezamenlijke netbeheerders, TNO en PBL verkennen hoe het energiesysteem zich kan ontwikkelen onder uiteenlopende aannames over de ontwikkeling van de energievraag en mogelijkheden en grenzen in potentiële en technieken. De theoretische bandbreedte voor de inrichting van het toekomstige energiesysteem is zeer groot. Zo bestaan er scenario's waarin import van energie-intensieve hernieuwbare energiedragers een grotere rol speelt, tegenover scenario's met een sterke focus op binnenlandse productie. Eenzelfde spreiding geldt voor de omvang van de

energie-intensieve industrie, die in het ene scenario groeit en in het andere kleiner is dan nu. Ook de verhouding tussen energiedragers varieert sterk: van een uitgesproken nadruk op waterstof (bijv 'Horizon Aanvoer' van Netbeheer Nederland) tot scenario's met vergaande nadruk op elektrificatie (TenneT's Target Grid).

In deze cijferbasis volgt een narratief met sterke elektrificatie in het finaal eindgebruik (robuust element in verschillende scenario's) in een competitieve (basis)industrie die ook in toenemende mate gebruikmaakt van geïmporteerde duurzame grondstoffen en tussenproducten. Dit is vergelijkbaar met de TNO scenariovariant "TRANSFORM – competitive and import"¹, hoewel in deze cijferbasis wordt uitgegaan van andere vraagontwikkelingen en van een groter potentieel voor CO₂-afvang en opslag.

Het cijferbeeld in deze bijlage is opgesteld met behulp van het Energietransitiemodel (ETM), wat betekent dat de elementen in deze bijlage uitsneden zijn uit een integraal beeld van het Nederlandse energiesysteem, inclusief de internationale verbondenheid daarvan. Daarbij is gebruik gemaakt van de best beschikbare informatie. Het cijferbeeld bouwt voort op bestaande recente scenario's die de laatste ontwikkelrichtingen en updates van prijzen hebben verwerkt, waaronder analyses van PBL, zoals de Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050, systeemstudies van TNO, de NBNL2025 scenario's en aanvullende energetische scenariovarianten die NBNL in 2026 gepubliceerd heeft. Daarnaast is er een breed scala aan aanvullende studies benut over specifieke thema's en sectoren, bevindingen uit optimalisatiestudies, gesprekken met sectorpartijen en beleidsinzichten. De aanvullend meegenomen inzichten betreffen onder andere groeiaannames voor specifieke sectoren

¹ TNO (2024) Scenario's voor klimaatneutraal energiesysteem.

en potentiële voor en opbrengsten van opwek van hernieuwbare energie. Daar waar specifieke aannames uit bestaande studies en scenario's zijn overgenomen, is dit toegelicht in de lijst met uitgangspunten en aannames aan het eind van dit document.

Met name voor de industrie is het beeld van onderop opgebouwd vanuit sectorale analyses. Daarin is meegewogen hoe de concurrentiepositie van specifieke productiestappen binnen Nederland zich verhoudt tot productielocaties elders. Deze analyses zijn gebaseerd op recente studies en gesprekken met sectorpartijen, onder meer in het kader van de maatwerkafspraken. Op basis hiervan is een inschatting gemaakt van de energievraag en bekeken welk aanbod van energie daar het beste invulling aan kan geven, vanuit beschikbare bronnen, opschalingsmogelijkheden, systeemkosten en de gewenste beleidsrichting naar meer energieonafhankelijkheid, duurzaam en weerbaar systeem. Dit resulteert in de centrale verhaallijn die in deze cijferbasis wordt gepresenteerd, aangevuld met expliciete duiding van alternatieve ontwikkelrichtingen op onderdelen met een grote mate van onzekerheid.

De mogelijke ontwikkeling van de energievraag binnen de industrie met een sterkere sturing op het behouden van de eerste productiestappen in productieprocessen in Nederland is uitgewerkt in een variant op het basispad: het hoog-scenario. Door de grotere nadruk op primaire productiestappen in Nederland gaat deze variant uit van een beperktere rol voor de verwerking van geïmporteerde energierijke tussenproducten zoals methanol en meer verwerking van ruwe biograndstoffen. Het hoog-scenario gaat ook uit van een grotere inzet van gasvormige waterstof in industriële processen, bijvoorbeeld in staalproductie en bijmenging van waterstof bij vergassing van

biograndstoffen. Deze hogere industriële vraag werkt door in de rest van het energiesysteem, doordat een grotere vraag naar groene waterstof ook de behoefte aan binnenlandse elektrolysecapaciteit en elektriciteitsproductie vergroot, evenals de behoefte aan de import van waterstof. Het hoog-scenario laat daarmee zien hoe een alternatieve industriële transitie met meer productiestappen binnen Nederland doorwerkt in de gehele energiemix. Een nog grotere industriële vraag dan geschetst in het hoog-scenario komt naar voren in een aantal scenario's in eerder gepubliceerde systeemstudies, maar dit zal in verband met beperkingen in het maximaal haalbare opschalingstempo voor hernieuwbare energiedragers en kernenergie betekenen dat er meer op fossiele energie, mogelijk in combinatie met CCS, geleund zal moeten worden.

Of de industriële vraag zich aan de bovenkant van de bandbreedte ontwikkelt of juist onder het basispad uitkomt, hangt uiteindelijk sterk af van de mate waarin een gelijk speelveld voor de Nederlandse industrie tot stand komt. De kostenpositie van Nederlandse productie (waaronder kosten en beschikbaarheid van energiedragers) ten opzichte van andere landen is hierin bepalend, evenals de mate waarin er voldoende vraag naar duurzame producten wordt gecreëerd. Daarnaast veronderstellen zowel het basispad als het hoog-scenario dat de noodzakelijke randvoorwaarden op tijd op orde zijn, waaronder het oplossen van de stikstofproblematiek en netcongestie, tijdige beschikbaarheid van infrastructuur en stabiele importketens. Blijven deze randvoorwaarden uit of komt de vraagcreatie onvoldoende van de grond, dan komt de industriële vraag mogelijk onder het basispad uit of dreigen klimaatdoelen niet te worden gehaald. Een dergelijk neerwaarts scenario is hier niet gekwantificeerd, maar onderstreept het belang van de beleidsagenda zoals uiteengezet in het hoofddocument van het NPE.

De figuren die worden getoond in de volgende hoofdstukken van deze cijferbasis gaan uit van het basispad, tenzij expliciet wordt aangegeven dat het hoog-scenario ook wordt getoond.

B.2 Illustratieve beelden van het gehele energiesysteem

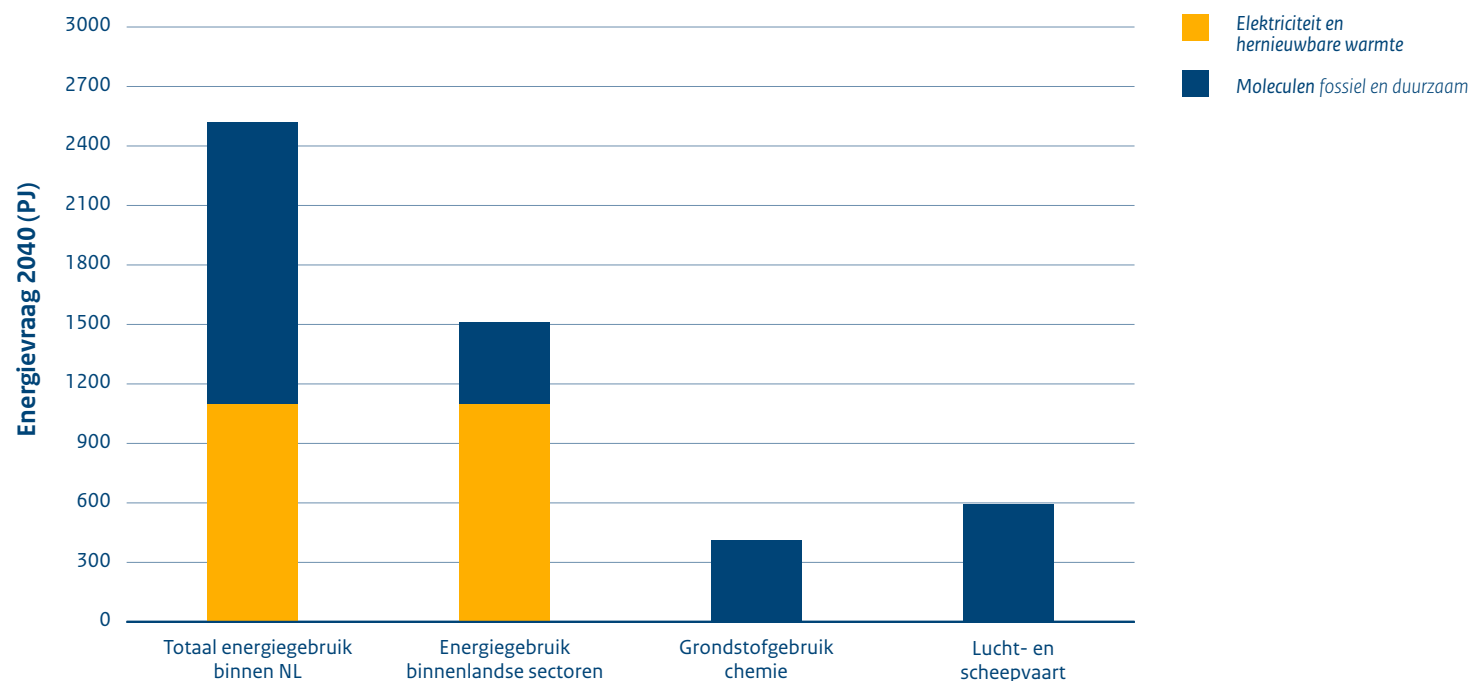
B.2.1 Ontwikkeling van het energiesysteem vanuit vraag-perspectief

Deze paragraaf beschrijft het overkoepelende beeld voor de verandering van ons energiesysteem richting 2040². Zoals beschreven in hoofdstuk B.1 zijn de ontwikkelingen in de eindgebruikssectoren daarbij als startpunt genomen en deze komen dan ook als eerste naar voren in dit hoofdstuk. De vraag naar energie in Nederland bestaat uit drie hoofdonderdelen namelijk het finaal energiegebruik, het gebruik van energiedragers als grondstof (finaal non-energetisch gebruik) en de energievraag van de internationale lucht- en scheepvaart, de zogeheten internationale bunkers. Naast de drie hoofdonderdelen van eindgebruik is er in Nederland ook een groot intermediair gebruik, wat betekent dat er tussen het primaire energieaanbod en de eindgebruiker veel energieomzettingen plaatsvinden. Dit geldt vooral voor de verwerking van ruwe aardolie in de koolstofverwerkende industrie – de raffinage en chemie – naar finale energiedragers en chemische producten waarvan een groot deel

wordt geëxporteerd naar buurlanden en landen buiten Europa. Het finaal energiegebruik is de grootste verbruikscategorie van de drie vormen van eindgebruik. Het gebruik van energiedragers als grondstof en de energievraag voor lucht- en scheepvaart zijn ook aanzienlijk, wat samenhangt met de relatief grote raffinage- en chemiesector in Nederland en de bunkerpositie van de Rotterdamse haven. Dit maakt ook dat de uitdaging op het vlak van de verduurzaming van het aanbod van “moleculaire energiedragers”, met name koolstofdragers, in Nederland extra groot is.

Elektriciteit wordt de dominante energiedrager voor het finaal energiegebruik, maar de transitieroute verschilt sterk per sector. In de gebouwde omgeving, binnenlandse mobiliteit, de landbouw en de cluster 6-industrie is elektrificatie de voornaamste route (figuur B.1). De energie-intensieve industrie blijft een belangrijke rol spelen in de verwerking van moleculen voor de productie van materialen en chemicaliën in de chemie en de productie van brandstoffen die voornamelijk nog worden ingezet in de lucht- en scheepvaart. Als grondstof voor de industrie zullen moleculen per definitie essentieel blijven. In de lucht- en scheepvaart zullen moleculen in 2040 vrijwel volledig de energievraag invullen. Hiermee komt het aandeel moleculen in het energiesysteem als geheel net boven de helft uit, terwijl moleculen in het finale eindgebruik nog slechts zo'n 30% van de vraag vertegenwoordigen.

² Aan de hand van het basispad.

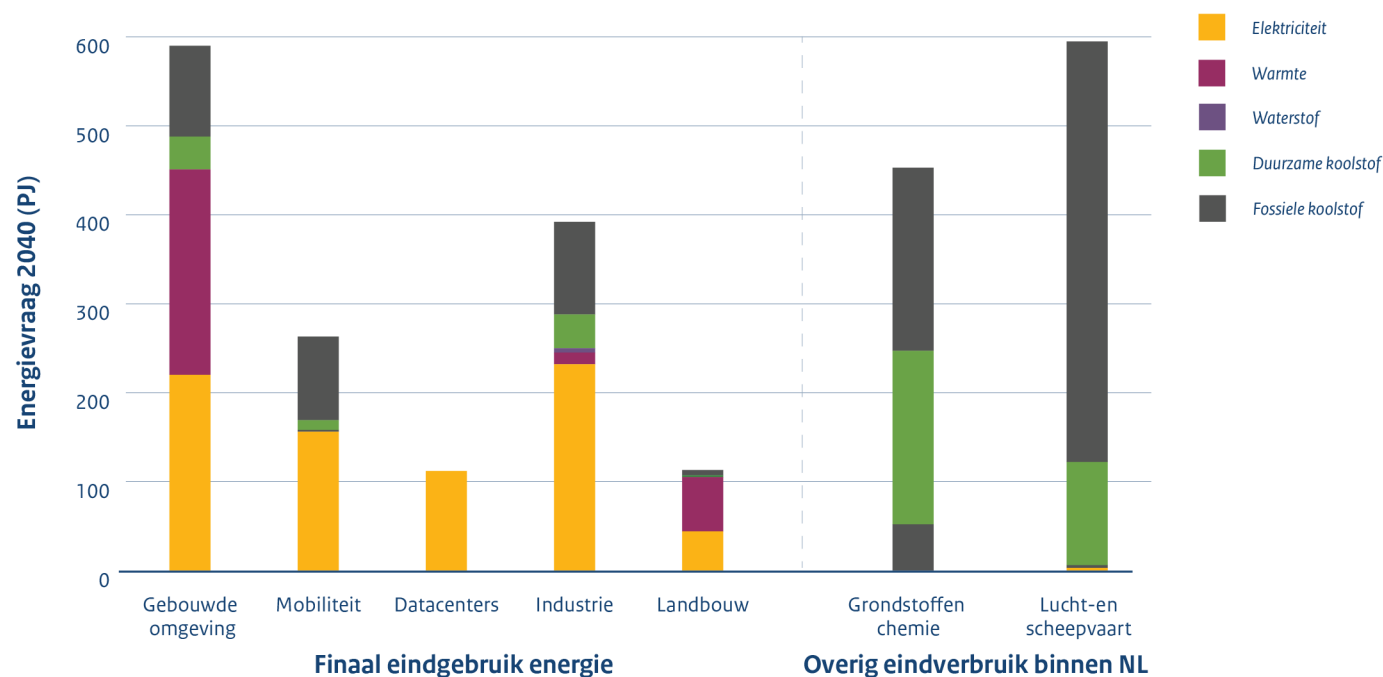


Figuur B.1 Inzet van elektriciteit & hernieuwbare warmte tegenover inzet van moleculen voor verschillende segmenten van het energiesysteem in 2040.

Naast de dominante rol van elektriciteit, speelt hernieuwbare warmte in de gebouwde omgeving, de landbouw en de “lichte industrie” een belangrijke rol door de benutting van omgevingswarmte uit lucht en (oppervlakte)water, door inzet van warmtepompen. Gas (methaan) speelt in de gebouwde omgeving een aanzienlijk kleinere rol dan vandaag de dag, maar de vraag in deze sector is nog steeds significant en tegelijkertijd groeit het aandeel groen gas in de aanbodmix. De resterende gasvraag komt enerzijds doordat nog niet alle gebouwen

verduurzaamd zijn en anderzijds doordat een deel van de verduurzaamde gebouwen gebruik maakt van hybride warmtepompen. In de industrie speelt gas met name een rol als back-up flexibiliteitsbron bij (hybride) geëlektrificeerde processen en in de staalsector als brandstof en reductant bij productie van primair ijzer. In de binnenlandse mobiliteit is in 2040 reeds een aanzienlijk deel (zo’n 71-88%³) geëlektrificeerd, en voor het resterende gebruik wordt nog steeds gebruik gemaakt van fossiele olieproducten in combinatie met biobrandstoffen.

³ De elektrificatiegraad verschilt per modaliteit, voor meer details zie paragraaf uitgangspunten en aannames.

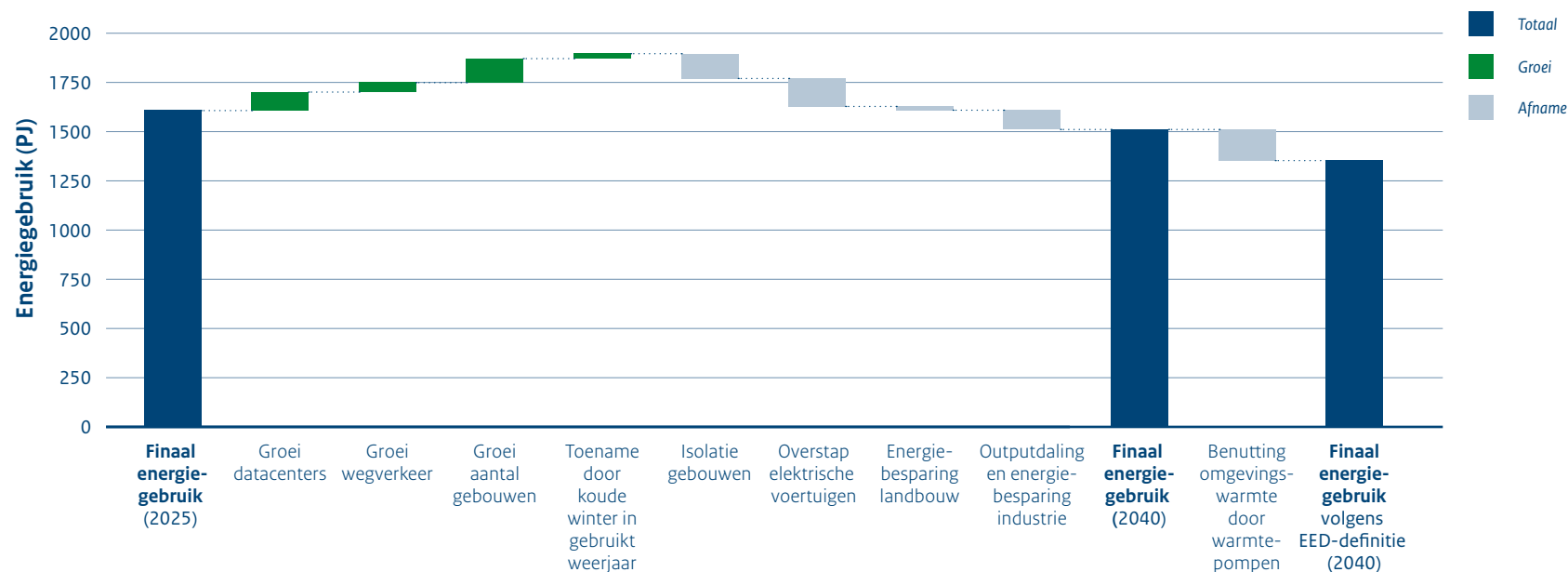


Figuur B.2 Illustratief overzicht van de energiemix in het *finaal eindgebruik* in 2040.

Met name in de binnenlandse scheepvaart zal de rol van moleculen in 2040 nog dominant zijn.

Naast de verduurzaming van de energiemix is energiebesparing een belangrijke pijler om sneller in onze eigen energiebehoefte te kunnen voorzien en tot een klimaatneutraal en minder importafhankelijk energiesysteem te komen. Inzet op energiebesparing leidt ertoe dat in meerdere onderdelen van de finale energievraag de totale vraag aanzienlijk afneemt of dat er flinke

relatieve afnames te zien zijn. Sterke afnames zijn met name te zien in de mobiliteit, door de hoge efficiëntie van elektrische voertuigen en in de gebouwde omgeving door isolatie van woningen en andere gebouwen (figuur B.3). Het valt op dat het geschetste energiegebruik in de gebouwde omgeving relatief hoog ligt. Dit komt met name doordat het gebruikte energietransitiemodel gebruikmaakt van een consistente dataset voor vraagsectoren en aanbodbronnen op basis van één weerjaar, in dit geval 2012, wat een jaar met een relatief koude winter was.



Figuur B.3 Ontwikkeling van de finale energievraag⁴ (inclusief omgevingswarmte) tussen 2025 en 2040 (basispad) en de finale energievraag exclusief omgevingswarmte.

Richting 2040 daalt het totale finale energiegebruik licht door energiebesparingen die gedeeltelijk gecompenseerd worden door nieuwe typen van energievraag.

De grootste energiebesparing wordt verwacht in de mobiliteit, waar de overstap op elektrische voertuigen tot een grote efficiëntieslag leidt. In de gebouwde omgeving vinden aanzienlijke besparingen plaats door isolatie, maar is ook sprake van vraaggroei door een toename van het aantal woningen en andere gebouwen en door de toenemende vraag naar koeling bij huishoudens. Daarnaast is

in het basispad van deze cijferbasis uitgegaan van een vraagvermindering in de industrie die voortkomt uit een combinatie van efficiëntieverbetering en een (lichte) daling in productieniveau. Deze besparingen, die gezamenlijk substantieel zijn, worden echter weer gedeeltelijk gecompenseerd door het ontstaan van nieuwe economische activiteiten zoals datacenters en AI faciliteiten. Figuur B.3 geeft aan hoe de onderliggende ontwikkelingen op sectorniveau optellen tot de totale verandering in de finale energievraag tussen 2025 en 2040.

⁴ Om de cijfers van 2025 en 2040 vergelijkbaar te maken is een deel van de energie-omzettingen (transformatiesector) van kolen in de staalsector in 2025 opgeteld bij het finaal gebruik, omdat dit in het ETM allemaal onder het finaal energiegebruik van de staalsector valt. In werkelijkheid was de finale energievraag in 2025 zo'n 70 PJ lager en ook in 2040 zal de werkelijke finale vraag op basis van officiële definities voor energiestatistieken lager zijn dan hier getoond.

Bij een sterkere groei van datacenters zou de daling in finaal energiegebruik uit kunnen blijven, terwijl bij sterkere krimp van industriële activiteit de finale energievraag sterker zou kunnen dalen. In dit cijferbeeld is uitgegaan van een flinke groei van datacenters van 18 PJ nu naar zo'n 110 PJ in 2040, maar ten opzichte van de scenario's van Netbeheer Nederland kan dit cijferbeeld worden gezien als een conservatieve inschatting. Naast datacenters is de toekomstige omvang van de industrie een grote onzekere factor die veel invloed heeft op de totale finale energievraag. In deze cijferbasis is ervan uitgegaan dat een groot deel van de bestaande industrie binnen Nederland verduurzaamt. Wel is er een aanzienlijke productiedaling aangenomen voor de fossiele raffinagesector en bestaande activiteiten binnen de chemie, deels gecompenseerd door groei van nieuwe duurzame activiteiten. Echter, de krimp van deze sectoren heeft een relatief beperkte impact op het finaal energiegebruik.

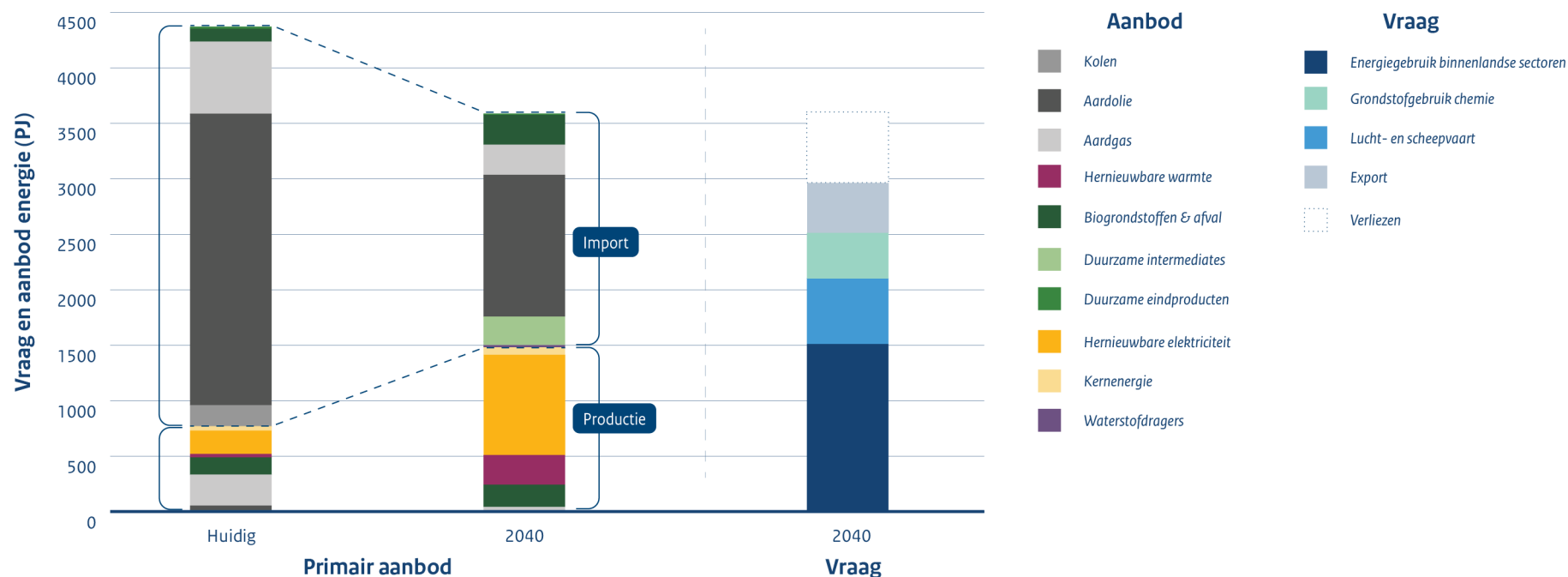
B.2.2 Ontwikkelingen energieaanbod

Gedurende de energietransitie verandert de energiemix ingrijpend, terwijl het totale volume van de finale vraag slechts licht daalt. De primaire energievraag⁵ daalt echter wel substantieel, met name door een kleinere raffinagesector als gevolg van de gewijzigde brandstofvraag vanuit duurzame mobiliteit. De dominante rol van fossiele koolstofdragers neemt af en de bijdrage van

elektriciteitsbronnen neemt toe en deze vormen een steeds groter aandeel in de mix. Ook de rol van duurzame warmte groeit sterk. Duurzame koolstofdragers nemen een deel van de fossiele rol over maar blijven in omvang beperkt vergeleken met de huidige omvang van vraag naar fossiele energiedragers, door grote mate van elektrificatie in finaal energiegebruik en door het ontbreken van ambitieuze (Europese en internationale) normen voor verduurzaming van het molecuulaanbod. Dit geldt met name voor grondstoffen in de chemie en brandstoffen voor de internationale scheepvaart, waardoor fossiele energiedragers voor deze toepassingen in 2040 nog steeds een aanzienlijke rol spelen.

De afgelopen jaren is de importafhankelijkheid van Nederland toegenomen, met name door de afbouw van binnenlandse aardgasproductie. Voor fossiele energiedragers als olie en kolen was Nederland altijd al op import aangewezen. De energiecrisis door de inval van Rusland in Oekraïne en de effecten van de recente oorlog in het Midden-Oosten maken duidelijk hoe kwetsbaar Nederland geworden is voor mondiale aanbod- en prijsschokken en hoe sterk de afhankelijkheid is van een beperkt aantal grote exporterende landen. Een afbouw van de rol van fossiele energiedragers in de energiemix kan deze kwetsbare afhankelijkheid verkleinen en de weerbaarheid van de samenleving en strategische autonomie van de economie vergroten.

⁵ Energievraag vóór omzettingen.



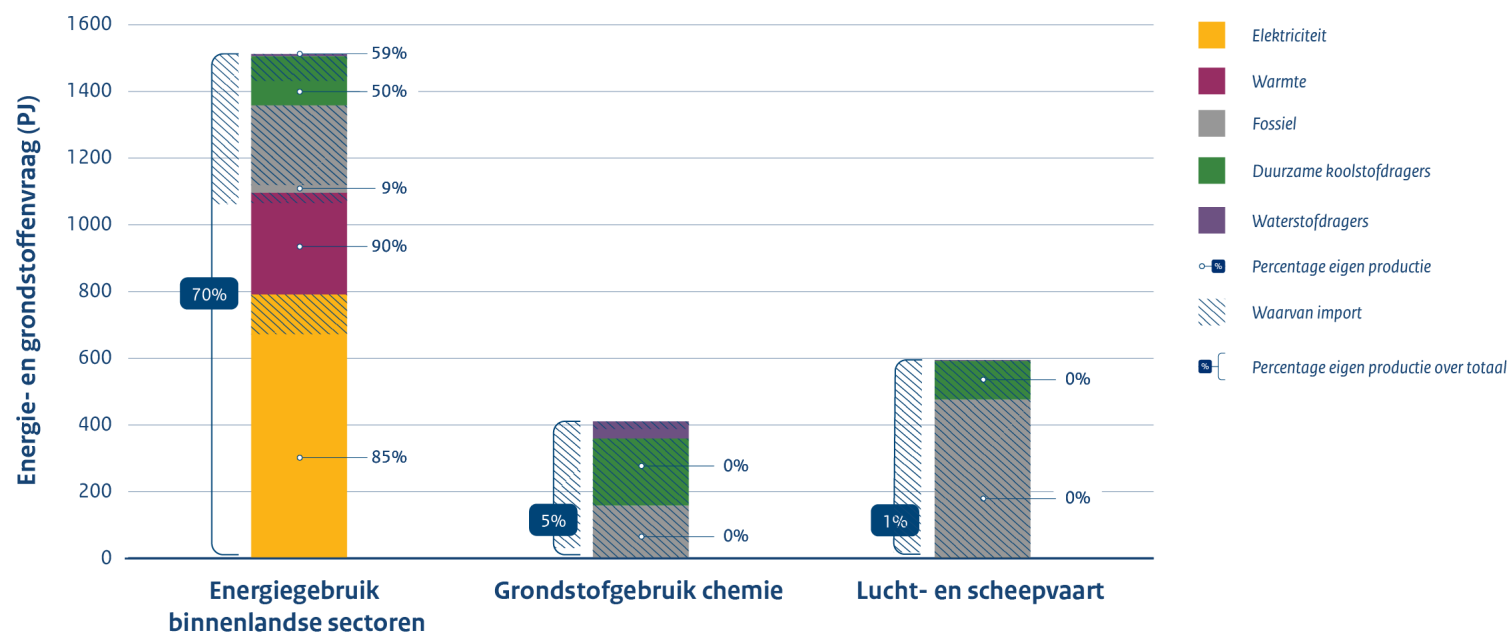
Figuur B.4 Overzicht van de verandering van het primair aanbod⁶ in Nederland (inclusief aanbod voor bunkers) tussen 2025 en 2040 en de verschuiving van import naar meer binnenlandse productie⁷.

Richting 2040 zal het aandeel van binnenlandse productie in het totale primaire energieaanbod aanzienlijk toenemen en binnen het aanbod voor de finale energievraag zal de toename nog sterker zijn. Het aandeel van binnenlandse productie voor het totale primaire aanbod groeit van zo'n 22% in 2025 naar bijna zo'n 43% in 2040. Voor het voorzien in de binnenlandse

energievraag zal vooral geïmporteerd aardgas nog een aanzienlijke rol spelen in 2040, hoewel een veel kleinere rol dan nu. Aardolie, aangevuld met een groeiende hoeveelheid geïmporteerde duurzame moleculen speelt een rol als grondstof voor de brandstofproductie en de chemie, maar veel minder als energiebron voor energiegebruik in de binnenlandse mobiliteit.

⁶ Het primaire aanbod hier getoond komt grotendeels overeen met het totaal primair energieaanbod (TPES) wat betekent dat doorvoerstromen, die in Nederland een substantiële omvang hebben hier niet getoond zijn. Afwijkend van de TPES zijn wel de imports van fossiele en duurzame koolstofdragers die in de raffinage worden verwerkt en geëxporteerd weergegeven.

⁷ NB – in deze figuur is kernenergie meegenomen als binnenlandse productie, omdat de geïmporteerde nucleaire brandstof relatief gemakkelijk in grote hoeveelheden opgeslagen kan worden.



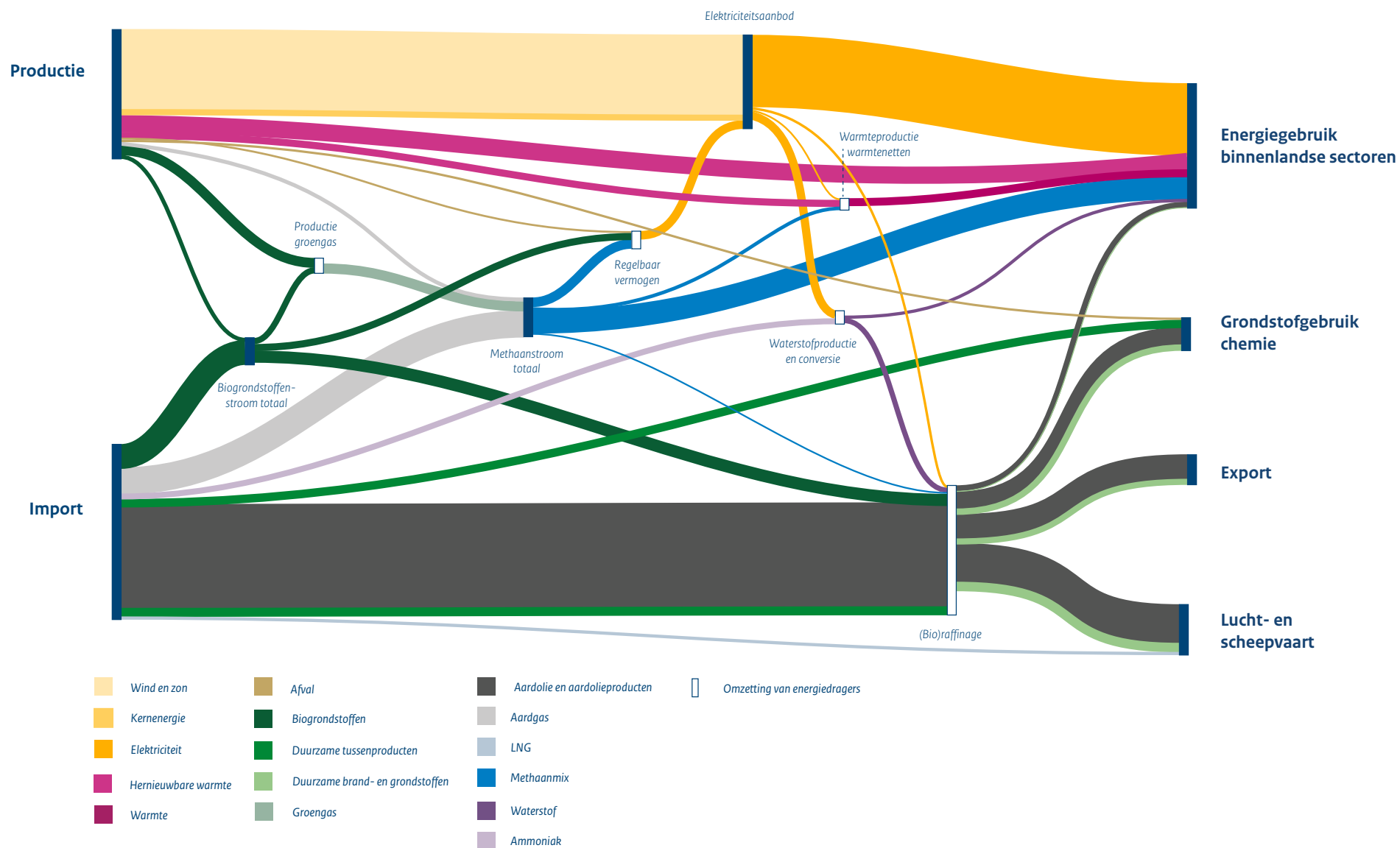
Figuur B.5 Aandeel van energieverbruik uit eigen productie per segment van de energievraag in 2040⁸.

De precieze mix van duurzame moleculen is nog erg onzeker, maar het is waarschijnlijk dat Nederland naast ruwe biograndstoffen ook duurzame energierijke tussenproducten zal importeren, zoals methanol, ammoniak, nafta en pyrolyseolie, elders geproduceerd uit biograndstoffen, reststromen of CO₂ en elektriciteit.

Door het reeds ingezette beleid en de richtinggevende keuzes uit het NPE kan Nederland in 2040 het merendeel van de finale energievraag (~70%) voorzien middels binnenlandse productie (figuur B.5), waar dat in 2025 slechts op 36% lag.

⁸ Om voor het finaal energiegebruik een binnenlandsproductie aandeel te berekenen is voor een aantal energiedragers een pro-rata verdeling toegepast over alle gebruiks-toepassingen. Dit betekent dat het aandeel binnenlands aardgasaanbod en groengas in de methaanmix pro-rata is toegeschreven aan het methaangebruik in de gebouwde omgeving. Voor de achterliggende molecuulvraag in de productie van elektriciteit en centrale warmteproductie in warmtenetten zijn ook de productie/importverhoudingen op systeemniveau aangehouden.

In de internationale lucht-en scheepvaart worden ook nog zeer beperkte hoeveelheden elektriciteit en waterstof(dragers) gebruikt, maar deze zijn door de kleine volumes niet goed zichtbaar in het staafdiagram. De bijbehorende import productieverhoudingen zijn voor de overzichtelijkheid weggelaten. Deze dragers tellen wel mee in de overkoepelende import/export-verhouding.



Figuur B.6 Illustratieve weergave van alle energiestromen in het Nederlandse energiesysteem in 2040, op basis van het NPE2026 basispad.⁹

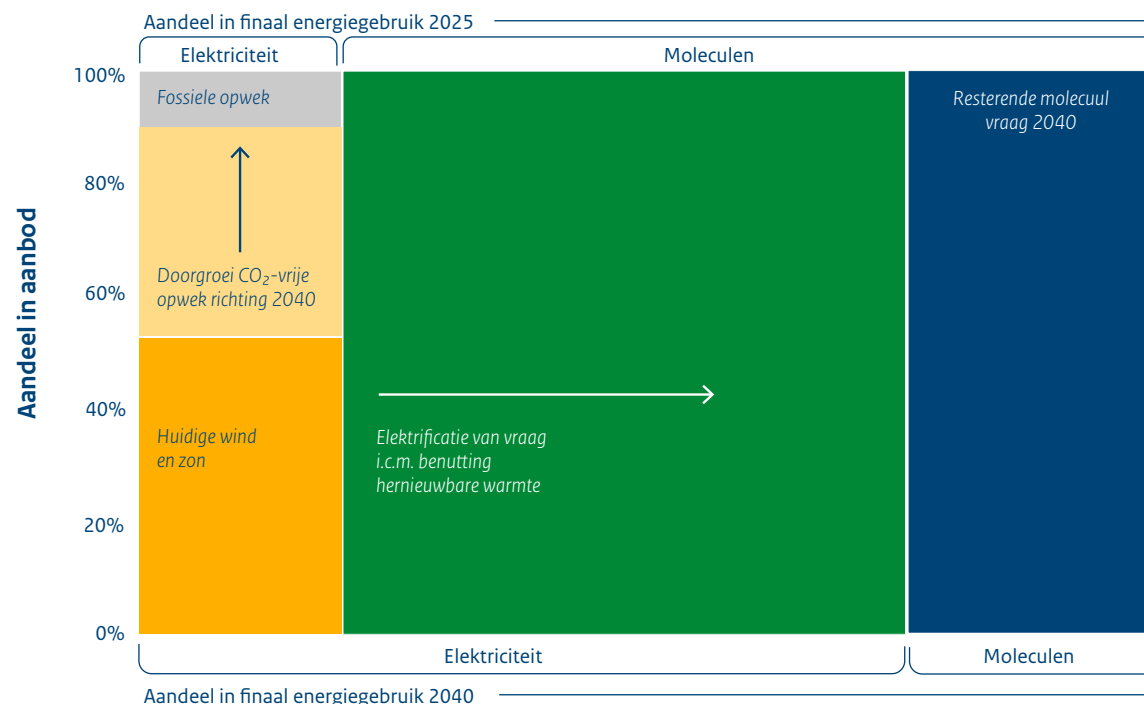
⁹ Voor de leesbaarheid van deze figuur zijn energieverliezen bij energieomzettingen niet als uitgaande stroom weergegeven. Het verschil tussen het totaal van inputstromen en outputstromen bij omzettingknooppunten is het energieverlies.

Dit betekent dat Nederlandse huishoudens, bedrijven en maatschappelijke instellingen in 2040 al veel minder afhankelijk zijn van geïmporteerde energie en daardoor veel minder kwetsbaar voor prijsschokken. De invulling van de grondstoffenvraag en de brandstoffenvraag voor de internationale lucht- en scheepvaart ziet er anders uit in dit opzicht. Deze blijven voorlopig voor het overgrote deel afhankelijk van import. Deels is dit import van fossiele energie zoals we die nu ook hebben. Deels is het import van duurzame energiedragers, die vanwege de beperkte ruimte in Nederland en verwachte lagere kostprijs voor de productie van duurzame moleculen buiten Nederland hierheen geïmporteerd worden.

Figuur B.6 op de vorige pagina geeft een overzicht van het gehele energiesysteem in 2040 in de vorm van een stroomdiagram, op basis van het NPE2026 basispad.

B.3 Elektriciteitsketen

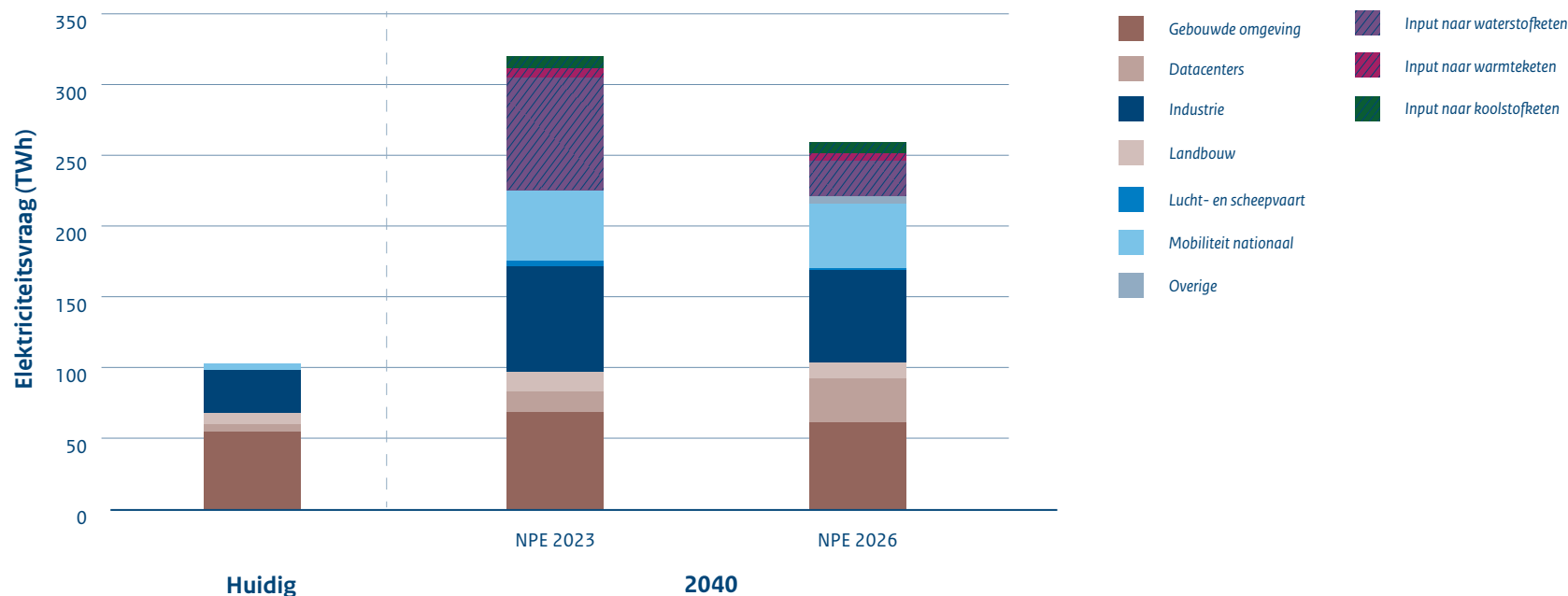
Zoals in hoofdstuk 2 beschreven wordt elektriciteit de dominante energiedrager voor de invulling van de finale energievraag, waarbij het in combinatie met de benutting van hernieuwbare warmte een groot deel van de verduurzaming van de gebouwde omgeving, mobiliteit en industrie zal verzorgen. Dit is dan ook de keten waar de sterkste groei nodig is en dus ook de grootste uitdagingen spelen in de realisatie van de opschaling, zowel ruimtelijk als qua tempo. Het aanbod uit wind, zon en kern-energie moet enerzijds doorgroeien om het aandeel van fossiele opwek in de mix drastisch te verlagen en tegelijkertijd is er überhaupt meer aanbod nodig om de benodigde elektrificatie te kunnen faciliteren (Figuur B.7). Tegelijkertijd is op dit moment juist de vraaggroei één van de belangrijkste uitdagingen in de elektriciteitsketen (zie hoofdstuk 4.2 verdiepingsdocument).



Figuur B.7 Benodigde ontwikkeling binnen de elektriciteitsketen.

B.3.1 Vraagontwikkeling

Om de overstap van fossiele energiedragers naar binnenlands geproduceerde energie te faciliteren en op koers te blijven voor onze klimaatdoelen zal de vraag naar elektriciteit tussen nu en 2040 met zo'n 140% (150 TWh) moeten stijgen. Dit betekent een stijging van de directe finale elektriciteitsvraag naar ongeveer 220 TWh (+110%), door groei van elektrische voertuigen, warmtepompen, E-boilers, elektrische industriële toepassingen en een sterke groei van datacenters (figuur B.8).



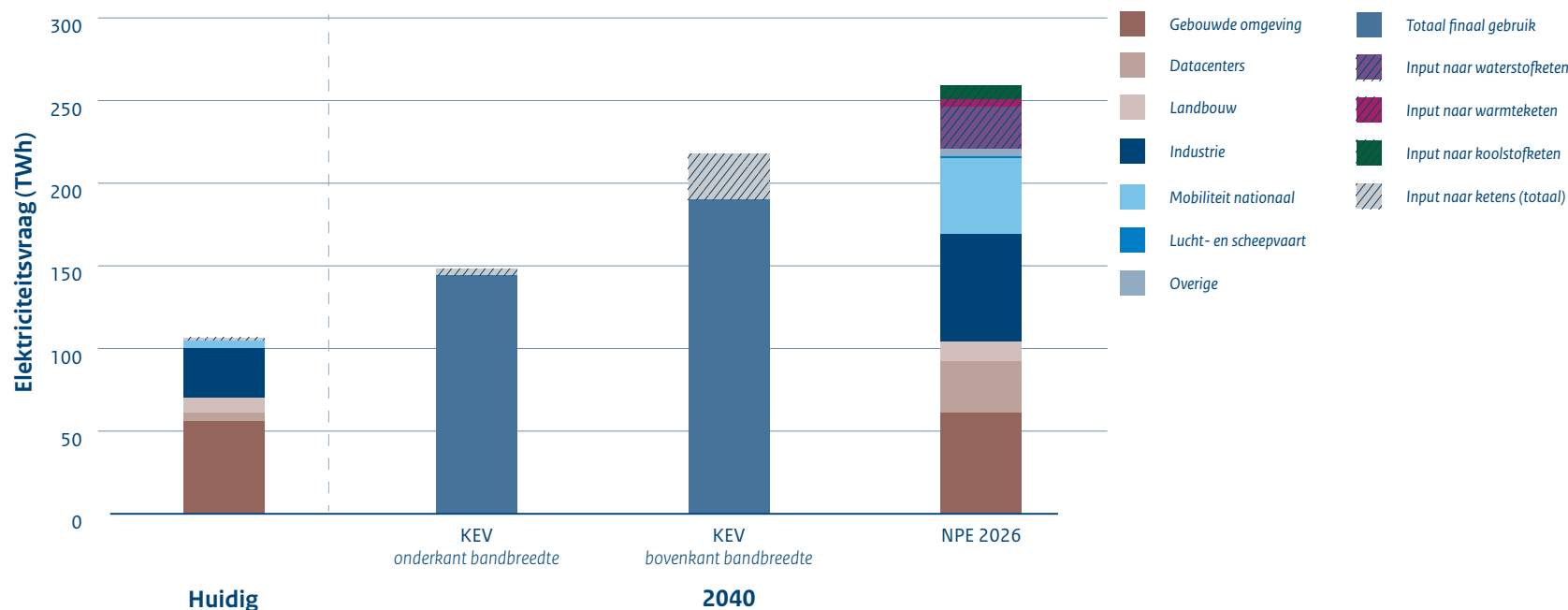
Figuur B.8 Vergelijking tussen huidige elektriciteitsvraag (2025), verwachte vraag in 2040 vanuit NPE2023 en deze NPE-actualisatie. Opgevulde blokken geven directe elektriciteitsvraag weer en gearceerde blokken inzet van elektriciteit in de andere ketens.

Daarnaast wordt er een stijging van zo'n 35 TWh voor inzet in andere ketens (intermediair gebruik) verwacht. Het leeuwendeel daarvan betreft inzet voor waterstofproductie middels elektrolyse en de rest is bestemd voor warmteproductie in collectieve warmtenetten en voor processen in de brandstofproductie.

Ten opzichte van het NPE 2023 zijn er echter ook aanzienlijke veranderingen in de totale verwachte omvang en samenstelling van de elektriciteitsvraag in 2040. Hoewel elektriciteit nog steeds

de ruggengraat van het finale energiegebruik vormt, gaat dit cijferbeeld uit van een lagere elektriciteitsvraag in de industrie en binnenlandse mobiliteit (figuur B.8), met name door lagere groei-aannames. Daarnaast komt er in dit cijferbeeld aanvullende directe elektriciteitsvraag bij vanuit nieuwe datacenters. De omvang van deze groei is erg onzeker en zal ook sterk afhangen van het gevoerde beleid op de groei van binnenlandse datacenters.¹⁰ De groeioprognose voor datacenters in dit cijferbeeld is een redelijk voorzichtige inschatting ten opzichte van de bandbreedte

¹⁰ Kamerbrief Geïntegreerde aanpak datacenters, verwacht najaar 2026.



Figuur B.9 Vergelijking tussen huidige elektriciteitsvraag (2025), verwachte vraag in 2040 op basis van de onderkant en bovenkant van de prognoses in de KEV2026 vergeleken met deze NPE-actualisatie. Opgevulde blokken geven directe elektriciteitsvraag weer en gearceerde blokken inzet van elektriciteit in de andere ketens.

uit de scenario's van de netbeheerders. Voor de binnenlandse mobiliteit en de industrie is daarentegen van redelijk ambitieuze elektrificatie van het bestaand energiegebruik uitgegaan.

De inzet van elektriciteit in andere ketens ligt op een lager niveau dan in het NPE uit 2023, met name door lagere verwachte vraag naar hernieuwbare waterstof (zie Hoofdstuk 4). Hierdoor daalt de verwachte elektriciteitsvraag voor elektrolyse in dit cijferbeeld naar ongeveer 30% van de verwachting uit NPE2023.

Het huidige elektrificatietempo is onvoldoende om de klimaatdoelen te halen op een energetisch- en kosten-efficiënte manier, maar de mate van versnelling die benodigd is lijkt niet ondenkbaar. De marktvraag naar elektriciteit die nu zichtbaar is, biedt onvoldoende basis om door te groeien naar het vanuit duurzaamheid, betrouwbaarheid en betaalbaarheid wenselijke systeem van vraag en aanbod van elektriciteit. De update van de Klimaat- en Energieverkenning van PBL (2026) gaat uit van een energievraag van 148-218 TWh, tegenover zo'n 260 TWh in deze cijferbasis. Een versnelling van het elektrificatietempo, en een navenante uitbreiding van

de elektriciteitsinfrastructuur zijn dus vereist. Daarnaast zal een gestage doorgroei van het elektriciteitsaanbod nodig zijn. Tegelijkertijd lijkt de orde grootte van de benodigde versnelling haalbaar, hoewel versnelling in de periode tot en met 2035 uitdagend zal zijn in verband met netcongestie.

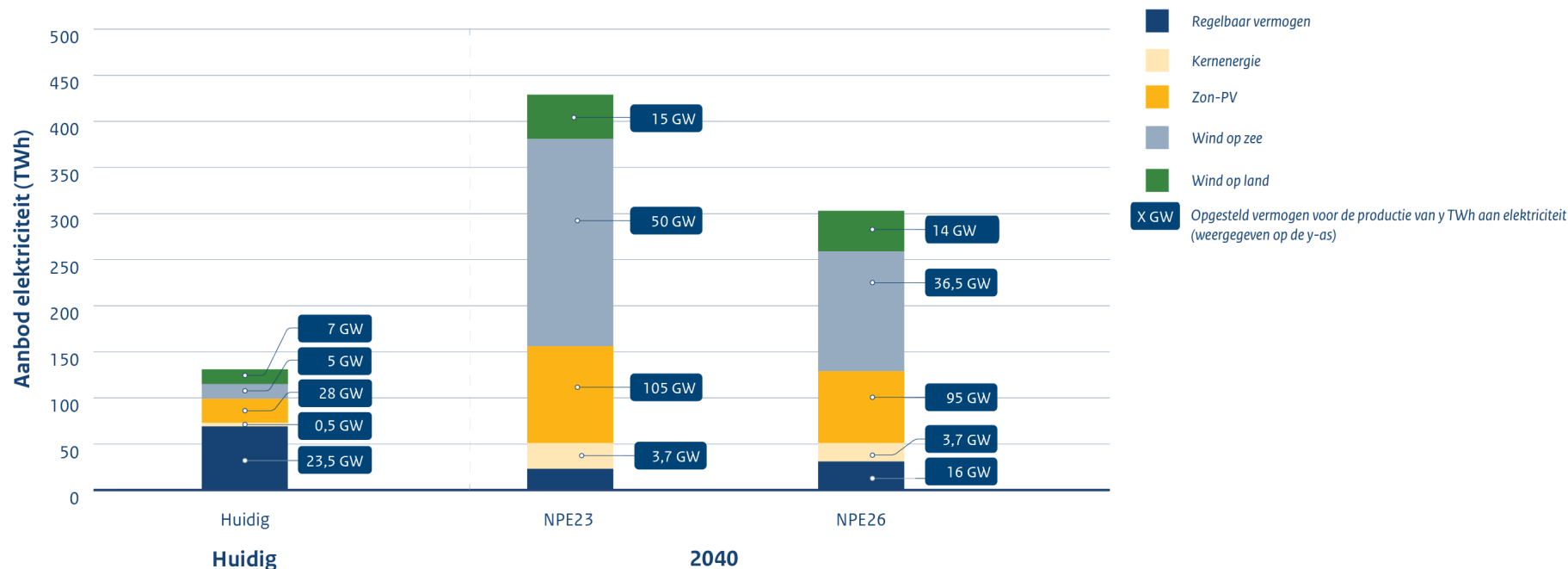
In het cijferbeeld is rekening gehouden met import- en exportstromen als bron van flexibiliteit om tijdelijke overschotten en tekorten aan elektriciteit te kunnen oplossen. Eventuele netto importbehoeftes van buurlanden zijn niet meegenomen in de dimensionering van het Nederlandse aanbod. Hierbij is het wel van belang dat de elektriciteitsmarkt Europees is en dat schaarste in aanbod op Europees niveau ook invloed kan hebben op de elektriciteitsprijzen in Nederland, zelfs wanneer er op jaarbasis in Nederland in principe voldoende aanbod beschikbaar is om de gehele vraag in Nederland te dekken. Het is mogelijk dat Duitsland en België op termijn een netto-importbehoefte voor elektriciteit zullen hebben, maar dit is ook nog aan grote onzekerheden onderhevig, zoals over hun inzet op eigen elektriciteitsproductie. Dit uitgangspunt is ook een belangrijk verschil ten opzichte van het in het NPE₂₀₂₃ opgenomen cijferbeeld. De lagere aanbodbehoefte die hieronder geschetst wordt, volgt daarmee niet alleen uit bijgestelde aannames over de binnenlandse vraag, maar ook uit de bijgestelde uitgangspunten aanzien van export om te voorzien in de elektriciteitsvraag van buurlanden.

B.3.2 Elektriciteitsaanbod

Om de gestage groei van de elektriciteitsvraag op duurzame wijze te kunnen invullen evenals de reeds bestaande vraag, is een stevige groei van CO₂-vrij aanbod nodig. Zoals beschreven in het NPE van 2023 is windenergie op zee hierbij de grootste pijler, gevolgd door zon-PV, windenergie op land en kernenergie. Het grootste verschil met het NPE uit 2023 is een bijstelling naar beneden van de hoeveelheid windenergie op zee. Dit houdt verband met de grenzen aan de aanlandingen voor windenergie op zee die voor 2040 te realiseren zijn, de naar beneden bijgestelde vraag naar hernieuwbare waterstof en nieuwe inzichten ten aanzien van opbrengsten van windparken op zee. In anticipatie daarop zijn in 2025 de ontwikkelingen voor demonstratieprojecten voor waterstofproductie op zee ook voorlopig gepauzeerd.¹¹

Het cijferbeeld bij dit NPE gaat uit van een groei van CO₂-vrij aanbod van 68 TWh in 2025 naar zo'n 305 TWh in 2040. Het NPE₂₀₂₃ ging uit van een totale CO₂-vrije opwek van zo'n 405 TWh in 2040. Het grootste deel van deze daling is te zien in een lager aangenomen opgesteld vermogen van met name windenergie op zee en zon-PV. Daarnaast is voor windenergie op zee in deze actualisatie van het NPE uitgegaan van een lagere jaaropbrengst van windenergie op zee, vanwege nieuwe inzichten omtrent zogeeffecten en operationele verliezen.

¹¹ Klimaat-en Energienota 2025. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/2025/09/16/klimaat-en-energienota-2025>



Figuur B.10 Illustratieve elektriciteitsproductiemix in 2040 op basis van deze actualisatie (midden), vergeleken met NPE2023 (rechts) en het huidige productiepark (2025). De hoeveelheden in de balken geven de hoeveelheid elektriciteitsproductie weer, terwijl de getallen de productiecapaciteit¹² in GW weergeven.

Het totale opgestelde hernieuwbaar vermogen neemt in dit cijferbeeld sterk toe, van circa 38 GW nu naar ruim 145 GW in 2040 (figuur B.10). De grootste toename in vermogen betreft het vermogen van zon-PV¹³ dat ruim verdrievoudigt tussen nu en 2040. Daarnaast is een aanzienlijke doorgroei van windenergie op zee aangenomen in dit cijferbeeld van zo'n 4,8 GW nu naar 36,5 GW in 2040. Voor windenergie op land verdubbelt het

opgesteld vermogen ongeveer tussen nu en 2040, onder andere door het vervangen van verouderde turbines door nieuwe grotere turbines. Het nucleaire vermogen neemt toe van 0,5 GW nu naar 3,7 GW in 2040.

Het grootste deel van de elektriciteitsvraag is geografisch verspreid over het land, wat vraagt om een zo breed mogelijke

¹² Opgesteld vermogen van regelbaar vermogen gebaseerd op cijfers uit 2023 o.b.v. Tennet (2025) Monitor leveringszekerheid.

¹³ Met het vermogen voor zon-PV wordt hier het geïnstalleerd vermogen van PV modules (zonnepanelen) bedoeld en dus niet het op het net aangesloten vermogen. Dit zal aanzienlijk lager liggen.

spreiding van het aanbod, om daarmee de benodigde uitbreidingen van het elektriciteitsnet en bijbehorende ruimtelijke impact en kosten zoveel mogelijk binnen de perken te houden. Dit betekent dat een ambitieuze inzet op een sterke doorgroei van hernieuwbaar op land de inpasbaarheid van nieuwe hernieuwbare opwek in het systeem en de infrastructuur verhoogt en het haalbaarder maakt tijdig voldoende betaalbaar CO₂-vrij aanbod te realiseren. Als het niet lukt om de hier aangenomen doorgroei van hernieuwbaar op land te realiseren, zal dat binnen dit cijferbeeld gecompenseerd moeten worden door een grotere bijdrage van de duurdere centrale bronnen windenergie op zee en kernenergie die beide grotere uitdagingen rondom inpassing in het elektriciteitsnet met zich meebrengen. Op termijn zouden SMR's mogelijk ook kunnen worden toegepast als lokale energiebron, maar dit wordt verondersteld nog geen bijdrage te kunnen leveren aan het elektriciteitsaanbod in 2040.

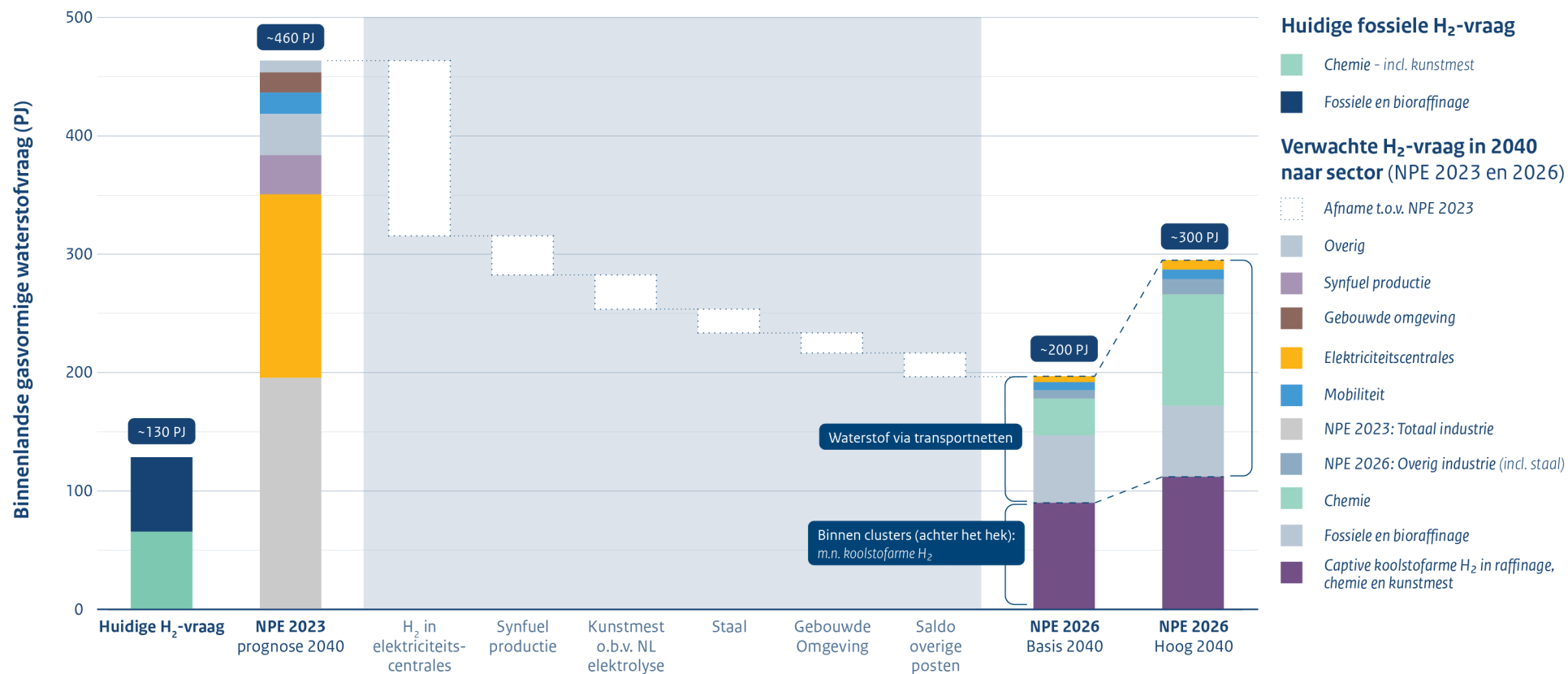
Een andere belangrijke verandering die zichtbaar is in dit bijgewerkte cijferbeeld is dat in deze actualisatie in tegenstelling tot het NPE2023 niet wordt uitgegaan van een volledige CO₂-vrije elektriciteitsopwekking in 2040. Dit betekent dat er in dit cijferbeeld nog een gedeelte van de elektriciteit wordt opgewekt in gascentrales. Deze actualisatie gaat er vanuit dat de rol van waterstofcentrales in 2040 nog zeer beperkt zal zijn. In dit cijferbeeld is illustratief een rol voor de inzet van biograndstoffen in voormalige kolencentrales meegenomen, waarbij er vanuit is gegaan dat de helft van het vermogen voorzien is van CO₂-afvang en daarom veel draaiuren maakt en de andere helft enkel als regelbaar vermogen opereert. De verwachting is dat er in 2040 nog zo'n 10-16 GW aan regelbaar vermogen nodig zal zijn, maar dat de inzet van deze centrales relatief beperkt zal zijn, met name door de grote rol die batterijen zullen spelen in het balanceren van overschotten en tekorten op dag-en weelschaal.

De exacte behoefte aan regelbaar vermogen is erg onzeker, o.a. door de mate van flexibiliteit aan de vraagkant. De behoefte aan regelbaar vermogen van 16 GW die hier is aangenomen zit aan de bovenkant van de bandbreedte, en ligt mogelijk lager bij het geschetste productiepark aan hernieuwbaar en nucleair aanbod.

B.4 Waterstofketen

B.4.1 Waterstofvraag

Figuur B.11 toont de bijgestelde inschatting voor de gasvormige waterstofvraag in Nederland in 2040, afgezet tegen de cijferbasis uit NPE 2023, een hoog-scenario met een groter industrieel raffinage- en chemiecluster in Nederland, en de huidige fossiele waterstofvraag als referentiepunt. De totale verwachte vraag voor 2040 daalt van circa 460 PJ in NPE 2023 naar circa 200 PJ in het NPE 2026 basispad, een bijstelling van ongeveer 260 PJ. Wat resteert in 2040 is een waterstofvraag die geconcentreerd is op de moeilijkst te verduurzamen industriële kern. Van de circa 200 PJ basisvraag betreft ongeveer 90 PJ koolstofarme waterstof die binnen industriële clusters wordt geproduceerd en verbruikt, het zogenaamde 'captive' segment. Deze categorie betreft vooral koolstofarme waterstofstromen die op lange termijn niet worden uitgefaseerd. Met ingroei van duurzame koolstof als feedstock verandert de bijbehorende CCS geleidelijk van fossiele afvang naar koolstofverwijdering. Het gaat vooral om restgassen die als onvermijdelijk bijproduct vrijkomen uit raffinage- en chemieprocessen, en onder andere koolstofarme waterstof uit nieuwe routes als afvalvergassing. Deze stromen worden doorgaans vooral achter het hek van de industriële complexen geproduceerd en verbruikt, zonder beroep op het landelijke transportnet. De overige circa 110 PJ in het basispad



Figuur B.11 Illustratieve ontwikkeling waterstofketen in 2040 op basis van deze actualisatie (midden en hoog), vergeleken met NPE2023 en de huidige waterstofvraag.

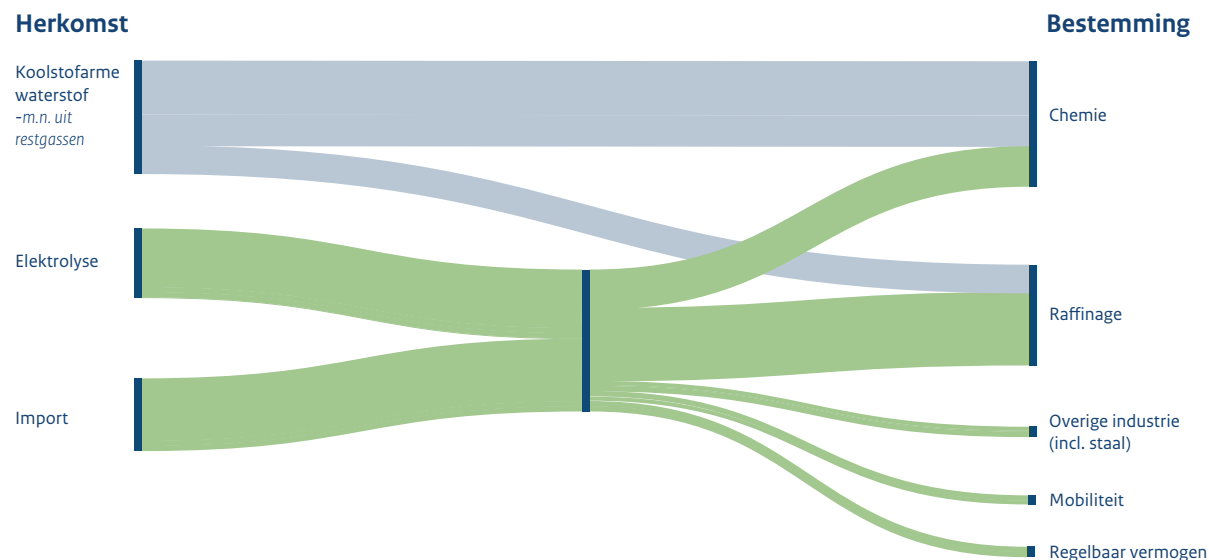
betreft transportbehoevende waterstof die via waterstoftransportnetten of via directe aansluitingen moet worden geleverd.

Het hoog-scenario van circa 300 PJ illustreert hoe deze prognose verder kan groeien wanneer internationale mandaten voor synthetische brandstoffen sneller opschalen, de Nederlandse

kostenpositie voor waterstofproductie gunstig uitpakt, er sterker wordt gestuurd op het in Nederland houden van de eerste processtappen vanwege strategische autonomie. De extra vraag concentreert zich in dat geval vooral in chemie en staal.

Herkomst en bestemming binnenlandse waterstofvraag 2040 (indicatief)

Figuur exclusief export en zonder de directe inzet van geïmporteerde waterstofdragers



Figuur B.12 Illustratieve aanbodstromen waterstofketen in 2040.

De daling in vraag ten opzichte van NPE2023 wordt vrijwel volledig gedreven door lagere vraag bij twee toepassingen: de inzet van waterstof in gascentrales voor regelbaar vermogen daalt met circa 140 PJ, en de productie van synthetische brandstoffen op basis van Nederlandse elektrolyse daalt fors. Synthetische brandstoffen worden in het bijgestelde beeld grotendeels geïmporteerd in plaats van in Nederland geproduceerd of in Nederland geproduceerd uit een geïmporteerd energierijk tussenproduct, zoals e-methanol. Daarnaast laat de finale vraag een daling zien doordat er voor 2040 geen substantiële rol wordt voorzien voor de gebouwde omgeving en doordat de directe inzet voor mobiliteit en warmte naar beneden is bijgesteld.

De huidige fossiele waterstofvraag van circa 130 PJ verdient daarbij aparte aandacht, omdat deze niet zomaar als statisch vertrekpunt kan worden gezien. De fossiele raffinage, die nu ongeveer 60 PJ van het totaal vertegenwoordigt, krimpt richting 2040 mee met de afnemende vraag naar olieproducten. Bioraffinage neemt deze rol deels over en is per eenheid eindproduct waterstofintensiever, maar deze nieuwe capaciteit ontstaat niet vanzelf: het vereist actieve opbouw van koolstofketens en nieuwe industriële vestigingen. Voor de verduurzaming van kunstmestproductie wordt richting 2040 uitgegaan van CCS, waterstof uit afvalvergassing en import van hernieuwbare of koolstofarme ammoniak. De verwachting is dat er in Nederland

geen significante rol is weggelegd voor ammoniakproductie uit hernieuwbare waterstof via binnenlandse elektrolyse. De waterstofvraag in de chemie groeit juist sterk door, naar ~30 PJ in het basispad en ~100 PJ in het Hoog-scenario. Het netto-effect van deze tegengestelde bewegingen bepaalt hoe groot de transport-behoevende waterstofvraag in 2040 daadwerkelijk wordt.

B.4.2 Waterstofaanbod

In deze cijferbasis wordt uitgegaan van een situatie waarin de transportbehoevende waterstof in 2040 grotendeels hernieuwbaar is, in een beeld met het doortrekken van het hernieuwbaar-aandeel voor de industrie en transport richting 2040. Hiermee zou bestaande fossiele waterstofproductie grotendeels uitgefaseerd worden, en bestaande SMRs met CCS ook ingezet kunnen worden voor het maken van koolstofarme waterstof uit restgassen in de petrochemie. De transportbehoevende waterstof kan op verschillende manieren worden ingevuld, afhankelijk van de mate waarin Nederland inzet op binnenlandse productie via elektrolyse versus import via pijpleidingen of reconversie van geïmporteerde ammoniak. Figuur B.12 toont een stroomdiagram van de mogelijke ontwikkeling van waterstofaanbodstromen richting 2040.

Omdat de verdeling tussen Nederlandse productie en import nog onzeker is, wordt vooralsnog uitgegaan van een beeld waarin beide ongeveer even groot zijn. Op basis van huidige prognoses is het nog niet duidelijk of binnenlandse productie of import van gasvormige waterstof uiteindelijk significant goedkoper wordt. Inzetten op een combinatie is vanuit diversificatie en leveringszekerheid daarom de meest robuuste strategie. In dit cijferbeeld is een groei opgenomen van ten minste 3 tot 4 GW elektrolyse in 2035, met verwachte verdere groei daarna. Tabel B.1 geeft,

uitgaande van circa 10 PJ waterstof per GW elektrolyse per jaar, een indicatie van de Nederlandse elektrolysecapaciteit die nodig zou zijn bij verschillende verdelingen. Dit beeld ligt aanzienlijk lager dan de geschetste ontwikkeling in NPE 2023, waarin nog werd uitgegaan van een opschaling in het basispad richting 15 tot 20 GW elektrolyse in 2040. Deze tabel is dan ook nadrukkelijk geen beleidsdoel, maar een illustratie van wat verschillende verdelingen zouden betekenen, gegeven de grote mate van onzekerheid in zowel de waterstofvraag als de concurrentiepositie van eigen productie en import. Deze capaciteit kan hoger uitvallen dan onderstaande tabel weergeeft als gevolg van de vraag uit buurlanden, wat kan leiden tot een hogere binnenlandse elektrolysecapaciteit of meer import.

Tabel B.1 Nederlandse elektrolysecapaciteit bij verschillende verdelingen tussen productie in Nederland en import (afgerond).

NL productie vs. import	Basispad (~110 PJ)	Hoog-scenario (~180 PJ)
75% NL / 25% import	~ 8 GW	~ 14 GW
50% NL / 50% import	~ 6 GW	~ 9 GW
25% NL / 75% import	~ 3 GW	~ 5 GW

Het beeld hierboven veronderstelt dat de transportbehoevende waterstof in 2040 grotendeels van hernieuwbare oorsprong is. Wanneer de opschaling van groene waterstof achterblijft, bijvoorbeeld door vertraging in de uitrol van

waterstofinfrastructuur, elektrolyse of wind op zee, neemt het gebruik van koolstofarme waterstof uit aardgas met CO₂-afvang minder snel af dan in het basispad. Het gaat dan om bestaande grijze waterstofproductie-installaties in de industriële clusters, Steam Methane Reformers (SMR's) die nu via aardgas waterstof produceren voor onder andere kunstmest en raffinage. Een aanzienlijk deel van deze installaties zal richting 2040 al van CCS zijn voorzien om hun CO₂-uitstoot af te vangen. In het basisscenario waarin groene waterstof voldoende opschaaft zouden deze installaties na verloop van tijd kunnen worden hergebruikt voor het verduurzamen van restgasstromen, doordat de huidige rol in de hoofdproductie dan door hernieuwbare waterstof wordt overgenomen. Wanneer hernieuwbare productie langzamer opschaaft, blijven deze installaties echter langer in hun oorspronkelijke rol actief en kan bovendien vraag ontstaan naar additionele capaciteit van koolstofarme productie-installaties, om alsnog restgasstromen te kunnen verduurzamen. Een dergelijke ontwikkeling levert nog steeds substantiële CO₂-reductie ten opzichte van de huidige grijze waterstof, waardoor de klimaatimpact beperkt blijft, maar verlengt wel de Nederlandse afhankelijkheid van aardgas. Een neveneffect is dat de behoefte aan Nederlandse elektrolyse-capaciteit en daarmee aan wind op zee specifiek voor dit doel lager uitvalt dan in een ambitieuzer hernieuwbaar pad.

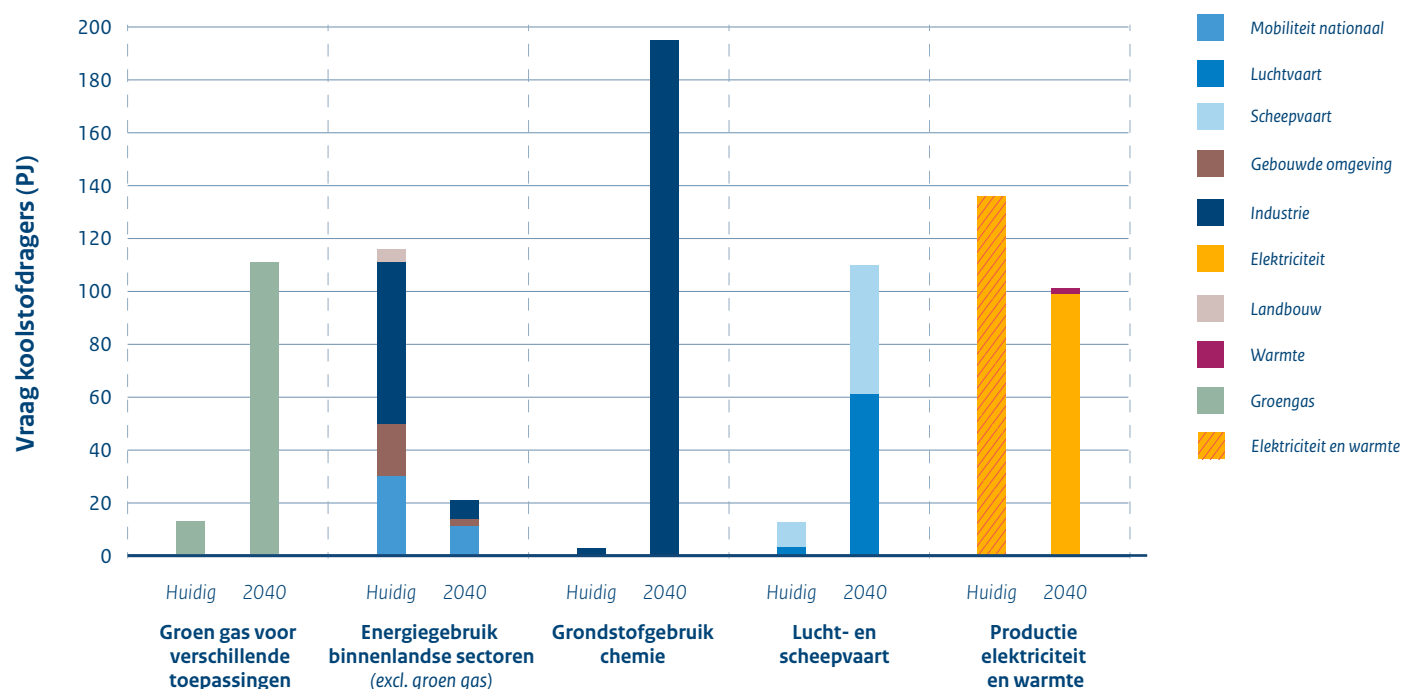
B.5 Duurzame koolstofketen

Hoewel de rol van moleculen in de finale energievraag sterk zal dalen, zal met name in de internationale lucht- en scheepvaart in 2040 en in de chemie nog een aanzienlijke vraag zijn naar moleculen. Deze molecuulvraag die met name uit koolstofdragers bestaat zal voor een aanzienlijk gedeelte duurzaam worden

ingevuld, hoewel het merendeel van de energiemix nog fossiel zal zijn. In de chemie zal structureel vraag blijven naar duurzame koolstoffen, voor de productie van duurzame materialen en chemicaliën. Ten slotte zal er in het energiesysteem nog een belangrijke rol voor moleculen zijn weggelegd als back-up in periodes met te weinig duurzaam elektriciteitsaanbod. Daarom zullen moleculen ook een beperkte maar essentiële rol blijven spelen als brandstof in regelbaar vermogen, back-up voor industriële proceswarmte en als piekvoorziening voor collectieve warmtenetten. Een aanzienlijk gedeelte van deze molecuulvraag zal in 2040 al duurzaam worden ingevuld. Hiermee zal de inzet van duurzame koolstofdragers naar verwachting aanzienlijk groeien richting 2040.

B.5.1 Vraag naar duurzame koolstofdragers

Figuur B.13 hieronder geeft een overzicht van de toepassingen van duurzame koolstofdragers in het energiesysteem in 2040. Voor de meeste toepassingen is weergegeven om welk type eindgebruik het gaat, behalve voor groen gas waarvoor in deze cijferbasis geen verdeling over sectoren wordt gemaakt. Tot 2035 geldt een bijmengverplichting voor groen gas voor de gebouwde omgeving. Voor de periode daarna is de precieze verdeling van groen gas over verschillende toepassingen nog onzeker en is geen beleidsmatige sturing op de inzet van groen gas vastgesteld. Directe inzet van duurzame koolstofdragers als energiedrager in eindgebruikssectoren daalt ten opzichte van het huidige niveau tot een vrij laag niveau, waarbij de mobiliteit naar verwachting de grootste eindgebruiker is. De mate waarin er in de mobiliteit nog biobrandstoffen nodig zullen zijn hangt sterk samen met het elektrificatietempo dat in deze sector gerealiseerd wordt. Verder is er een aanzienlijke groei in vraag voor de internationale lucht- en scheepvaart, waarbij het vraagvolume voor de zeevaart het meest onzeker is. Deze onzekerheid komt

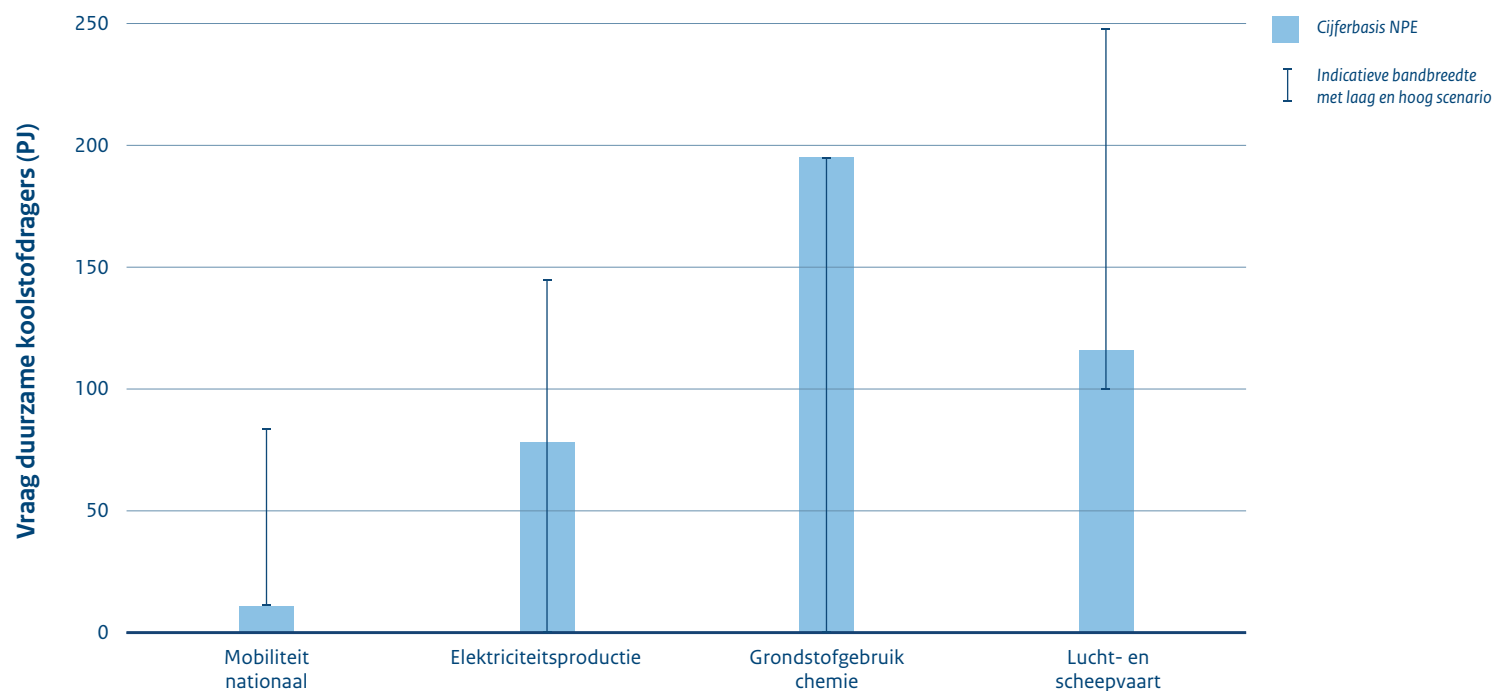


Figuur B.13 Opbouw vraag naar fossiele en duurzame koolstofdragers per vraagsegment en voor de productie van groengas voor inzet voor verschillende toepassingen in 2040.

voort uit onzekere ontwikkeling van het totale vraagvolume in de zeevaart, wat tussen verschillende studies varieert tussen de 134 PJ en 420 PJ 13 in 2040 en de onduidelijkheid of er bovenop de huidige EU-normen ambitieuzere verduurzamingsnormen in internationaal (IMO) verband gemaakt zullen worden. De huidige normen hebben een relatief laag ambitieniveau vergeleken met klimaatdoelen voor binnenlands energiegebruik en de normen sturen op broeikasgasemissie-intensiteit. Dit laatste betekent dat een overstap op fossiele energiedragers met een lagere emissie-intensiteit zoals LNG, voorlopig ook een gedeelte van de oplossing kan zijn.

De omvang van de totale vraag naar duurzame koolstofdragers in 2040 en daarna erg onzeker, waarbij bandbreedtes voor grondstoftoepassingen, internationale lucht-en scheepvaart en inzet voor regelbaar vermogen het grootst zijn.

Figuur B.14 illustreert deze onzekerheid voor verschillende eindtoepassingen, waarbij de getoonde spreiding niet de volledige theoretische bandbreedte weergeeft, maar een realistische bandbreedte op basis van huidige markt- en beleidsontwikkelingen. De kleinste spreiding zit in de toepassing van duurzame koolstof in de finale energievraag, waarbij de mobiliteit de grootste vraagsector is. De NPE2026 cijfers in alle voorgaande grafieken gaan uit van



Figuur B.14 Onzekerheid in vraag naar duurzame koolstofdragers in 2040 per vraagsegment.

sterke elektrificatie in de binnenlandse mobiliteit, waarbij het wegvervoer op zo'n 70-90% elektrificatie uitkomt in 2040. Echter, wanneer elektrificatie van het wegverkeer minder snel verloopt en nog steeds wordt aangestuurd op snelle emissiereductie in deze sector, is een grotere rol van biobrandstoffen als transitietoepassing noodzakelijk.

Groen gas zal in 2040 erg gewild zijn voor een brede set aan toepassingen, maar de omvang van groen gas aanbod in 2040 is erg onzeker en hangt sterk af van beleid. De vraag is in potentie dus even groot als de totale methaanvraag, maar de mate waarin de totale resterende methaanvraag zal worden ingevuld met groen gas zal sterk afhangen van de toekomstige beleidsambities voor productie van groen gas en van de beschikbaarheid van biograndstoffen en kostprijs voor productie van groen gas.

De inzet van biograndstoffen in de elektriciteitsketen is hoogst onzeker en hangt samen met de aantrekkelijkheid van BECCS als koolstofverwijderingsoptie na de herziening van het EU-ETS en de rangschikking van biograndstoffengebruik voor piektoepassingen en regelbaar vermogen in de update van het Duurzaamheidskader biograndstoffen. In figuur B.14 is daarbij

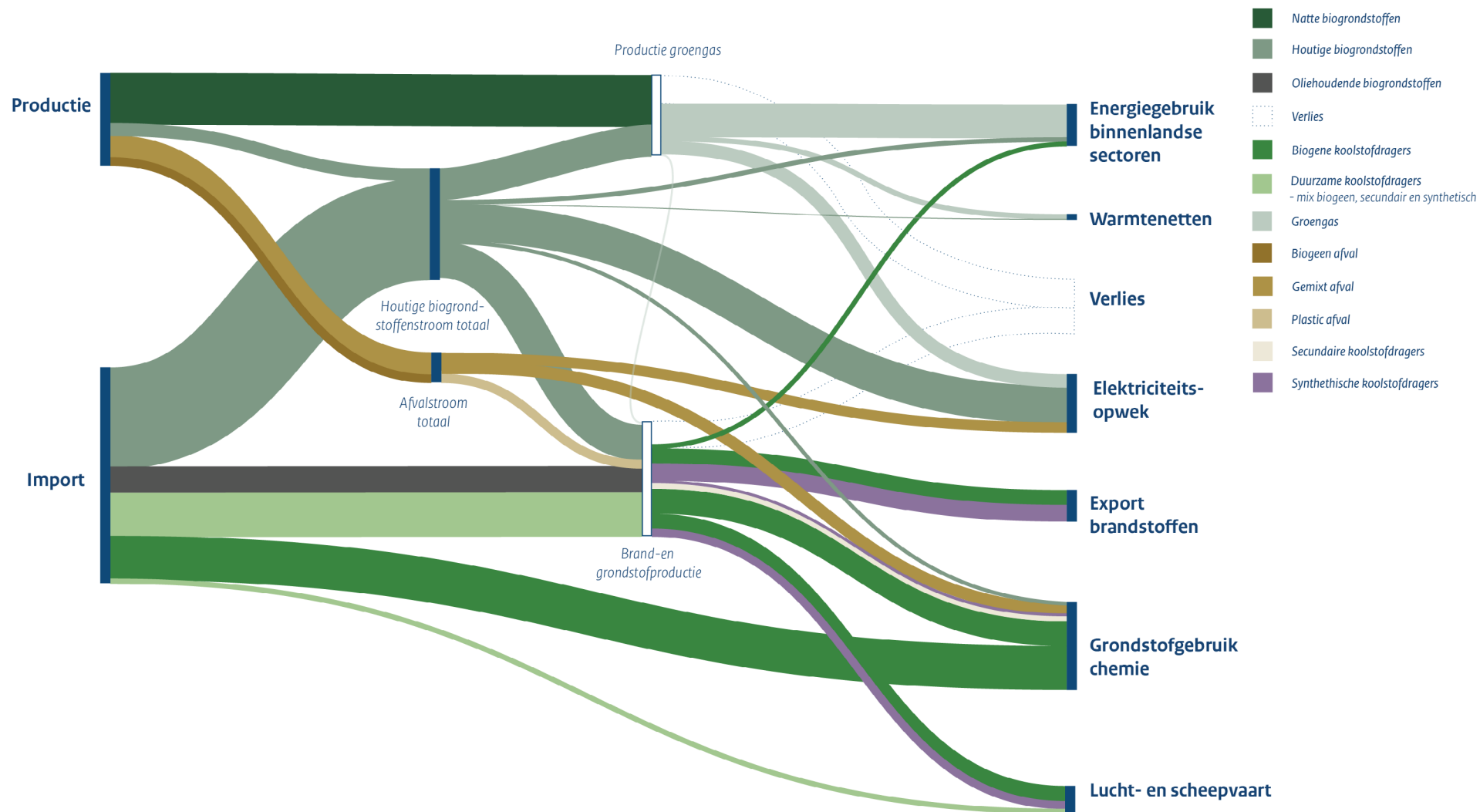
uitgegaan van een bandbreedte van 0-145 PJ, waarbij de bovenkant van de bandbreedte is gebaseerd op de ombouw van de twee grote kolencentrales (3,2 GW) naar 100% biograndstoffenstook in combinatie met toepassing van CCS op de helft van de productie-eenheden. In het basispad dat in deze bijlage is geschetst is illustratief de ombouw van één grote kolencentrale meegenomen. Hiermee zou de inzet van duurzame koolstofdragers in de elektriciteitssector niet toenemen boven het huidige niveau.

Voor de internationale lucht- en scheepvaart is in deze cijferbasis uitgegaan van de bestaande normen voor de verduurzaming van deze sectoren op EU-niveau. Wanneer voor de zeevaart alsnog ambitieuzere normen worden aangenomen in de context van de International Maritime Organisation, zou de vraag naar duurzame koolstofdragers in principe nog sterk kunnen toenemen.

Deze cijferbasis gaat uit van (EU-)beleid dat er op succesvolle wijze voor zorgt dat de concurrentiepositie voor duurzame industriële productie in Nederland verbetert, maar zonder dergelijk beleid zal de vraag naar duurzame koolstof in de chemie veel lager zijn. Nederland heeft een goede uitgangspositie om zijn koolstofverwerkende industrie te behouden en binnen Europa een belangrijke producent van duurzame brandstoffen en chemicaliën te worden. Hoewel fossiele stromen in deze sectoren in 2040 nog steeds dominant zullen zijn, spelen duurzame koolstofdragers al een aanzienlijk grotere rol dan

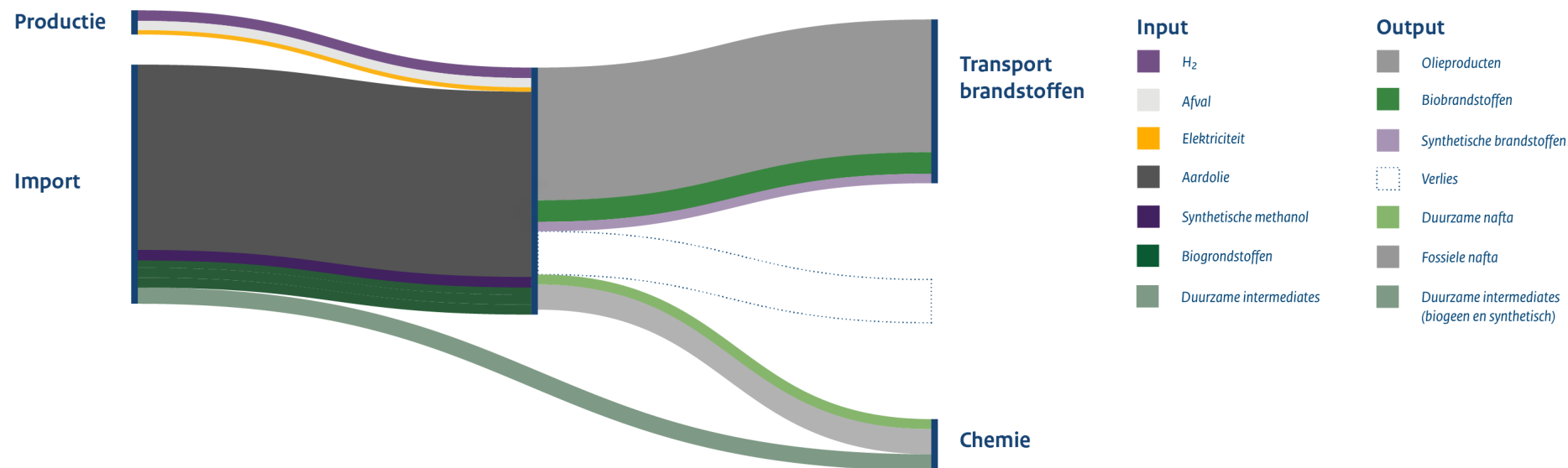
vandaag de dag. In deze cijferbasis is ervan uitgegaan dat de Nederlandse brandstofproducenten een goede uitgangspositie hebben voor de productie van duurzame luchtvaartbrandstoffen en hierbij de huidige exportrol voor deze brandstoffen behouden. Voor de chemie is een ambitieus verduurzamingspad geschetst waarbij ongeveer de helft van de grondstoffen voor de (organische) chemie uit duurzame koolstofdragers bestaat in 2040. Om dit te realiseren is aanvullende normering op EU-niveau voor afname van duurzame chemicaliën in eindproducten (vraagcreatie) essentieel. Op basis van alleen bestaand beleid zouden er in 2040 nog steeds nagenoeg geen duurzame koolstofdragers in de chemie worden ingezet.

Figuur B.15 geeft een illustratief overzicht van de duurzame koolstofketen in 2040, in de vorm van een stroomdiagram en toont dat een groot deel van de duurzame koolstofdragers afkomstig is uit import. Deze dominante rol van import is ook in lijn met NPE2023 en de analyses uit de Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050 van PBL. Het grootste deel van de binnenlandse productie van duurzame koolstof wordt ingezet voor de productie van groen gas. Hoewel een deel van de duurzame koolstofdragers rechtstreeks naar de eindgebruikers gaat, wordt het leeuwendeel eerst nog verwerkt in een omzettingstap, waarbij groen gasproductie en de (bio) brandstoffenproductie de grootste omzettingknooppunten zijn. Aan de vraagkant zijn de chemie, de internationale lucht- en scheepvaart en regelbaar vermogen in de elektriciteitssector de grootste energievragers. Daarnaast is ook de groeiende rol van Nederland als exporteur van duurzame brandstoffen geschetst. Figuur B.16 schetst hetzelfde beeld als figuur B.15, maar dan met meer detail voor de koolstofverwerkende industrie, dat wil zeggen de chemie en de brandstoffensector.



Figuur B.15 Stroomdiagram met illustratief overzicht van duurzame koolstofstromen in het Nederlandse energiesysteem in 2040¹⁴.

¹⁴ In deze figuur is de inzet van groen gas per type eindgebruik *pro rata* verdeeld op basis van het totale methaanverbruik van elk type eindgebruik.

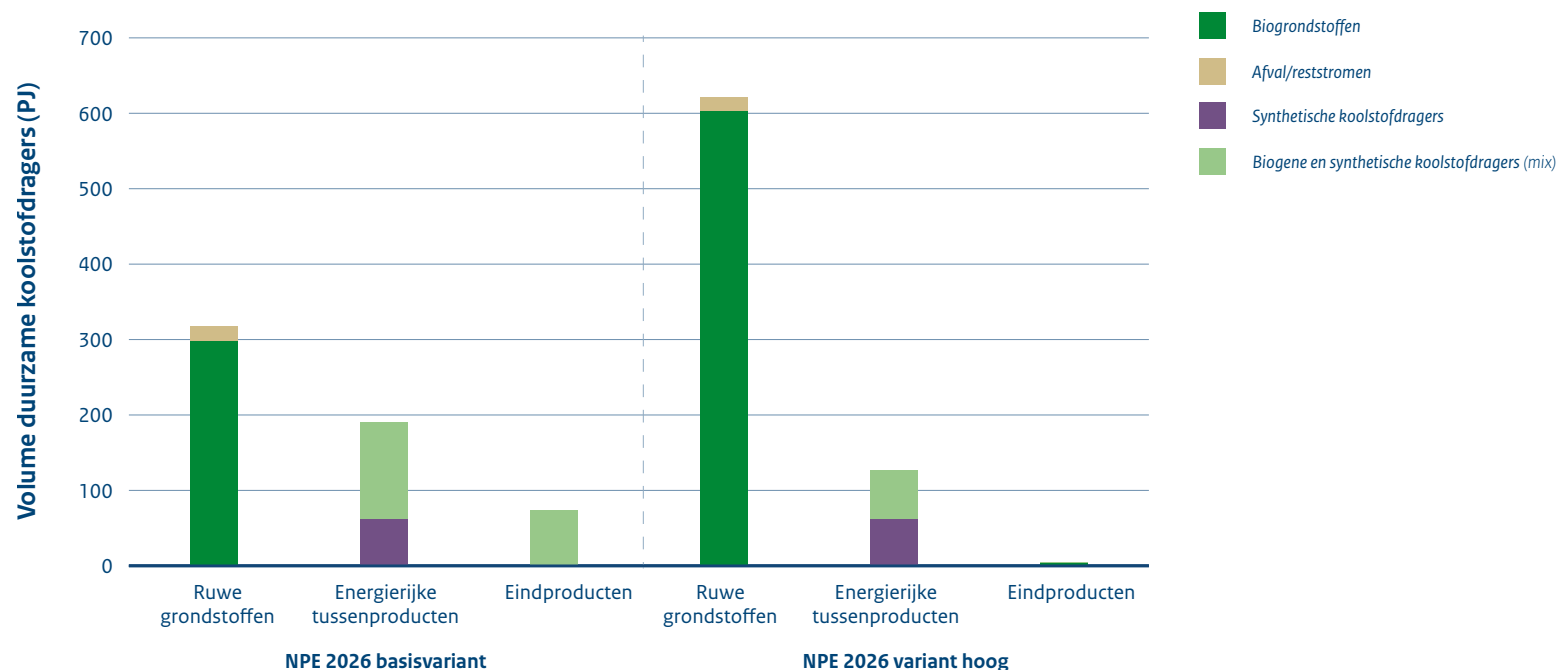


Figuur B.16 Illustratief overzicht van de koolstofstromen in de koolstofverwerkende industrie in 2040.

B.5.2 Aanbod duurzame koolstofdragers

Figuur B.17 toont in meer detail een illustratieve verdeling van het type duurzame koolstofdragers in 2040. Hierbij zal naar verwachting het merendeel van de duurzame koolstof die in Nederland gebruikt en verwerkt wordt “ruwe” grondstoffen betreffen, hieronder worden onder andere afval, ruwe biograndstoffen, maar ook licht bewerkte *commodities* zoals houtpellets of getorificeerde biomassa verstaan. Verder kunnen naast de verwerking van ruwe grondstoffen mogelijk ook activiteiten op gang komen waarbij geïmporteerde energierijke bouwstenen, zoals methanol, bionafta en pyrolyse-olie in Nederland verwerkt worden tot eindproducten, zoals transportbrandstoffen en

(hoogwaardige) chemicaliën. Daarnaast zal naar verwachting het merendeel van de duurzame koolstofdragers een biogene oorsprong hebben. In het basispad is er vanuit gegaan dat een groeiend deel van de productie van duurzame eindproducten gebeurt op basis van verwerking van energierijke tussenproducten zoals methanol. In het hoog-scenario daarentegen wordt uitgegaan van meer verwerking van ruwe biograndstoffen in Nederland via de vergassingsroute en daarmee een minder grote rol voor geïmporteerde energierijke tussenproducten. De Visie Opschaling Aanbod Duurzame Koolstofdragers gaat in meer detail in op het aanbod aan duurzame koolstofdragers.



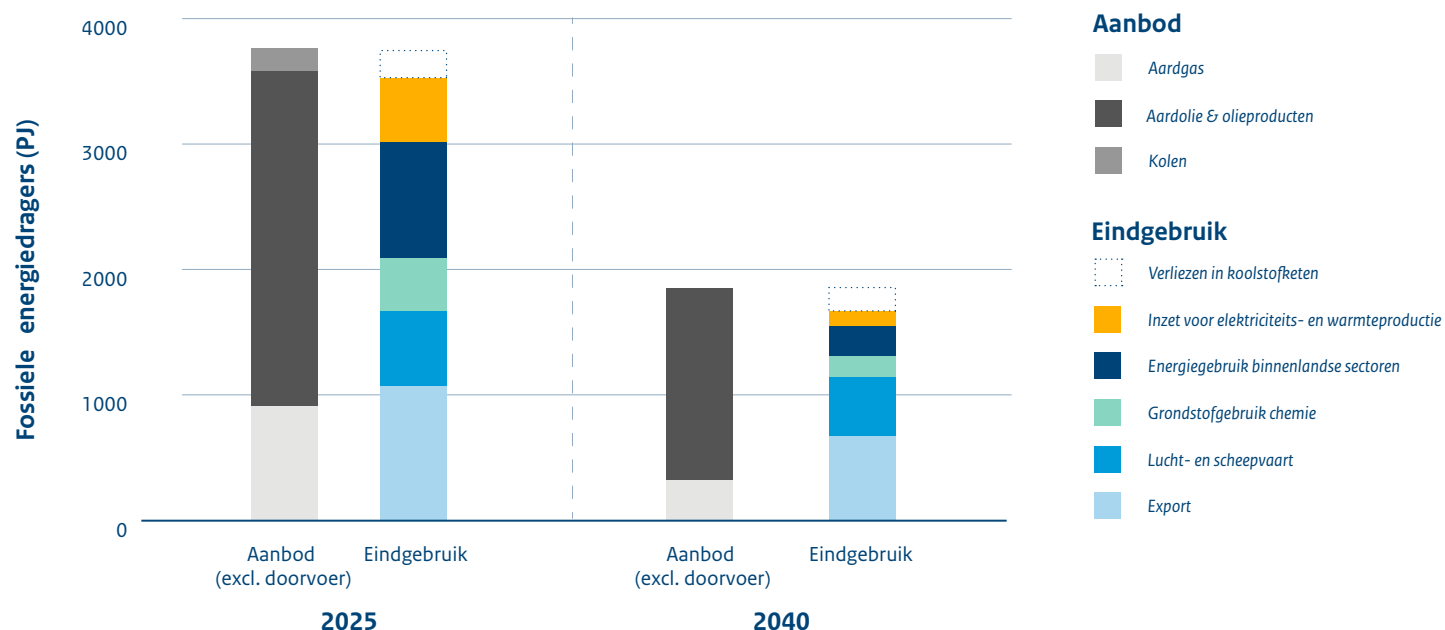
Figuur B.17 Overzicht van benodigd aanbod aan duurzame koolstofdragers, inclusief indicatieve uitsplitsing per type koolstofdrager (ruwe grondstof, energierijke bouwstenen, eindproducten)¹⁵.

B.6 Verantwoorde afbouw fossiel

Tussen nu en 2040 zal de rol van fossiele energiedragers in het energiesysteem significant afnemen, waarbij de absolute daling het grootst is bij aardolie en de relatieve daling het grootst bij gas. Figuur B.18 toont de afbouw van het gebruik van fossiele energiedragers tussen nu en 2040 op basis van de in deze actualisatie geschetste ontwikkelingen. Hier is een sterke afname zichtbaar, waarbij het verbruik van kolen (nagenoeg) volledig verdwenen is, inzet van aardolie en aardolieproducten ongeveer

halveert en de inzet van fossiel aardgas met zo'n 55% afneemt. Het tempo van de afbouw van het gebruik van ruwe aardolie is erg onzeker en hangt af van het tempo waarin de fossiele raffinagecapaciteit in Nederland wordt afgebouwd, hetgeen onder meer samenhangt met het tempo van elektrificatie van het wegvervoer in Noordwest-Europa. De mate waarin de hier geschetste afbouw van fossiel aardgas gerealiseerd kan worden hangt enerzijds af van hoe snel gasvraag vervangen wordt door andere energiedragers, met name elektriciteit en anderzijds van het tempo waarin voor het resterende gasgebruik het aanbod van groen gas kan worden opgeschaald.

¹⁵ Ruwe grondstoffen: *bijvoorbeeld* houtige biomassa, plantaardige oliën, plastic afval; Energierijke bouwstenen: *bijvoorbeeld* pyrolyseolie, (bio/synthetische)-naphtha, (bio/synthetische) methanol; Eindproducten: *bijvoorbeeld* duurzame kerosine, bioethanol, biodiesel/.



Figuur B.18 Overzicht van de afbouw van de inzet van fossiele energiedragers in het Nederlandse energiesysteem tussen 2024 en 2040. De figuur toont het netto aanbod (exclusief doorvoer) en de vraag naar deze dragers in finaal eindgebruik, grondstoffengebruik, internationale scheepvaart en inzet in de elektriciteits- en warmteketen.¹⁶

Deze cijferbasis gaat uit van een totale methaanvraag van zo'n 405 PJ, waarvan nog zo'n 290 PJ met fossiel aardgas wordt ingevuld. In de prognoses van de KEV2026 varieert de methaanvraag in 2040 tussen de 485 en 733 PJ. Binnen de verschillende vormen van eindgebruik zijn internationaal transport en grondstofgebruik de grootste resterende gebruikers van fossiele energie.

In het finaal eindgebruik vertegenwoordigen fossiele energiedragers nog minder dan 10% van de totale energievraag. In de elektriciteitssector is nog beperkte inzet van aardgas.

¹⁶ Verliezen betreffen zowel verliezen bij omzettingen binnen de koolstofketen, met name in de fossiele raffinage, maar ook verliezen in elektriciteitscentrales en bij centrale warmteproductie voor warmtenetten.

B.7 Gedetailleerde uitgangspunten en aannames cijferbeeld

B.7.1 Algemene uitgangspunten NPE-cijferbeeld

Bij het opstellen van dit cijferbeeld is gebruik gemaakt van een aantal algemene uitgangspunten voor nationaal en EU-beleid:

- Het beeld geeft met 2040 een tussenstap richting een klimaatneutraal Europa en Nederland in 2050.
- Het beeld gaat uit van het Europese reductiepad van netto 90% emissiereductie in 2040 ten opzichte van 1990, met mogelijkheid om tot 5% gebruik te maken van hoogwaardige internationale kredieten, als richting voor de centrale verhaallijn.
- Voorstellen voor herziening van EU beleid en nieuwe EU-energiebeleidsmaatregelen voor 2040 zijn niet in deze cijferbasis meegenomen.
- Dit cijferbeeld gaat uit van minimaliseren van fossiel gebruik richting 2050, maar niet van volledige uitfasering.
- Voor de verduurzaming van internationaal transport is uitgegaan van de geldende internationale en Europese beleidskaders voor luchtvaart en scheepvaart.
- Er wordt impliciet uitgegaan van het bestaan van een markt voor koolstofverwijdering in 2040, waardoor negatieve emissies een waarde hebben in het systeem, waarbij de aanname is dat emissies en koolstofverwijdering tussen sectoren gesaldeerd kunnen worden.
- Het beeld gaat niet uit van een nationaal streefdoel voor een CO₂-vrije elektriciteitsketen.

B.7.2 Aannames ontwikkeling economische activiteit en vraagontwikkeling

De mate waarin de activiteitsniveaus van de verschillende sectoren zich ontwikkelen is een bepalende factor voor de omvang van de energievraag. Voor de groei van het aantal woningen en het totaal vloeroppervlak van gebouwen en diensten is uitgegaan van vraaggroei prognoses uit de KEV2025. In deze NPE-actualisatie is niet in detail gekeken naar de ontwikkeling van de energievraag in de landbouw, maar is de omvang van de energievraag uit het NBNL-scenario Koersvaste Middenweg aangehouden. Wel is de rol van biograndstoffen in de invulling van de energievraag in deze sector aangepast in lijn met NPE 2023.¹⁷ Voor de industrie verschilt het beeld voor de verschillende subsectoren, zoals beschreven in het industriehoofdstuk in deze actualisatie.

Voor de fossiele raffinage wordt van een substantiële krimp uitgegaan, waarbij wel een groei van duurzame raffinage-activiteiten is aangenomen. Deze krimp van fossiele raffinage is geen gevolg van afbouwbeleid, maar van de daling van vraag naar brandstoffen voor wegtransport in Nederland en omliggende landen. Op dit moment vertegenwoordigen brandstoffen voor wegtransport zo'n 55-60% van de raffinageoutput. Daarmee past de geschetste outputafname van zo'n 50% bij de geschetste elektrificatiegraad van zo'n 70-90%. Dat de raffinageoutput sterk zal gaan afnemen staat vast, maar het exacte tempo is onzeker en hangt niet alleen af van de transitie van wegtransport in Nederland maar ook in de rest van Europa. In deze cijferbasis zijn geen expliciete aannames gedaan over hoe de daling van de raffinageoutput tot stand komt en of dit een gevolg is van een gemiddelde productieafname in de gehele sector of sluiting van specifieke productielocaties. Voor

¹⁷ In het NBNL Koersvaste Middenweg Scenario is een groei te zien van de inzet van biograndstoffen in de landbouw, ook voor meer laagwaardige toepassingen. In het NPE2023 en deze cijferbasis gaan we van een kleinere rol van biograndstoffen in deze sector uit.

de opschaling van hernieuwbare brandstofproductie is er vanuit gegaan dat Nederland een goede uitgangspositie heeft, met name voor de productie van duurzame brandstoffen voor de luchtvaart. Hierbij is aangenomen dat Nederland de huidige exportpositie in kerosine behoudt, waarbij duurzame kerosine in deze exports ingroeit in lijn met mandaten uit ReFUEl Aviation.

Voor de chemiesector wordt uitgegaan van een zeer beperkte daling van de output als geheel. De daling betreft vooral een daling in krakercapaciteit, die deels weer gecompenseerd wordt door een toename van andere productieroutes. Een beperkt deel van de kunststoffenproductie verschuift naar mechanische recycling, waardoor dit deel uit de output van chemieproductie wegvalt. Voor industrie in cluster zes en staal wordt aangenomen dat het activiteitsniveau gelijk blijft aan recente productieniveaus.

In het mobiliteitshoofdstuk wordt het beeld geschetst van de ontwikkeling van de energievraag en -mix van de sector mobiliteit richting 2040. Het vertrekpunt voor zowel de binnenlandse als internationale mobiliteit is de raming van PBL in de Klimaat- en Energieverkenning 2026 (KEV26) op basis van vastgesteld en voorgenomen beleid. Omdat de energievraag en -mix in 2040 anders kan uitvallen dan geraamd in de KEV26, zijn voor de binnenlandse mobiliteit in het mobiliteitshoofdstuk mogelijke ontwikkelingen geschetst. Op die manier kan tijdig worden geanticipeerd op een andere energievraag en -mix. Op basis van die ontwikkelingen zijn twee scenario's opgesteld om een bandbreedte te schetsen van een hogere of lagere inzet van zowel elektriciteit als biobrandstoffen in 2040. Voor de internationale mobiliteit zijn geen aanvullende scenario's opgesteld, omdat er doorgaans minder informatie over ontwikkelingen per energiedrager in 2040 beschikbaar is. Voor de

invulling en de omvang van de energievraag van de internationale lucht- en scheepvaart is aangesloten bij het midden-scenario uit KEV2026. Bij de bovenkant van de bandbreedte is er vanuit gegaan dat de vraag naar duurzame koolstofdragers zou kunnen stijgen van zo'n 119 PJ in het basispad naar 164 PJ in 2040.

Voor de mobiliteit is het basispad voor wegvervoer gebaseerd op het middenscenario van de EV Outlook van E-laad wat betreft de groeicijfers¹⁸ en de elektrificatiegraad van het wegtransport, die varieert tussen de 71% voor vrachtwagens en 88% voor personenauto's.¹⁹ Daarnaast is de resterende brandstofvraag berekend, door eerst het totaal aantal voertuig-kms te berekenen op basis van het aandeel elektrische voertuigen in de totale voertuigvloot en de voertuigkilometers per voertuig en dat te combineren met brandstofgebruik per voertuigkm op basis van KEV2026 cijfers. Daarbij zijn de verhoudingen tussen benzine en benzine-achtige brandstoffen enerzijds en diesel en dieselachtige brandstoffen anderzijds gebaseerd op de verhoudingen in het midden scenario uit de KEV2026. In het in deze cijferbijlage geschetste basispad is uitgegaan van een lage biobrandstofbijmenging van 10% (v/v) bioethanol in de benzine en 28,4% biodiesel in diesel in lijn met Besluit Energie Vervoer. In een alternatief scenario volgt elektrificatie het lage elektrificatiepad uit KEV2026 in combinatie met hoge bijmenging van biobrandstoffen in lijn met pakket B uit het Van Kempen rapport, dat wil zeggen 60% bijmenging van biodiesel in diesel en 10% (v/v) bioethanol in de benzine. De hogere vraag naar biobrandstoffen die hieruit voortkomt ligt ten grondslag aan de bovenkant bandbreedte voor duurzame koolstofdragers in de mobiliteit, geschetst in figuur B.14. Voor de energievraag van mobiele werktuigen en openbaar vervoer is aangesloten bij cijfers uit KEV2026.

¹⁸ Groeicijfers uit de E-laad EV Outlook liggen zeer dicht bij de groeiprognozes uit de KEV2026.

¹⁹ Deze elektrificatieaandelen zijn op basis van aandeel in afgelegde kilometers, niet het aandeel in de energiemix.

Tabel B.2 geeft een overzicht van de aannames rondom vraagontwikkeling in de verschillende sectoren.

Tabel B.2 Overzicht van de aannames rondom vraagontwikkeling.

Sector	Energievraag	Verduurzamingsroutes	Gebruikte bronnen
Cluster zes industrie	De energievraag is gelijk gehouden aan de vraag in 2023.	Elektrificatie als hoofdroute, met (groen)gas als backup optie. Voor elektrificatie is uitgegaan van een relatief hoog aandeel warmtepompen, waardoor de gemiddelde COP bij inzet van warmtepompen en E-boilers rond de 2,5 uitkomt. Ten slotte is ervan uitgegaan dat 5% van de totale energievraag in cluster zes nog wordt voorzien met methaan, i.v.m. hybride opstellingen en back-up ketels.	TNO (2024) ²⁰
Staal	Energievraag gebaseerd op huidige productieniveau	Direct Reduction Plant op methaan + CCS en EAF. Elektrificatie overige installaties.	Maatwerkafspraken Kwantificering sluit aan bij beeld uit Gezamenlijke Balans scenario NBNL2025
Raffinage	Feedstockvraag in raffinage is gebaseerd op een daling van 50% t.o.v. het huidige niveau naar een output van zo’n 1400 PJ	Fossiel: CCS op waterstofproductie, opwerking restgassen, fornuizen en FCC; inzet hernieuwbare H2 naar RFNBO-mandaat / raffinageroute, met doorgroei raffinageroute richting 2040. Elektrificatie: boilers, drivers en compressoren.Hernieuwbaar: vergisting nationaal biograndstoffenpotentieel, klein deel vergassing-FT, zónder H2 bijmenging en mét toepassing CCS voor koolstofverwijdering.	

²⁰ TNO (2024) Scenario's voor klimaatneutraal energiesysteem.

Sector	Energievraag	Verduurzamingsroutes	Gebruikte bronnen
Raffinage (vervolg)		Verder import UCO en pyrolyse-olie. Productiecapaciteit voor duurzame brandstoffen in Nederland is geschaald op basis van de vraag naar duurzame luchtvaartbrandstoffen in Nederland en landen waar naartoe Nederland luchtvaartbrandstoffen exporteert. Hierbij komt als bijproduct duurzame naptha vrij die wordt gebruikt in de chemie. De vraag naar E-SAF wordt ingevuld via de methanol-to-jet route op basis van geïmporteerde methanol	
Chemie	Energievraag gebaseerd op huidig productieniveau via nieuwe of verduurzaamde routes	Hergebruik en levensduurverlenging, mechanische recycling, Methanol to Olefines (MzO), verduurzaming aantal krakers (gedeeltelijk duurzame feedstock en CCS)	Geïnspireerd op KGG (2025). Perspectief voor de chemie.
Huishoudens	Energievraag apparaten per huishouden gelijk aan huidig, daling warmtevraag in lijn met verbetering isolatie op basis van NBRP, stijging koudevraag naar gemiddeld zo'n 3,1 GJ per huishouden. Toename aantal woningen tussen 2025 en 2040: 1 mln	De techniekmix voor ruimteverwarming in huishoudens sluit aan bij het midden scenario uit NPE2023.	NBRP voor bepaling warmtevraag, NPE23 voor mix van verwarmingstechnieken
Diensten / utiliteitsbouw	Er is uitgegaan van een groei van 24% in totaal gebouwoppervlak richting 2040.	Voor de verduurzaming van de utiliteitsbouw is uitgegaan van de technologiemix en efficiëntieverbetering in het Koersvaste Middenweg scenario van NBNL	Koersvaste Middenweg, NBNL2025
Mobiliteit		Sterke elektrificatie in wegvervoer in basispad, in alternatief scenario langzamere elektrificatie i.c.m. hogere inzet biobrandstoffen.	Basispad: midden scenario EV-outlook 2026 van E-laad. Ontwikkeling mobiliteitsvraag o.b.v. KEV2026.

B.8 Aannames efficiëntieverbetering en energiebesparing

In verschillende sectoren vindt verduurzaming plaats door implementatie van efficiënte elektrificatietechnieken. Door overstap op elektrische voertuigen in de mobiliteit daalt de totale finale energievraag in deze sector aanzienlijk. Bij verduurzaming van lage-en middentemperatuur warmte voor ruimteverwarming en bedrijfsprocessen wordt veel gebruik gemaakt van warmtepompen. Hierdoor daalt het totale energieverbruik niet, maar door de benutting van omgevingswarmte is de behoefte aan centraal geproduceerde (finale) energiedragers wel aanzienlijk lager. Dit speelt een rol in de gebouwde omgeving, de landbouw en lage-en midden temperatuurprocessen in de industrie, met name cluster VI. Voor de gebouwde omgeving zijn de aannames omtrent de verwachte isolatiegraad overgenomen uit de Nederlandse inzet voor het National Building Renovation Plan (NBRP), waarbij de netto warmtevraag van woningen ontwikkelt naar zo'n 50 kWh/m² woonoppervlak in 2040. Dit leidt tot een gemiddelde daling in warmtevraag voor ruimteverwarming van ruim 30% tussen 2025 en 2040 in de gehele bestaande woningvoorraad.

B.9 Aannames elektriciteitsketen

Voor de elektriciteitsketen zijn de aannames rondom de verschillende aanbodbronnen relevant.

CO₂-vrij aanbod

De potentiële voor hernieuwbaar op land zijn met name gebaseerd op de CE Delft studie “Hernieuwbare opwek op land. Mogelijke ontwikkelpaden richting 2040”, waarbij is uitgegaan voor de bovenkant van de bandbreedte, zoals beschreven in het hoofdstuk over decentrale ontwikkelingen in deze actualisatie. Voor kernenergie wordt uitgegaan van levensduurverlenging bij de Borsele centrale en van het operationeel zijn van twee grote nieuwe kerncentrales met een totaal elektrisch vermogen van 3,2 GW, waarmee het totale nucleaire vermogen rond de 3,7 GW uitkomt.

Voor windenergie op zee is een analyse gedaan door Offshore Wind Consultants om productieprofielen voor de beoogde windpark locaties binnen de Routekaart 21 GW en de zoekgebieden in gebied 6/7 die worden onderzocht als locaties voor verdere uitrol na de huidige routekaart. In het opstellen van deze profielen is de impact van zogeeffecten meegenomen evenals verschillende operationele verliezen die in windparken optreden. De opbrengsten zijn berekend op basis van weerjaar 2012 om daarmee aan te sluiten bij de bredere dataset in het Energie Transitie Model.²¹ Hoewel de opbrengsten aanzienlijk verschillen per windparklocatie kwamen de gemiddelde bruto opbrengsten inclusief verliezen door zogeeffecten uit op een gemiddelde capaciteitsfactor van ~49%. Na aftrek van aanvullende operationele verliezen komt de gemiddelde capaciteitsfactor uit op zo'n 41%.

²¹ De energieopbrengsten van windenergie in 2012 liggen zo'n 2% boven het langjarig gemiddelde.

In deze cijferbasis wordt uitgegaan van beperkte overdimensionering van het opgesteld vermogen van de windturbines op zee ten opzichte van de aansluitcapaciteit (overplanting) om daarmee de benutting van het net op zee te verhogen en de algehele systeemkosten te verlagen.

Regelbaar vermogen

In deze actualisatie van het NPE wordt niet meer uitgegaan van het volledig CO₂-vrij worden van de elektriciteitssector in 2040, maar wel van een sterke doorgroei van hernieuwbare opwek en realisatie van twee grote kerncentrales. Voor de leveringszekerheid zal in 2040 daarnaast nog een aanzienlijke capaciteit aan regelbaar vermogen in het systeem nodig zijn maar met een beperkt aantal draaiuren. Dit betekent dat er nog een belangrijke rol is voor gascentrales in het elektriciteitssysteem in 2040, met een zeer beperkte rol van waterstofcentrales en geen toepassing van CCS bij gascentrales. De klimaatimpact van deze gascentrales kan worden verminderd door de inzet van groen gas of door compensatie met koolstofverwijdering elders in het systeem. Ook ombouw van de huidige kolencentrales naar biomassa-centrales is een mogelijkheid, al dan niet in combinatie met CCS om koolstofverwijdering te realiseren, hetgeen potentieel benut kan worden voor compensatie van uitstoot elders in het elektriciteitssysteem.

Inzet van elektriciteitsbronnen over de tijd

De inzet van elektriciteitsbronnen is gebaseerd op uurlijkse productieprofielen van wind en zon in combinatie met een dispatch module binnen het ETM die de overige bronnen inzet op basis van hun marginale productiekosten. Dit zorgt ervoor dat er een balans is tussen vraag en aanbod van elektriciteit door het jaar heen. Echter, de inzet van de verschillende regelbare bronnen en batterijen moet als illustratief worden gezien. Voor

het accurater inschatten van de precieze inzet van elektriciteitsbronnen en flexibiliteitsopties is een elektriciteitsmarktmodel beter geschikt. Productieprofielen voor hernieuwbaar evenals de vraagprofielen voor de warmtevraag maken gebruik van data voor weerjaar 2012.

B.10 Aannames waterstofketen

Competitiviteit van waterstof

Het uitgangspunt is dat hernieuwbare waterstof voorlopig duurder blijft dan koolstofarme waterstof. De kostprijs van hernieuwbare waterstof daalt naar verwachting wel, maar langzamer en vanaf een hoger niveau dan enkele jaren geleden werd voorzien. Koolstofarme waterstof is daarmee op de korte termijn de meest kosteneffectieve route, bij de verduurzaming van restgassen, en bij de afvang en opslag van CO₂ bij bestaande grijze productie-installaties. Doordat die installaties grotendeels al staan, resteren vrijwel uitsluitend de afvang- en opslagkosten en blijven de kapitaallasten beperkt. Verondersteld wordt verder dat koolstofarme waterstof goedkoper wordt dan grijze waterstof naarmate de ETS-prijs stijgt, omdat het afvangen van CO₂ dan voordeliger wordt dan het afdragen van de uitstootkosten.

De hier beschreven verhoudingen betreffen uitsluitend de kostenkant. De keuze om hernieuwbare waterstof te stimuleren voor de lange termijn ondanks de hogere kosten berust mede op andere overwegingen, zoals leveringszekerheid en verduurzaming, die in de verdiepingstekst van het NPE worden toegelicht. Voor gasvormige (of vloeibare) hernieuwbare waterstof die als grondstof of brandstof nodig is, staat de meest kosteneffectieve aanbodroute nog niet vast. Transport van gasvormige waterstof per pijpleiding is relatief goedkoop en gaat met beperkte

verliezen gepaard, maar pijpleidingen over lange afstand vanuit landen met lage productiekosten ontbreken voorlopig nog. Import moet daarom vooralsnog verlopen via een drager die in Nederland opnieuw naar waterstof wordt omgezet, wat gepaard gaat met aanzienlijke kosten en energieverliezen. Inclusief deze conversie- en reconversiekosten is nog niet uitgemaakt of binnenlandse productie via elektrolyse dan wel import uiteindelijk goedkoper uitvalt. De cijfers leggen voor gasvormige waterstof daarom geen vaste verdeling tussen eigen productie en import vast, maar hanteren een ongeveer gelijke verdeling als voorlopig uitgangspunt.

Competitiviteit van waterstofrijke grond- en brandstoffen

Voor waterstofrijke dragers wordt aangenomen dat productie op basis van hernieuwbare waterstof voorlopig kostbaar is, en dat hernieuwbare waterstof in het buitenland goedkoper te produceren is dan in Nederland, dankzij gunstiger productiecondities zoals een ruimer en goedkoper aanbod van zon en wind. Omdat producten als e-ammoniak, e-methanol en synthetische brandstoffen goed over zee te vervoeren zijn, weegt dit buitenlandse kostenvoordeel naar verwachting zwaarder dan de transportkosten naar Nederland. De impliciete aanname is daarom dat het voor deze moleculen op termijn voordeliger is ze te importeren dan ze in Nederland te produceren.

Dit kostennadeel zit echter vooral in de energie-intensieve basisproductie van de moleculen, niet in de verdere verwerking ervan. Het importeren van energierijke bouwstenen zoals e-methanol en het in Nederland opwerken daarvan tot hoogwaardiger *e-fuels* kan daardoor wel concurrerend zijn. De in de cijfers veronderstelde verhouding tussen binnenlandse productie en import betreft dus vooral de basisproductie, terwijl voor de hoogwaardige verwerking een rol voor Nederland blijft bestaan.

B.11 Aannames koolstofketen

Beschikbaarheid en inzet biograndstoffen

Voor de binnenlandse beschikbaarheid van biograndstoffen gaat deze cijferbasis uit van de potentiële uit het achtergrondrapport over de beschikbaarheid van biograndstoffen bij de Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050 (PBL, 2025). Dit betekent dat rekening gehouden is met materiaaltoepassingen van biograndstoffen. Dit achtergrondrapport bevat geen cijfers specifiek voor 2040, dus is een interpolatie gedaan van de cijfers van 2030 en 2050, waardoor het totale aanbod van binnenlands beschikbare biograndstoffen voor 2040 op 154 PJ uitkomt.

In een aantal processen in de industrie en elektriciteitsketen waar biograndstoffen worden ingezet komt biogene CO₂ vrij. Waar dit economisch haalbaar lijkt wordt er in deze cijferbasis van uitgegaan dat deze CO₂ wordt afgevangen en ondergronds wordt opgeslagen en daarmee bijdraagt aan koolstofverwijdering. Hierbij wordt verondersteld dat deze koolstofverwijdering waarde heeft om emissies elders in het systeem te compenseren.

Productiepotentieel groen gas

In deze cijferbasis is uitgegaan van circa 110 PJ aan groen gas in 2040 (3,6 bcm), hetgeen is overgenomen uit het Koersvaste Middenweg scenario van Netbeheer Nederland (2025). Dit komt overeen met ongeveer een kwart van de in deze cijferbasis geraamde totale vraag naar methaan in 2040. Dit betekent dat zoveel mogelijk van het binnenlandse vergistingspotentieel wordt benut, terwijl het grootste deel van het beschikbare groen gas komt uit vergassing van geïmporteerde biograndstoffen, eventueel aangevuld met directe invoer van groen gas. Het in dit cijferbeeld gehanteerde productiepotentieel ligt in het midden van de bandbreedte van de studie van Guidehouse (2025) naar de productie en inzet van groen gas in Nederland.

Inzet groen gas

Over de inzet van groen gas worden in dit cijferbeeld geen aannames gedaan wat betreft verdeling over specifieke eindtoepassingen. Vooralsnog is de bijmengverplichting groen gas voor de gebouwde omgeving verlengd tot 2035 met als doel het aanbod op te schalen. Tegelijkertijd zal de behoefte aan groen gas in de toekomst sterk toenemen voor de verduurzaming van moeilijk te verduurzamen onderdelen van het energiesysteem, waardoor de schaarste en prijs naar verwachting sterk zullen stijgen. Een recente analyse van Guidehouse (2025)²² laat zien dat de economische waarde van groen gas

als verduurzamingsoptie t.o.v. alternatieven sterk verschilt voor verschillende gebruikstoepassingen. Dit betekent dat het voor de hand ligt dat de sectorale inzet van groen gas in de toekomst gaat verschuiven. Hiervoor zijn geen beleidsaanpassingen aangenomen.

B.12 Aannames warmteketen

De vraag naar collectieve warmte in deze cijferbasis is gebaseerd op de verdeling van warmtetechnieken uit NPE2023. Qua invulling van de warmtebronnen is een indicatieve verdeling gemaakt op basis van de potentiële zoals die beschreven zijn in het ontwikkelperspectief duurzame warmtebronnen. Dit betekent dat aardwarmte, omgevingswarmte en elektriciteit voor de basislast zorgen waarbij een grote rol is weggelegd voor (industriële) warmtepompen. De omgevingswarmte kan zowel warmte uit de lucht zijn bij een grote collectieve lucht-water warmtepomp of warmte uit water (aquathermie). Ongeveer 10-15% van het totale volume aan warmtevraag in collectieve warmtenetten betreft piekvraag, waardoor aanvullende piekbronnen nodig zijn. In deze cijferbasis is hierbij uitgegaan van een combinatie van collectieve methaanketel en of WKK's op methaan, al dan niet met een aandeel groen gas in combinatie met piekvoorziening op basis van biograndstoffen.

²² Guidehouse (2025) [Onderzoek lange termijn productie en inzet groen gas](#).

Dit is een uitgave van Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Publicatiedatum: september 2026

Vormgeving: Public Cinema

Dank aan alle betrokkenen bij de totstandkoming van dit document.

Directoraat-generaal Klimaat
en Energie

Auteur

[Redacted signature]

TER BESLISSING
Datum aangemaakt
10 september 2026

Kenmerk
KGG_DGKE / 108300015

Aan de Minister van Klimaat en Groene Groei
Aan de Staatssecretaris van Klimaat en Groene Groei

nota
TER BESLISSING

Beslisnota publicatie Prinsjesdagbrief en bijlagen

Kopie aan

Bijlage(n)

Parafenroute

[Redacted signature line]

Aanleiding

Op Prinsjesdag stuurt meerdere stukken op het terrein van klimaat en energie naar de Eerste en Tweede Kamer, voorzien van een aanbiedingsbrief. Bijgaand vindt u de laatste versie van de aanbiedingsbrief.

Geadviseerd besluit

U kunt akkoord gaan met verzending van de aanbiedingsbrief en bijlagen op Prinsjesdag aan de Eerste en Tweede Kamer.

Kernpunten

- De aanbiedingsbrief en bijlagen bestaan uit twee delen.
- Het eerste deel bevat stukken in het kader van de reguliere jaarlijkse klimaat- en energiecycclus: de Klimaat- en energienota, de Klimaat- en Energieverkenning van het Planbureau van de Leefomgeving en het Meerjarenprogramma 2027 van het Klimaat- en Energiefonds.
- Het tweede deel bevat een aantal belangrijke analyses die de basis vormen voor toekomstige beleidskeuzes: de Actualisatie Nationaal Plan Energiesysteem, de Visie op Opschaling Aanbod Duurzame Koolstofdragers, en kabinetsreacties op het rapport Autonomoem en Veilig, op de Ontwikkeling van de energierekening, en op de Monitor Energiearmoede 2025.
- Daarnaast geeft de brief een schets van de uitkomsten van de augustusbesluitvorming op het terrein van klimaat en energie: afvalverbrandingsinstallaties, glastuinbouw, verduurzaming industrie en uitrol noodzakelijke infra (envelop e-kosten, VEKI, DEI+, Aramis, waterstofnetwerk), de SDE prijsrisicobuffer, en het besluit over de stikstofmaatregelen industrie.
- De Klimaat- en Energieverkenning van het Planbureau voor de Leefomgeving wordt maandag om 17.00 gepubliceerd. De definitieve

**Directoraat-generaal Klimaat
en Energie**

versie van de KEV is ter informatie bijgevoegd en zorgt niet voor
aanpassing van de concept cijfers in de Prinsjesdagbrief.

Kenmerk
KGG_DGKE / 108300015