Ministerie van Klimaat en
Groene Groei

Bijlage B

Monitor Energiesysteem 2024

Inhoudsopgave

1 Inleiding 4

2 Algemeen 5

3 Elektriciteitsketen 7

4 Waterstofketen 13

5 Koolstofketen 20

6 Warmteketen 28

7 Energiebesparing 31

8 Energie-onafhankelijkheid en energiezekerheid 35

9 Ruimtelijke kant van het energiesysteem 38

10 Maatschappelijke kant van het energiesysteem 42

11 Financiering van het energiesysteem 49

12 Bronnen 52

Afkortingenlijst

Afkorting	Betekenis
ACM	Autoriteit Consumenten en Markt
Bcm	Billion cubic meters
Bkl	Besluit kwaliteit leefomgeving
CBS	Centraal Bureau voor Statistiek
CCS	Carbon Capture and Storage
CCU	Carbon Capture and Utilisation
DEI	Demonstratie Energie Innovatie
DoI	Declaration of Interest
DRC	Delta Rhine Corridor
DSR	Demand Side Response
EED	Energy Efficiency Directive
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive
ETS-BRT	Emission Trading Scheme Buildings and Road Transport
EU	Europese Unie
FID	Definitieve Investeringsbesluit
GW	Gigawatt
HER	Hernieuwbare Energietransitie
HNS	Hydrogen Network Services
IEA	International Energy Agency
IHTF	International Hydrogen Trade Forum
IPCEI	Important Projects of Common European Interest
KEV	Klimaat- en energieverkenning
LAN	Landelijk Actieprogramma Netcongestie
LIHE	Laag inkomen en hoge energierekening
LILEK	Laag inkomen en lage energetische kwaliteit woning
LIZLEK	Laag inkomen en zeer lage energetische kwaliteit woning
LNG	Liquefied natural gas
MOOI	Missiegedreven Onderzoek, Ontwikkeling en Innovatie
MOU	Memorandum of Understanding
NPE	Nationaal Plan Energiesysteem
OWE	Subsidieregeling grootschalige productie volledig hernieuwbare waterstof via elektrolyse
PBL	Planbureau voor de Leefomgeving
PPS	Publiek-Private Samenwerking
PEH	Programma Energiehoofdstructuur
RED	Renewable Energy Directive
RES	Regionale Energiestrategie
SCE	Subsidieregeling Coöperatieve Energieopwekking
SDE	Stimulering Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie
SMR	Small Modular Reactor
TRL	Technology Readiness Level
TWh	Terawattuur
VEKI	Versnelde Klimaatinvesteringen Industrie
WKK	Warmtekrachtkoppeling

1 Inleiding

Dit is de eerste Monitor Energiesysteem. Het doel van deze monitor is om de voortgang van het energiesysteem, zoals beschreven in het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE), inzichtelijk te maken. In het NPE is aangekondigd dat er jaarlijks een monitoringsrapport wordt opgesteld en gedeeld met de Tweede Kamer. De inzichten uit deze monitor hebben enerzijds als doel beleid tijdig te kunnen bijsturen waar nodig en anderzijds om verantwoording af te leggen over de voortgang aan de Tweede Kamer en andere belanghebbenden.

Centraal in deze Monitor Energiesysteem staan de vier energieketens uit het NPE (elektriciteit, waterstof, koolstof en warmte) en aanvullende thema's die cruciaal zijn om de ontwikkelpaden uit het NPE te volgen. Voor elk van de ketens en thema's is een selectie van indicatoren weergegeven in de vorm van een grafiek, tabel of een tekstuele analyse. Hier is gekozen voor een aantal indicatoren die de (uitdagingen in de) voortgang zichtbaar maken, niet voor een zo compleet mogelijk beeld.

Relatie andere monitors en de Klimaat- en energieverkenning

Deze Monitor Energiesysteem vult aan op bestaande monitors en rapportages die raken aan het energiesysteem. De focus in deze monitor is om deze reden op de energieketens en systeemvraagstukken uit het NPE. Hiermee vult deze monitor aan op de monitoring van ontwikkelingen in de klimaatsectoren, tevens de vraagsectoren voor het energiesysteem, zoals die naar voren komen in het dashboard klimaatbeleid en de Klimaatnota. Ook vult de monitor aan op informatie die het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) verschaft binnen de jaarlijkse Klimaat- en energieverkenning (KEV), waarin op basis van vastgesteld en voorgenomen beleid wordt aangegeven in hoeverre (Europese en nationale) doelen op gebied van hernieuwbare energie (Renewable Energy Directive III - REDIII) en energiebesparing (Energy Efficiency Directive - EED) binnen bereik zijn. Ook wordt momenteel gewerkt aan een monitor Verduurzaming Industrie gericht op de voortgang van verduurzaming in industriële clusters. Waar de informatie uit de monitors overlapt wordt zoveel mogelijk gewerkt met dezelfde dataset.

Ontwikkeling monitor

Voor de verdere ontwikkeling van de Monitor Energiesysteem is een onderzoeksagenda opgesteld. Hiermee wil het kabinet de monitoring van het energiesysteem komende jaren verder verbeteren. In de onderzoeksagenda staat per keten en thema wat de verdere behoefte is qua monitoring, waar de prioriteiten liggen en hoe die het beste kunnen worden ingevuld. Een deel van de monitoringsbehoefte kan worden ondervangen in de verdere ontwikkeling van bestaande monitors, onderzoeken of vragenlijsten. Voor een ander deel zullen echter nieuwe onderzoeken moeten worden uitgezet of nieuwe statistieken moeten worden ontwikkeld. Hiermee kan de monitor elk jaar completer worden gemaakt en kan er tegelijkertijd worden ingespeeld op veranderende monitoringsbehoeften.

Methodologie

Voor deze monitor is hoofdzakelijk gebruik gemaakt van openbare data, zoals data uit bestaande monitors of van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). Deze data is verder bewerkt om te komen tot de specifieke resultaten en grafieken die in dit rapport te vinden zijn. In de meeste gevallen richt deze monitor zich op de periode van 2019 - 2023, tenzij er gekeken wordt naar de ontwikkeling van subsidies of wanneer anders vermeld. Wanneer een bron van CBS herkomst is, beslaat het voor 2022 en 2023 (nader) voorlopige cijfers. De bronnen van elke figuur staan bij de toelichting. Daarnaast is er een volledige bronvermelding te vinden in hoofdstuk 12.

2 Algemeen

Deze monitor presenteert de voortgang van het energiesysteem aan de hand van de vier energieketens uit het Nationaal plan energiesysteem en de horizontale thema's die van belang zijn voor de ontwikkeling van het energiesysteem. De optelsom van ontwikkelingen in deze ketens en thema's geeft ook zicht op de vijf hoofdkeuzes uit het NPE. Hieronder staat per hoofdkeuze uitgewerkt waar specifieke informatie in de monitor is te vinden. Voor de eerste en tweede hoofdkeuze staat ook aangegeven hoe de optelsom van het duurzame aanbod zich verhoudt tot de doelen voor hernieuwbare energie die we binnen Europa voor Nederland hebben afgesproken – de Renewable Energy Directive III (REDIII) - en hetzelfde voor energiebesparing – de Energy Efficiency Directive (EED).

Hoofdkeuze 1: maximaal aanbod

De opschaling van het aanbod van duurzame energie is zichtbaar binnen de vier ketens: elektriciteit, waterstof, warmte en koolstof. Binnen elk van deze vier ketens is in deze monitor aandacht voor opschaling van het aanbod. De optelsom van deze vier ketens vormen samen de stand van hoofdkeuze 1.

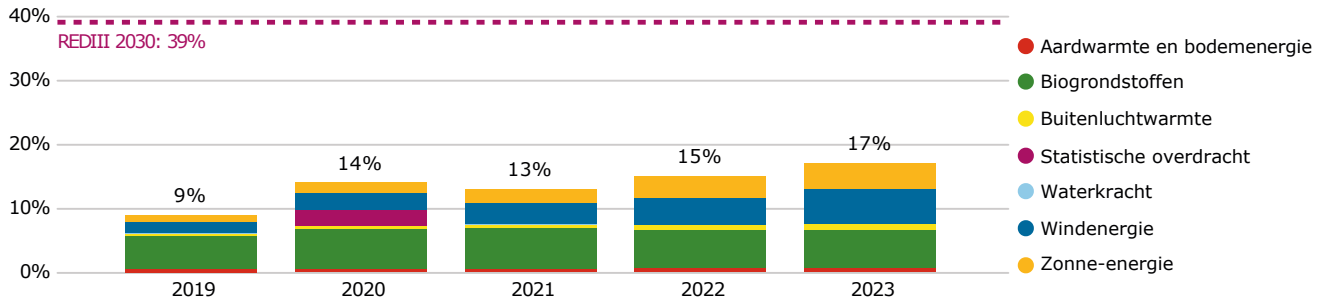
De optelsom van het gebruik van hernieuwbare energie in de vier energieketens moet leiden tot het halen van de doelen hierover die we binnen de EU hebben afgesproken. De REDIII bevat een EU-doel van 42,5% in 2030, met een vrijwillige extra bijdrage van 2,5% die optelt tot 45%. Voor Nederland is de verwachte bijdrage op nationaal niveau van 39%.
Figuur 2.1 laat zien dat het aandeel hernieuwbare energie sinds 2019 gestaag groeit. Het hogere aandeel in 2020 is het gevolg van een statische overdracht vanwege het EU-doel voor dat jaar.
Het ontwikkeltempo zal komende jaren hoger moeten liggen om het doel voor 2030 te halen.

Hoofdkeuze 2: energiebesparing

De tweede hoofdkeuze staat centraal in hoofdstuk 7 van deze Monitor Energiesysteem. Hierin gaat het zowel over besparing op systeemniveau als over besparing binnen de eindgebruikerssectoren.

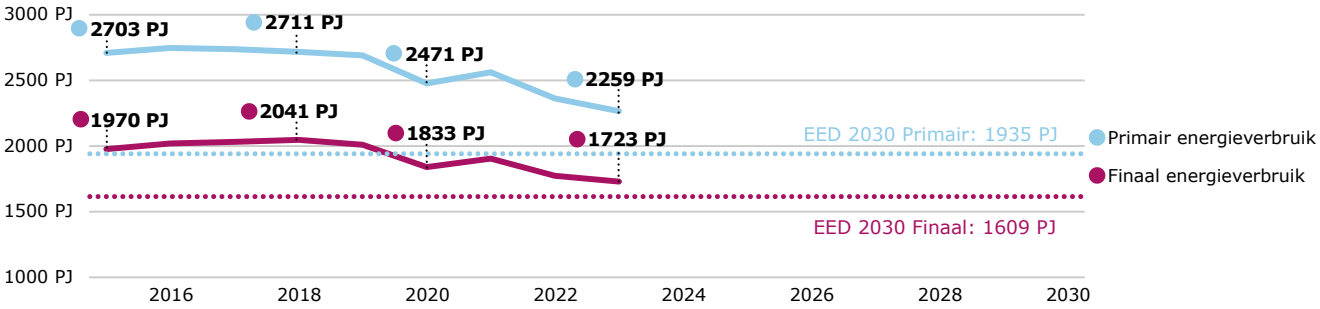
Figuur 2.2 laat zien hoe het energieverbruik zich ontwikkelt. Hierbij maken we onderscheid tussen het totale gebruik van energie (primaire energieverbruik) en het gebruik door eindgebruikers (finale energieverbruik). Onder primaire energie wordt de inzet van energiedragers verstaan vóór verlies van energie door omzetting, eigen gebruik in de energiesector en transport. Bijvoorbeeld de inzet van gas voordat het is omgezet naar elektriciteit en is getransporteerd . Onder finaal verbruik van energie wordt verstaan het gebruik van energiedragers door eindgebruikers waarbij geen nuttige energie meer overblijft. Bijvoorbeeld de verbranding van benzine in een auto. Voor 2030 zijn er doelen voor energie-besparing die op basis van Europese afspraken een verwachte bijdrage van Nederland geven voor primair verbruik en finaal verbruik. Deze zijn aangegeven met een stippellijn.

Figuur 2.1 *Aandeel hernieuwbare energie*



Bron: CBS, Hernieuwbare energie; verbruik naar energiebron, techniek en toepassing

Figuur 2.2 *Ontwikkeling primair en finaal energieverbruik (EED)*



Bron: CBS, Energieverbruik naar klimaatsector conform EU-Richtlijn energie-efficiëntie (EED)

Hoofdkeuze 3: slim inzetten energie en infrastructuur

De derde hoofdkeuze gaat over de wijze waarop we beschikbare duurzame energie en infrastructuur inzetten. Informatie hierover beperkt zich in deze versie van de monitor tot het verbruik van duurzame koolstof (figuur 5.11 t/m 5.14) en de inzet van hernieuwbare warmte (6.3 en 6.7). De stand van zaken rond netcongestie is niet onderdeel van deze monitor maar wordt weergegeven in de Voortgangsrapportage van het Landelijk Actieprogramma Netcongestie (LAN).

Hoofdkeuze 4: internationale samenwerking

De vierde hoofdkeuze gaat over het belang van internationale samenwerking en verbindingen binnen het energiesysteem. Informatie hierover is te vinden in de hoofdstukken over de ketens, zoals figuur 3.11 over interconnectie, figuur 4.9 en 4.10 over import van waterstof en figuur 5.3 t/m 5.5, 5.19 en 5.20 over import(capaciteit) van koolstof. Daarnaast gaat hoofdstuk 8 in op import van verschillende energiedragers, wat het belang van internationale samenwerking benadrukt.

Hoofdkeuze 5: samen sturen

De vijfde hoofdkeuze gaat over de wijze waarop we in Nederland het energiesysteem in de maatschappij vormgeven, de samenwerkingsvormen die dit vraagt, zowel vanuit publieke als private zijde. De mate waarin dit slaagt is niet altijd makkelijk in 'harde' meetbare indicatoren te vatten. In deze monitor zijn er evengoed diverse aspecten die een beeld geven van deze hoofdkeuze:
in hoofdstuk 9 over ruimte staat informatie over planologische reserveringen en ruimtelijke planvorming. Ook de samenwerking in energiehubs komt aan de orde in figuur 3.16 en 3.17.
In hoofdstuk 10 gaat het over de ontwikkeling van energiegemeenschappen onder figuur 10.7 t/m 10.11. Verder wordt in hoofdstuk 10 ingegaan op hoe het gaat met participatie, zowel de mate waarin participatie plaatsvindt bij besluitvorming over energie(projecten), als de mate van financiële participatie. Dat is vanaf figuur 10.12 t/m 10.18.

3 Elektriciteitsketen

De opgave voor de elektriciteitsketen bestaat uit groei van het aanbod van CO_2-vrije elektriciteit en vervanging van fossiele bronnen, ontwikkeling van flexibiliteit om variatie in vraag en aanbod op te vangen en sterke toename van transportcapaciteit. Tot 2035 zijn op onderdelen van het aanbod doelen vastgesteld: 35 terawattuur (TWh) hernieuwbare opwek in RES-regio's[1] in 2030, voor wind op zee 21 gigawatt (GW) in 2032 en voor kernenergie de beoogde bouw en ingebruikname van twee grote centrales vanaf 2035. De groei van hernieuwbaar aanbod moet een grote bijdrage leveren aan het doel voor gebruik van hernieuwbare energie in 2030, voor Nederland een aandeel van 39 procent (volgens de REDIII). In de Energienota wordt nader ingegaan op ontwikkeling van wind op zee, kernenergie, en netcongestie. Deze monitor bevat geen gegevens over netcongestie, hiervoor werken netbeheerders in het kader van het Landelijk Actieprogramma Netcongestie (LAN) aan een steeds beter en actueel inzicht in netcapaciteit via de capaciteitskaart.

Aanbod

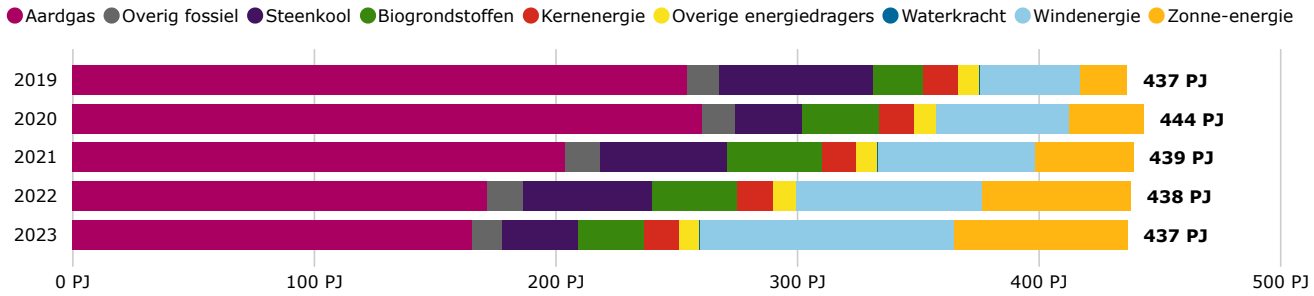
Uitsplitsing totaal aanbod

Figuur 3.1 toont dat elektriciteitsproductie uit wind en zon afgelopen jaren de grootste groei heeft doorgemaakt, terwijl elektriciteitsproductie vanuit aardgas het meest is afgenomen. Inmiddels is ongeveer de helft afkomstig uit niet-fossiele bronnen. De figuur geeft de bruto elektriciteitsproductie in Nederland per jaar in petajoule weer, uitgesplitst naar bron.

Figuur 3.2 laat zien dat zonne-energie de grootste bijdrage levert aan de huidige productie van elektriciteit uit zon en wind, gevolgd door wind op land en ruim voor wind op zee. De productie uit wind en zon is hier weergegeven op jaarbasis in terrawattuur. Zonne-energie omvat zowel grootschalige zonne-installaties als kleinschalige zon op dak. De kleinschalige zonne-energie telt niet mee voor het doel van 35 terawattuur elektriciteitsproductie in 2030 vanuit grootschalige zon en wind op land in de RES-regio's.

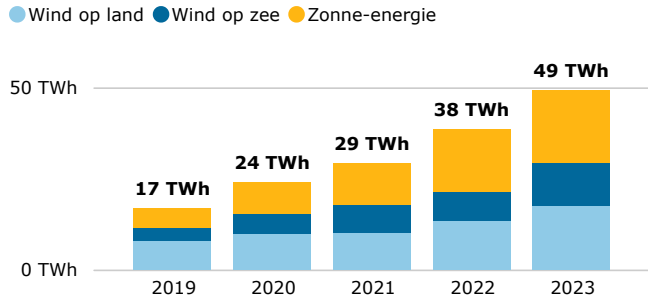
[1] Regio's volgens de Regionale Energie Strategieën (RES).

Figuur 3.1 *Bruto elektriciteitsproductie per jaar naar bron*



Bron: CBS: Elektriciteit en warmte; productie en inzet naar energiedrager

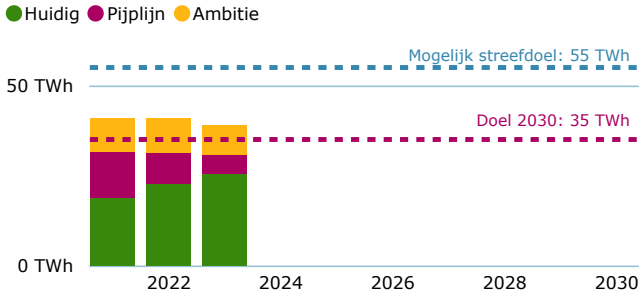
Figuur 3.2 *Bruto elektriciteitsproductie uit zon en wind*



Bron: CBS, Hernieuwbare elektriciteit; productie en vermogen

In **figuur 3.3** is te zien dat de huidige energieproductie uit zon en wind op land binnen RES-regio's is toegenomen en de klimaatakkoord doelstelling van 35 terawattuur waarschijnlijk wordt gehaald. Pijplijn zijn alle projecten met een SDE- of SCE-beschikking en ambitie is een inschatting op basis van beleidsvoornemens uit de regionale plannen. Gezien de trend in de onderdelen huidig, pijplijn en ambitie is het erg onwaarschijnlijk dat het mogelijke streefdoel (de optelling van RES-biedingen tot 55 terawattuur) in 2030 wordt gehaald. De pijplijn en ambitie zijn afgelopen jaren afgenomen, wat erop duidt dat op de lange termijn de ontwikkeling uit grootschalige RES-projecten stagneert. De inschatting ligt op een vergelijkbaar niveau als voorgaande jaren; rond 40 terawattuur.

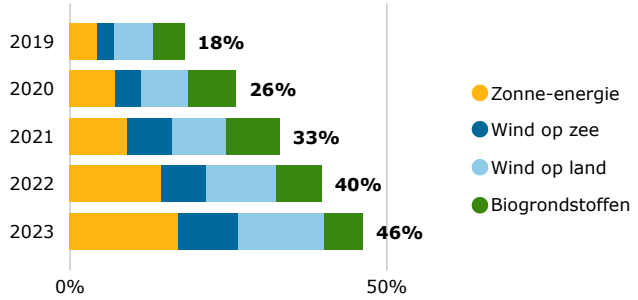
Figuur 3.3 *Inschatting productie hernieuwbare elektriciteit 2030*



Bron: PBL, Monitor RES 2023

Figuur 3.4 laat zien dat bijna de helft van de stroom uit hernieuwbare bronnen komt en dat het aandeel biogrondstoffen daalt. De figuur toont de ontwikkeling van de jaarlijkse genormaliseerde bruto elektriciteitsproductie hernieuwbare bronnen volgens de definities van de richtlijn voor hernieuwbare energie (RED). De groei hiervan levert een belangrijke bijdrage aan het algehele doel voor hernieuwbare energie voor Nederland (REDIII).

Figuur 3.4 *Elektriciteitsproductie uit hernieuwbare bronnen (genormaliseerd, definitie RED)*



Bron: CBS, Hernieuwbare elektriciteit; productie en vermogen

Kernenergie

De beoogde bouw en ingebruikname van de twee nieuwe kerncentrales van >1.000 megawatt vindt plaats vanaf 2035, zoals beschreven in een eerdere kamerbrief (EZK, 2022). De voorbereiding van de bouw bevindt zich in de eerste fase van het project, namelijk de voorbereiding van besluitvorming.
In deze fase wordt er toegewerkt naar een ontwerp locatiebesluit, de oplevering van een voorlopig Rijk-regiopakket en een start van de aanbesteding.
De start van de aanbesteding, ontwerp locatiebesluit en oplevering van het voorlopig Rijk-regio pakket zullen medio 2025 plaatsvinden.
Binnen deze fase lopen momenteel vier sporen parallel, namelijk de marktconsultatie, technische haalbaarheidsstudies, de eerste fase van projectprocedure en het Rijk-regiopakket. De marktconsultatie is inmiddels afgerond. Er hebben constructieve gesprekken plaatsgevonden met de drie technologieleveranciers, onder andere over de mogelijke rol van de Nederlandse overheid in het financieren van de ontwikkeling en bouw van de kerncentrales. Ook de technische haalbaarheidsstudies zijn inmiddels afgerond. De resultaten van de marktconsultatie en technische haalbaarheidsstudies worden nu binnen een onafhankelijke toets (*third-party review*) gevalideerd. Voor het Rijk-regiopakket hebben de gemeente Borsele en de provincie Zeeland voorwaarden vastgesteld (EZK, 2024a). De projectprocedure voor een locatiebesluit is begin dit jaar gestart, waarbij in ieder geval Borssele en de Maasvlakte I worden onderzocht als vestigingsplaatsen. Ook zal er binnen de gebieden Terneuzen en Maasvlakte II gekeken worden of er geschikte locaties zijn (KGG, 2024a).

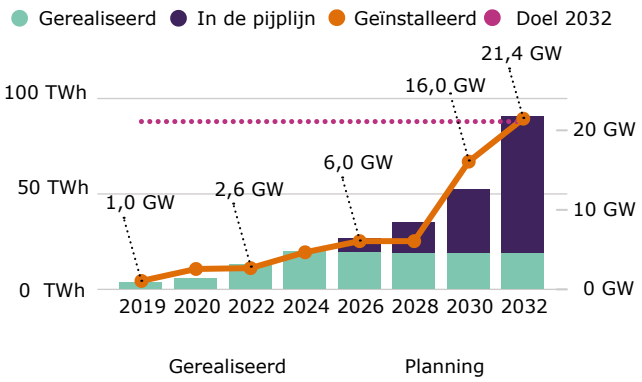
Naast bovenstaande twee kerncentrales zet het kabinet in op de bouw van twee extra nieuwe kerncentrales voor uiterlijk 2040, zoals aangekondigd in het Regeerprogramma kabinet-Schoof (Regeerprogramma, 2024). Het verkennen van mogelijke locaties en een integrale afweging van ruimtelijke belangen is daarbij van groot belang. Daarnaast worden de mogelijkheden verkend met het programma voor Small Modular Reactors (SMRs) om op termijn ook kleine modulaire kernreactoren te realiseren in Nederland.

Wind op zee

Figuur 3.5 toont de gestage opbouw van wind op zee over de afgelopen jaren en de geplande opbouw voor de komende jaren op basis van de Routekaart wind op zee, uitgedrukt in opgesteld vermogen (rechteras, in gigawatt) en geproduceerde elektriciteit (linkeras, in terawattuur). Het doel van 21 gigawatt voor 2032, weergegeven als stippellijn, vereist een continue verdere opbouw.

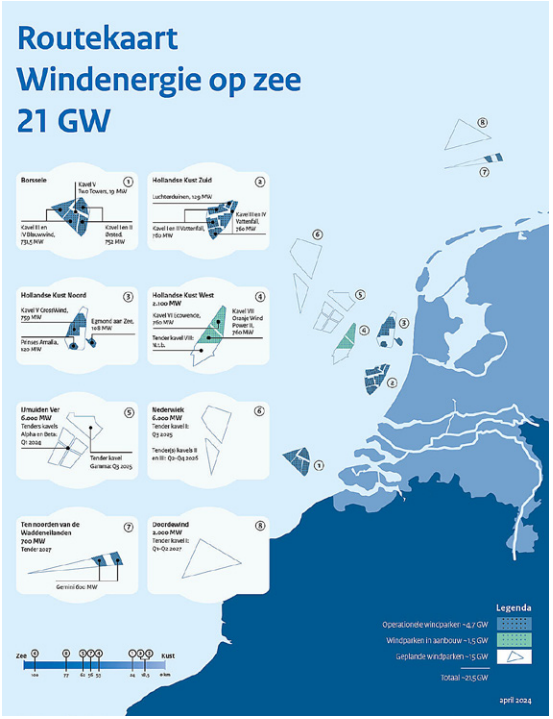
Figuur 3.6 geeft weer hoe de groei van wind op zee er ruimtelijk uitziet en bestaat uit een serie te ontwikkelen kavels voor opbouw van windmolenparken.

Figuur 3.5 *Elektrisch vermogen van windturbines op zee en elektriciteitsproductie uit wind op zee*



Bron: RVO, Windenergie op zee

Figuur 3.6 *Routekaart Windenergie op zee*



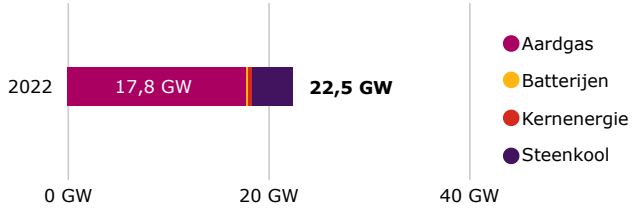
Bron: Rijksoverheid, Windenergie op zee

Flexibiliteitsaanbod

Om verschillen in productie uit zon en wind op te vangen is flexibiliteit nodig, zoals met opslag, Demand Side Response (hier past de verbruiker van elektriciteit zich aan op het beschikbare (verwachte) aanbod), omzetting van elektriciteit naar waterstof (power-to-gas) of warmte (power-to-heat) en uitwisseling met buurlanden (interconnectie).

Figuur 3.7 laat zien dat het huidige regelbaar vermogen van gas- en kolencentrales verreweg het grootste deel vormt van het vermogen waarmee het aanbod van elektriciteit de vraag kan volgen. Batterijen vormen vooralsnog een zeer klein deel.

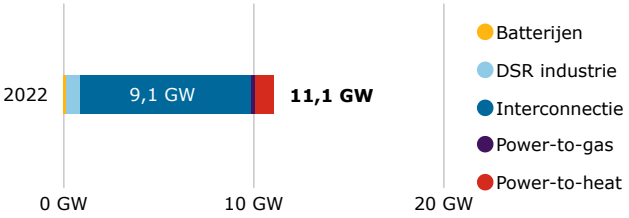
Figuur 3.7 *Capaciteit geïnstalleerd regelbaar vermogen naar technologie*



Bron: TenneT, Monitor Leveringszekerheid 2024

Figuur 3.8 toont de huidige omvang van flexibiliteitsopties in vermogens, aanvullend op het 'opwaarts' regelbaar vermogen van centrales. Interconnectie is daarvan verreweg de grootste optie.

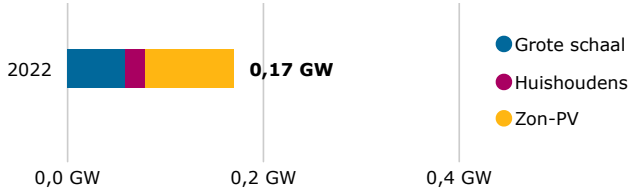
Figuur 3.8 *Capaciteit van verschillende flexibiliteitsopties*



Bron: TenneT, Monitor Leveringszekerheid 2024

Batterijen zullen naar verwachting een snelgroeiende rol innemen. **Figuur 3.9** geeft een beeld van de huidige, beperkte batterijcapaciteit, uitgesplitst naar batterijtype. 'Grote schaal' batterijen refereren naar grootschalige batterijen die gebruikt worden door marktpartijen om actief te worden in verschillende marktsegmenten.

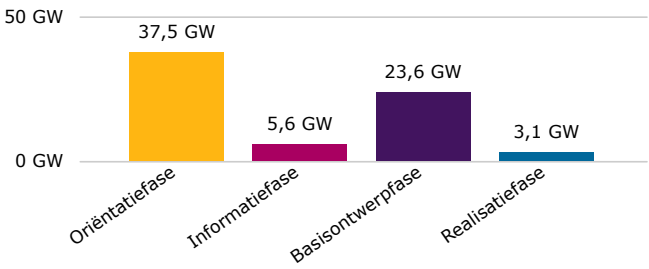
Figuur 3.9 *Geïnstalleerde batterijcapaciteit*



Bron: TenneT, Monitor Leveringszekerheid 2024

Figuur 3.10 geeft inzicht in de mogelijke ontwikkeling van grootschalige batterijcapaciteit. Het geeft inzicht in informatie-aanvragen en daadwerkelijke aansluitaanvragen die TenneT heeft ontvangen voor aansluitingen van batterijen op het hoogspanningsnet van TenneT. Deze tellen op tot meer dan 70 gigawatt. Deze aanvragen bevinden zich nadrukkelijk in verschillende stadia van ontwikkeling en als gevolg hiervan ook in de kans dat ze daadwerkelijk gerealiseerd gaan worden. Sommige partijen onderzoeken bijvoorbeeld parallel een aansluiting op meerdere locaties en staan er dan dus dubbel in. TenneT heeft ze voor een beter beeld ingedeeld in vier ontwikkelingsfases, waarbij de laatste twee fases worden beschouwd als aansluitingsvragen die in de wachtrij staan, omdat daar door de aanvragende partij een handtekening is gezet onder de offerte voor het basis-ontwerp. Hieruit is te zien dat al 3 gigawatt aan capaciteit in de realisatiefase zit en meer dan 23 gigawatt aanvullend in een vergevorderd stadium is.

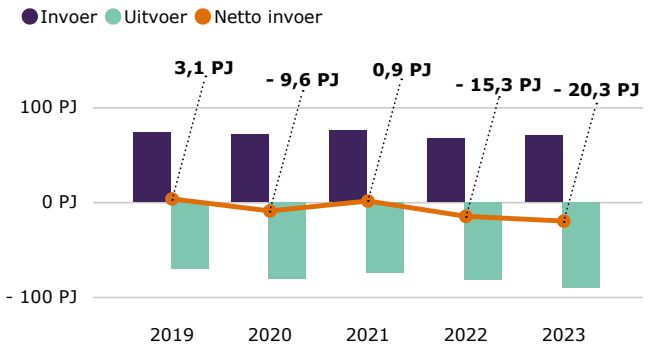
Figuur 3.10 *Ontwikkeling batterijaanvragen*



Bron: TenneT, TenneT's position on Battery Energy Storage Systems (BESS)

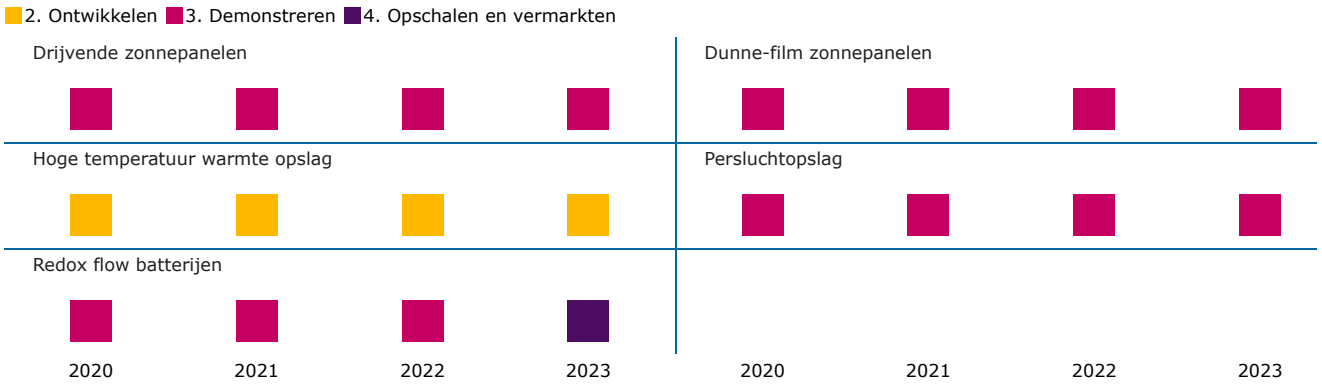
Verbindingen met het buitenland (interconnectie) zijn een belangrijke manier om flexibel om te gaan met variatie in aanbod uit zon en wind. **Figuur 3.11** laat zien hoe Nederland de afgelopen vijf jaar een netto exporterend land is geworden voor elektriciteit.

Figuur 3.11 *Invoer en uitvoer van elektriciteit in Nederland*



Bron: CBS, Energiebalans; aanbod, omzetting en verbruik

Figuur 3.12 *TRL-niveaus van innovaties binnen elektriciteitsketen*



Bron: IEA, ETP Clean Energy Technology Guide

De ontwikkeling van flexibiliteit voor de komende jaren is een belangrijk thema en zal komende jaren binnen deze monitor verder worden uitgewerkt.

Innovaties

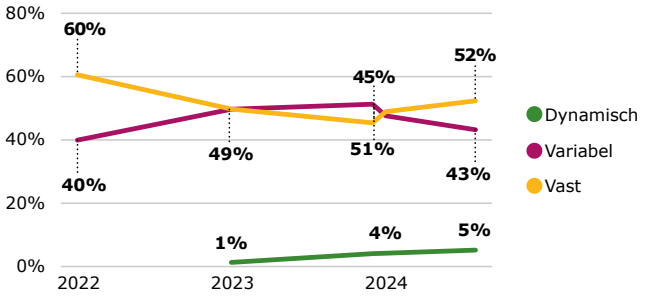
Figuur 3.12 toont de ontwikkeling van enkele relevante innovatieve technologieën voor de elektriciteitsketen, zowel voor opwekking als voor opslag van elektriciteit. Dit is gedaan volgens het Technology Readiness Level (TRL). De TRL geeft aan hoe ver een technologie is doorontwikkeld. Innovaties die zich in de vierde fase bevinden (opschalen en vermarkten) zijn technisch en commercieel gereed. In de afgelopen jaren is slechts beperkte ontwikkeling zichtbaar, en maar één technologie is ver genoeg ontwikkeld voor grootschalige inzet in de markt.

Transport

Investeringsplannen van netbeheerders
DNV heeft een studie uitgevoerd naar de geaggregeerde geplande investeringen van nationale en regionale netbeheerders voor elektriciteit vanaf 2024 tot en met 2030, welke samen 46,5 miljard euro bedragen. Het gaat hierbij alleen om investeringen die capaciteitsknelpunten oplossen, vervangingsinvesteringen zijn buiten beschouwing gelaten. De investeringen betreffen zowel het net op land als net op zee. De berekende benodigde investering om alle capaciteits-knelpunten die optreden tot en met 2030 op te lossen bedraagt 64,9 miljard euro. Het gat tussen de geplande en benodigde investeringen is 28%. Uitgebreide informatie achter de cijfers is te vinden in de studie Maakbaarheidsgat Nederlandse elektriciteitsketen per 2030 (DNV, 2024).

De groei van vraag en aanbod in de elektriciteitsketen vereist een enorme groei van transportcapaciteit. **Figuur 3.13** toont de (geplande) verbindingen voor het hoogspanningsnet, inclusief de offshore verbindingen naar windparken op zee. Naast nieuwe verbindingen worden veel bestaande verbindingen verzwaard om meer elektriciteit te kunnen transporteren.

Figuur 3.14 *Afgesloten leveringscontracten elektriciteit voor kleinverbruikers naar contracttype*



Bron: ACM, Monitor Consumentenmarkt Energie

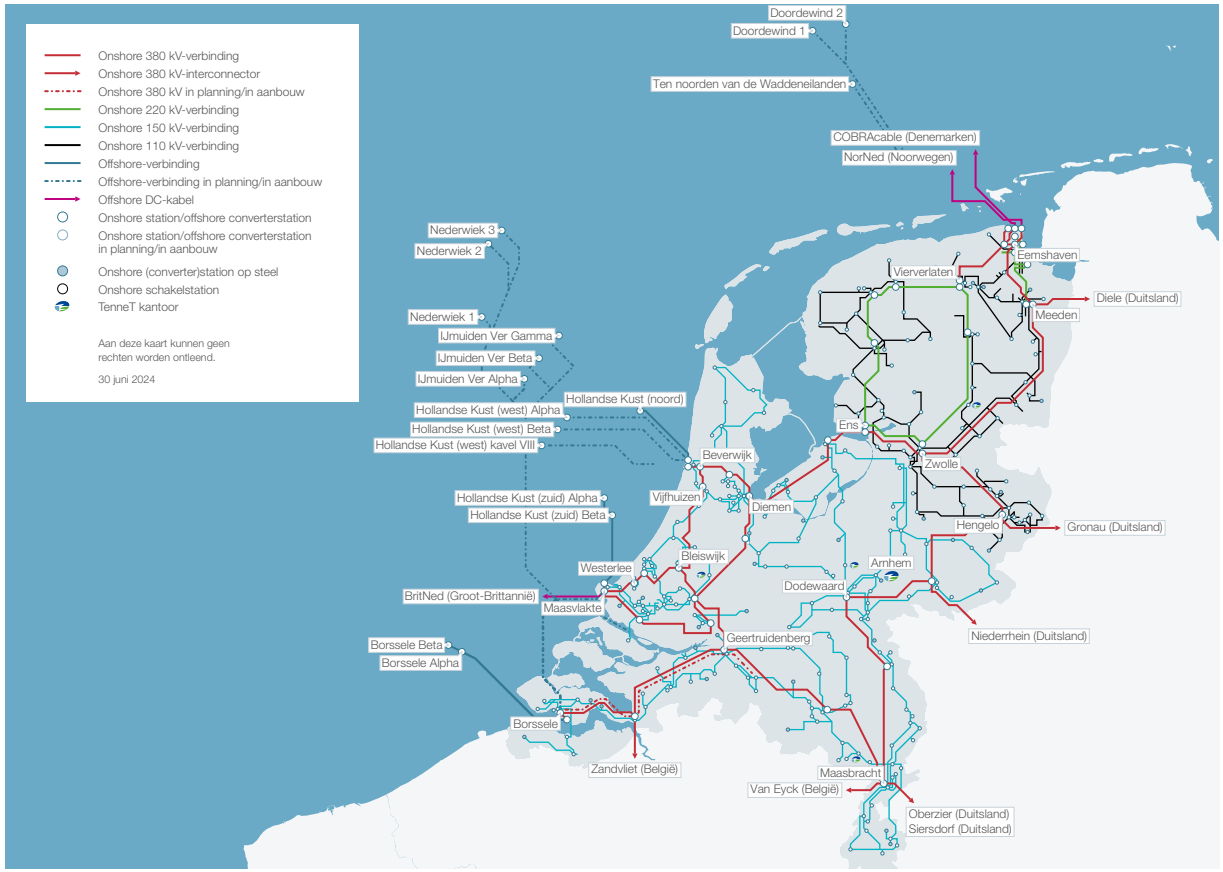
Verbruik

Slim gebruik

In reactie op de energiecrisis sloten veel afnemers een ander contract af. Tot aan 2023, in de nasleep van de energiecrisis, is er een toename van variabele contracten te zien als vervanging van vaste contracten, zie **figuur 3.14**. Inmiddels is deze ontwikkeling gestopt. Het dynamische contract maakt voorzichtig zijn intrede. Bij deze contracten volgen de tarieven de actuele prijzen op de groothandelsmarkt.

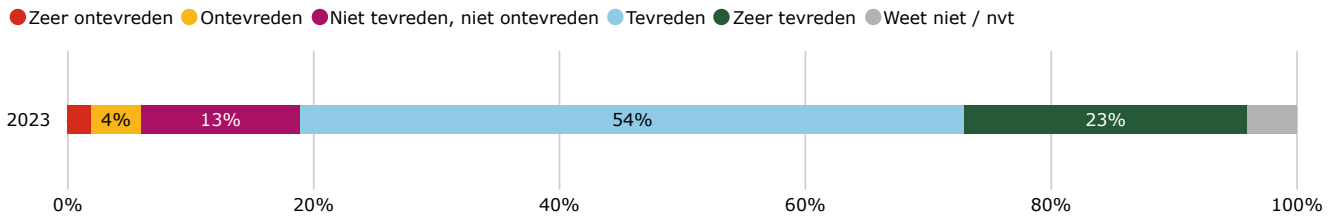
Aantal slimme meters
Het percentage slimme meters in huishoudens in Nederland is de afgelopen jaren gestaag doorgegroeid van 87% in 2022 naar 90% in 2024, gebaseerd op een steekproef onder ruim 1500 consumenten (ACM, 2024).

Figuur 3.13 *Bestaande en geplande elektriciteitsinfrastructuur hoogspanningsnet*



Bron: Tennet, Grid Map NL Onshore Netherlands

Figuur 3.15 *Tevredenheid met inzicht in verbruik van consumenten*



Bron: ACM, Dashboard Energiemonitor Klantbeleving

Figuur 3.15 laat zien dat het grootste deel van consumenten (N=1500) tevreden of zeer tevreden is over het inzicht dat energieleveranciers bieden in hun verbruik.

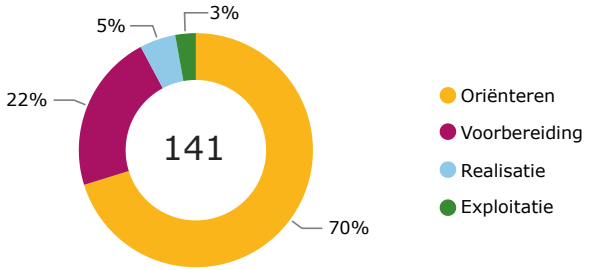
Energiehubs

Energiehubs zijn een lokale samenwerking tussen gebruikers en producenten van energie. Ze bestaan in verschillende groottes en ontwikkelen zich vaak in stappen. Dit gaat niet enkel over elektriciteit, er kunnen samen ook warmte en duurzame gassen worden verbruikt en geproduceerd. Ook zijn er mogelijkheden voor slimme sturing, flexibele opslag van energie en het omzetten van energie naar andere energievormen (conversie).

Figuur 3.16 laat zien dat de meeste energiehubs zich in de oriëntatiefase bevinden. Een klein aantal heeft de realisatiefase bereikt en vijf energiehubs zijn daadwerkelijk 'in bedrijf'.

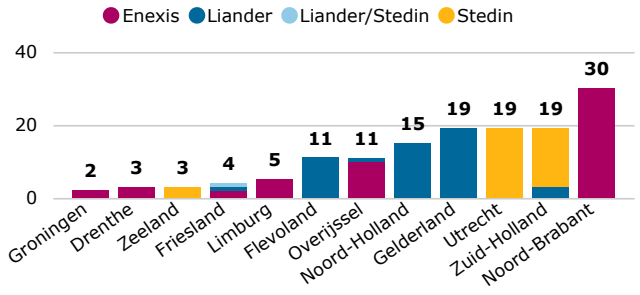
Figuur 3.17 toont de verdeling van de huidige initiatieven voor energiehubs (alle ontwikkelingsfases samen) over de provincies en de regionale netbeheerders. Vooral in Noord-Brabant, Utrecht, Zuid-Holland en Gelderland zijn er relatief veel initiatieven.

Figuur 3.16 *Aantal energiehubs naar fase van ontwikkeling*



Bron: Energy Scale-up, Energy Hubs in Nederland

Figuur 3.17 *Aantal energiehubs per provincie, uitgesplitst naar netbeheerder*



Bron: Energy Scale-up, Energy Hubs in Nederland

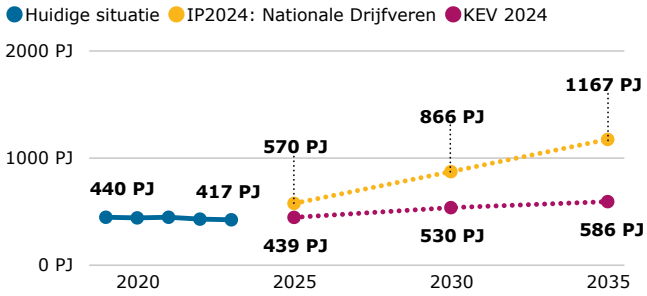
Vraag naar elektriciteit

Figuur 3.18 laat zien dat de totale elektricteitsvraag de afgelopen jaren behoorlijk stabiel is geweest. De verwachting is dat deze komende jaren toe gaat nemen, gezien de rol van elektriciteit als ruggengraat van het energiesysteem. De figuur toont dat dat de onzekerheid over deze groei al op korte termijn groot is. De Klimaat- en energieverkenning (KEV) van PBL geeft een prognose op basis van vastgesteld en voor genomen beleid en komt hiermee voor 2030 en 2035 beduidend lager uit dan het scenario met de snelst groeiende elektriciteitsvraag die netbeheerders gebruiken voor het toetsen van hun investeringsplannen (IP2024: Nationale Drijfveren[2])[3].

Ontwikkeling energiehubs

Om de rol van energiehubs de komende jaren verder uit te werken, te concretiseren en implementeren, maakt het kabinet 166 miljoen euro vrij voor een stimuleringsprogramma voor lokale en regionale energiehubs voor de periode 2024–2030 (KGG, 2024b). Ook vindt onderzoek plaats naar de extra waarde op economisch, maatschappelijk en energiegebied. In Oost-Nederland is bijvoorbeeld de meerwaarde van energiehubs in beeld gebracht en netbeheerders organiseren pilots op verschillende plekken in het land (RVO, 2024).
Ook zijn er lokale samenwerkingen tussen inwoners in ontwikkeling (RVO, 2024). Recent onderzoek van Royal HaskoningDHV schetst een grote potentie voor energiehubs (Royal HaskoningDHV, 2024).

Figuur 3.18 *Gerealiseerde en verwachte vraag naar elektriciteit vanuit verschillende prognoses*



Bron: PBL, Klimaat- en energie verkenning 2024 (publicatie volgt nog); Netbeheer Nederland, IP2024 scenario rapportage

[2] De verwachte elektriciteitsvraag voor het scenario IP2024: Nationale Drijfveren en de prognose uit de KEV tonen de totale elektriciteitsvraag, inclusief eigen verbruik, distributieverliezen en de indirecte elektriciteitsvraag voor het opwekken van warmte en waterstof.

[3] De cijfers uit het IP2024 rapport tonen cijfers over de verwachte elektriciteitsvraag zonder transportverliezen. Wij hebben ervoor gekozen om de distributieverliezen wel te tonen in deze monitor. Deze bedragen in 2025, 2030 en 2035 respectievelijk 20, 25 en 34 petajoule.

4 Waterstofketen

Waterstof zal in de toekomst voor specifieke onderdelen van het energiesysteem een belangrijke rol gaan spelen. Nederland is al een grote gebruiker van waterstof - met name in raffinaderijen en voor kunstmestproductie wordt waterstof als grondstof gebruikt. Deze bestaande vraag wordt nu vrijwel volledig ingevuld met waterstof van fossiele oorsprong en zal moeten worden vergroend. Daarnaast zullen in de toekomst nieuwe toepassingen van waterstof ontstaan, onder andere voor de verduurzaming van zwaar (internationaal) transport (productie van synthetische brandstoffen), industriële processen en voor het opwekken van elektriciteit op momenten met weinig zon en wind.

Nationaal beleid richt zich daarom op het bouwen van elektrolysers – apparaten die met behulp van elektriciteit waterstof maken uit water. Het doel is om in 2030 4 gigawatt aan elektrolysecapaciteit operationeel te hebben. Verder ontwikkelt Nederland nationale transportinfrastructuur voor waterstof, locaties voor ondergrondse waterstof-opslag en wordt ingezet op de import van hernieuwbare waterstof en afgeleiden daarvan (waterstofdragers). Hernieuwbare waterstof wordt geproduceerd met hernieuwbare elektriciteit, zoals gesteld in de Hernieuwbare Energie Richtlijn (REDIII).

Daarnaast wordt de inzet van koolstofarme waterstof verkend, wat wordt geproduceerd vanuit aardgas in combinatie met Carbon Capture and Storage (CCS) waarbij CO_2 (gedeeltelijk) wordt afgevangen en opgeslagen. Vanuit de EU zijn er in de REDIII verschillende doelen voor de inzet van hernieuwbare waterstof opgenomen. Zo moet in 2030 42% van de in de industrie gebruikte waterstofdragers hernieuwbaar zijn. Daarnaast moet in 2030 1% van het energiegebruik in de mobiliteit (inclusief de toeleveringsketen) ingevuld worden met hernieuwbare waterstofdragers.

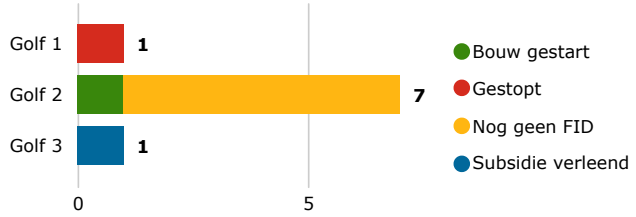
Aanbod

Het huidige aanbod van waterstof(dragers) in Nederland bestaat uit een combinatie van productie in Nederland uit aardgas en olie en import van voornamelijk ammoniak die wordt ingezet als grondstof in de industrie. De huidige productie van waterstof in Nederland is vooralsnog niet beschikbaar in de statistiek van CBS en kan hier dus niet worden weergegeven.

Voor de opschaling van waterstofproductie uit duurzame bronnen lopen vele projecten, veelal met (financiële) ondersteuning. De Important Projects of Common European Interest (IPCEIs) zijn geïntegreerde Europese projectinitiatieven bedoeld om lidstaten te stimuleren om middelen grensoverschrijdend te bundelen.

Figuur 4.1 toont dat de meeste Nederlandse waterstofprojecten die deelnemen aan het IPCEI deel uitmaken van de 'tweede golf', welke zich richt op projecten rond waterstofproductie door elektrolyse. Voor de meeste van deze projecten is nog geen final investment decision (FID) genomen, waarmee organisaties grote financiële middelen besluiten te investeren in het project en financiële verplichtingen aangaan. Golf één richt zich op technologische ontwikkeling, en golf drie richt zich op projecten rond waterstofinfrastructuur en de opslag en import van hernieuwbare waterstof.

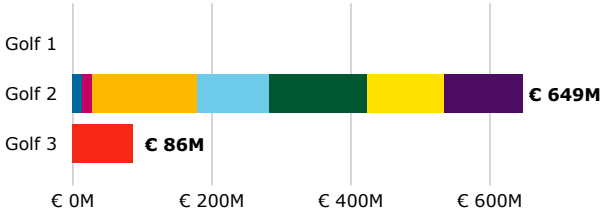
Figuur 4.1 *Status van IPCEI-projecten*



Bron: RVO, Important Project of Common European Interest (IPCEI)

Figuur 4.2 laat zien dat de Nederlandse waterstofprojecten binnen het IPCEI, die elk met een andere kleur worden getoond, samen meer dan 700 miljoen euro subsidie beschikt hebben gekregen om de onrendabele top van hun projecten rendabel te maken. Gemiddeld is 91,9 miljoen euro per project beschikt. De figuur weergeeft de verleende subsidiebedragen in miljoenen euro's aan verschillende projecten per golf van het IPCEI.

Figuur 4.2 *Subsidiebedragen van IPCEI-projecten*

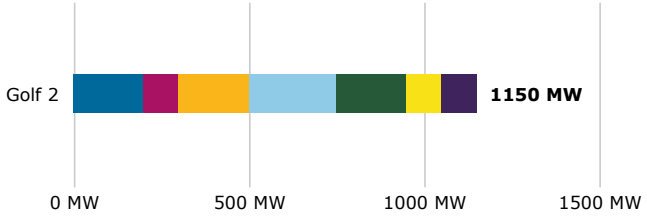


Bron: RVO, Important Project of Common European Interest (IPCEI)

Figuur 4.3 toont dat de deelnemende waterstofproductieprojecten binnen het IPCEI samen een vermogen van 1150 megawatt hebben. De figuur toont het beoogd vermogen van waterstofproductieprojecten in golf 2 van het IPCEI.

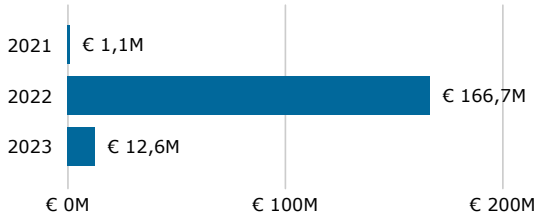
Figuur 4.4 toont dat bijna alle beschikkingen vanuit de Stimulering Duurzame Energieproductie en klimaattransitie (SDE) binnen de waterstofketen in de afgelopen jaren hebben plaatsgevonden in 2022. In totaal is er rond de 180 miljoen beschikt sinds 2020.

Figuur 4.3 *Beoogd vermogen van IPCEI-projecten*



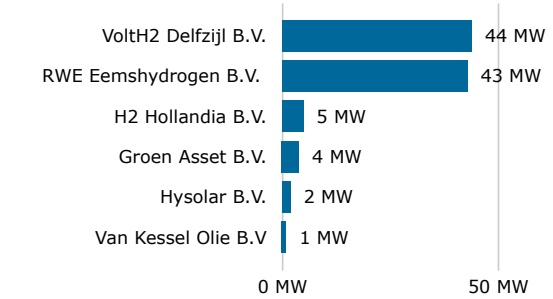
Bron: RVO, Important Project of Common European Interest (IPCEI)

Figuur 4.4 *Ontwikkeling van SDE(+)(+) beschikkingen voor waterstof*



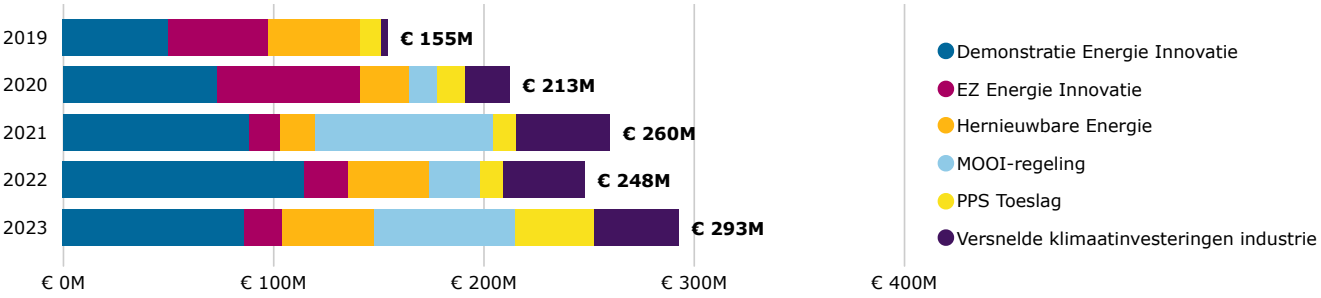
Bron: RVO, Feiten en cijfers SDE(+)(+)

Figuur 4.5 *OWE input vermogen in 2023*



Bron: RVO, Subsidieregeling grootschalige productie volledig hernieuwbare waterstof via elektrolyse (OWE)

Figuur 4.6 *Ontwikkeling van Nederlandse innovatiemiddelen voor waterstof*



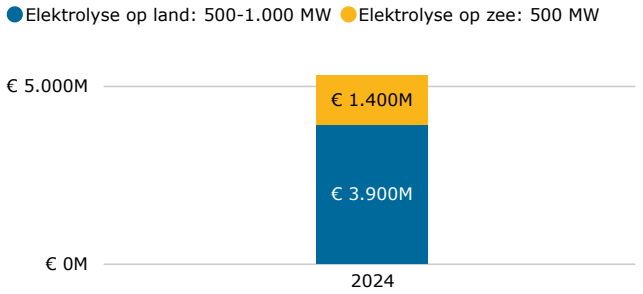
Bron: RVO, Energie-innovatiemiddelen, Projecten - Topsector Energie

Figuur 4.5 laat zien dat het totaal aan inputvermogen van elektrolysers die in 2023 onder de Opschaling volledig hernieuwbare waterstofproductie via elektrolyse (OWE) regeling subsidie hebben gekregen neerkomt op 101 megawatt, waarbij de twee grootste projecten verantwoordelijk zijn voor 86% van het opwekvermogen.

Figuur 4.6 toont dat de beschikte subsidie voor waterstofprojecten tussen 2019 en 2023 bijna is verdubbeld, en staan in 2023 op bijna 300 miljoen euro. In elk jaar is het meeste budget gereserveerd voor de innovatieregeling 'Demonstratie Energie Innovatie (DEI)'. Binnen deze regeling kunnen demonstratie- en testprojecten rondom CO_2-reductie methodes subsidie aanvragen.

Figuur 4.7 laat zien dat in 2024 bijna drie keer zoveel middelen vanuit het klimaatfonds zijn gereserveerd voor elektrolyse op land projecten ten opzichte van elektrolyse op zee projecten. Dit komt doordat de opschaling richting 2030 vooral uit elektrolyse op land moet komen, terwijl het budget voor elektrolyse op zee bedoeld is voor demonstratieprojecten op zee die moeten bijdragen aan technologieontwikkeling. In totaal is er 5,3 miljard euro gereserveerd voor elektrolyse projecten.

Figuur 4.7 *Gereserveerde middelen in het klimaatfonds perceel 'vroeg fase opschaling' naar vorm van elektrolyse*



Bron: Ministerie van Klimaat en Groene Groei, Meerjarenprogramma 2025 Klimaatfonds (11-09-2024)

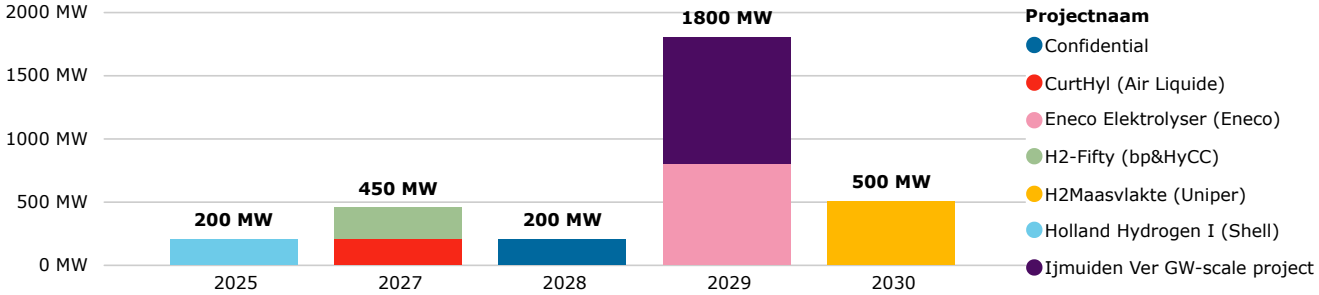
Figuur 4.8 laat zien dat er meerdere plannen voor elektrolyseprojecten voor de productie van hernieuwbare waterstof bestaan in de komende jaren in de haven van Rotterdam. Behalve voor het eerste project, zijn hier nog geen definitieve investeringsbeslissingen voor genomen. Als de overige projecten gerealiseerd worden, zullen deze stapsgewijs operationeel zijn richting 2030. De plannen voor deze projecten tellen op tot een elektrolysecapaciteit van 3,2 gigawatt.

Kostprijs ontwikkeling waterstof

Schatting huidige kostprijs

Hernieuwbare waterstof wordt nog niet geproduceerd in Nederland. Informatie over de huidige kostprijs van hernieuwbare waterstof in Nederland, of schattingen hiervan, is er niet. Voor Noordwest-Europa zijn wel schattingen gemaakt voor de productie van hernieuwbare waterstof door de IEA (2024). Schattingen door de IEA voor de kostprijs van waterstof geproduceerd vanuit zon-pv in Noordwest-Europa in 2023 komen uit op tussen 5,5 en 7,5 euro per kilogram waterstof. Voor hernieuwbare waterstof geproduceerd vanuit wind ligt de kostprijs inschatting onder 5,5 euro per kilogram.

Figuur 4.8 *Huidige plannen voor hernieuwbare waterstofproductieprojecten in de haven van Rotterdam*



Bron: Port of Rotterdam, Dedicated locations for electrolysis in Rotterdam

Toekomstscenario's kostprijs

De kostprijs van hernieuwbare waterstof in Nederland vanuit wind op zee is in 2023 geschat op 13,7 euro per kilogram (TNO, 2024). Richting 2030 zijn er verschillende kostprijsberekeningen voor hernieuwbare waterstof in Nederland uitgevoerd. Een schatting voor de kostprijs in 2030 komt neer op 12,1 euro per kilogram (Berenschot & TNO, 2023). Andere studies schatten de kostprijs voor hernieuwbare waterstof in 2030 op 7,6 euro per kilogram (CE Delft, 2023)[4] en tussen de 6,3 euro en 9,1 euro per kilogram (PBL, 2024). Tussen deze inschattingen zit redelijk wat verschil, wat komt door onzekerheden binnen de ontwikkeling van hernieuwbare waterstofproductie(kosten) vanuit wind op zee.

Voor waterstofproductie in Nederland in 2030 vanuit zon-pv wordt de kostprijs op 24,2 euro per kilogram geschat door CE Delft (2023), en ze schatten hernieuwbare waterstofproductie vanuit een combinatie van goedkoopste hernieuwbare opwekmethodes in 2030 op 6,6 euro per kilogram.

De kostprijs van geïmporteerde hernieuwbare waterstof richting Nederland in 2030 per pijpleiding wordt geschat tussen de 4,1 en 7,3 euro per kilogram. Voor import per schip (inclusief conversie, opslag, transport en kraken) ligt deze inschatting hoger: tussen de 7,3 euro en 7,9 euro (PBL, 2024)[5]. In een studie van CE Delft (2023) wordt import van hernieuwbare waterstof in 2030 per schip vanuit Spanje geschat op 6,7 euro per kilogram en vanuit Noorwegen op 7,0 euro per kilogram. Dit gaat over waterstofproductie vanuit de goedkoopste hernieuwbare opwekmethode in dat land. Deze inschattingen suggereren dat productie in Nederland in 2030 mogelijk competitief zal zijn met waterstofimport per schip, waar import per pijpleiding als mogelijk goedkoper wordt ingeschat dan productie in Nederland.

[4] Voor CE Delft (2023) is een eigen correctie toegepast om tot de kostprijs te komen. CE Delft toont de commodityprijs in het rapport Afnameverplichting groene waterstof, welke is opgebouwd uit de kostprijs plus een 10% winstmarge. Op basis hiervan is de kostprijs voor deze monitor berekend door commodityprijs vanuit deze studie te delen door 1,1.

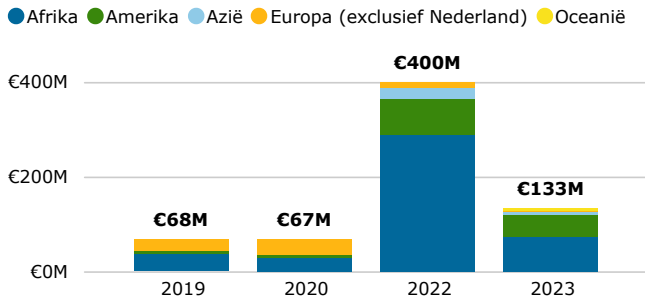
[5] Binnen de studie van PBL (2024) is import per pijpleiding afkomstig uit Marokko, IJsland en het Verenigd Koninkrijk. Import per schip is afkomstig uit Argentinië, Canada, Marokko, Australië, Oman, IJsland, Verenigd Koninkrijk en Saoedi-Arabië. De specifieke kostprijs verschilt per land waar de waterstof geproduceerd wordt en vandaan geïmporteerd wordt.

Invoer

Huidige waterstofimport

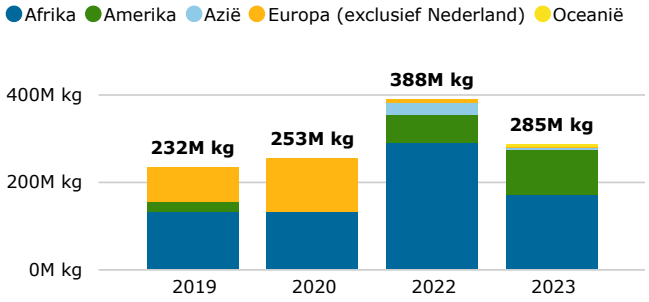
Figuur 4.9 toont de invoeruitgaven van watervrije ammoniak in Nederland in miljoenen euro's per jaar. Waterstof kan getransporteerd worden via ammoniak dat als drager van waterstof dient en gemakkelijker te transporteren is. Ammoniak kan ook voor andere doeleinden worden gebruikt en is niet één op één te zien als waterstofimport. Invoeruitgaven zijn toegenomen sinds 2019, en is in 2022 stevig gepiekt. In 2022 en 2023 is import vanuit Afrika verantwoordelijk geweest voor meer dan de helft van de invoeruitgaven.

Figuur 4.9 *Invoeruitgaven van watervrije ammoniak*



Bron: CBS, Goederen; grensoverschrijding, GN (8 digits, afdeling V-VII), landen

Figuur 4.10 *Invoer watervrije ammoniak in kg*



Bron: CBS, Goederen; grensoverschrijding, GN (8 digits, afdeling V-VII), landen

Figuur 4.10 laat ook zien dat de invoer van watervrije ammoniak enorm gestegen is. Dit is te verklaren door de gascrisis. Door gestegen gasprijzen gingen industriële bedrijven in Nederland namelijk meer ammoniak importeren, zoals voor de productie van kunstmest. Het verschil tussen beide figuren toont de prijsvariatie over verschillende jaren.

De hoge uitgaven aan import van ammoniak in 2022 in **figuur 4.9** vergeleken met de iets minder hoge volumes in **figuur 4.10** toont de relatieve hoge prijs in dat jaar voor geïmporteerde ammoniak.[6]

Afspraken toekomstige hernieuwbare waterstofimport

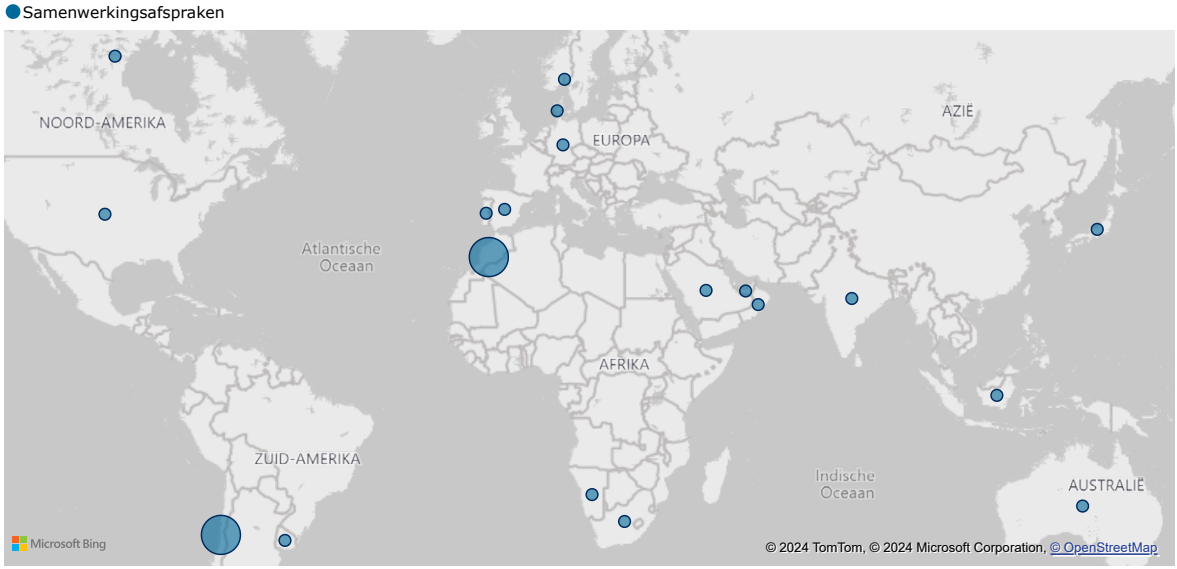
Om genoeg waterstofaanbod in Nederland in de toekomst te verzekeren is import van waterstof nodig en dus samenwerking met het buitenland. Dit behelst onder andere het tot stand brengen van verschillende vormen van samenwerkingsverbanden in afspraken zoals Memorandums of Understanding (MoU), Declarations of Interest (DoI) en Joint Statements. Het doel van deze samenwerkingsverbanden is om de dialoog tussen overheden op gang houden, Nederlandse bedrijven te positioneren in de markten van derde landen en consortia te vormen.

Figuur 4.11 laat de ontwikkeling van deze samenwerkingsverbanden zien sinds 2019 tot september 2024. Sinds 2019 zijn afspraken met andere landen geleidelijk toegenomen. Naast bilaterale samenwerking worden, ten behoeve van leveringszekerheid, ook in Europees verband partnerschappen gesloten en maakt Nederland deel uit van multilaterale samenwerkingen zoals het International Hydrogen Trade Forum (IHTF). Deze zijn niet getoond in de figuur.

De Nederlandse overheid heeft afspraken omtrent waterstofimport gemaakt met buitenlandse overheden in landen rondom de hele wereld, zoals te zien in **figuur 4.12.** In elk continent zijn er samenwerkingsverbanden aangegaan. Met Brazilië wordt momenteel gewerkt aan het afronden van een samenwerkingsverband.

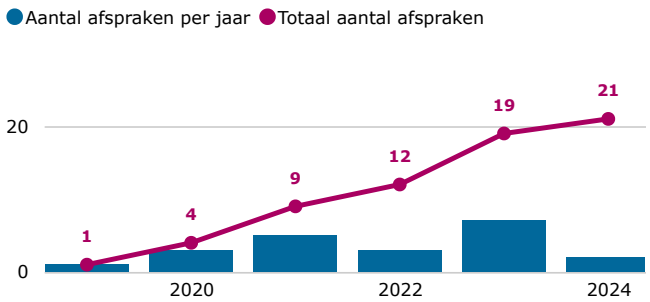
[6] NB: data over 2021 is niet beschikbaar. Deze data is vanuit de douane aangeleverd aan het CBS, waarbij deze data nog niet volledig is gecontroleerd door het CBSdelta

Figuur 4.12 *Waterstofdiplomatie: geografische spreiding van afspraken met andere landen*



Bron: Nationaal Waterstof Programma, Internationale Samenwerking

Figuur 4.11 *Waterstofdiplomatie: aantal afspraken met andere landen*



Bron: Nationaal Waterstof Programma, Internationale Samenwerking

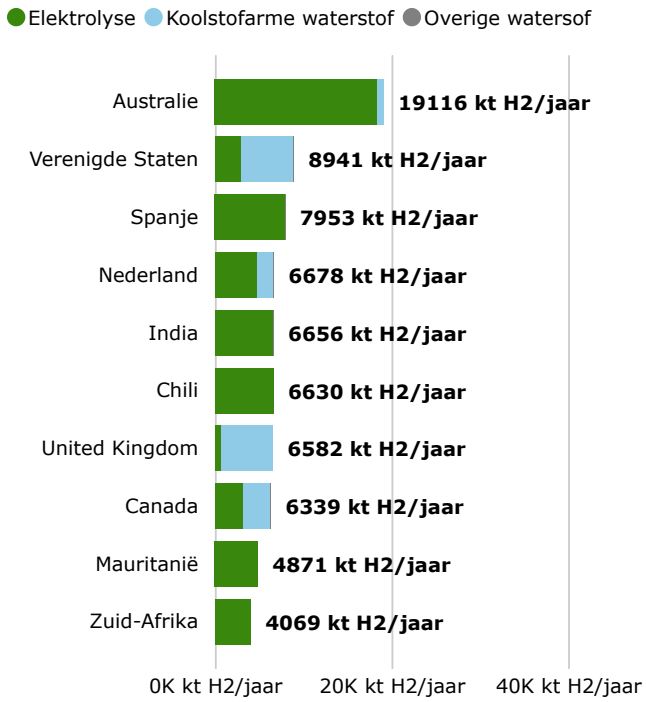
Productiecapaciteit hernieuwbare en koolstofarme waterstof exportlanden

De verwachte waterstofproductiecapaciteit via elektrolyse en koolstofarme productiemethodes in 2030 is bij uitstek het grootste in Australië. Nederland wordt geschat als vierde grootste waterstofproducent via deze productiemethodes, met 6,7 kiloton waterstofproductie per jaar in 2030. Nederland is al met zeven van de negen andere verwachte grootste waterstofproducenten samenwerkingsverbanden aangegaan.

Figuur 4.13 toont de verwachte waterstofproductiecapaciteit in 2030 per type en land in kiloton waterstof per jaar, gebaseerd op aangekondigde projecten die nog in hun conceptfase kunnen zitten of inmiddels operationeel zijn. Overige waterstof betreft niet-fossiele productie methoden die niet in de andere twee categorieën vallen, zoals waterstofproductie met behulp van biogrondstoffen. Nadere uitleg over de dataverzameling is te vinden op de website van de IEA.

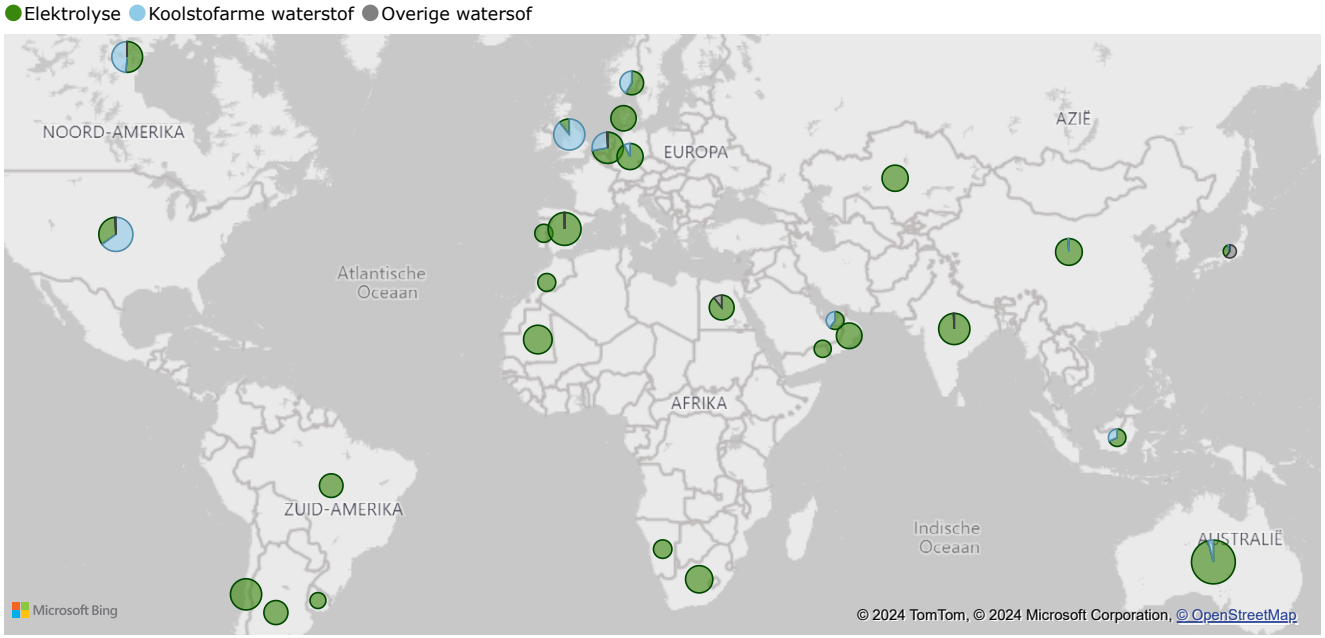
Figuur 4.14 toont de wereldwijde verdeling van verwachte waterstofproductie via elektrolyse en koolstofarme waterstofproductiemethodes op basis van aangekondigde projecten. De verwachte productiecapaciteit is wereldwijd verdeeld, waarbij Europa als één van de grote waterstofproductieregio's wordt geschat.

Figuur 4.13 *Verwachte waterstofproductiecapaciteit in 2030 (top 10 landen)*



Bron: IEA, Hydrogen Production and Infrastructure Projects

Figuur 4.14 *Geografische spreiding van verwachte hernieuwbare en koolstofarme waterstofproductie in 2030*

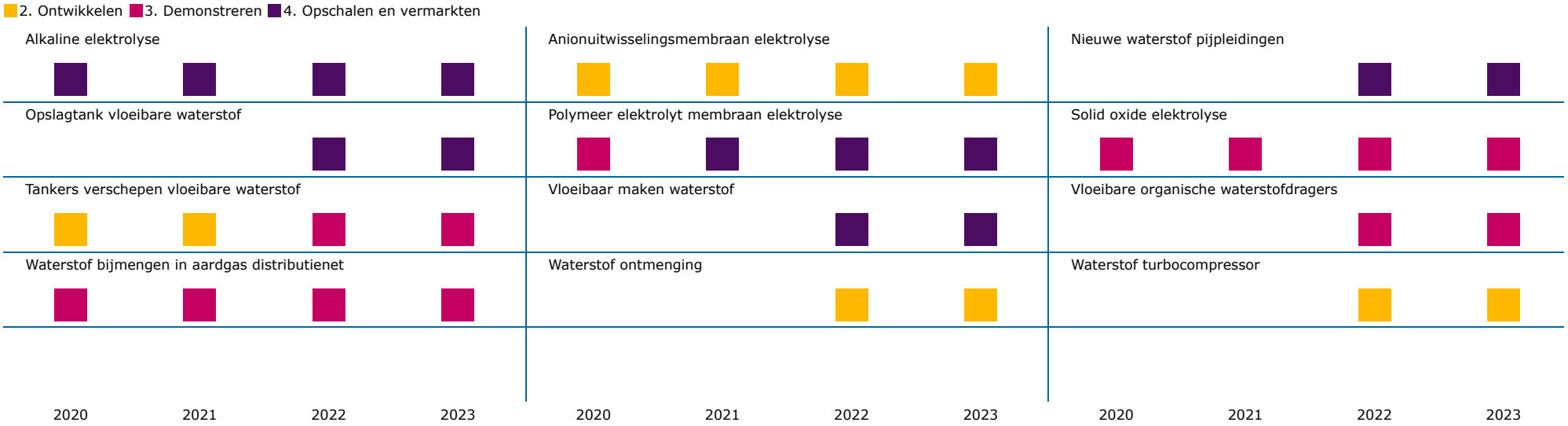


Bron: IEA, Hydrogen Production and Infrastructure Projects

Innovaties

De Technology Readiness Level (TRL) geeft aan hoe ver een technologie is doorontwikkeld. Innovaties die zich in de vierde fase bevinden (opschalen en vermarkten) zijn technisch en commercieel gereed. Enkele waterstofinnovaties zitten al op dit niveau en andere technologieën zijn dichter in de buurt gekomen in de afgelopen jaren. Figuur 4.15 laat de ontwikkeling van innovaties binnen de waterstofketen zien in de afgelopen jaren voor verschillende ketenonderdelen op basis verschillende TRL fases.

Figuur 4.15 *Innovaties binnen de waterstofketen naar TRL-niveau*



Bron: IEA, ETP Clean Energy Technology Guide

Opslag

Momenteel wordt er gewerkt aan de ontwikkeling van vier zoutcavernes in Veendam met een beoogde netto opslagcapaciteit van 1 terawattuur. De ontwikkeling van een zoutcaverne bestaat uit drie fases. In fase 1 worden evaluatieboringen uitgevoerd en word de caverne gecreëerd door zout te verwijderen uit de ondergrond. In fase 2 worden vergunningen aangevraagd voor het gereedmaken van de caverne en voor het gebruik zelf. In fase 3 wordt de caverne op de juiste druk gebracht met behulp van waterstofgas en wordt de caverne in gebruik genomen. We bevinden ons nu in de tweede fase bevinden voor één van de zoutcavernes (genaamd A5). De caverne is gereedgemaakt voor

waterstofopslag door het zout uit de caverne te verwijderen. Voor de ingebruikname van deze zoutcaverne wordt een vergunningsaanvraag voorbereid, waarna de bouw van de installaties kan starten. De planning voor de ingebruikname van deze zoutcaverne wordt momenteel opgesteld. De andere drie zoutcavernes (genaamd A9, A10 en A11) bevinden zich in de eerste fase. Deze zoutcavernes moeten nog aangelegd worden. Voor het gehele project wordt momenteel een milieueffectrapportage opgesteld welke medio september wordt opgeleverd.
Ook wordt er momenteel een bijgestelde planning opgesteld voor wanneer ingebruikname mogelijk is voor de vier zoutcavernes.

Transport

Figuur 4.16 toont de geplande aanleg van transportinfrastructuur voor gasvormige waterstof (het landelijke waterstofnetwerk). Deze infrastructuur verbindt de (potentiële) productielocaties, opslaglocaties, industriële clusters en belangrijke (potentiële) invoer- en uitvoerpunten. Gasunie verwacht als ontwikkelaar en toekomstig beheerder van het landelijke waterstofnetwerk tot 2035 circa € 7 tot 8 miljard in het waterstofnetwerk te investeren. Hieronder valt infrastructuur voor land en op zee, uitbreidingen van het net en waterstofopslag.

Het zuidelijke deel van het waterstofnetwerk is onderdeel van de plannen voor de Delta Rhine Corridor (DRC): een bundel van buisleidingen en kabels voor het transport van onder meer waterstof, ammoniak en CO_2, die loopt van Rotterdam via Moerdijk naar Zuid-Limburg en Duitsland. De planning voor ontwikkeling van de waterstofverbinding als onderdeel van de DRC is aangepast en nu voorzien voor 2032, zoals aangegeven in een eerdere kamerbrief (EZK, 2024b).

Verbruik

De huidige vraag naar waterstof in de Nederlandse industrie die naar verwachting ook in 2030 relevant is, bestaat uit inzet voor ammoniak, verbruik in raffinaderijen, verbruik als brandstof en overig verbruik. Dit telt op tot ongeveer 170 petajoule en staat weergegeven in **figuur 4.17**. Deze waterstofvraag wordt nu geheel voorzien op basis van fossiele energiebronnen.

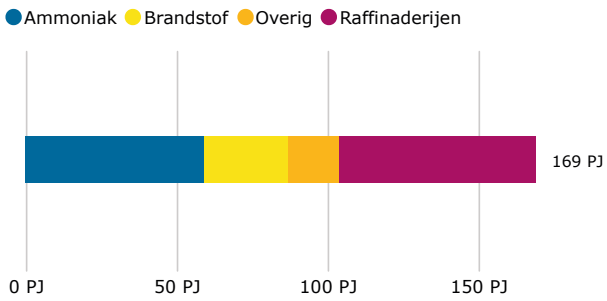
Voor een deel van dit waterstofverbruik in de industrie bestaan concrete doelen voor 2030 onder de Europese richtlijn voor hernieuwbare energie (REDIII) om het waterstofverbruik te vergroenen.

Figuur 4.18 toont dit deel, de zogenoemde 'grondslag' voor het verwachte waterstofverbruik in 2030 in de industrie: het deel van het waterstofverbruik dat valt onder het Europese REDIII-doel. Hiervoor geldt het bindende doel van 42% aandeel hernieuwbaar verbruik in 2030 (in technische termen Renewable Fuels of Non-Biological Origin, RFNBO's). Dit komt dan neer op ongeveer 30 petajoule hernieuwbare waterstof in 2030.

Figuur 4.16 *Gepland en potentieel waterstofnetwerk 2030 en verder*

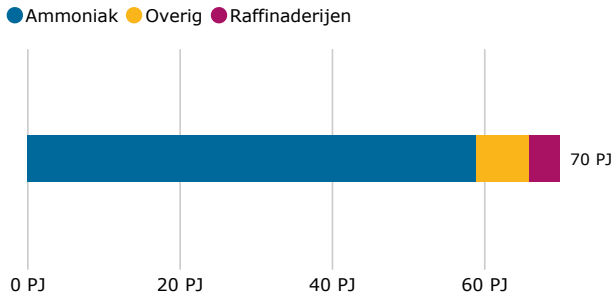
Bron: Hynetwork, Waterstofnetwerk 2030 en verder

Figuur 4.17 *Totale geschatte waterstofvraag in Nederland*



Bron: TNO, The Dutch hydrogen balance, and the current and future representation of hydrogen in the energy statistics; CE Delft, Toetsing beleidsontwikkelingen waterstof

Figuur 4.18 *Verwachte grondslag voor industrieverplichting REDIII in 2030*



Bron: CE Delft, Toetsing beleidsontwikkelingen waterstof

5 Koolstofketen

De opgave voor de koolstofketen is om de inzet van fossiele koolstofdragers te minimaliseren richting 2050 en de resterende koolstofbehoefte zoveel mogelijk in te vullen met duurzame koolstofdragers (biogene, gerecyclede of synthetische koolstofdragers). Omdat duurzame koolstofdragers naar verwachting schaars worden is het van belang om het aanbod te vergroten en daarnaast koolstofdragers zoveel mogelijk in te zetten daar waar geen (haalbare) alternatieven zijn. In de beleidsagenda wordt toegelicht hoe het kabinet invulling wil geven aan deze uitgangspunten.

Op de korte termijn zijn er verschillende doelstellingen met betrekking tot aanbod en inzet van duurzame koolstofdragers. Aan de aanbodkant streeft het kabinet naar 2 billion cubic meters (bcm) (70 petajoule) groengasproductie in 2030. De inzet van biogrondstoffen voor elektriciteit en warmteproductie levert op dit moment nog een belangrijke bijdrage aan de doelstellingen voor hernieuwbare energieproductie. De inzet van duurzame (bio)brandstoffen in de mobiliteitssector (inclusief lucht- en scheepvaart) levert een bijdrage aan het ketenemissiereductiedoel van 14,5% in 2030 (EU RED III richtlijn). De komende decennia zal een verschuiving plaats moeten vinden van de inzet van duurzame koolstofdragers naar (meer) hoogwaardige toepassingen, zoals lucht- en scheepvaart brandstoffen en als grondstof in de chemie (niet-energetisch gebruik).

Deze monitor bevat gegevens over het aanbod en de inzet van fossiele koolstofdragers en biogene koolstofdragers (biogrondstoffen). Met betrekking tot secundaire en synthetische koolstofdragers is nog onvoldoende data beschikbaar. Ook ontbreekt vooralsnog data over de inzet van duurzame koolstof voor niet-energetisch gebruik.

Aanbod

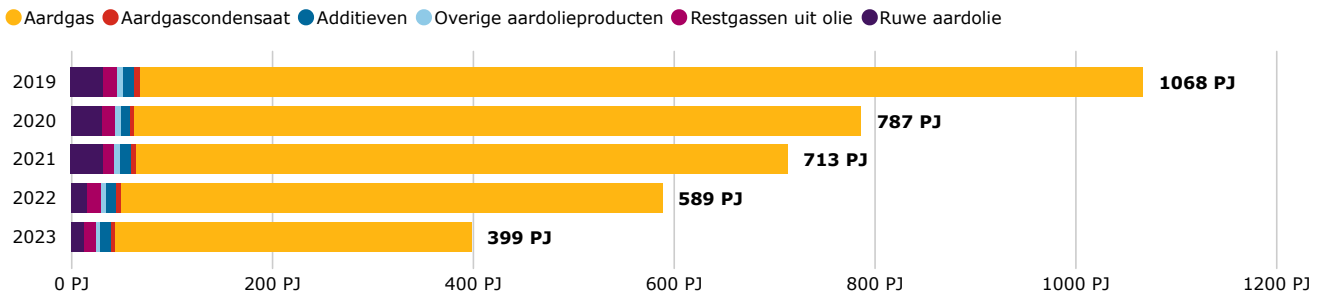
Productievolumes en capaciteit nationaal

De gewonnen hoeveelheid fossiele koolstofdragers is sinds 2019 sterk afgenomen en is inmiddels meer dan gehalveerd. De winning beslaat vooral aardgas.

Figuur 5.1 toont de totale hoeveelheid gewonnen fossiele koolstofdragers in Nederland per jaar in petajoule, uitgesplitst naar type fossiele energiedrager.

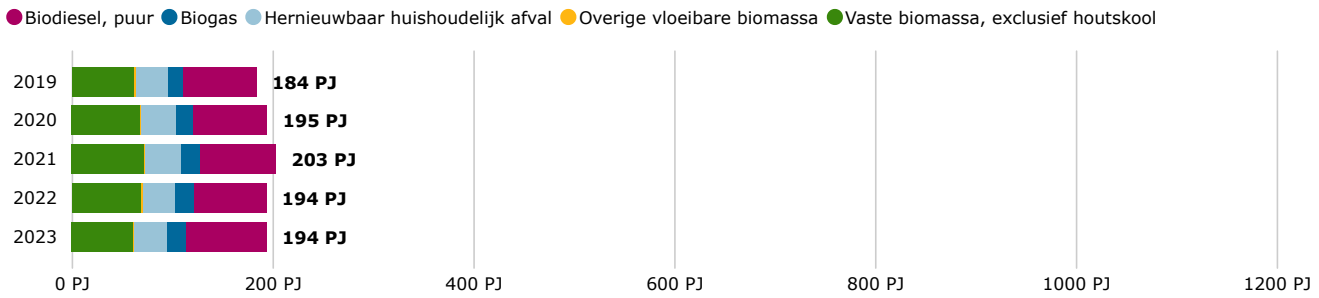
Figuur 5.2 laat zien dat de productie van duurzame koolstofdragers licht is toegenomen over de jaren heen. Biodiesel en vaste biogrondstoffen maken het grootste deel van de productie uit. **Figuur 5.2** betreft uitsluitend productie van biogene koolstofdragers. Secundaire (gerecyclede) en synthetische koolstofdragers ontbreken. Productie gaat hier om het omzetten van bronnen in een bruikbare energievorm. Een deel van de productie vindt plaats op basis van geïmporteerde biogrondstoffen.

Figuur 5.1 *Winning van fossiele koolstofdragers in Nederland*



Bron: CBS, Energiebalans; aanbod, omzetting en verbruik

Figuur 5.2 *Geproduceerde duurzame koolstofdragers in Nederland*



Bron: CBS, Energiebalans; aanbod, omzetting en verbruik

Over de jaren heen is een dalende trend te zien in het totale aanbod van aardgas, waarbij de verhouding tussen de leveringsbronnen sterk is verschoven naar invoer van aardgas in plaats van aardgaswinning. **Figuur 5.3** toont het totale aanbod van aardgas in Nederland per jaar in petajoule, uitgesplitst naar bron.

Net als in **figuur 5.3**, is ook in **figuur 5.4** en **figuur 5.5** te zien dat Nederland een belangrijke doorvoerrol voor aardoliegrondstoffen en producten vervult. Een deel hiervan wordt direct doorgevoerd. Een ander deel wordt in Nederlandse raffinaderijen verwerkt en vervolgens geëxporteerd. Het aanbod van aardoliegrondstoffen en-producten is licht gedaald over de jaren heen. **Figuur 5.4** toont het aanbod van aardoliegrondstoffen en –producten in Nederland per jaar in petajoule, uitgesplitst naar leveringsbron.

Figuur 5.5 laat zien dat het totale aanbod van vaste biogrondstoffen en hernieuwbaar huishoudelijk afval licht is toegenomen sinds 2019. Het aandeel van invoer van deze stromen ten opzichte van winning is gegroeid. Het aanbod van deze stromen heeft gepiekt in 2021. Het grootste deel van het aanbod komt beschikbaar uit productie in Nederland.

Publieke subsidies duurzame koolstof

Figuur 5.6 t/m 5.8 tonen de beschikte SDE(+)(+) subsidies voor de inzet of verwerking van biogrondstoffen (5.6 en 5.8) en de afvang en opslag (CCS) of gebruik (CCU) van CO_2 (5.7) per jaar in miljarden euro's. De beschikte subsidie is het bedrag dat formeel aan een project is toegekend na goedkeuring van de aanvraag, en dit vertegenwoordigt het maximale bedrag dat het project kan ontvangen. De uitbetaalde subsidie daarentegen is het daadwerkelijke bedrag dat aan het project wordt uitgekeerd, gebaseerd op de daadwerkelijke prestaties zoals de geproduceerde energie of de gerealiseerde CO_2-reductie, en dit bedrag kan lager zijn dan het beschikte bedrag.

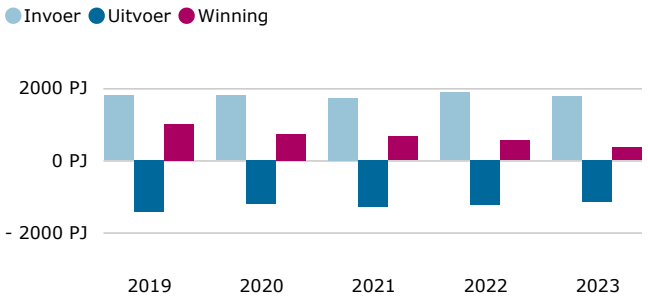
In figuur 5.6 valt op dat in 2016 veruit de meeste subsidie is beschikt aan bij- en meestook van biogrondstoffen. Ook is in 2015 en 2016 veel subsidie beschikt aan andere projecten die elektriciteit en/of warmte produceren op basis van biogrondstoffen. In lijn met het streven om subsidiëring van laagwaardige toepassingen van biogrondstoffen af te bouwen, komt de productie van elektriciteit en lage-temperatuurwarmte, waaronder bij- en meestook van biogrondstoffen al een aantal jaar niet meer in aanmerking voor subsidiëring. Over de jaren heen is de verhouding van beschikte subsidies mede daardoor verschoven naar projecten die groengas produceren via vergisting en vergassing van biogrondstoffen, met 2023 als piek. Ook is in 2023 voor het eerst subsidie beschikt aan projecten voor de productie van hernieuwbare brandstoffen voor de mobiliteitssector.

Figuur 5.7 toont de beschikte SDE(+)(+) subsidies voor de afvang en opslag (CCS) of gebruik (CCU) van CO_2 over de jaren 2019 t/m 2023 in miljarden euro's. De meeste subsidie is beschikt aan CCS de afgelopen jaren, wat duidelijk naar voren komt in 2022.

Figuur 5.8 toont de beschikte SDE(+)(+) subsidies voor de inzet of verwerking van biogrondstoffen over de jaren 2019 t/m 2023 in miljarden euro's. De meeste subsidie is beschikt aan vergisting en vergassing ten behoeve van groengasproductie, en in mindere mate aan inzet biogrondstoffen voor elektriciteit/warmte (niet zijnde bij- en meestook).

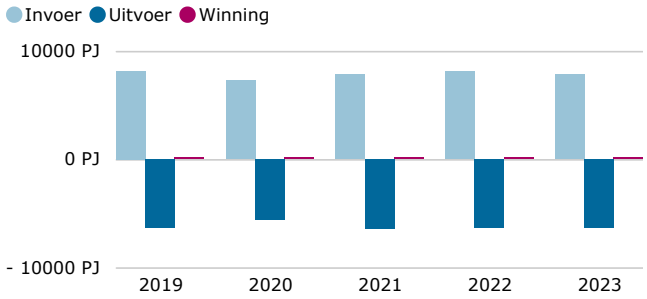
Figuur 5.9 toont de investeringen aan de private kant voor biobrandstoffenproductie. Hier is een afname in investeringen te zien sinds 2019. Dataverzameling met betrekking tot private investeringen in de bredere koolstofketen zijn onderdeel van de doorontwikkeling van deze monitor.

Figuur 5.3 *Aanbod aardgas*



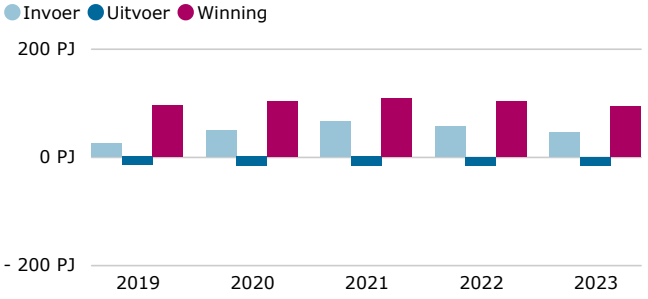
Bron: CBS, Energiebalans; aanbod, omzetting en verbruik

Figuur 5.4 *Aanbod van aardoliegrondstoffen en-producten*



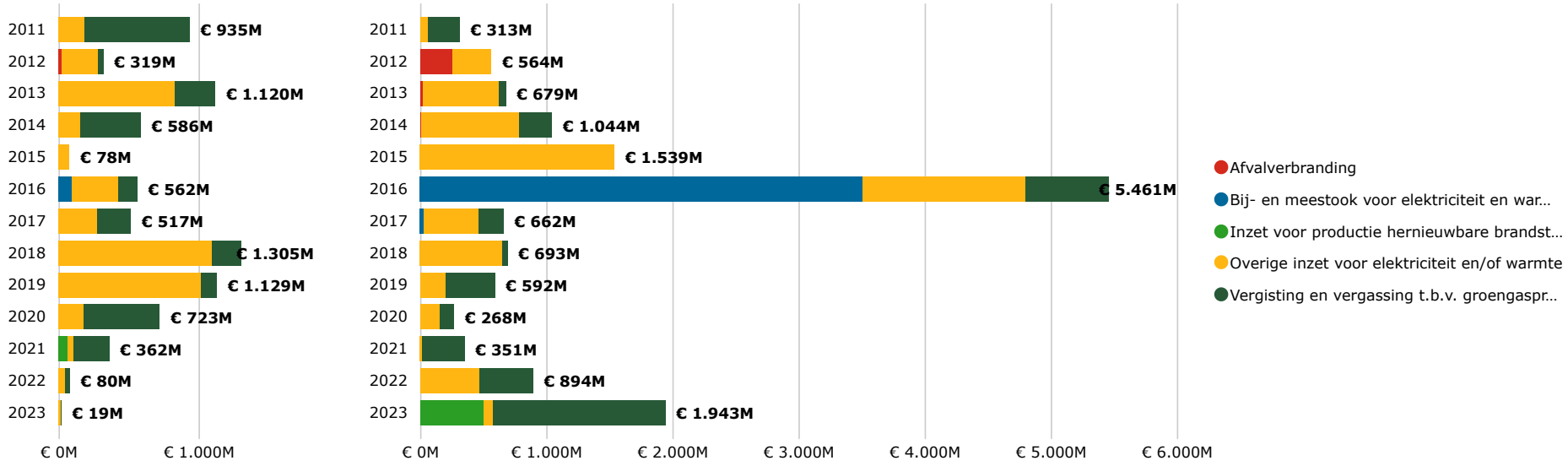
Bron: CBS, Energiebalans; aanbod, omzetting en verbruik

Figuur 5.5 *Aanbod vaste biogrondstoffen en hernieuwbaar huishoudelijk afval*



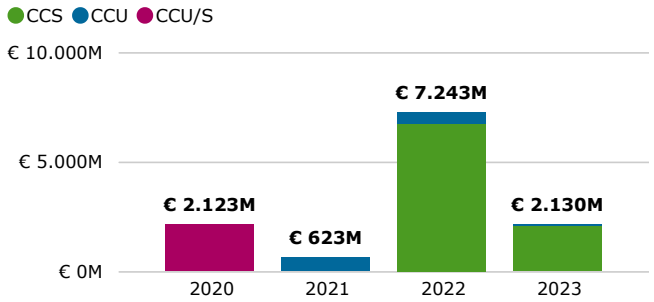
Bron: CBS, Energiebalans; aanbod, omzetting en verbruik

Figuur 5.6 *Ingetrokken en beschikte SDE(+)(+) subsidies voor de inzet of verwerking van biogrondstoffen*



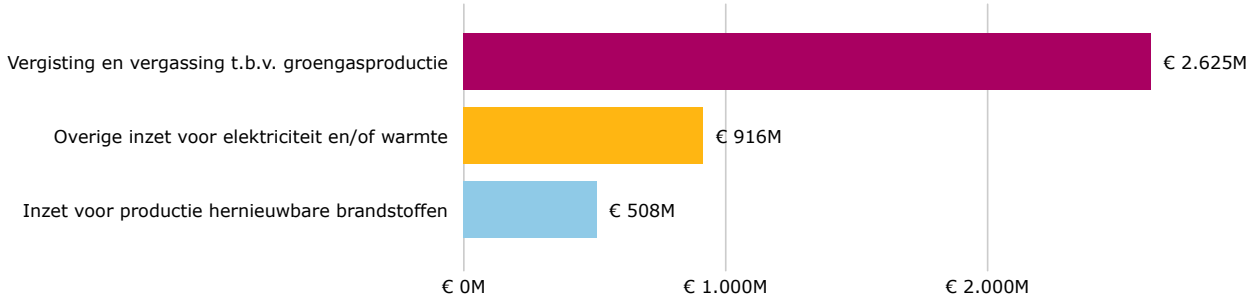
Bron: RVO, Feiten en cijfers SDE(+)(+)

Figuur 5.7 *Beschikte SDE(+)(+) subsidies naar CCU/S*



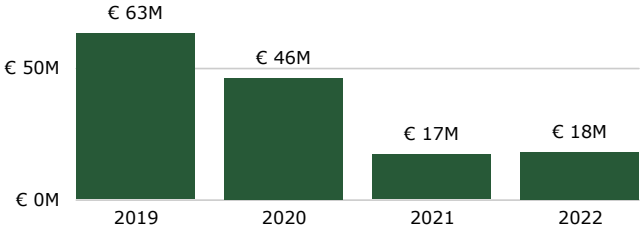
Bron: RVO, Feiten en cijfers SDE(+)(+)

Figuur 5.8 *Totaal aan beschikte SDE(+)(+) subsidies naar inzet of verwerking biogrondstoffen*



Bron: RVO, Feiten en cijfers SDE(+)(+)

Figuur 5.9 *Totale investeringen in materiële vaste activa biobrandstoffen*



Bron: RVO, Feiten en cijfers SDE(+)(+)

Innovaties

De Technology Readiness Levels (TRL) geven aan hoe ver een technologie is doorontwikkeld. Innovaties die zich in de vierde fase bevinden (opschalen en vermarkten) zijn technisch en commercieel gereed. Pas twee van de getoonde technieken hebben de laatste fase bereikt.

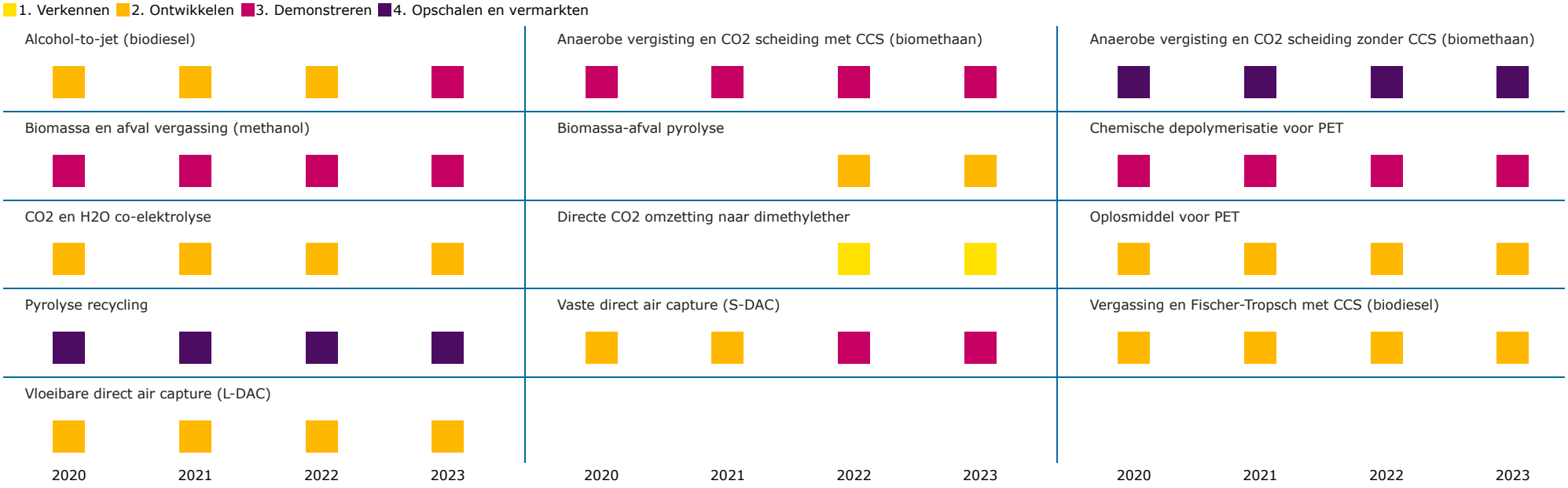
Figuur 5.10 toont voor een aantal belangrijke innovatietechnieken per koolstofcategorie in welke TRL fase deze zich begeven. Dit is een selectie van relevante technieken, dus niet alle technieken worden getoond.

Verbruik

Verbruik per sector, onderscheid naar fossiel en duurzaam

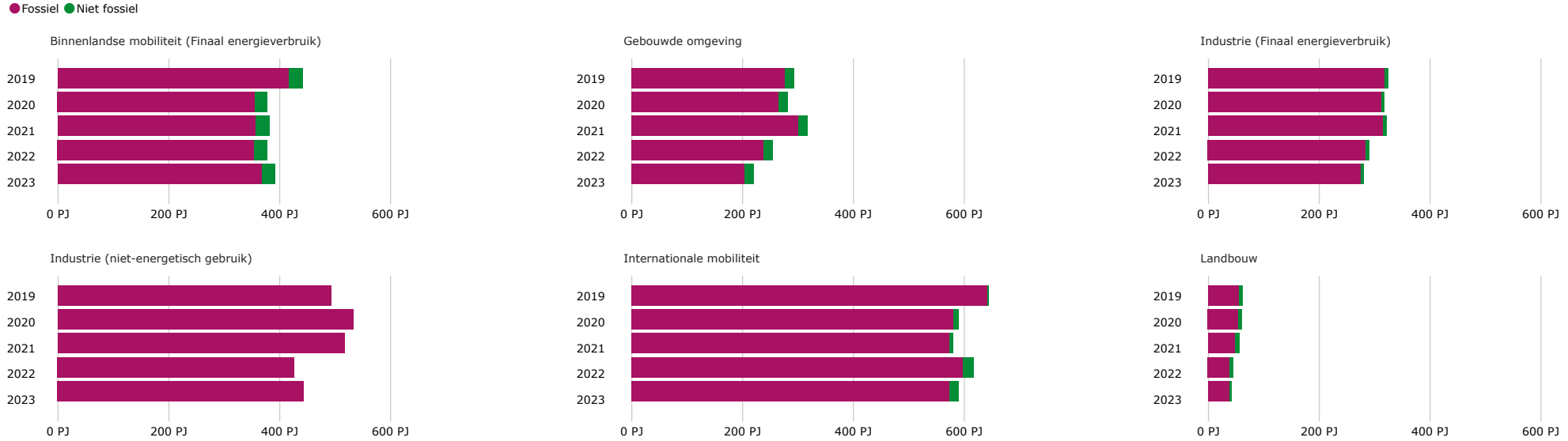
Figuur 5.11 toont het finaal verbruik van fossiele en duurzame koolstofdragers per sector. Duurzame koolstofdragers hebben in de afgelopen jaren in elke weergegeven sector waarvoor data beschikbaar is een intrede gemaakt, waarbij de grootste groei is te zien in de mobiliteitssector (internationaal en nationaal). Echter blijft het aandeel van duurzame koolstofdragers in alle sectoren klein. Voor de inzet van duurzame koolstofdragers als grondstof (niet-energetisch) in de industrie is momenteel nog geen data beschikbaar.

Figuur 5.10 *Innovaties binnen de koolstofketen naar TRL-niveau*



Bron: IEA, ETP Clean Energy Technology Guide

Figuur 5.11 *Finaal verbruik van fossiele en duurzame koolstofdragers per sector*

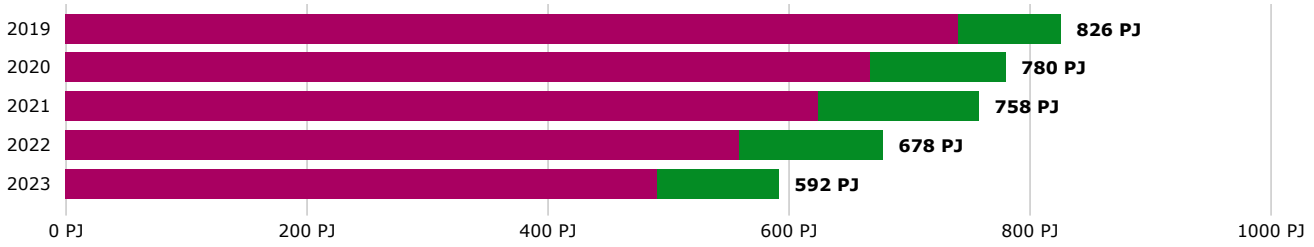


Bron: CBS, Energiebalans; aanbod, omzetting en verbruik

Figuur 5.12 toont de inzet van fossiele en duurzame koolstof voor de opwek van elektriciteit en elektriciteit/warmte in een warmte-krachtkoppeling (WKK) in Nederland per jaar in petajoule. Daarnaast is ook nog sprake van inzet van duurzame koolstof voor andere omzettingen, zoals warmte. Deze omzetting ontbreekt in **figuur 5.12**.

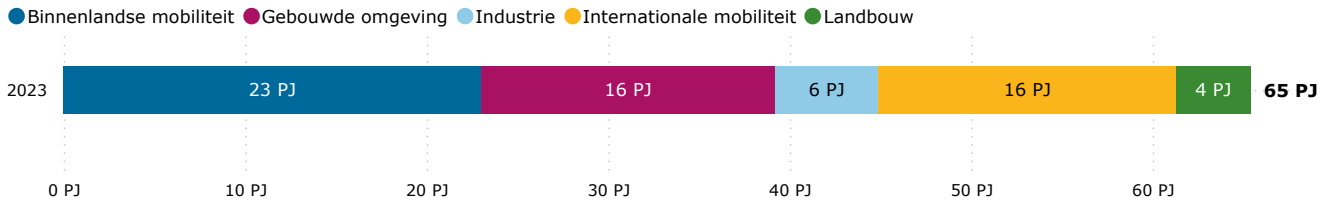
Figuur 5.13 toont het finaal verbruik duurzame koolstofdragers in Nederland per sector in 2023 in petajoule. Ontbrekend in deze figuur is de inzet van duurzame koolstof voor elektriciteit, WKK en overige omzettingen (o.a. warmte). Inzet van duurzame koolstofdragers voor elektriciteit en WKK bedroeg in 2023 101 petajoule (zie **figuur 5.12**). Inzet van duurzame koolstofdragers voor in andere omzettingen bedroeg 59,5 petajoule in 2023. Het finaal verbruik van duurzame koolstofdragers in de sectoren is daarmee relatief beperkt ten opzichte van het verbruik van duurzame koolstofdragers voor elektriciteit, WKK en andere omzettingen.

Figuur 5.12 *Inzet fossiel en duurzame koolstof voor elektriciteit en WKK*



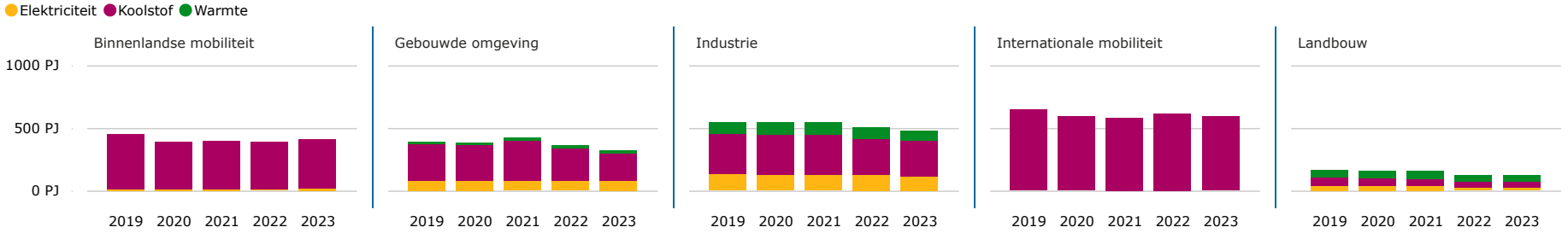
Bron: CBS, Energiebalans; aanbod, omzetting en verbruik

Figuur 5.13 *Finaal verbruik van duurzame koolstofdragers per sector in 2023*



Bron: CBS, Energiebalans; aanbod, omzetting en verbruik

Figuur 5.14 *Finaal energieverbruik koolstof in verhouding tot finaal energieverbruik andere ketens per sector*



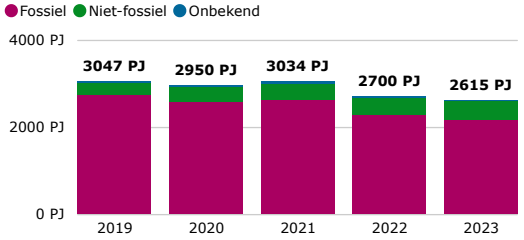
Bron: CBS, Energiebalans; aanbod, omzetting en verbruik

Figuur 4.14 toont de wereldwijde verdeling van verwachte waterstofproductie via elektrolyse en koolstofarme waterstofproductiemethodes op basis van aangekondigde projecten. De verwachte productiecapaciteit is wereldwijd verdeeld, waarbij Europa als één van de grote waterstofproductieregio's wordt geschat.

Verantwoorde afbouw fossiel

Figuur 5.15 toont het aandeel fossiel in de Nederlandse energiemix (primair energieverbruik). Ondanks een daling in het aandeel fossiele brandstoffen over de afgelopen jaren, blijft het in 2023 met 84 procent nog steeds de grootste bron van energie in Nederland.

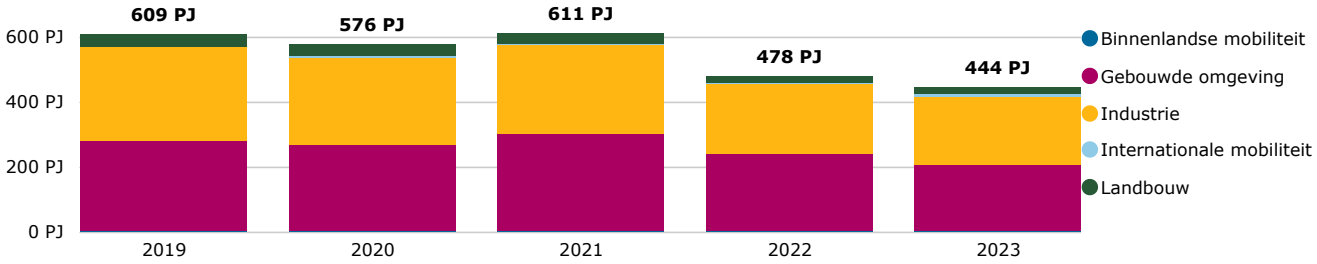
Figuur 5.15 *Aandeel fossiel in Nederlands energiesysteem*



Bron: CBS, Energiebalans; aanbod, omzetting en verbruik

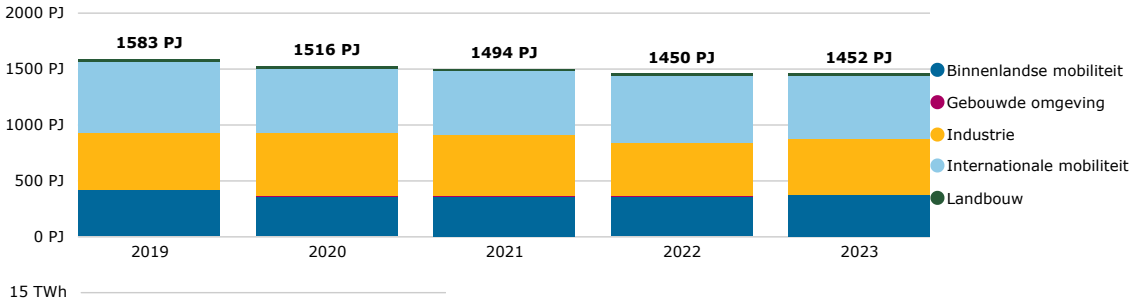
Figuur 5.16 laat zien dat de daling van het aardgasverbruik is versneld als reactie op de energiecrisis na de Russische inval in Oekraïne. Vooral bij huishoudens en in de industrie is deze daling significant.

Figuur 5.16 *Aardgasverbruik in sectoren*



Bron: CBS, Energiebalans; aanbod, omzetting en verbruik

Figuur 5.17 *Olieverbruik in sectoren*

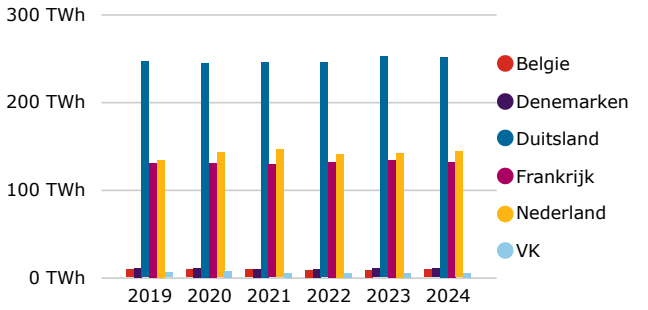


Bron: CBS, Energiebalans; aanbod, omzetting en verbruik

Figuur 5.17 toont het relatief trage verloop van de daling in olieverbruik. De vraag naar olie voor transportbrandstoffen blijft vrij constant, terwijl het gebruik van olie in de industrie (vooral ingezet als grondstof) afneemt.

Figuur 5.18 toont de maximum opslagcapaciteit van aardgas voor verschillende landen in terawattuur. Het beeld is stabiel, zichtbaar is hoe Nederland een relatief grote opslagcapaciteit heeft in vergelijking met buurlanden.

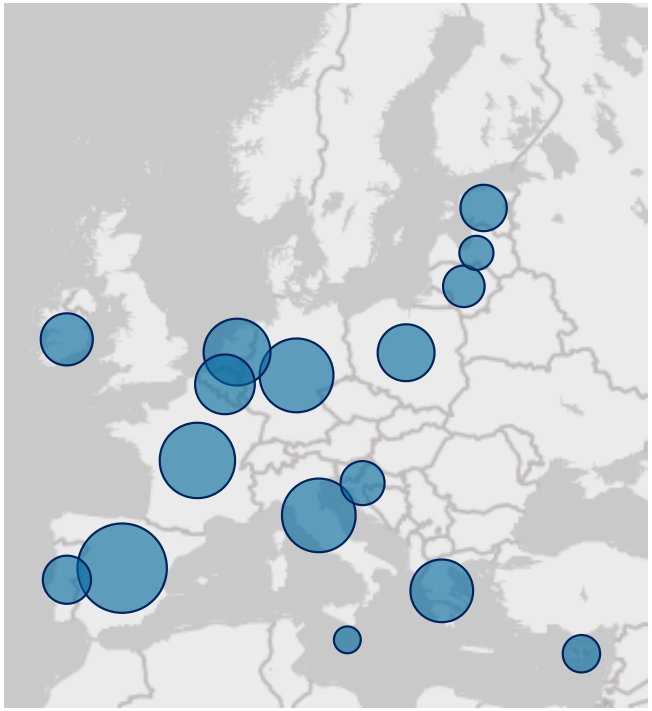
Figuur 5.18 *Maximum opslagcapaciteit van gas per land*



Bron: Gas Infrastructure Europe, Aggregated Gas Storage Inventory (AGSI)

Figuur 5.19 en 5.20 tonen de totale en verwachte capaciteit van LNG-importterminals in Europa.

Figuur 5.19 *Terminal LNG-importcapaciteit in de EU*



Bron: Strategy&, Onderzoek langetermijnbehoefte LNG in Nederland

Figuur 5.20 *Terminal LNG-importcapaciteit in de EU*

Land	Huidige LNG-import capaciteit (bcm)	Geplande LNG-import capaciteit (bcm)	Totale LNG-import capaciteit (bcm)
Belgie	11,40	5,70	17,10
Cyprus		2,40	2,40
Duitsland	12,00	22,20	34,20
Estland		6,50	6,50
Frankrijk	31,50	5,00	36,50
Griekenland	7,00	13,20	20,20
Ierland		10,40	10,40
Italie	16,00	18,00	34,00
Kroatie	2,60	2,60	5,20
Letland		1,50	1,50
Litouwen	4,00		4,00
Malta	0,70		0,70
Nederland	20,00	5,00	25,00
Polen	6,20	8,20	14,40
Portugal	7,60		7,60
Spanje	60,10		60,10

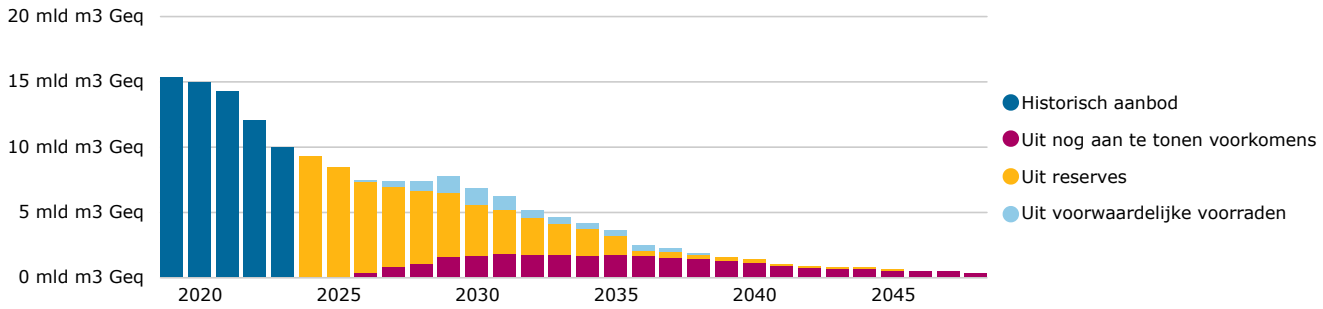
Bron: Strategy&, Onderzoek langetermijnbehoefte LNG in Nederland

Binnen de EU is de verwachting dat – gezien de huidige plannen voor capaciteitsuitbreiding – er nieuwe terminals worden gerealiseerd en huidige terminals worden uitgebreid tot een totale capaciteit van ca. 280 bcm in 2030.

Figuur 5.21 toont de verwachte totale gasproductie uit kleine velden (gerealiseerd t/m 2023) en verwachte (2024-2048) productie van aardgas uit kleine velden voor zowel land als zee. Het Groningenveld is hier buiten beschouwing gelaten, omdat winning hieruit is gestopt. Er is een duidelijke daling te zien van de verwachte gasproductie richting 2048. De daling wordt veroorzaakt door natuurlijke uitputting.

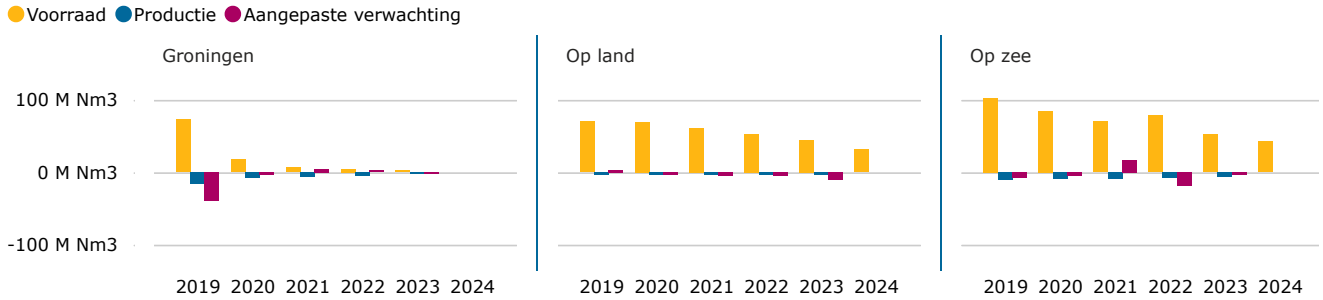
Figuur 5.22 toont de ontwikkeling van de aardgasvoorraad per aardgasgebied vanaf 2019. Er is een duidelijke daling te zien van de voorraad van het Groningenveld naar nul in 2024. De velden op land en op zee laten ook een daling zien. De verwachting over de te produceren voorraad is over de afgelopen jaren steeds verder afgenomen.

Figuur 5.21 *Verwachte gasproductie uit kleine velden (land en zee)*



Bron: TNO-AGE, Jaarverslag 2023 - Delfstoffen en aardwarmte in Nederland

Figuur 5.22 *Ontwikkeling aardgasvoorraad per aardgasgebied*



Bron: TNO-AGE, Delfstoffen en aardwarmte in Nederland - Jaarverslag 2023; 2022; 2021; 2020; 2019

6 Warmteketen

De opgave voor de warmteketen bestaat uit de verduurzaming van de warmtevraag in de gebouwde omgeving en de glastuinbouw. Voor de gebouwde omgeving zijn doelen vastgesteld voor 2030 waaronder de isolatie van 2,5 miljoen woningen, de uitrol van 1 miljoen hybride warmtepompen en het realiseren van 500.000 nieuwe aansluitingen aan warmtenetten.

Naast het Nederlandse beleid is er ook Europees beleid dat relevant is voor de warmtetransitie, zoals de uitbreiding van het emissiehandelssysteem naar de gebouwde omgeving (ETS-BRT), de herziening van de Energy Efficiency Directive (EED) en de herziening van de Richtlijn Energiepresentatie van Gebouwen (EPBD). De ambitie van de glastuinbouwsector is om in 2040 klimaatneutraal te zijn. Hiernaast is het doel gesteld om in 2030 circa 30 petajoule van het energiegebruik, wat voor 80% warmte betreft, met duurzame alternatieven te voorzien.

In de energienota en beleidsagenda wordt nader ingegaan op de uitrol van warmtenetten en de uitdagingen die hierbij spelen.

Aanbod en transport

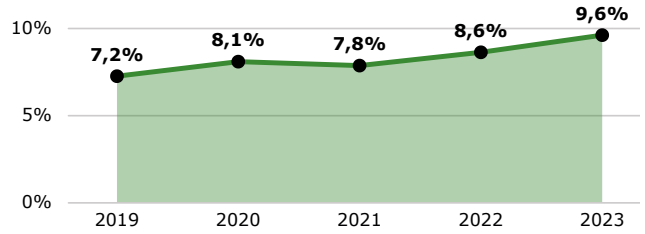
Ontwikkeling warmtebronnen

De RED-III doelstelling voor warmte (en koude) stelt dat er jaarlijks t/m 2025 minimaal een 0.8% stijging moet zijn in het gebruik van hernieuwbare warmte. **Figuur 6.1** laat de ontwikkeling hiervan sinds 2019 zien, met een stijging van 0.8% in 2022 en een 1.0% stijging in 2023.

Figuur 6.2 toont de verdeling van warmte-installaties in woningen in Nederland per jaar. Over de jaren heen is er een lichte stijging te zien in het aandeel warmtenetten (stadsverwarming en blokverwarming), voornamelijk door de toename van stadsverwarming. Ook elektrische warmtebronnen zijn in aandeel toegenomen over de jaren heen, dit komt door groei van warmtepompen als verwarmingsoptie. Data over het aantal (geplande) aansluitingen op warmtenet naar temperatuurniveaus is vooralsnog niet beschikbaar. Beter inzicht hierin is onderdeel van de ontwikkeling van deze monitor.

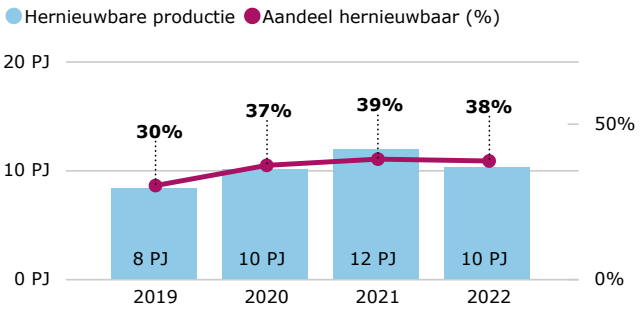
Figuur 6.3 toont het aandeel hernieuwbare warmte in grote warmtenetten. Dit is tussen 2019 en 2022 gestegen van 30% naar 38%.

Figuur 6.1 *Ontwikkeling aandeel hernieuwbare warmte*



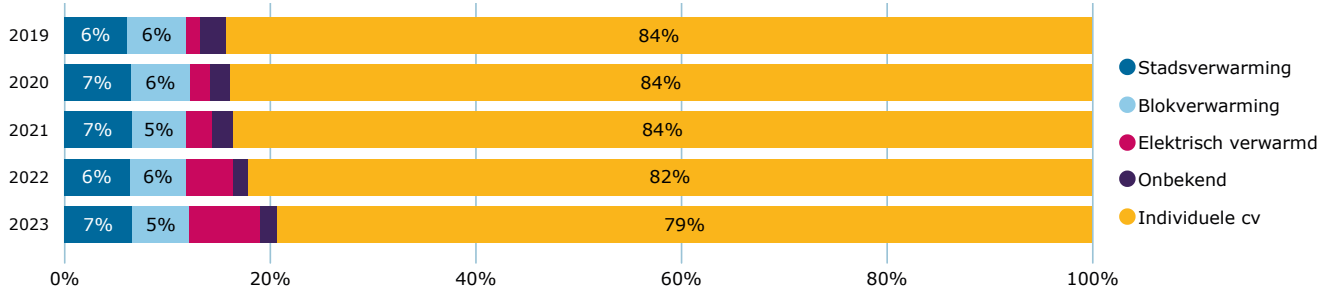
Bron: CBS, Hernieuwbare energie; verbruik naar energiebron, techniek en toepassing

Figuur 6.3 *Aandeel hernieuwbare warmte in grote warmtenetten*



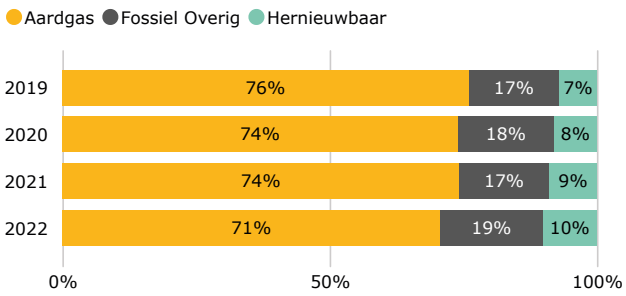
Bron: RVO, Monitor Verduurzaming Gebouwde omgeving

Figuur 6.2 *Verdeling warmte-installaties huishoudens*



Bron: CBS, Woningen; hoofdverwarmingsinstallaties, regio; CBS, Hoofdverwarmingsinstallaties woningen, 2022-2023

Figuur 6.4 *Inzet energiedragers voor warmte*



Bron: CBS, Warmtemonitor

Figuur 6.4 toont het aandeel van verschillende energiedragers in het finaal energieverbruik van warmte voor alle sectoren en inclusief alle warmtebronnen in Nederland over de jaren heen. Hoewel het hernieuwbare aandeel nog relatief klein is met 10%, is de trend naar hernieuwbare bronnen goed zichtbaar over de jaren heen.

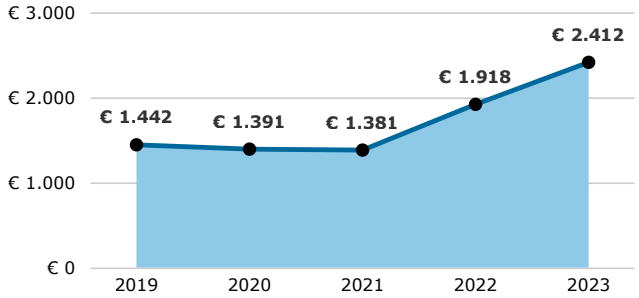
Verbruik

Aantal woningen waarvoor warmtenetten het eindbeeld is

Voor 2030 is het doel gesteld om 500.000 nieuwe aansluitingen op een warmtenet in de bestaande bouw (in woningequivalenten) in Nederland te realiseren. Dit is exclusief bestaande aansluitingen (PVGO, 2022). Data over het exacte aantal bestaande warmtenetaansluitingen in woonequivalenten op nationaal niveau ontbreekt, waardoor het vooralsnog niet mogelijk is om een compleet inzicht te geven van de voortgang richting het eindbeeld.

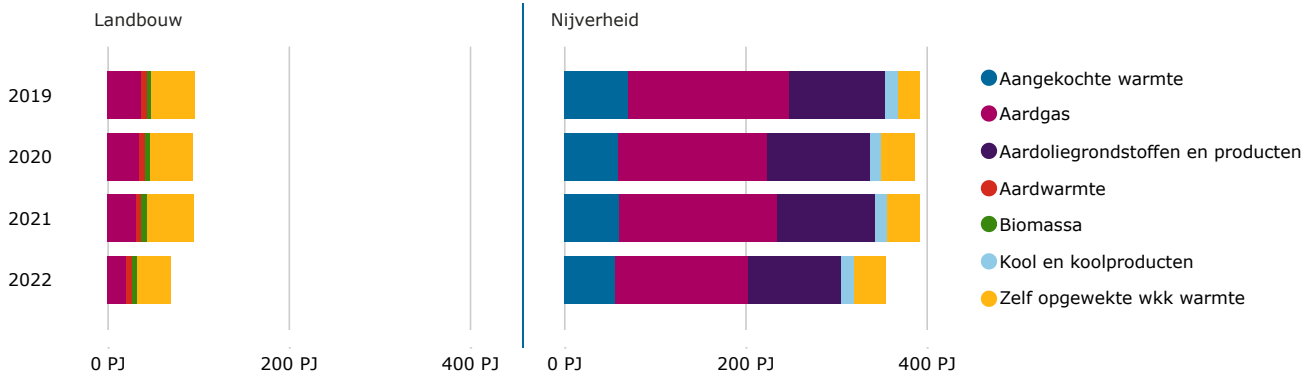
In **figuur 6.5** is de leveringsprijs in euro's van warmte uit warmtenetten te zien voor een gemiddeld huishouden in Nederland per jaar. Een gemiddeld huishouden verbruikt 35 GJ aan warmte per jaar. De sterke stijging vanaf 2021 is veroorzaakt door de stijging van de gasprijs als gevolg van de oorlog in Oekraïne.

Figuur 6.5 *Notabedrag warmtelevering van een gemiddeld huishouden, uitgaande van een gemiddeld jaarverbruik van 35GJ*



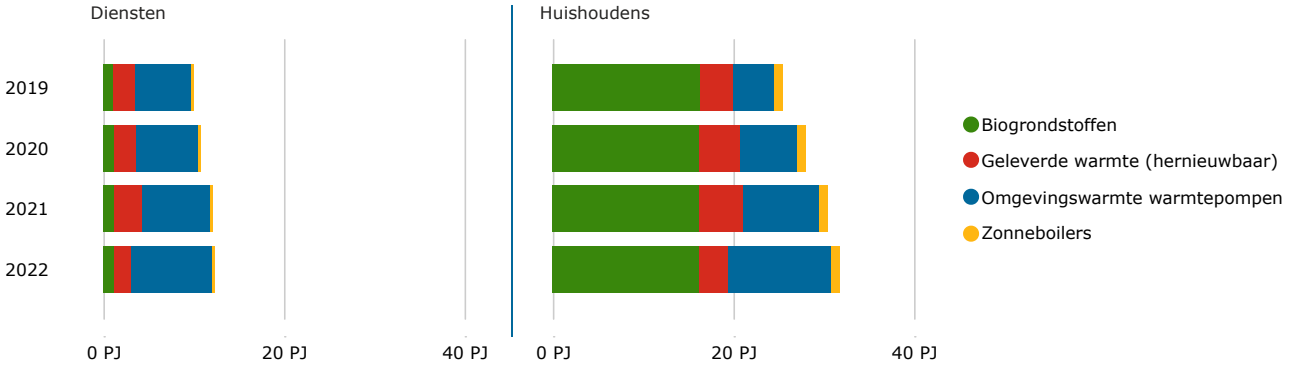
Bron: RVO, Warmtetarieven consumenten

Figuur 6.6 *Finaal verbruik warmte uitgesplitst naar energiedrager in de nijverheid en landbouw*



Bron: CBS, Warmtemonitor

Figuur 6.7 *Finaal hernieuwbaar warmteverbruik naar bron in huishoudens en dienstensector*



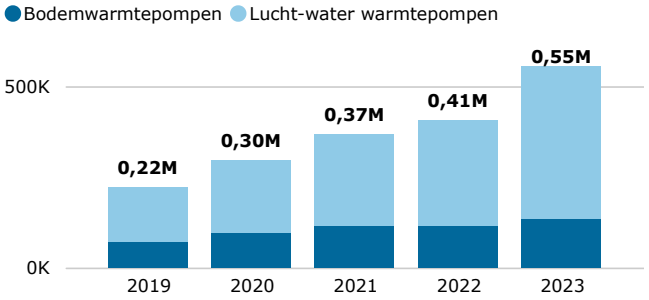
Bron: RVO, Monitor Verduurzaming Gebouwde omgeving

In **figuur 6.6** is voor zowel de sector landbouw als nijverheid een daling te zien van het totale finaal verbruik van warmte, met een scherpe daling specifiek voor aardgas. Dit is wederom te verklaren door de stijging van de gasprijs als gevolg van de oorlog in Oekraïne.

Figuur 6.7 laat zien dat omgevingswarmte via warmtepompen sterk aan het groeien is in het finaal duurzaam warmteverbruik voor zowel diensten als huishoudens.

Figuur 6.8 laat zien dat het aantal warmtepompen voor woningen sinds 2019 elk jaar is gegroeid, met de grootste groei in 2023. Verreweg de meeste woningen maken gebruik van een lucht-water warmtepomp. Het totaal aan warmtepompen in 2023 is 554 duizend.

Figuur 6.8 *Aantal warmtepompen voor woningen*



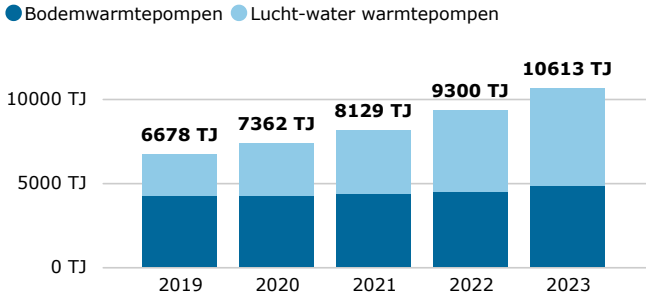
Bron: CBS, Warmtepompen – Aantallen, vermogen, energiestromen

Belangrijk om te noemen is dat deze figuur het aantal warmtepompen toont dat geleverd is aan groothandels, niet het aantal dat is verkocht aan huishoudens. De figuur toont dus ook onverkochte warmtepompen die op voorraad liggen bij groothandels. Daarnaast toont de figuur de groei van warmtepompen voor woningen voor zowel nieuwbouw als bestaande bouw. De groei bij nieuwbouw komt voort uit het verbod om bij nieuwe woningen nog cv-ketels op gas te installeren. Beleidsdoelen voor warmtepompen zijn er alleen voor de bestaande bouw en de voortgang daarop kunnen dus niet direct uit deze figuur worden afgeleid.

Figuur 6.9 toont dat warmte uit warmtepompen binnen utiliteitsgebouwen, stallen en kassen geleidelijk is toegenomen de afgelopen jaren. Bij utiliteitsgebouwen gaat het bijvoorbeeld over scholen, kantoorgebouwen en ziekenhuizen. Hier is een redelijk gelijke verdeling te zien tussen bodemwarmtepompen en lucht-water warmtepompen. Ook deze figuur toont data omtrent warmtepompen op basis van leveringen aan groothandels, niet op basis van verkochte warmtepompen.

Deze figuur toont de warmteproductie in terajoule sinds 2019 in plaats van het aantal warmtepompen zoals in **figuur 6.8**, omdat warmtepompen voor de dienstensector veelal een groter (en verschillend) vermogen hebben dan warmtepompen voor woningen. De groei van de inzet van warmtepompen is in dit geval daarom beter zichtbaar aan de hand van de productie.

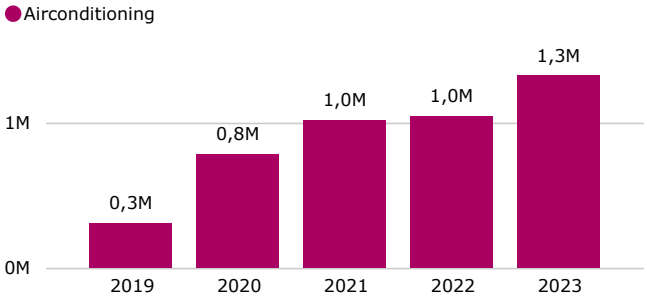
Figuur 6.9 *Bruto warmteproductie uit warmtepompen voor utiliteitsgebouwen, stallen en kassen*



Bron: CBS, Warmtepompen – Aantallen, vermogen, energiestromen

Figuur 6.10 laat zien dat het aantal airco's sinds 2019 fors is toegenomen, met een stijging van rond de miljoen airco's tussen 2019 en 2023. Waar warmtepompen een cv-ketel geheel of grotendeels kunnen vervangen, worden airco's ingezet om afzonderlijke ruimtes te verwarmen in aanvulling op andere warmte-installaties en/of om te koelen in de zomer. Ook deze figuur toont aantallen op basis van leveringen aan groothandels, niet op basis van het aantal verkochte airco's aan huishoudens.

Figuur 6.10 *Aantal airco's voor woningen*



Bron: CBS, Warmtepompen – Aantallen, vermogen, energiestromen

7 Energiebesparing

Energiebesparing is de tweede hoofdkeuze uit het NPE en levert vele maatschappelijke voordelen, waaronder vergroting van energie-onafhankelijkheid, kleinere behoefte aan transport-capaciteit, besparing van ruimte en materialen voor energie, en besparing van kosten. Besparing ontstaat door energie slimmer in te zetten, zoals meer gebruik van elektriciteit voor warmte of vervoer, en hierdoor minder energie te verliezen voor het bij eindgebruikers terecht komt. Ook ontstaat besparing door zuiniger energie om te gaan met energie of door gedrag aan te passen en zo minder energie te gebruiken.

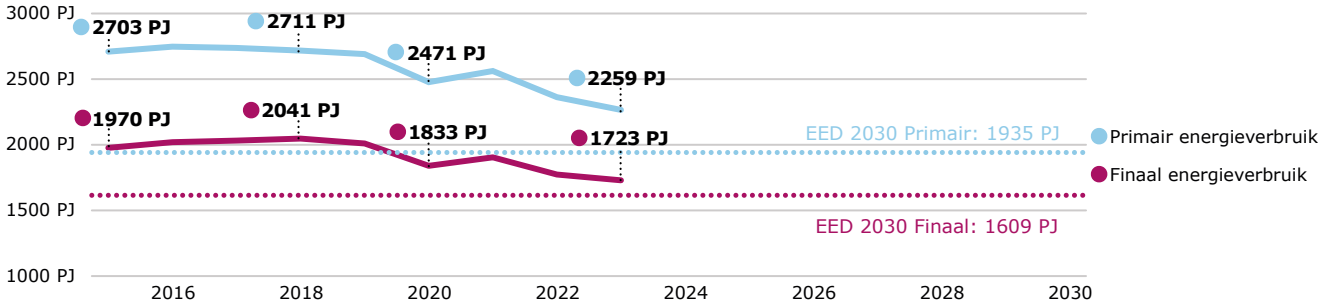
De energie-efficiëntie richtlijn (EED) bevat een indicatief nationaal doel voor energiebesparing voor Nederland, als bijdrage aan het bindende finale doel op EU-niveau.[7] Dit bedraagt een maximaal 1609 PJ finaal verbruik (gebruik door eindgebruikers) en maximaal 1935 PJ primair verbruik (de totale hoeveelheid energie die nodig is om in onze behoefte te voorzien). Uiterlijk bij Voorjaarsnota 2025 neemt het kabinet een besluit over streefwaarden per sector voor energiebesparing.

Besparing op systeemniveau – primair versus eindgebruik

Figuur 7.1 toont het totale energieverbruik in Nederland versus het eindverbruik, de energie die gebruikers daadwerkelijk consumeren. Het verschil ertussen laat zien hoeveel energie nodig is om die energie in de juiste vorm bij eindgebruikers te krijgen, door omzetting, verwerking, transport. Door dit verschil te verkleinen, besparen we energie. Zowel het totale energieaanbod als het eindverbruik is sinds 2015 gedaald, met ongeveer 13 procent. Deze figuur toont energieverbruik volgens de Europese definities, die afwijken van Nederlandse definities uit de energiebalans van CBS. Dat geldt ook voor figuur 7.3, 7.6, 7.9 en 7.11.

[7] De EED is in september 2023 herzien, en daarbij zijn het finaal en primair energieverbruik gelijk gemaakt aan de huidige methodologie van Eurostat. In het bijzonder tellen de hoogovens niet meer mee bij het finaal energieverbruik

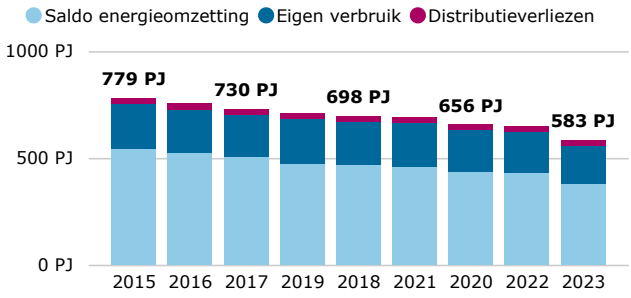
Figuur 7.1 *Primair en finaal energieverbruik (EED)*



Bron: CBS, Energieverbruik naar klimaatsector conform EU-Richtlijn energie-efficiëntie (EED)

Figuur 7.2 toont hoe het verschil tussen de totale hoeveelheid energie (primair) en het eindgebruik van energie zich ontwikkelt. Het verschil is gedaald doordat er minder energie verloren is gegaan bij omzetting (saldo), transport en doordat er minder energie nodig was voor eigen verbruik in de energiesector (eigen verbruik). De grootste daling komt doordat minder energie verloren gaat bij omzetting, bijvoorbeeld door elektriciteit niet meer te produceren uit kolen en gas, maar uit zon en wind.

Figuur 7.2 *Ontwikkeling eigen verbruik, omzetting en distributieverlies*



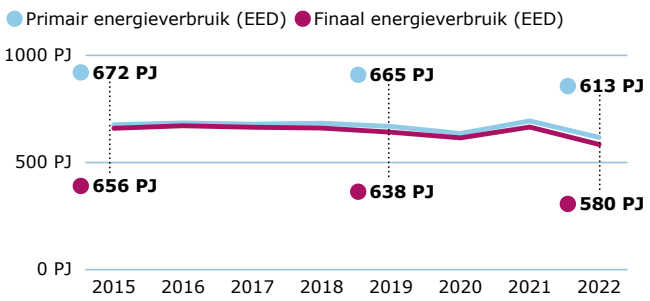
Bron: CBS, Energiebalans; aanbod, omzetting en verbruik

Energieverbruik binnen sectoren

Gebouwde omgeving

Figuur 7.3 laat het totale (primair) en eindgebruik (finaal) van energie in de sector gebouwde omgeving zien. Onder de sector valt het energieverbruik van woningen en andere gebouwen, zoals kantoorpanden, ziekenhuizen en scholen. Vooral de laatste twee jaar is een duidelijke daling te zien. Deze figuur toont het verbruik volgens de Europese definities, die op enkele punten afwijken van definities die CBS in Nederland hanteert (CBS telt omgevingswarmte mee bij finaal verbruik, Europees gebeurt dit niet).

Figuur 7.3 *Primair en finaal verbruik (EED) Gebouwde omgeving*

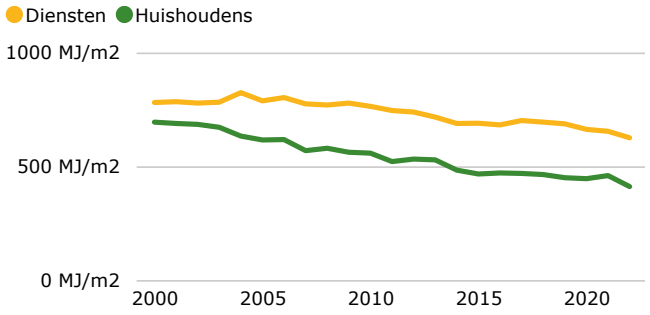


Bron: CBS, Energieverbruik naar klimaatsector conform EU-Richtlijn energie-efficiëntie (EED)

Figuur 7.4 toont het energieverbruik van woningen naar energiedrager. Hierin is te zien dat het grootste deel van de energie nodig is voor verwarming en afkomstig is uit aardgas. Over afgelopen jaren is goed de daling zichtbaar, vooral na 2021, mede als gevolg van gestegen prijzen door de oorlog in Oekraïne.

Figuur 7.5 toont hoe het energieverbruik per vierkante meter over de afgelopen jaren is gedaald. Door naar verbruik per vierkante meter te kijken is duidelijk zichtbaar hoe isolatie en aanpassingen in warmtegebruik bijdragen aan energiebesparing. Deze daling verloopt sneller dan het totale verbruik zoals zichtbaar in figuur 7.3, omdat er in de tussentijd veel extra gebouwen en woningen (en dus vierkante meters) zijn bijgekomen in Nederland. Onder de categorie 'diensten' in deze figuur vallen bijvoorbeeld kantoorpanden, ziekenhuizen en scholen. Het verbruik per vierkante meter is voor deze gebouwen over de afgelopen twintig jaar minder hard gedaald dan voor woningen.

Figuur 7.5 *Energie-efficiëntie gebouwen huishoudens en diensten*



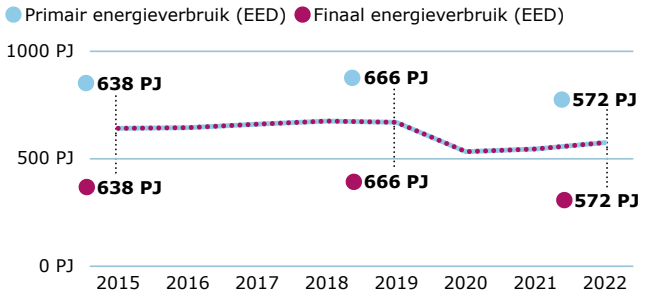
Bron: ODYSEE-MURE

Mobiliteit

Figuur 7.6 laat het totale energieverbruik (primair) en het eindgebruik (finaal) zien in de sector mobiliteit volgens de Europese definitie van de energiebesparingsrichtlijn (EED). Het primair en finaal gebruik zijn gelijk, omdat er geen omzetting plaatsvindt in de mobiliteitssector. Daardoor liggen de lijnen op elkaar. Dit verbruik was tot 2020 vrij stabiel en is sterk gedaald in de coronaperiode. Sindsdien neemt het verbruik weer toe. Onder de sector mobiliteit vallen onder deze Europese definitie alle vormen van wegtransport, OV, binnenlandse scheepvaart en luchtvaart.

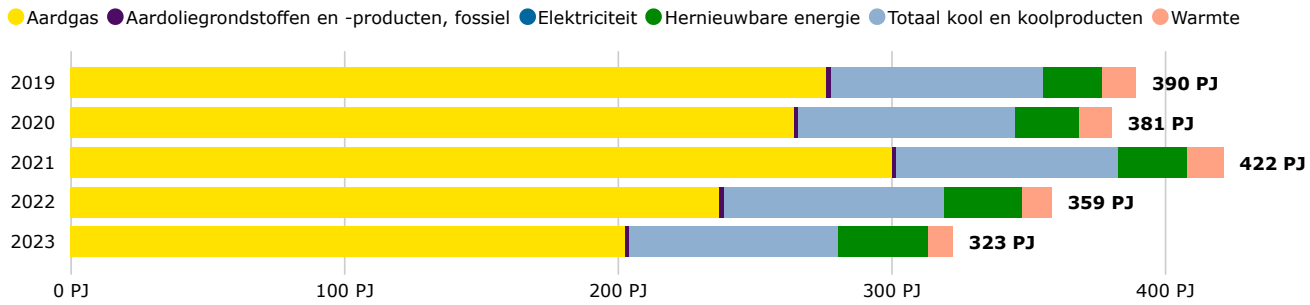
Figuur 7.7 op de volgende pagina, toont het energieverbruik van binnenlands vervoer uitgesplitst naar energiedrager. Hierin is te zien dat het aandeel elektriciteit heel langzaam groeit, terwijl het aandeel biobrandstoffen behoorlijk stabiel is. Sinds de terugval in 2020 als gevolg van de coronapandemie, vertoont het benzine- en dieselverbruik weer een langzaam stijgende lijn. Onder binnenlands vervoer valt volgens deze definitie van CBS alle wegtransport, vervoer over spoor en binnenlandse scheepvaart.

Figuur 7.6 *Primair en finaal verbruik (EED) sector mobiliteit*



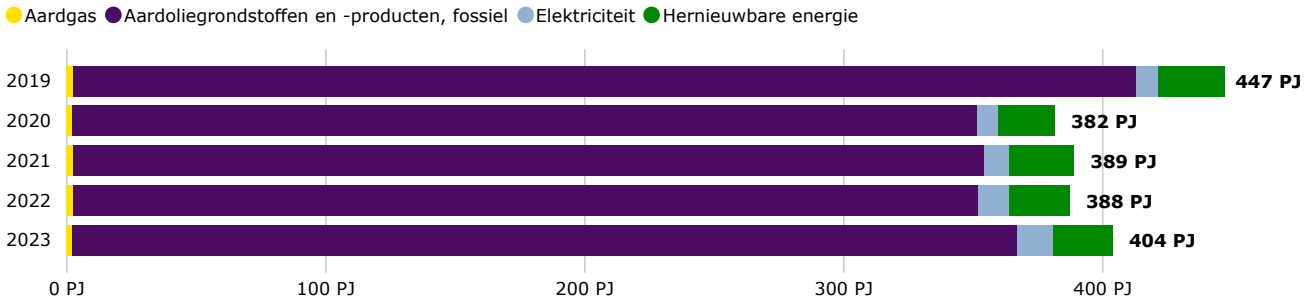
Bron: CBS, Energieverbruik naar klimaatsector conform EU-Richtlijn energie-efficiëntie (EED

Figuur 7.4 *finaal energieverbruik woningen uitgesplitst naar energiedrager*



Bron: CBS, Energiebalans; aanbod, omzetting en verbruik

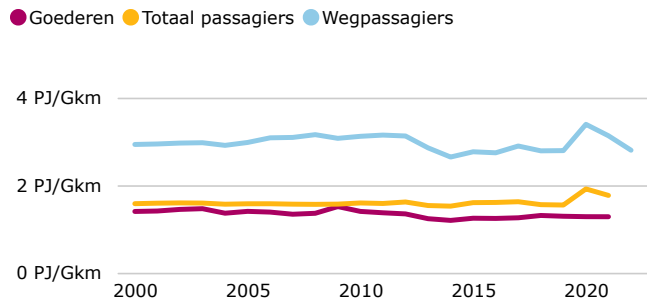
Figuur 7.7 *Finaal energieverbruik binnenlands vervoer uitgesplitst naar energiedrager*



Bron: CBS, Energiebalans; aanbod, omzetting en verbruik

In **figuur 7.8** staat de ontwikkeling van energieverbruik per passagier per gereden kilometer (in petajoule per gigakilometer) en voor transport het energieverbruik per kilogram per kilometer (in petajoule per gigaton kilometer). Door naar verbruik per kilometer te kijken is zichtbaar welk deel van de besparing voorkomt uit efficiëntie in voertuigen en gebruik van efficiëntere modaliteiten (bijvoorbeeld reizen per trein i.p.v. auto of vrachtwagen). Dit verbruik toont een vrij stabiel beeld, met een uitzondering in 2020 als het verbruik per passagier tijdelijk stijgt tijdens de coronaperiode.

Figuur 7.8 *Energie-efficiëntie auto's en vrachtvervoer*

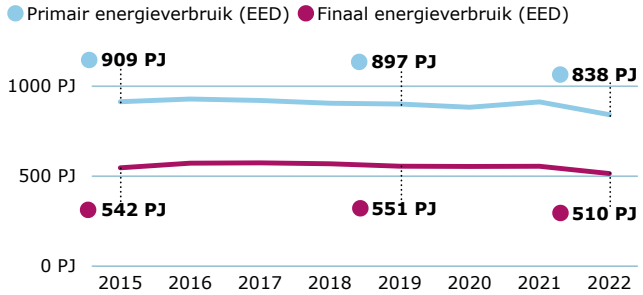


Bron: ODYSEE-MURE

Industrie

Figuur 7.9 laat het totale energieverbruik (primair) en het eindgebruik (finaal) zien in de sector industrie. Tot 2020 is dit verbruik vrij stabiel. In de laatste twee jaar is wel een duidelijke daling zichtbaar.

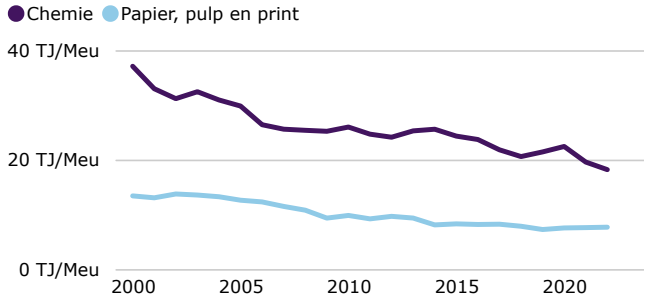
Figuur 7.9 *Primair en finaal verbruik (EED) sector industrie*



Bron: CBS, Energieverbruik naar klimaatsector conform EU-Richtlijn energie-efficiëntie (EED)

Figuur 7.10 laat het energieverbruik zien voor de sector chemie en de sector papier, pulp en print uitgedrukt in gebruikte energie per euro toegevoegde waarde (in terajoule per miljoen euro). In de chemiesector is de inzet van energie per euro toegevoegde waarde flink gedaald over de afgelopen twintig jaar. Dit kan naast een verhoogde energie-efficiëntie ook het gevolg zijn van veranderingen in producten die de chemiesector produceert, met een hogere toegevoegde waarde. Voor de papierproductie is de daling van energieverbruik in verhouding tot toegevoegde waarde ook zichtbaar, maar minder stevig.

Figuur 7.10 *Verhouding energieverbruik en toegevoegde waarde voor activiteiten in de industrie*

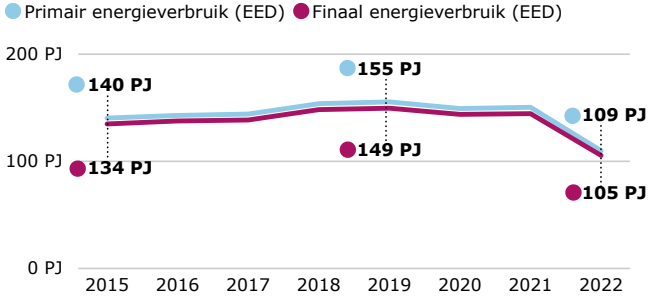


Bron: ODYSEE-MURE

Landbouw

Figuur 7.11 laat het totale energieverbruik (primair) en het eindgebruik (finaal) zien in de landbouwsector. Hier is tot 2021 een relatief stabiel beeld zichtbaar. Vanaf 2021 is een scherpe daling zichtbaar. Een groot deel van dit verbruik bestaat uit gasverbruik in de glastuinbouwsector. De hier gebruikte cijfers volgen de Europese definitie van de EED.

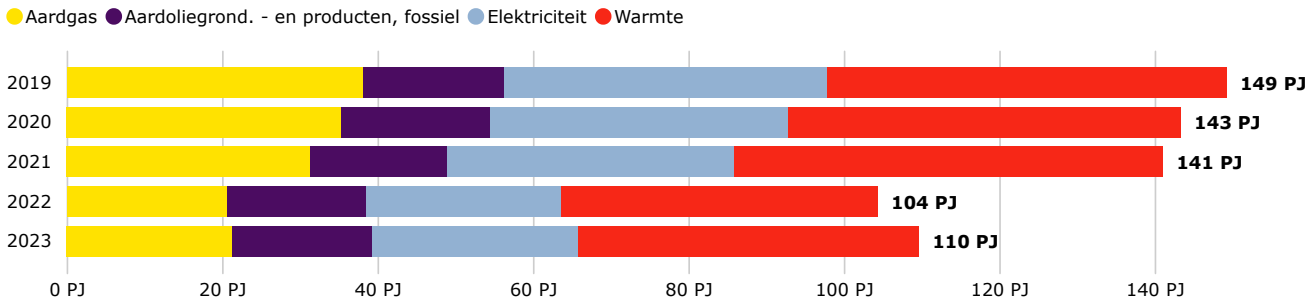
Figuur 7.11 *Primair en finaal verbruik (EED) landbouwsector*



Bron: CBS, Energieverbruik naar klimaatsector conform EU-Richtlijn energie-efficiëntie (EED)

Figuur 7.12 laat specifiek zien dat het verbruik van vooral aardgas en elektriciteit in de landbouwsector sinds de gestegen prijzen tijdens de energiecrisis fors is gedaald. Het finale verbruik in deze figuur verschilt iets van het finale verbruik in 7.11, omdat hier de sectorale definitie van CBS is gebruikt en die iets afwijkt van de sectorindeling vanuit de Europese Energie-efficiëntierichtlijn (EED).

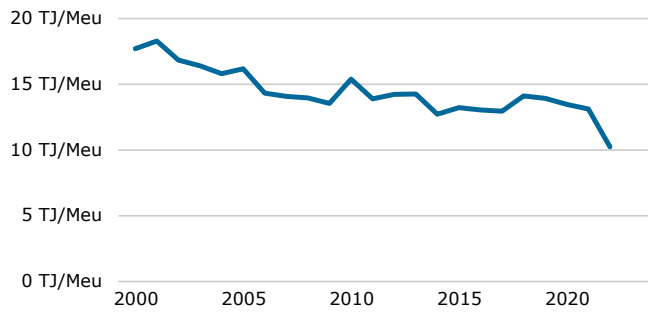
Figuur 7.12 *Finaal energieverbruik landbouw uitgesplitst naar energiedrager*



Bron: CBS, Energiebalans; aanbod, omzetting en verbruik

Figuur 7.13 toont het energieverbruik in verhouding tot de toegevoegde waarde (uitgedrukt in terajoule per miljoen euro). Over de afgelopen twintig jaar is het energieverbruik per euro toegevoegde waarde gedaald, met vooral een scherpe daling sinds 2020.

Figuur 7.13 *Verhouding energieverbruik en toegevoegde waarde voor de landbouw*



Bron: ODYSEE-MURE

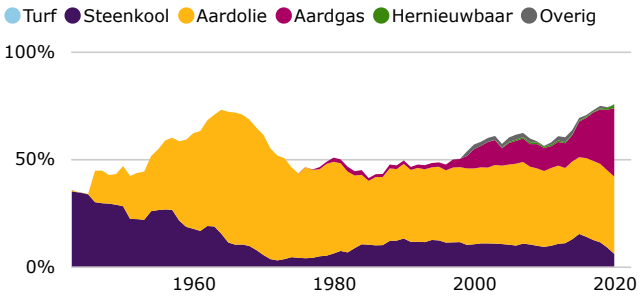
8 Energie-onafhankelijkheid en energiezekerheid

Zekerheid over toegang tot energie is een belangrijk doel voor het energiebeleid. Onderdeel hiervan is vergroten van de energie-onafhankelijkheid door risicovolle afhankelijkheden af te bouwen. In de afgelopen jaren is ingezet op de spreiding van importstromen om zo risicovolle afhankelijkheden te verminderen en te voorkomen. De Energienota gaat in op het belang van energie-onafhankelijkheid en de beleidsinzet op dit thema. Hieronder staat de huidige situatie over import en herkomst van energie uiteengezet. Volgende versies van deze monitor zullen verder ingaan op aspecten van (toekomstige) energiezekerheid.

Aandeel import naar herkomst

Figuur 8.1 laat zien welk deel van het Nederlandse verbruik uit import afkomstig is. Over de afgelopen jaren is dit snel opgelopen, tot bijna 80 procent nu. Dit is ook in historisch perspectief hoog.

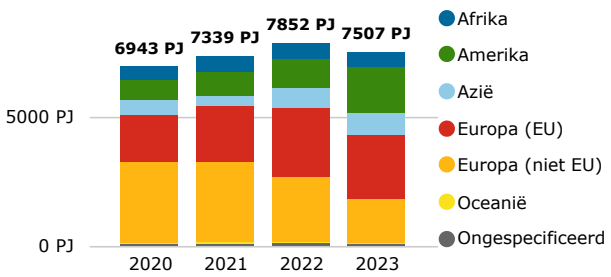
Figuur 8.1 *Aandeel import in het Nederlandse verbruik*



Bron: CBS, Ruim tweehonderd jaar energieverbruik in Nederland; Transities, afhankelijkheid en besparing van 1800 tot 2023

Figuur 8.2 laat zien uit welke delen van de wereld Nederland energie importeert, waarbij alle vormen van energie bij elkaar zijn opgeteld. In 2023 is ongeveer een derde afkomstig uit de EU en dus onderdeel van de gezamenlijke interne markt.
Een belangrijke kanttekening hierbij is dat import van olie-producten uit EU-landen hier onderdeel van zijn, terwijl de olie die erin verwerkt is voornamelijk van buiten de EU komt.

Figuur 8.2 *Import naar oorsprong werelddeel*



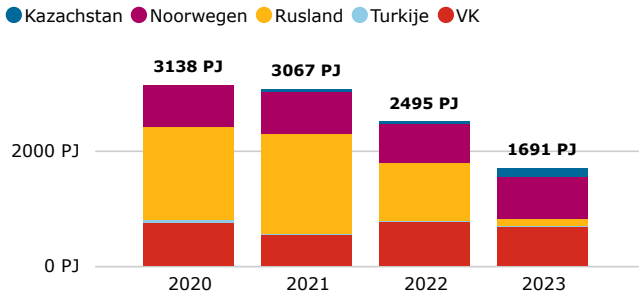
Bron: CBS, Energie invoer naar land van oorsprong

Figuur 8.3 splitst de import uit Europese landen van buiten de EU verder op. Hierin is te zien hoe hard de import uit Rusland is gedaald in reactie op de Russische aanval op Oekraïne. In figuren 8.4 en 8.5 is te zien dat de vervanging van deze import vooral komt uit Amerika en Azië.

Herkomst van energiedragers

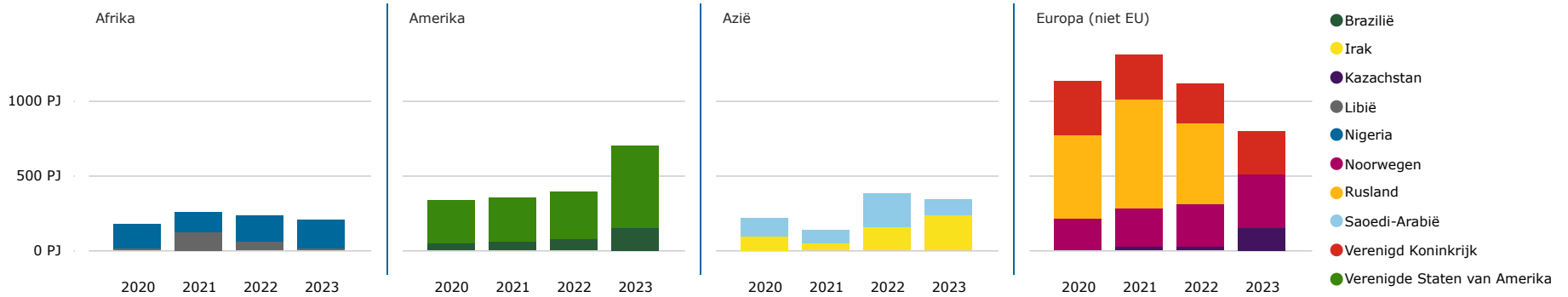
Figuur 8.4 toont de verschuiving in de import van ruwe olie over de afgelopen vier jaar. De enorm snelle afbouw van olie-import uit Rusland is opgevangen door extra aardolie te importeren uit voornamelijk de Verenigde Staten, Noorwegen, Irak en Kazachstan.

Figuur 8.3 *Import naar oorsprong uit Europa (niet EU), top 5*



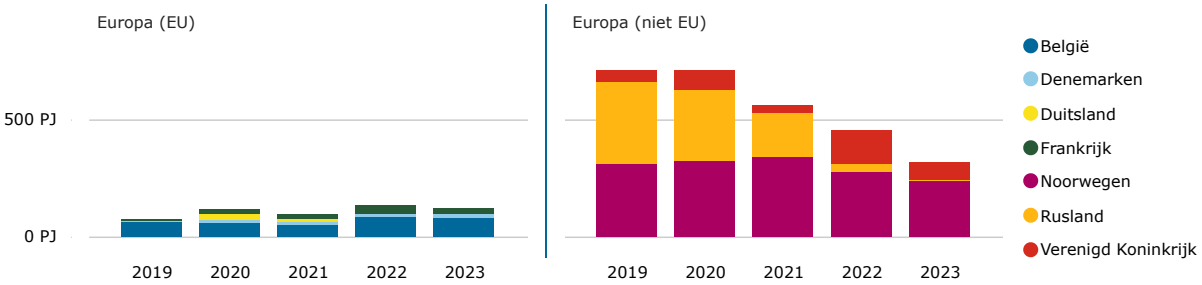
Bron: CBS, Energie invoer naar land van oorsprong

Figuur 8.4 *Import ruwe aardolie naar herkomstland, top 10*



Bron: CBS, Energie invoer naar land van oorsprong

Figuur 8.5 *Import gasvormig aardgas naar herkomstland*

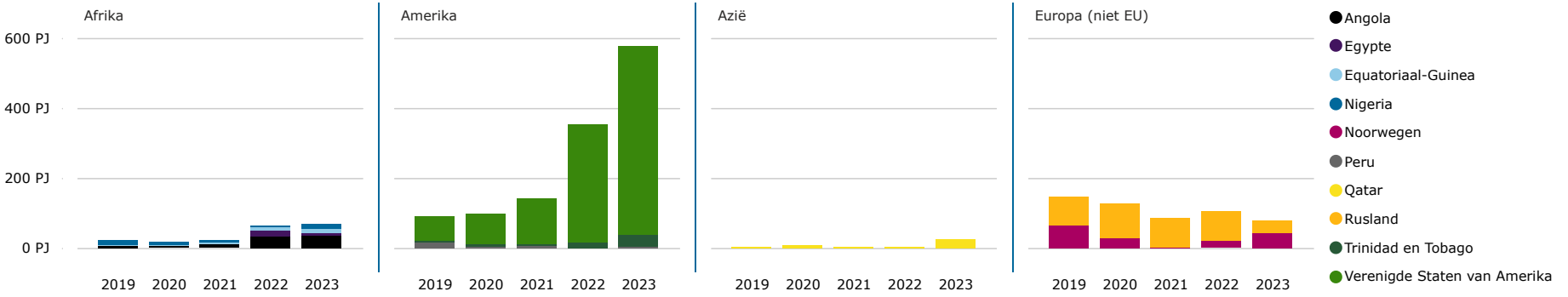


Bron: CBS, Energie invoer naar land van oorsprong

In **figuur 8.5** is te zien dat aardgas via pijpleidingen voornamelijk wordt geïmporteerd uit Noorwegen, het Verenigd Koninkrijk en landen uit de EU. Het aandeel Russisch aardgas is daarentegen vrijwel verdwenen. Sowieso is er over de afgelopen drie jaar steeds minder aardgas via pijpleidingen geïmporteerd.

Figuur 8.6 laat de stijging zien van import van vloeibaar gas, LNG. Hier is een enorme toename te zien van de import uit de Verenigde Staten en een veel kleinere stijging die verdeeld is over een brede groep landen. Al met al is het aandeel LNG in de import gestegen ten opzichte van gas via pijpleidingen. De daling van geïmporteerd Russisch gas is voor een heel groot deel gecompenseerd door import van Amerikaans LNG.

Figuur 8.6 *Import LNG naar herkomstland, top 10*



Bron: CBS, Energie invoer naar land van oorsprong

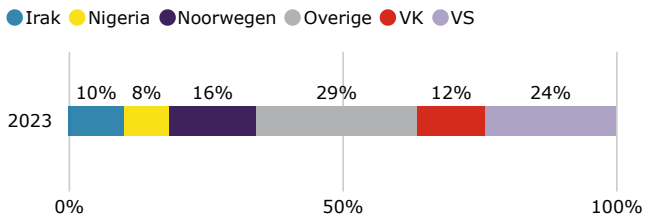
Figuren 8.7 en 8.8 laten voor respectievelijk ruwe aardolie en aardgas (pijpleidinggas + LNG) zien welke landen het grootste aandeel hebben in onze import in 2023. Voor beide is de Verenigde Staten nu onze grootste leverancier en volgt Noorwegen als tweede, individuele land.

In **figuur 8.9** is ook voor steenkool, elektriciteit, aardolieproducten en overige energiedragers te zien uit welk werelddeel zij afkomstig zijn. Elektriciteit komt voor het overgrote deel uit buurlanden in de EU en aanvullend uit het VK en Noorwegen. Steenkool komt overwegend uit Amerika. Bij aardolieproducten, zoals diesel en benzine, komt weliswaar het overgrote deel van de import uit de EU, maar gaat het hier om in de EU bewerkte producten die gemaakt zijn op basis van ruwe aardolie die van buiten de EU komt. Belangrijk is ook de omvang van de importstroom van aardolieproducten, die is circa vijftig keer zo groot als die van elektriciteit in petajoules. Dit zijn overigens geen netto-importstromen, dus we exporteren als Nederland ook een aanzienlijke hoeveelheid energie die hier niet zichtbaar is.

Zekerheid over toegang tot energie gaat naast goede en gediversifieerde importrelaties ook over eigen productie, opslag- en voorraadvorming en robuustheid van het (fysieke) energiesysteem. Enkele van deze thema's komen in deze monitor aan bod in hoofdstuk 6 over de koolstofketen, zoals over de importcapaciteit van LNG, de opslagcapaciteit van LNG en opslagcapaciteit van aardgas. In hoofdstuk 4 over de waterstofketen wordt dieper ingegaan op de ontwikkelingen rond (verwachte) waterstofimport.

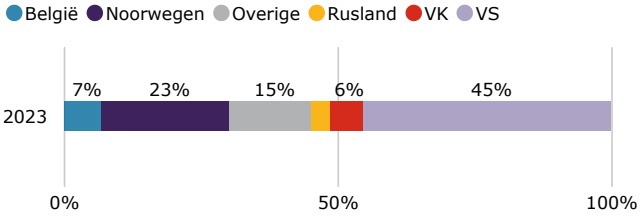
In toekomstige versies van deze monitor wordt het thema energiezekerheid verder uitgewerkt.

Figuur 8.7 *Import ruwe aardolie naar herkomstland in 2023*



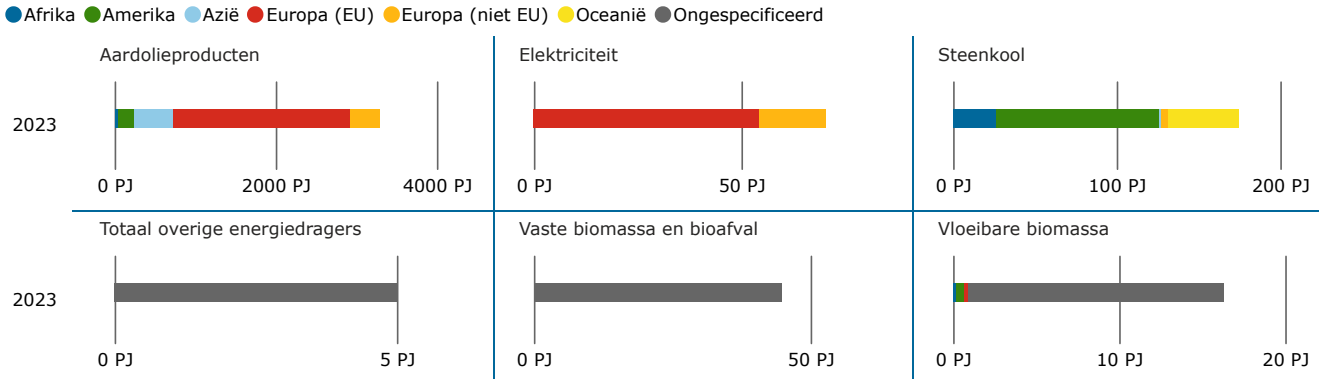
Bron: CBS, Energie invoer naar land van oorsprong

Figuur 8.8 *Import aardgas naar herkomstland in 2023*



Bron: CBS, Energie invoer naar land van oorsprong

Figuur 8.9 *Import overige energiedragers in 2023 naar oorsprong werelddeel*



Bron: CBS, Energie invoer naar land van oorsprong

9 Ruimtelijke kant van het energiesysteem

Het nieuwe energiesysteem vraagt meer ruimte dan een fossiel energiesysteem. Dit komt doordat we meer energie, voornamelijk elektriciteit, gaan produceren en gebruiken in Nederland. In de beleidsagenda staan een aantal maatregelen beschreven waarmee het kabinet de ruimtelijke sturing op het energiesysteem wil aanscherpen.

Op dit moment worden gegevens verzameld die de geplande uitbreiding zoals beschreven in het Programma Energiehoodstructuur (PEH) kunnen monitoren. Hierbij kan men denken aan een constant geactualiseerd inzicht in gerealiseerde, lopende en geplande energie-infra projecten, inclusief projectduur. Op de planning staat verder het verzamelen van data over de gerealiseerde uitbreiding van batterijen, waterstofopslag en elektrolyse. Daarnaast maken we in de toekomst graag inzichtelijk in hoeverre ruimtelijke aanwijzingen van het Rijk al zijn overgenomen in Omgevings-plannen van gemeenten. In de monitoringsrapportage van 2024 zijn deze gegevens niet terug te vinden, maar het streven is om dit voor de monitor van 2025 wel inzichtelijk te maken.

Grootschalige energiecentrales

In het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) zijn specifieke vestigingsplaatsen aangewezen voor grootschalige elektriciteitsopwekking van minimaal 500 megawatt. Voor deze locaties draagt het Bkl gemeenten op om in het omgevingsplan grootschalige elektriciteitsopwekking toe te staan. Hierbij is niet gespecificeerd om welk type centrale het gaat . Hoewel sommige centrales op deze locaties zijn gesloopt, blijft de aanwijzing van kracht. Het is essentieel om deze bestaande aangewezen vestigingsplaatsen te behouden, zodat de ruimte in de toekomst opnieuw benut kan worden voor regelbare centrales die de elektriciteitsproductie kunnen opschalen.

De ruimte in Nederland is schaars, en geschikte locaties voor elektriciteitscentrales zijn moeilijk te vinden. De bestaande aangewezen vestigingsplaatsen hebben vaak goede aansluitingen op elektriciteits- en gasnetwerken en toegang tot koelwater, wat de hernieuwde inzet van deze locaties vergemakkelijkt.
Ook kunnen sommige bestaande installaties met aanpassingen opnieuw gebruikt worden. Deze locaties zijn verspreid over Nederland, wat de kwetsbaarheid voor verstoringen vermindert. Daarom is het van groot belang dat deze vestigingsplaatsen beschikbaar blijven voor toekomstige installaties die bijvoorbeeld op waterstof of groen gas gebaseerd zijn, of die CO_2-afvang combineren. Het Bkl zal worden geactualiseerd om dit te waarborgen.

De Nederlandse overheid bereidt de bouw van twee nieuwe kerncentrales voor, die in 2035 operationeel moeten zijn, met Borssele als voorkeurslocatie vanwege de bestaande kennis en infrastructuur. De geplande centrales zullen samen 3 gigawatt vermogen leveren en ongeveer 20-24 terawattuur per jaar opwekken. Borssele en Maasvlakte I blijven beschermde locaties voor kernenergie, maar Eemshaven is geschrapt. In een volgend PEH zal onderzocht worden of het mogelijk is om aanvullende waarborglocaties voor kernenergie vast te leggen (2028).

Elektriciteitsinfrastructuur van nationaal belang

Het hoogspanningsnet transporteert grote volumes elektriciteit, en verbindt vraag met aanbod over grote afstanden. Hoogspanningsstations zijn de knooppunten waarmee het hoogspanningsnet is verbonden met regionale distributienetten die elektriciteit op lagere spanningsniveaus naar consumenten transporteren. Grootschalige producenten en elektriciteitsvragers zijn soms rechtstreeks verbonden met het hoogspanningsnet.

Het PEH richt zich op de periode 2030-2050 en beschrijft de verwachte uitbreiding van het elektriciteitsnet tot 2030. Door de groei van hernieuwbare energie en de toenemende vraag naar elektriciteit ontstaat netcongestie. Het Landelijk Actieprogramma Netcongestie (LAN) sinds 2022 bevat maatregelen om het net te ontlasten zonder extra ruimtelijke impact. De komende jaren zijn aanzienlijke uitbreidingen van het elektriciteitsnet nodig, waarvoor TenneT meer dan tien miljard euro investeert in onderhoud en uitbreiding. Het Rijk coördineert de ruimtelijke inpassing en vergunningverlening voor hoge spanningsnetwerken, terwijl gemeenten verantwoordelijk zijn voor het 110/150 kV-net.

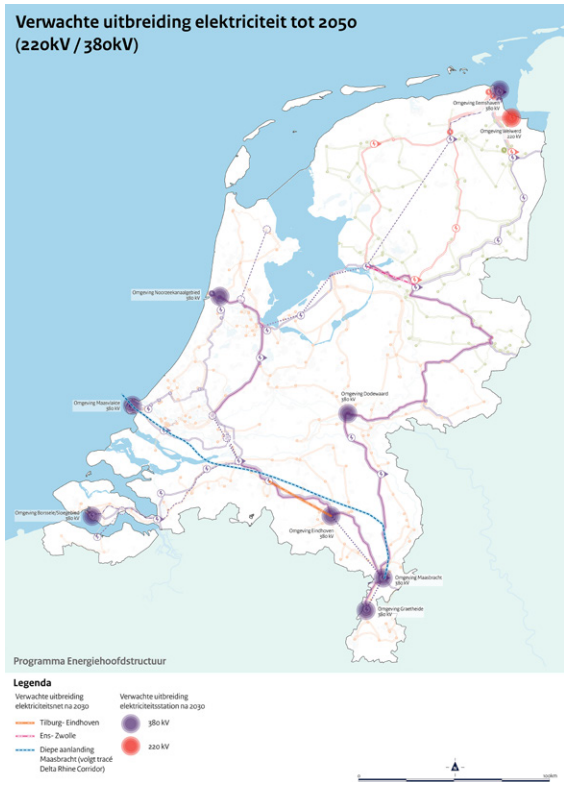
Met de uitbreidingen van de hoogspanningsverbindingen die reeds in gang zijn gezet, wordt het hoogspanningsnet aanzienlijk robuuster. Maar kijkend naar een volledig klimaatneutraal-energiesysteem in 2050, zijn er aanvullende uitbreidingen noodzakelijk. Extra capaciteit op hoogspanningsstations zoals Dodewaard en Eemshaven is nodig om de groeiende vraag en toename van elektriciteitstransport te accommoderen. Nieuwe verbindingen zijn waarschijnlijk nodig tussen Ens-Zwolle en Tilburg-Eindhoven, en er wordt gekeken naar gelijkstroom-verbindingen van wind op zee naar Maasbracht. Het Delta Rhine Corridor-project onderzoekt ondergrondse buisleidingen in combinatie met een ondergrondse gelijkstroomverbinding tussen Rotterdam en Noordrijn-Westfalen.

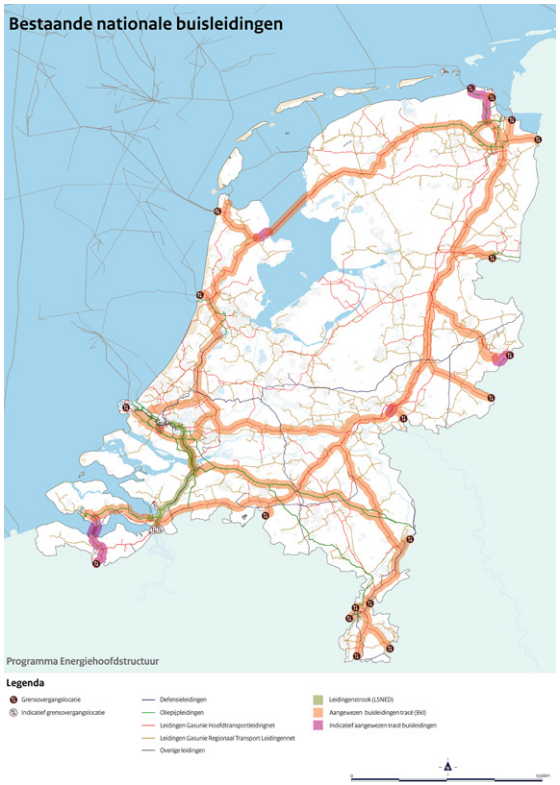
Grootschalige elektrolyse

Bij de ontwikkeling van grootschalige elektrolysers wordt de voorkeur gegeven aan locaties dicht bij elektriciteitsbronnen, zoals de plekken waar offshore windenergie aanlandt en nabij het hoofdnetwerk van buisleidingen. Dit minimaliseert de behoefte aan extra infrastructuur en verlaagt maatschappelijke kosten. Het Rijk wijst daarom voorkeursgebieden aan voor grootschalige elektrolyseprojecten in de industriële clusters. Afwijken van deze gebieden is mogelijk als er geen extra infrastructuur nodig is of als er kansen zijn voor restwarmtebenutting. In toekomstige plannen voor aanlanding van windenergie zullen nieuwe voorkeursgebieden worden aangewezen.

Buisleiding van nationaal belang

Het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) en de Omgevings-regeling reserveren 70 meter brede stroken voor buisleidingen van nationaal belang, zoals vastgelegd in de Structuurvisie Buisleidingen 2012-2035. Gemeenten moeten deze stroken behouden voor toekomstige buisleidingen. Hoewel veel buisleidingen binnen deze stroken liggen, zijn er lokale inconsistenties. Het Rijk onderzoekt maatregelen om deze aan te pakken en het netwerk robuust te houden, waarbij versmalling van de stroken alleen met schriftelijke overeenstemming is toegestaan.





In het kader van de energie- en grondstoffentransitie zal naar verwachting steeds meer transport van stoffen via buisleidingen noodzakelijk zijn. Hierbij valt te denken aan leidingen voor CO_2, waterstofgas of waterstofdragende stoffen, zoals ammoniak, en de ombouw van (delen van) het bestaande aardgasnetwerk voor het transport van waterstof. Een landelijke waterstof-infrastructuur is cruciaal voor een CO_2-neutraal energiesysteem. Hydrogen Network Services (HNS) van Gasunie zal een deel van het Nederlandse gasnetwerk ombouwen voor waterstof en nieuwe pijpleidingen aanleggen. Het doel is snel na 2030 een ringnetwerk te creëren dat grote industrieclusters verbindt. Tegelijkertijd werken de havens aan de uitbreiding van overslag- en elektrolysecapaciteit voor waterstof.

De huidige reserveringsgebieden voor buisleidingen zijn voldoende robuust zijn om toekomstige behoeften tot 2050 te accommoderen, inclusief uitbreiding van het waterstofnetwerk en transport van gevaarlijke stoffen. Bestaande infrastructuur zal vaak worden hergebruikt of vervangen. Er zijn echter zorgen over ruimtegebrek bij kruisingen met andere infrastructuur, zoals tunnels en viaducten, en over lokale inperkingen door bebouwing. Toekomstige ontwikkelingen vereisen zorgvuldige planning en monitoring om de bruikbaarheid van deze gebieden te waarborgen, vooral met het oog op de verwachte groei in transport en terminalcapaciteit richting 2050.

10 Maatschappelijke kant van het energiesysteem

Samen sturen is de vijfde hoofdkeuze uit het NPE. De publieke belangen betaalbaarheid, rechtvaardigheid en participatief vormen de basis voor de hierin te maken keuzes. Huishoudens moeten hun energie kunnen betalen en inspraak hebben zodat iedereen mee kan doen. Dat kan bijvoorbeeld via energiegemeenschappen of vormen van (financiële) participatie. Nederland heeft als streven om 50% lokaal eigendom te realiseren in 2030.

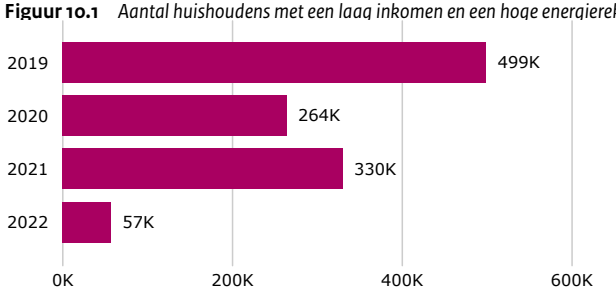
Betaalbaarheid

Betaalbaarheid huishoudens

In Nederland zijn ongeveer 8,1 miljoen huishoudens. Hoe betaalbaar de energie is voor huishoudens wordt vaak uitgedrukt in het aantal huishoudens met een laag inkomen en hoge energierekening (LIHE) en/of laag inkomen en lage energetische kwaliteit woning (LILEK). **Figuur 10.1 en 10.2** laten zien dat in de jaren 2019 t/m 2022 het aantal huishoudens met een combinatie van laag inkomen en hoge energierekening of een energetisch slechte woning zijn afgenomen. Ongeveer 10% van de huishoudens met een laag inkomen en een lage energetische kwaliteit woning woont in een zeer lage energetische kwaliteit woning, voornamelijk energielabel F en G. Voor 2023 zijn hier nog geen cijfers voor, maar naar schatting van TNO steeg het aantal energiearme huishoudens als gevolg van de sterk gestegen energieprijzen. De compensatiemaatregelen in 2023 hebben dit effect sterk geremd, maar niet geheel weggenomen.

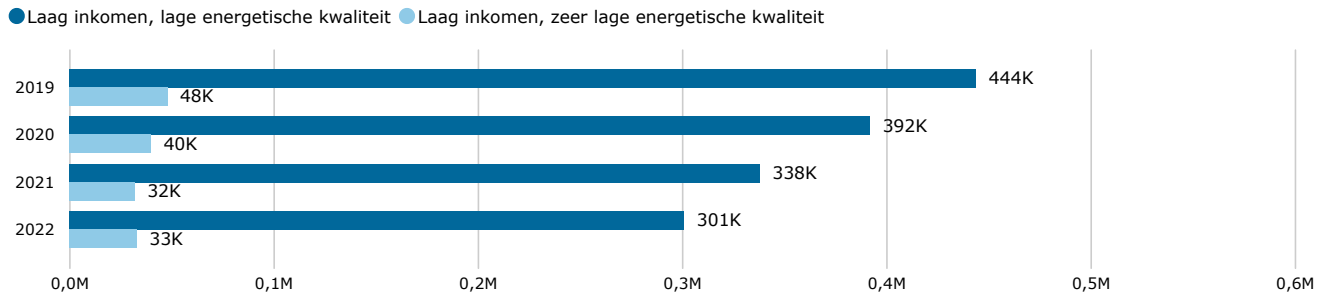
In **figuur 10.3** wordt het aantal huishoudens met een (zeer) lage energetische kwaliteit woning en weinig investeringsmogelijkheden weergegeven, uitgesplitst voor huurders en huiseigenaren. Dit totaal is over de jaren heen afgenomen. De grootste groep bestaat nog uit huishoudens met weinig investeringsmogelijkheden in een lage energetische kwaliteit huurwoning. Zij hebben weinig mogelijkheden om zelf hun woning te verduurzamen en daarmee hun energierekening te verlagen. Ook hier is ongeveer 10% van huishoudens binnen deze categorie die in een zeer lage energetische kwaliteit woning wonen, voornamelijk energielabel F en G.

Figuur 10.1 *Aantal huishoudens met een laag inkomen en een hoge energierekening*



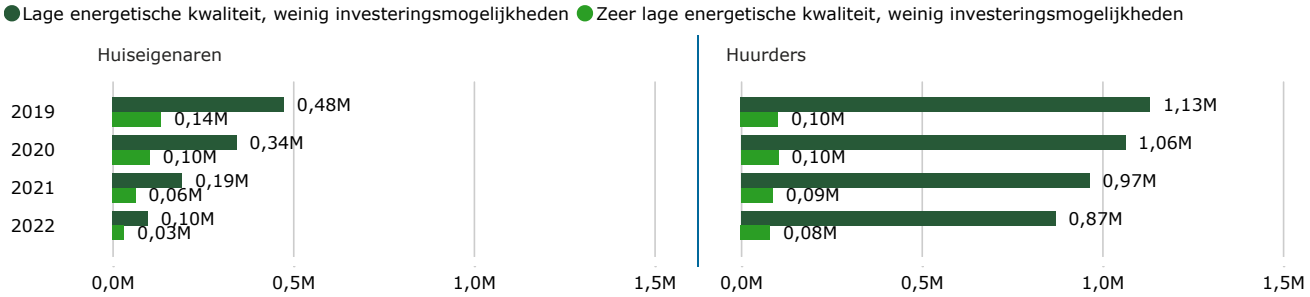
Bron: CBS & TNO, Energiearmoede in Nederland 2019-2023

Figuur 10.2 *Aantal huishoudens met een laag inkomen en een (zeer) lage energetische kwaliteit woning*



Bron: CBS & TNO, Energiearmoede in Nederland 2019-2023

Figuur 10.3 *Aantal huishoudens met (zeer) lage energetische kwaliteit woning en met weinig investeringsmogelijkheden*



Bron: CBS & TNO, Energiearmoede in Nederland 2019-2023

In **figuur 10.4** is te zien dat in 2022 naar schatting 116 duizend huishoudens (1,4% van alle huishoudens in Nederland) met verborgen energiearmoede kampten: dit zijn huishoudens met een laag inkomen in energetisch (zeer) slechte woningen die energie onderconsumeren. Dit aantal komt overeen met 39% van alle energiearme huishoudens in een woning van lage energetische kwaliteit. Daarmee is sprake van een sterke stijging ten opzichte van 2021.

Energieprijzen voor huishoudens

In **figuur 10.5** is de ontwikkeling van de gemiddelde energierekening voor gas en elektriciteit te zien. De prijsstijgingen van nieuwe contracten begonnen eind 2021 en eind 2022 begonnen meer consumenten hier mee te maken te krijgen doordat de termijnen van de vaste contracten verliepen. Vanaf begin 2023 is dat wel weer lichtelijk gedaald en de rest van 2023 vrij stabiel gebleven.

Aandeel uitgave aan energie naar inkomen

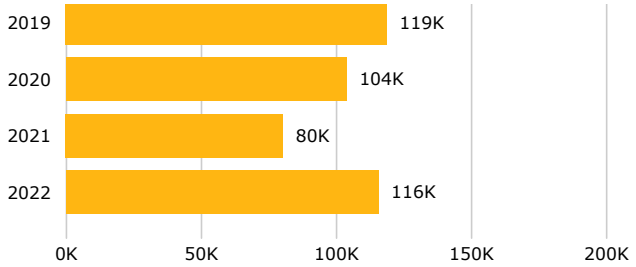
Figuur 10.6 laat de energiequote zien, dat is het percentage van het huishoudensinkomen dat wordt uitgegeven aan energiekosten. In 2022 en 2023 werden energiekosten gecompenseerd. De cijfers voor 2023 zijn een schatting. Het gaat hier specifiek om energiearmoede conform de LIHE en/of LILEK (Laag inkomen hoge energierekening en/of laag inkomen en lage energetische kwaliteit woning) indicator.

Energiegemeenschappen

Aantallen collectieven, leden en percentage lokaal

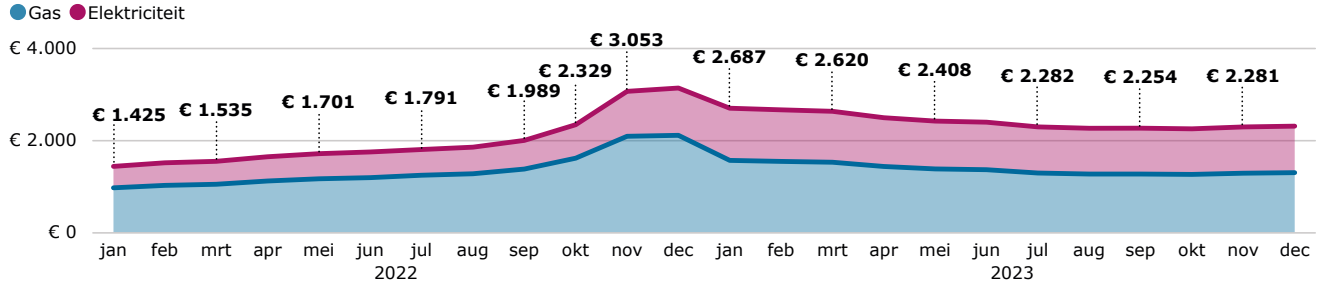
Figuur 10.7 toont de ontwikkeling van het aantal energiecoöperaties heen over de tijd, waarbij de staven het aantal nieuwe coöperaties per jaar weergeven en de lijn het totaal aantal actieve coöperaties. Er is een sterke stijging te zien in de periode 2010-2020, waarna het afvlakt.

Figuur 10.4 *Aantal huishoudens met onderconsumptie*



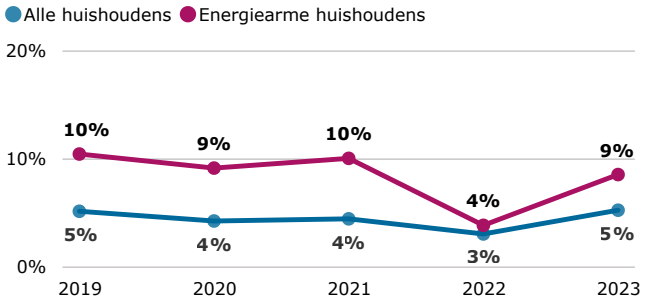
Bron: CBS & TNO, Energiearmoede in Nederland 2019-2023

Figuur 10.5 *De ontwikkeling van de gemiddelde energierekening van huishoudens voor gas en elektriciteit*



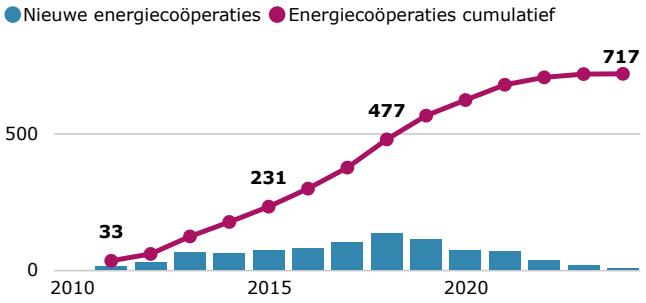
Bron: CBS, De energierekening januari 2024

Figuur 10.6 *Energiequote voor alle huishoudens en energiearme huishoudens*



Bron: CBS & TNO, Energiearmoede in Nederland 2019-2023

Figuur 10.7 *Ontwikkeling energiecoöperaties*



Bron: Meerjarenprogrammering van het Klimaatfonds, Lokale Energie Monitor 2023

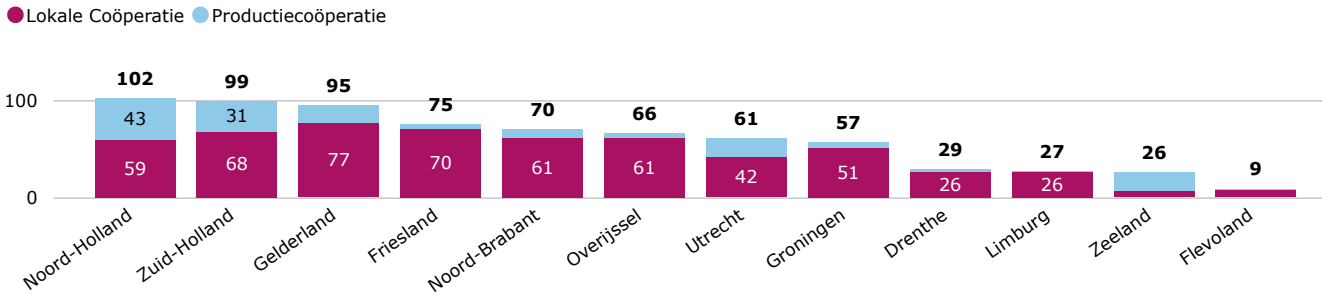
Figuur 10.8 op de volgende pagina, laat de huidige verdeling zien van energiecoöperaties over de provincies heen, met een onderscheid tussen een lokale coöperatie (focus vooral op eigen leefomgeving en gemeenschap met ontwikkeling van meerdere projecten/activiteiten) en een productiecoöperatie (focus vooral op ontwikkeling + exploitatie van één (type) productieproject). Over het algemeen zijn er meer lokale coöperaties dan productiecoöperaties.

Figuur 10.9 toont het aantal leden van energiecoöperaties. Dit is de afgelopen jaren geleidelijk toegenomen, waarbij de groei vrijwel uitsluitend voortkomt uit de toename van het aantal leden van lokale energiecoöperaties. Ook is er sinds 2021 een nieuw type energiecoöperatie bij gekomen die langzaam groeit: een productiecoöperatie van huurders in een woningcorporatie.

Toegang tot financiering

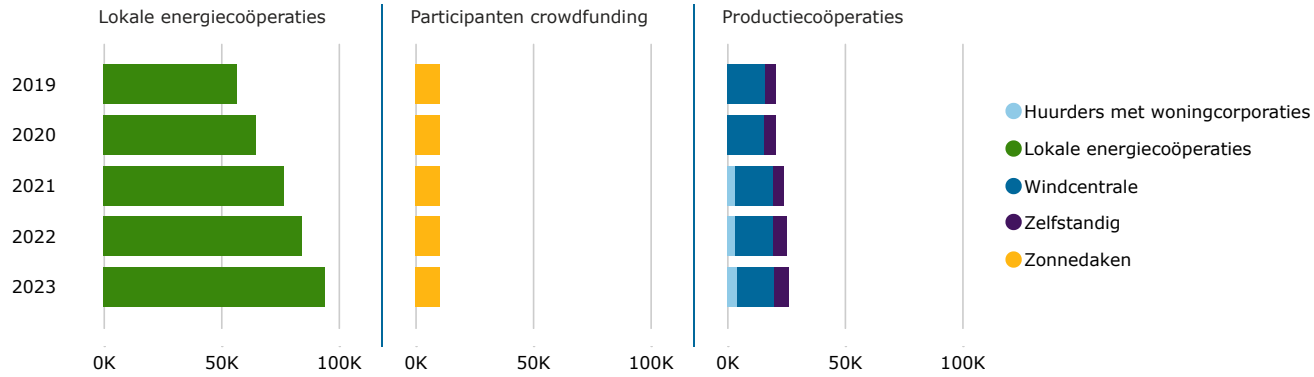
Figuren 10.10 en 10.11 laten zien hoeveel projecten er een aanvraag voor de Subsidieregeling Coöperatieve Energieopwekking (SCE) hebben ingediend, en hoeveel daarvan beschikt en niet beschikt zijn. Dat wordt weergeven in het aantal projecten, te vinden in **figuur 10.10** en het productievermogen van de projecten die een aanvraag hebben gedaan, te vinden in **figuur 10.11**.

Figuur 10.8 *Totaal aantal coöperaties per provincies*



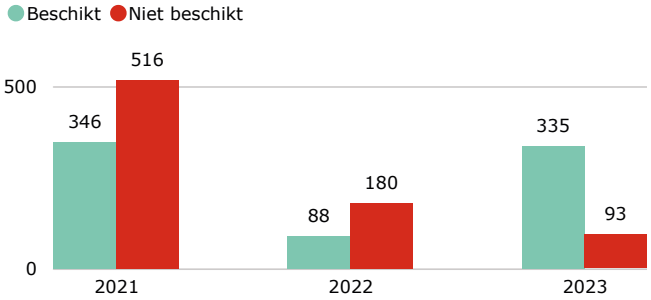
Bron: HIER, Lokale Energie Monitor 2023

Figuur 10.9 *Ledenaantallen Energiecoöperaties*



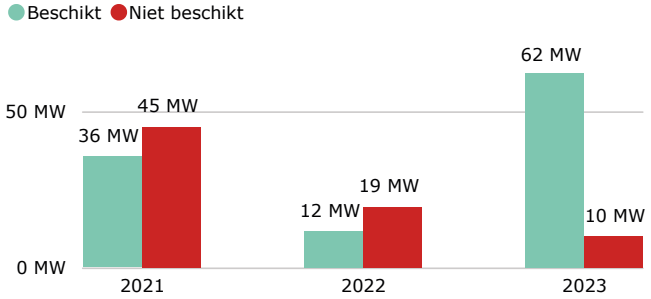
Bron: HIER, Lokale Energie Monitor 2023

Figuur 10.10 *Aantal SCE-projecten: Verhouding tussen beschikte en niet beschikte projecten*



Bron: RVO, Feiten en cijfers SDE(+)(+)

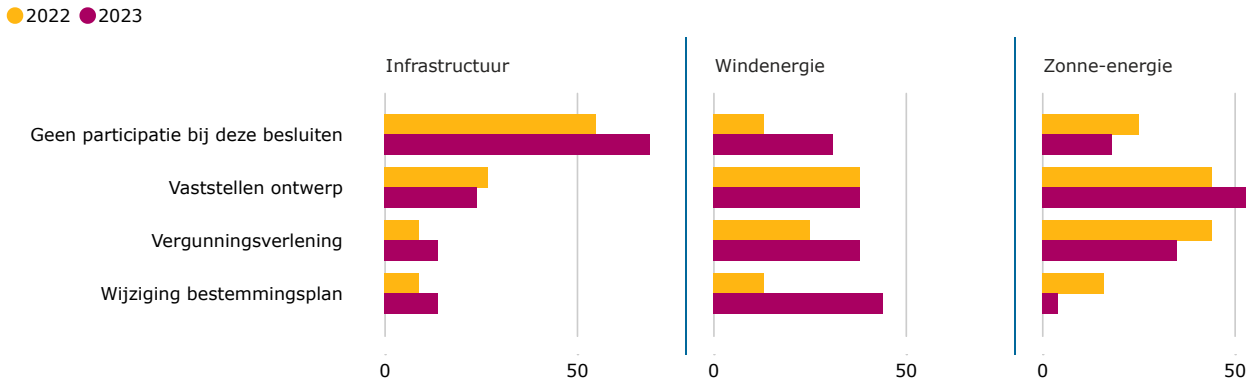
Figuur 10.11 *Opgesteld vermogen van SCE-projecten: Vergelijking tussen beschikte en niet beschikte projecten*



Bron: RVO, Feiten en cijfers SDE(+)(+)

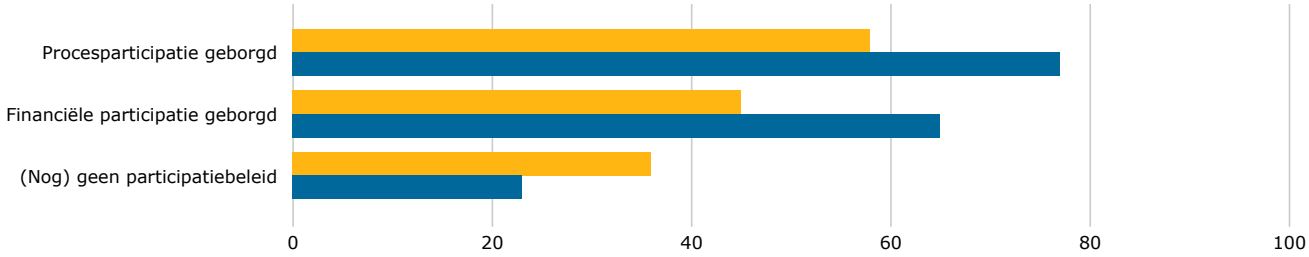
In 2022 zijn er significant minder aanvragen ingediend, wat zich ook vertaalt in een lager productievermogen. In 2023 zijn er ook minder aanvragen ingediend, maar lag het productievermogen juist hoger voor de beschikte projecten.

Figuur 10.12 *Borging van participatie in beleid*



Bron: TNO, Inwonersparticipatie Energietransitie in de Fysieke Leefomgeving 2023

Figuur 10.13 *Mogelijkheid tot inspraak en/of participatie per type project bij wind- en zonneprojecten*



Bron: TNO, Inwonersparticipatie Energietransitie in de Fysieke Leefomgeving 2023

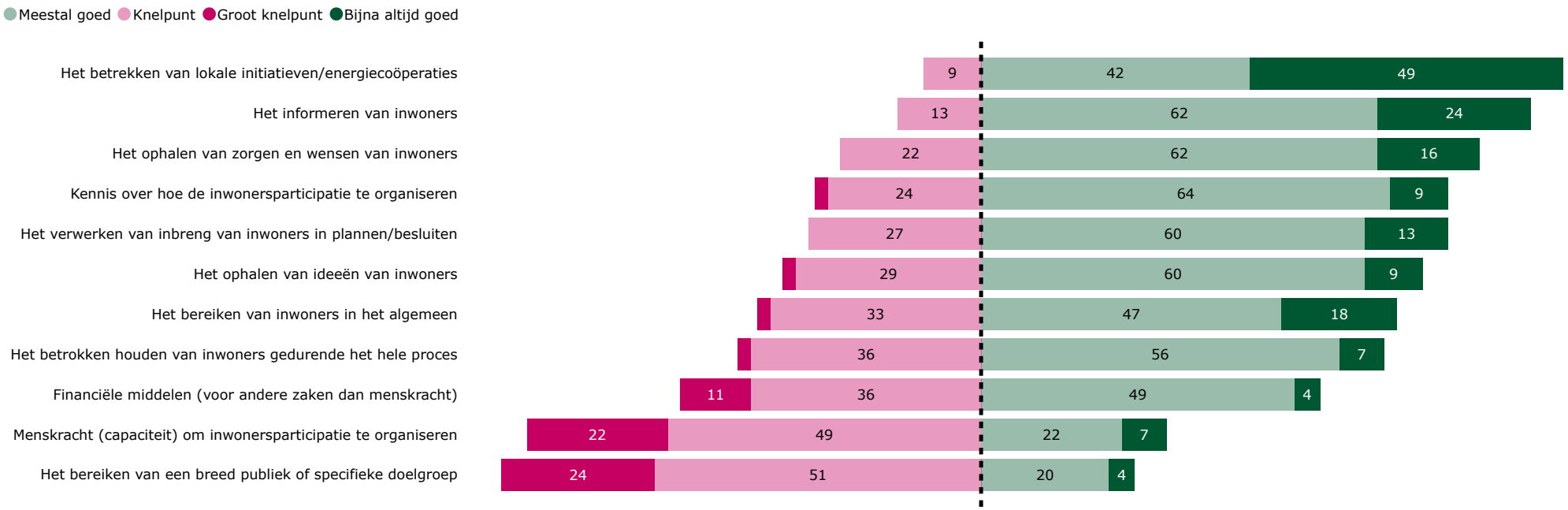
Participatie

Figuur 10.12 laat zien op basis van een vragenlijst hoeveel gemeenten proces- en/of financiële participatie voor de ontwikkeling van wind- en zonneparken in beleid hebben geborgd. Te zien is dat bij de tweede uitvraag in 2023 zowel procesparticipatie als financiële participatie bij meer gemeenten in beleid is geborgd. Daarbij loopt de borging van financiële participatie nog iets achter op procesparticipatie.

In **figuur 10.13** is te zien bij welke onderwerpen en fase van project er participatie heeft plaatsgevonden los van juridische inspraak. Te zien is dat er bij besluiten rondom energie-infrastructuur significant minder participatie plaatsvindt dan bij wind- en zonnebesluiten. Het verschil tussen wind- en zonneprojecten is een stuk kleiner. Wat wel opvalt is dat er bij windprojecten veel vaker wordt geparticipeerd specifiek bij wijziging van het bestemmingsplan dan bij zonprojecten.

Figuur 10.14 geeft weer wat gemeenten ervaren als knelpunten of juist als punten die goed gaan. De grootste knelpunten zitten in het bereiken van een breed publiek of specifieke doelgroep, capaciteit om participatie te organiseren en financiële middelen (voor andere zaken dan menskracht). Wat bijna altijd goed gaat is het betrekken van lokale initiatieven/energiecoöperaties, informeren van bewoners en het ophalen van zorgen en wensen.

Figuur 10.14 *Knelpunten en successen*



Bron: TNO, Inwonersparticipatie Energietransitie in de Fysieke Leefomgeving 2023

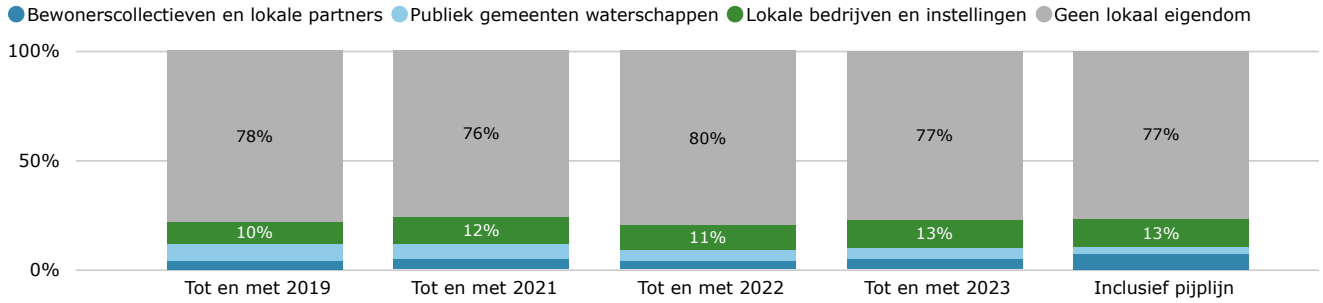
Lokaal eigendom

In **figuur 10.15** en **10.16** is het lokaal eigendom bij zonneprojecten te zien. In **figuur 10.17** en **10.18** is het lokaal eigendom bij windprojecten te zien. In **figuur 10.15 en figuur 10.17** telt het aandeel lokaal eigendom bij gerealiseerde projecten over de jaren bij elkaar op, terwijl in **figuur 10.16 en figuur 10.18** het aandeel bij de nieuw gerealiseerde projecten per jaar laat zien. Alle vier de grafieken laten het percentage lokaal eigendom zien ten opzichte van de totale productie in megawatt. [8] Het totaal lokaal eigendom – de optelling van lokaal eigendom van bewonerscollectieven en lokale partners, publieke partijen (gemeenten en waterschappen) en lokale bedrijven en instellingen kan berekend worden door de gekleurde vlakken per staaf bij elkaar op te tellen. De pijplijn is berekend op basis van beschikte subsidies uit de SDE(+)(+) en SCE.

Zowel bij wind als zon is over de afgelopen 2-3 jaar een absolute toename in lokaal eigendom te zien. Een effect van het Klimaatakkoord op het aandeel lokaal eigendom lijkt zich hiermee voorzichtig af te tekenen. Voor zon is dit zichtbaar in de sprong van 13% in 2022 naar 26% in 2023 (in gerealiseerde projecten in één jaar), waarbij aandacht blijft voor de pijplijn. Ook voor wind is het zichtbaar: sinds 2020 is het lokaal eigendom jaarlijks gestegen. Maar ook hier blijft aandacht nodig voor de pijplijn, waar het aandeel eigendom weer lijkt af te nemen.

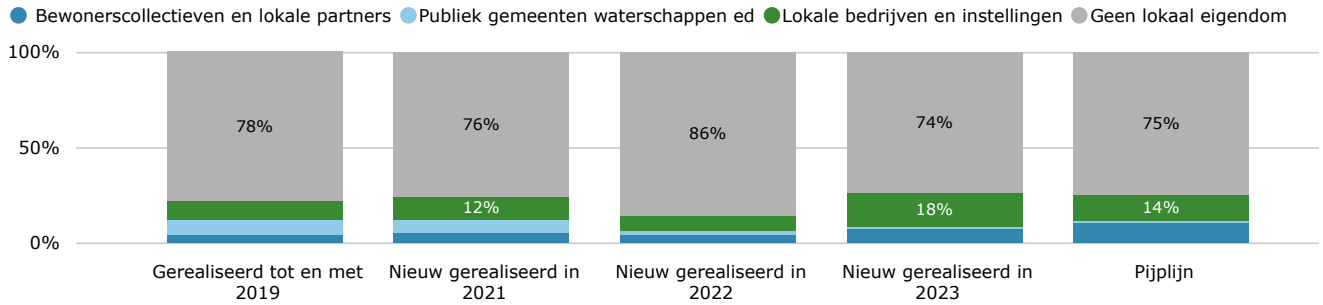
Tegelijkertijd blijft er een verschil in lokaal eigendom tussen wind- en zonprojecten: het aandeel lokaal eigendom bij windprojecten ligt beduidend hoger. Dit wordt voor een groot deel veroorzaakt door het grotere deel lokaal eigendom van lokale bedrijven en instellingen, waar agrariërs onder worden geschaard, en het grotere deel lokaal eigendom van bewoners-collectieven en lokale partners.

Figuur 10.15 *Lokaal eigendom bij zonneprojecten en lokaal eigendom bij nieuw gerealiseerde zonneprojecten, totaal*



Bron: RVO, Monitor Financiële Participatie Hernieuwbare Energie op Land 2023 (publicatie volgt nog)

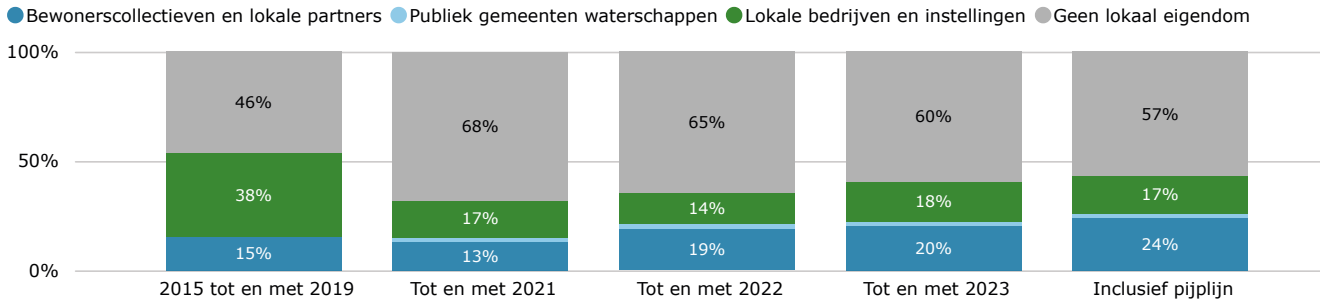
Figuur 10.16 *Lokaal eigendom bij zonneprojecten en lokaal eigendom bij nieuw gerealiseerde zonneprojecten, in één jaar*



Bron: RVO, Monitor Financiële Participatie Hernieuwbare Energie op Land 2023 (publicatie volgt nog)

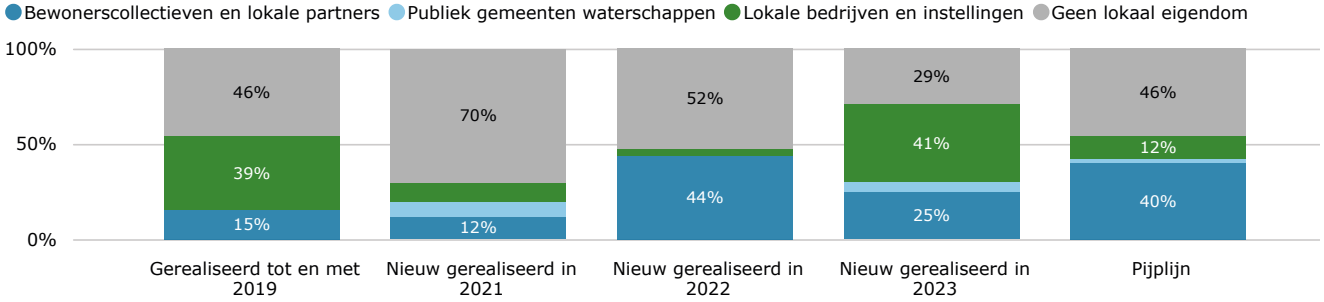
[8] Dit betekent dat bestaande parken met hoge megawatt opwek en zonder lokaal eigendom dus altijd zwaar blijven meetellen in deze percentages..

Figuur 10.17 *Lokaal eigendom bij windprojecten en lokaal eigendom bij nieuw gerealiseerde wind projecten, totaal*



Bron: RVO, Monitor Financiële Participatie Hernieuwbare Energie op Land 2023 (publicatie volgt nog)

Figuur 10.18 *Lokaal eigendom bij windprojecten en lokaal eigendom bij nieuw gerealiseerde wind projecten, in één jaar*



Bron: RVO, Monitor Financiële Participatie Hernieuwbare Energie op Land 2023 (publicatie volgt nog)

11 Financiering van het energiesysteem

Financiering van de energietransitie is een belangrijk vraagstuk. De verbouwing vergt immers grote publieke en private investeringen. Daarbij verandert de aard van het energiesysteem ook richting een meer kapitaalintensief systeem dat zich kenmerkt door relatief grote investeringen in installaties voor opwek, omzetting, opslag en transport.

In deze monitor staan de publieke investeringen centraal. Een overzicht van private investeringen is vooralsnog niet beschikbaar en is onderdeel van de vervolgontwikkeling van deze monitor. De belangrijkste publieke middelen zijn de Stimulering Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie (de SDE(+)(+)), de innovatiemiddelen (HER, DEI+, VEKI, MOOI en PPS-toeslag) en de klimaatfondsmiddelen.

Stimulering Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie

Duurzame energieproductie binnen SDE(+)(+)

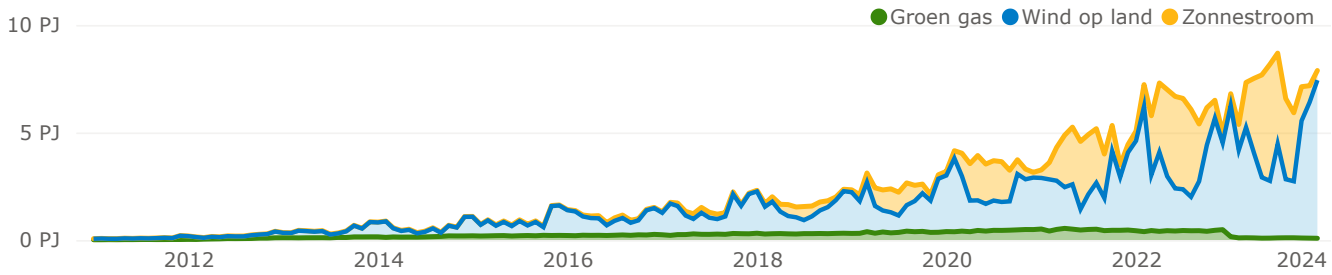
Figuur 11.1 toont de productiedata van zon, wind en groen gas. Interessant is hoe wind en zon elkaar afwisselen: zon domineert in de zomer en wind in de winter. Sinds 2019 is er een aanzienlijke stijging in de totale productie, voornamelijk door de realisatie van veel SDE-projecten. Deze trends laten de groei en seizoensgebonden dynamiek van duurzame energieproductie zien.

Ontwikkeling onrendabele top

Figuren 11.2 tot 11.5 tonen de onrendabele top van zon, groen gas en geothermie binnen de SDE(+)(+). Dit is een selectie van de technieken die onderdeel zijn van de SDE(+)(+) regeling. Sinds 2008 is er een scherpe daling voor zon-PV, met zelfs negatieve cijfers in 2022 door hoge energieprijzen. Groen gas en geothermie zijn stabieler, maar tonen een daling in 2022 en 2023, wat eerder niet zichtbaar was.

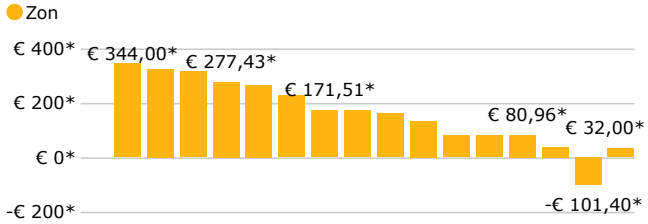
Deze trends benadrukken de dynamiek in de energiemarkt en de aanpassing van subsidies aan technologische en economische ontwikkelingen.

Figuur 11.1 *Productie binnen SDE(+)(+) van zon, wind op land en groen gas*



Bron: RVO, Feiten en cijfers SDE(+)(+)

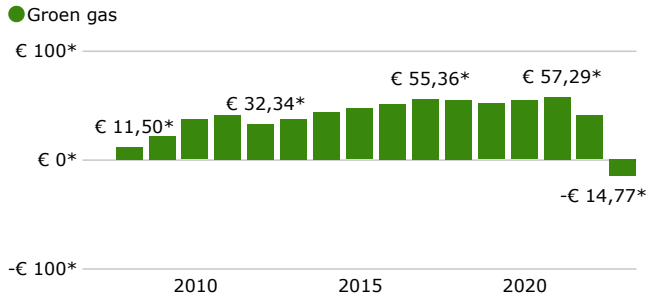
Figuur 11.2 *Onrendabele top van zon-pv*



Bron: RVO, Feiten en cijfers SDE(+)(+)

* euro/MWh

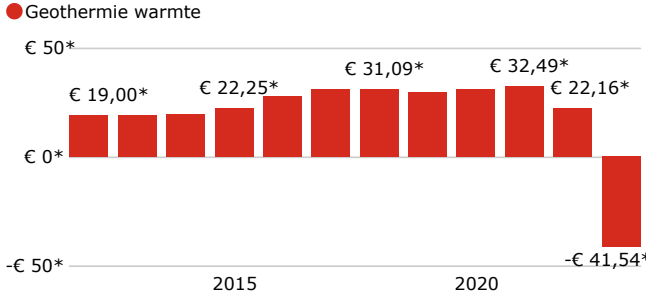
Figuur 11.3 *Onrendabele top van groen gas*



Bron: RVO, Feiten en cijfers SDE(+)(+)

* euro/MWh

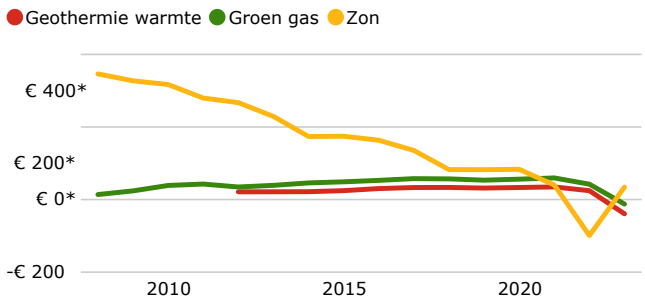
Figuur 11.4 *Onrendabele top van geothermie*



Bron: RVO, Feiten en cijfers SDE(+)(+)

* euro/MWh

Figuur 11.5 *Onrendabele top van geothermie, zon-pv en groen gas*



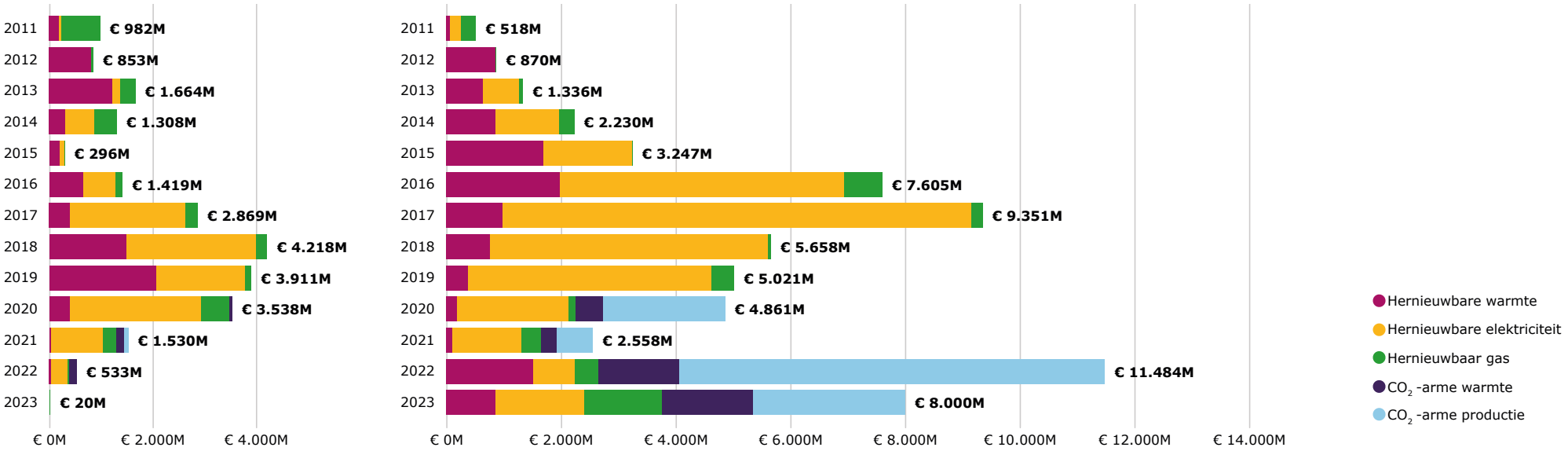
Bron: RVO, Feiten en cijfers SDE(+)(+)

* euro/MWh

Ingetrokken en beschikte SDE(+)(+) subsidies verdeeld naar hoofdcategoriën

Figuur 11.6 toont de verdeling van de ingetrokken en maximale beschikte SDE-subsidiebedragen per SDE-project over de gehele looptijd over de verschillende hoofdcategorieën. Uit de figuur blijkt dat de beschikkingen voor elektriciteit tot en met 2017 aanzienlijk zijn toegenomen en daarna een daling hebben ingezet. Tegelijkertijd is er een verschuiving in recente jaren zichtbaar naar andere ketens, zoals warmte (hernieuwbaar en CO_2-arm), CO_2-arme productie en in kleinere mate hernieuwbaar gas. Het aantal ingetrokken beschikkingen neemt in het algemeen toe naarmate het aanvraagjaar verder in het verleden komt te liggen.

Figuur 11.6 *Ingetrokken en beschikte SDE(+)(+) subsidies naar hoofdcategorieën*



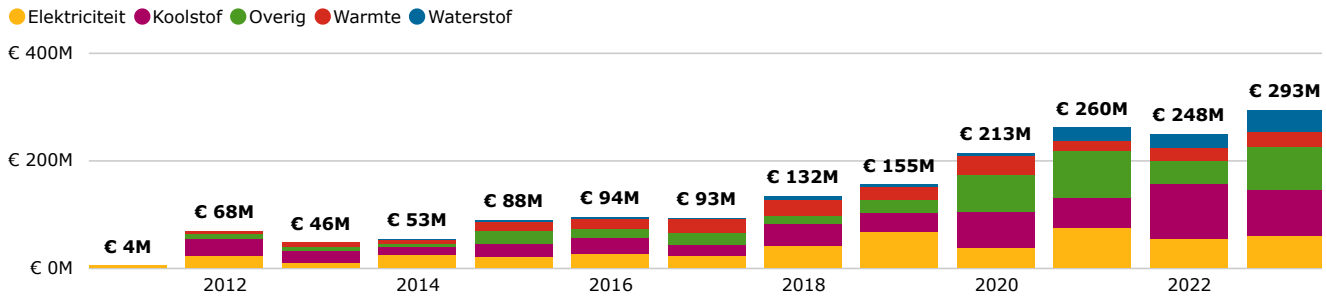
Bron: RVO, Feiten en cijfers SDE(+)(+)

Innovatiemiddelen

Figuur 11.7 toont de verdeling van de Nederlandse innovatiemiddelen (DEI+, HER, MOOI, VEKI en PPS-toeslag) over de gehele looptijd voor verschillende ketens in het energiesysteem. Uit de figuur blijkt dat er in de laatste jaren een duidelijke verschuiving zichtbaar is naar waterstof en koolstof, in combinatie met een algemeen hoger budget. De middelen voor andere ketens, zoals elektriciteit en warmte, blijven daarbij ongeveer gelijk.

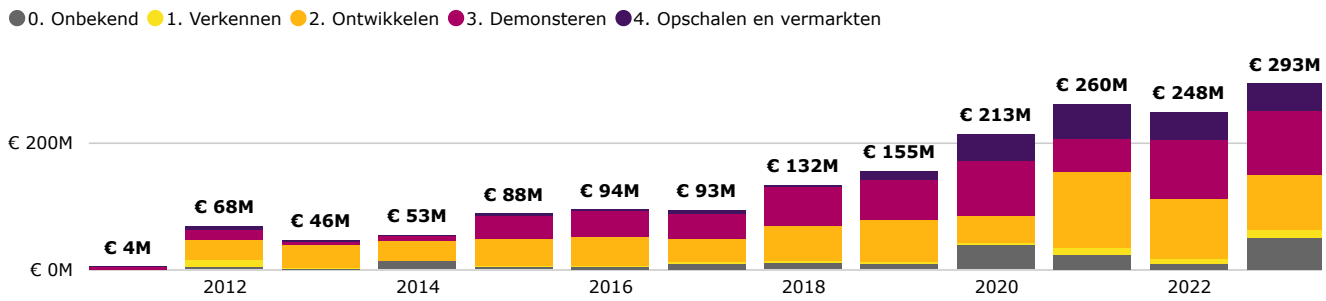
Figuur 11.8 laat de verdeling zien van innovatiemiddelen over verschillende fasen van ontwikkeling. Er is een duidelijke stijging van het budget zichtbaar over de afgelopen jaren.
Tot aan 2020 was vrijwel het gehele budget voor de ontwikkel- en demonstratiefase, met weinig middelen voor zowel de verkennende fase als voor het opschalen en vermarkten. Deze fasen hebben de laatste jaren wel significant meer budget ontvangen.

Figuur 11.7 *Inzet innovatiemiddelen verdeeld naar ketens*



Bron: RVO, Energie-innovatiemiddelen, Projecten - Topsector Energie

Figuur 11.8 *Inzet innovatiemiddelen verdeeld naar innovatiefasen*



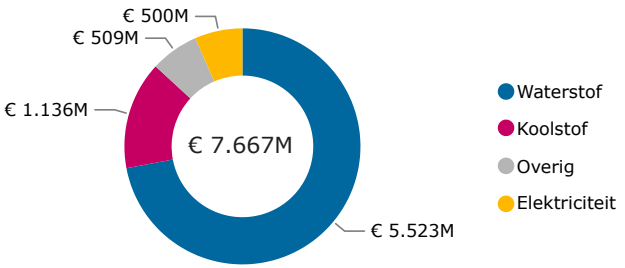
Bron: RVO, Energie-innovatiemiddelen, Projecten - Topsector Energie

Klimaatfonds

Vroege fase opschaling & energie-infrastructuur

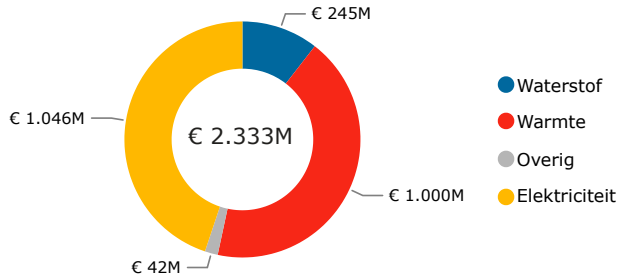
Figuur 11.9 en **Figuur 11.10** tonen de verdeling van de gereserveerde middelen over de verschillende ketens binnen de percelen vroege fase opschaling en energie-infrastructuur van het Klimaatfonds. De bedragen zijn in miljoenen euro's en gaan over de jaren 2022 t/m 2025. Figuur **11.9** laat dat meer dan driekwart van het gereserveerde bedrag voor waterstofprojecten is. Figuur **11.10** laat op een soortgelijke manier zien wat de verdeling is van het gereserveerde bedrag in het energie-infrastructuur perceel. In dit perceel is het meeste geld juist gereserveerd voor de warmte- en elektriciteitsketen – voor beide bijna de helft.

Figuur 11.9 *Verdeling van het gereserveerde bedrag in het vroege fase opschalingperceel van het Klimaatfonds*



Bron: Ministerie van Klimaat en Groene Groei, Meerjarenprogramma 2025 Klimaatfonds

Figuur 11.10 *Verdeling van het gereserveerde bedrag in het perceel energie-infrastructuur van het Klimaatfonds*



Bron: Ministerie van Klimaat en Groene Groei, Meerjarenprogramma 2025 Klimaatfonds

12 Bronnen

Bron	Titel	Versie
Autoriteit Consument & Markt	Dashboard Energiemonitor Klantbeleving	7-6-2024
Autoriteit Consument & Markt	Monitor Consumentenmarkt Energie	15-8-2024
Berenschot en TNO	Effecten van een productiesubsidie voor Elektrolysers	20-10-2023
CE Delft	Afnameverplichting groene waterstof	sep-23
CE Delft	Toetsing beleidsontwikkelingen waterstof	feb-24
Centraal Bureau voor de Statistiek	De energierekening januari 2024	15-2-2024
Centraal Bureau voor de Statistiek	Energieverbruik naar klimaatsector conform EU-Richtlijn energie-efficiëntie (EED)	24-10-2024
Centraal Bureau voor de Statistiek	Elektriciteit en warmte; productie en inzet naar energiedrager	7-6-2024
Centraal Bureau voor de Statistiek	Energie invoer naar land van oorsprong	28-8-2024
Centraal Bureau voor de Statistiek	Energiebalans; aanbod en verbruik, sector	7-6-2024
Centraal Bureau voor de Statistiek	Energiebalans; aanbod, omzetting en verbruik	7-6-2024
Centraal Bureau voor de Statistiek	Goederen; grensoverschrijding, GN (8 digits, afdeling V-VII), landen	7-6-2024
Centraal Bureau voor de Statistiek	Hernieuwbare elektriciteit; productie en vermogen	7-6-2024
Centraal Bureau voor de Statistiek	Hernieuwbare energie; verbruik naar energiebron, techniek en toepassing	7-6-2024
Centraal Bureau voor de Statistiek	Hoofdverwarmingsinstallaties woningen, 2022-2023	4-9-2924
Centraal Bureau voor de Statistiek	Ruim tweehonderd jaar energieverbruik in Nederland; Transities, afhankelijkheid en besparing van 1800 tot 2023	10-10-2023
Centraal Bureau voor de Statistiek	Warmtemonitor	22-3-2024
Centraal Bureau voor de Statistiek	Warmtepompen – Aantallen, vermogen, energiestromen	26-4-2024
Centraal Bureau voor de Statistiek	Woningen; hoofdverwarmingsinstallaties, regio	10-11-2023
DNV	Maakbaarheidsgat Nederlandse elektriciteitsnet per 2030	20-2-2024
Energy Scale-up	Energy Hubs in Nederland	18-9-2024
Gas Infrastructure Europe	Aggregated Gas Storage Inventory (AGSI)	18-9-2024
HIER	Lokale Energie Monitor 2023	19-3-2024
Hynetwork	Waterstofnetwerk 2030 en verder	18-9-2024
International Energy Agency	ETP Clean Energy Technology Guide	14-9-2023

Bron	Titel	Versie
International Energy Agency	Hydrogen Production and Infrastructure Projects	okt-23
International Energy Agency	Northwest European Hydrogen Monitor 2024	apr-24
Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties	Beleidsprogramma versnelling verduurzaming gebouwde omgeving	1-6-2022
Ministerie van Economische Zaken en Klimaat	Energiediplomatie - Import van Waterstof, gas en grondstoffen	mei-24
Ministerie van Economische Zaken en Klimaat	Kamerstuk 32 645, nummer 116	9-12-2022
Ministerie van Economische Zaken en Klimaat	Programma Energiehoofdstructuur	mrt-24
Ministerie van Economische Zaken en Klimaat: a	Kamerstuk 32 645, nummer H	1-2-2024
Ministerie van Economische Zaken en Klimaat: b	Kamerbrief over voortgang en procedure Delta Rhine Corridor	27-6-2024
Ministerie van Klimaat en Groene Groei	Meerjarenprogramma 2025 Klimaatfonds	17-9-2024
Ministerie van Klimaat en Groene Groei: a	Kamerstuk 32 645, nummer 131	11-9-2024
Ministerie van Klimaat en Groene Groei: b	Kamerstuk 31 239, nummer 1398	5-6-2024
Nationaal Waterstof Programma	Internationale samenwerking	1-9-2024
Netbeheer Nederland	IP2024 scenario rapportage	20-2-2023
Planbureau voor de Leefomgeving	Klimaat- en energieverkenning 2024	24-10-2024
Planbureau voor de Leefomgeving	Productie, import, transport en opslag van waterstof in Nederland	24-4-2024
Planbureau voor de Leefomgeving	Monitor RES 2023	7-12-2023
Port of Rotterdam	Dedicated locations for electrolysis in Rotterdam	18-9-2024
PVV, VVD, NSC, BBB	Hoofdlijnenakkoord	16-5-2024
Rijksdienst voor Ondernemend Nederland	Energie-innovatiemiddelen	18-9-2024
Rijksdienst voor Ondernemend Nederland	Feiten en cijfers SDE(+)(+)	12-8-2024
Rijksdienst voor Ondernemend Nederland	Important Project of Common European Interest (IPCEI)	10-6-2024
Rijksdienst voor Ondernemend Nederland	Monitor Financiële Participatie Hernieuwbare Energie op Land 2023	Publicatie volgt nog
Rijksdienst voor Ondernemend Nederland	Monitor Verduurzaming Gebouwde Omgeving 2023	14-12-2023
Rijksdienst voor Ondernemend Nederland	Samenwerking in energiehubs	24-7-2024
Rijksdienst voor Ondernemend Nederland	Subsidieregeling grootschalige productie volledig hernieuwbare waterstof via elektrolyse (OWE)	5-9-2024
Rijksdienst voor Ondernemend Nederland	Warmtetarieven consumenten	2024
Rijksdienst voor Ondernemend Nederland: a	Windenergie op zee	4-7-2024
Rijksdienst voor Ondernemend Nederland: b	Windenergie op zee	apr-24

Bron	Titel	Versie
Royal HaskoningDHV	Families van Energy Hubs in Nederland	8-7-2024
Strategy&	Onderzoek langetermijnbehoefte LNG in Nederland	mrt-24
TenneT	Grid Map NL Onshore Netherlands	9-7-2024
TenneT	Monitor Leveringszekerheid 2024	2024
TenneT	TenneT's position on Battery Energy Storage Systems (BESS)	20-8-2024
TNO	Evaluation of the levelised cost of hydrogen based on proposed electrolyser projects in the Netherlands	13-5-2024
TNO	Inwonersparticipatie Energietransitie in de Fysieke Leefomgeving 2023	okt-23
TNO	The Dutch hydrogen balance, and the current and future representation of hydrogen in the energy statistics	24-6-2020
TNO-AGE	Jaarverslag 2019 - Delfstoffen en aardwarmte in Nederland	jun-20
TNO-AGE	Jaarverslag 2020 - Delfstoffen en aardwarmte in Nederland	aug-21
TNO-AGE	Jaarverslag 2021 - Delfstoffen en aardwarmte in Nederland	jul-22
TNO-AGE	Jaarverslag 2022 - Delfstoffen en aardwarmte in Nederland	sep-23
TNO-AGE	Jaarverslag 2023 - Delfstoffen en aardwarmte in Nederland	aug-24
TNO, Centraal Bureau voor de Statistiek	Energiearmoede in Nederland 2019-2023	2-7-2024

Dit is een uitgave van:
Ministerie van Klimaat en Groene Groei

24 oktober 2024