



# Ontwikkelingen en scenario's

voor het Investeringsplan 2022-2031  
Net op land

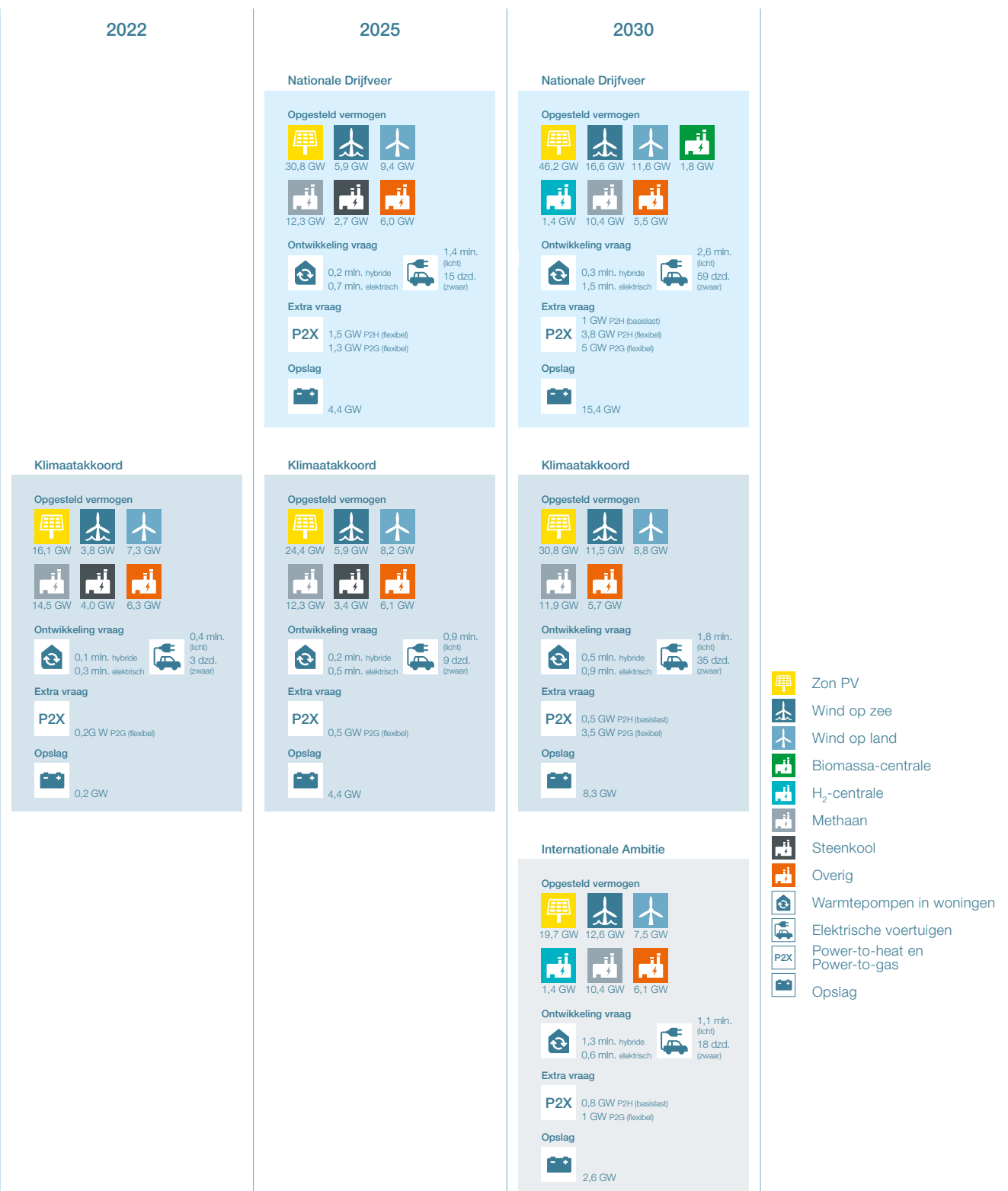
# Ontwikkelingen en scenario's

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op ontwikkelingen in onder andere de energiemarkt en het overheidsbeleid, voor zover die van invloed zijn op de inrichting van de elektriciteitsnetten die door TenneT worden beheerd. De ontwikkelingen worden beschreven en geanalyseerd aan de hand van scenario's. De gebruikte methodiek om te komen tot de scenario's wordt beschreven in het Investeringsplan Net op Land 2022-2031. Paragraaf 1 beschrijft de ontwikkelingen in het energielandschap voor de drie scenario's. Paragraaf 2 gaat kwantitatief in op de ontwikkelingen binnen deze scenario's en beschrijft de parameters waarmee TenneT in dit Investeringsplan gerekend heeft. Paragraaf 3 bevat een overzicht van de bij de scenario-ontwikkeling en -kwantificering gebruikte bronnen.

## 1. Overzicht van scenario's

In dit Investeringsplan hanteert TenneT drie scenario's, zoals weergegeven in figuur 1. De scenario's zijn tot stand gekomen in afstemming met de andere landelijke en regionale Nederlandse netbeheerders en omvatten een realistische inschatting van de toekomst voor zover deze van invloed is op de inrichting van de elektriciteitsnetten die door TenneT worden beheerd. Alle scenario's houden rekening met de Nederlandse klimaatdoelstellingen. Het scenario 'Klimaatakkoord' bevat de vastgestelde en voorgenomen maatregelen om de doelstelling van 49% CO<sub>2</sub>-emissiereductie uit het Klimaatakkoord te behalen. De scenario's 'Nationale Drijfveer' en 'Internationale Ambitie' beogen een grotere CO<sub>2</sub>-emissiereductie te realiseren. Deze scenario's schetsen een beeld voor het jaar 2030 dat op een logisch pad ligt naar de doelstellingen voor een klimaatneutraal energiesysteem in 2050, zoals voorgesteld in de Integrale Infrastructuurverkenning 2030-2050 (II3050) die op 28 april 2021 door de gezamenlijke netbeheerders aan de Minister van Economische Zaken en Klimaat is aangeboden.

Figuur 1: Overzicht van de scenario's die TenneT voor het IP2022 hanteert.



Er wordt momenteel op veel plekken gewerkt aan de nadere invulling van de energietransitie. Door verschillende partijen wordt een nadere concrete invulling gegeven aan maatregelen voor de verduurzaming van het energiesysteem, bijvoorbeeld bij het opstellen van de Regionale Energiestrategieën (RES'en) en de Cluster Energie Strategieën (CES'en). Niet al deze maatregelen zijn op dit moment nog even concreet. Bij het opstellen van de scenario's zijn deze invullingen waar beschikbaar meegenomen en verwerkt in één of meerdere scenario's. Met deze drie scenario's worden zowel het afgesproken Klimaat-akkoord verkend als ook twee realistische, alternatieve paden die een verdergaande ambitie kennen met betrekking tot CO<sub>2</sub>-emissiereductie en die op verschillende manieren ingevuld kan worden.

Om de verhaallijnen een realistische grondslag te geven laten alle verhaallijnen ontwikkelingen zien waarover actief beleid geformuleerd wordt. Het scenario 'Klimaat-akkoord' (KA) is gebaseerd op voorgenomen overheidsbeleid en verwachte ontwikkelingen in de energiemarkt op basis van het Klimaat-akkoord. Waar relevant is ook de doorrekening van het Klimaat-akkoord door het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) van november 2019 gebruikt. De twee andere scenario's zijn opgesteld om de invloed van verdergaande emissiereductiedoelstellingen op de landelijke en regionale transportnetten te kunnen analyseren. De invulling (voor de steekjaren 2025 en 2030) is zodanig gekozen dat deze in lijn ligt met de eindbeelden voor 2050, zoals beschreven in de scenario's die zijn opgesteld voor de Integrale Infrastructuurverkenning 2030-2050. Deze scenario's bevatten veel elementen die in de voorstellen voor het Klimaat-akkoord wel een plaats hebben, maar die door PBL niet zijn meegenomen in de doorrekening daarvan als gevolg van het ontbreken van concrete maatregelen. Hier is de aanname dus dat deze maatregelen wel ontwikkeld worden, waardoor de verhoogde ambitie alsnog gerealiseerd kan worden. Voorbeelden hiervan zijn grootschalige toepassing van Power-to-Heat en Power-to-Gas en de elektrificatie van de mobiliteit en de gebouwde omgeving.

In het scenario 'Nationale Drijfveer' (ND) wordt de impact van een verdergaande ambitie met betrekking tot CO<sub>2</sub>-emissiereductie in combinatie met systeemintegratie verkend. In dit scenario is er sprake van fors meer duurzame opwek en neemt ook de elektriciteitsvraag toe. In dit scenario is ook de actuele stand van de plannen uit de RES'en ten aanzien van duurzaam productievermogen op land meegenomen. Het scenario 'Internationale Ambitie' (IA) gaat eveneens uit van een verdergaande ambitie met betrekking tot CO<sub>2</sub>-emissiereductie dan zoals verondersteld in het Klimaat-akkoord, waarbij de nadruk meer ligt op waterstof-import, groen gas, CCS en andere niet-elektrische invullingen van de energiebehoefte.

De verhaallijnen van de drie scenario's worden in de hieropvolgende paragrafen beschreven.

### 1.1. Scenario 'Klimaat-akkoord' (KA)

Met het akkoord van Parijs is in 2015 afgesproken dat de opwarming van de aarde beperkt moet worden tot minder dan twee graden Celsius ten opzichte van het pre-industriële tijdperk. Het streven is om de opwarming beperkt te houden tot anderhalve graad. In Nederland is deze ambitie vertaald in een Klimaat-akkoord, dat in juni 2019 door het kabinet is gepresenteerd. Dit omvat een omvangrijk pakket van afspraken, maatregelen en instrumenten dat de Nederlandse CO<sub>2</sub>-uitstoot in 2030 met ten minste 49 procent moet terugdringen ten opzichte van 1990.

De plannen en ambities hebben hun uitwerking in alle sectoren in Nederland. Nieuwe woningen worden zonder aardgas aansluiting gebouwd en bestaande woningen worden verduurzaamd met een mix van technieken zoals warmtenetten, elektrische en hybride warmtepompen. Voor de resterende gasvraag ligt er een stevige ambitie om deze deels te verduurzamen met groen gas. Elektrisch rijden wordt fiscaal gestimuleerd, dit zorgt voor een forse stijging van het aantal elektrische auto's.

Daarnaast worden ook in de industrie maatregelen genomen om de CO<sub>2</sub>-uitstoot te verminderen. Opslag van CO<sub>2</sub> (Carbon Capture and Storage; CCS) speelt hierbij een belangrijke rol en wordt gefinancierd vanuit de SDE++. De waterstofvraag neemt toe, met een mix van grijze, groene en blauwe waterstof. Een deel van de Duitse waterstofvraag wordt voorzien middels importen die via Nederland Europa binnenkomen. De rol van Power-to-Heat (P2H) in de industrie blijft beperkt. In de glastuinbouw krimpt tot 2030 het areaal, maar intensiveert de teelt. Het aantal WKK's neemt af en de levering van elektriciteit aan tuinders uit het net neemt toe. Per saldo blijft de totale elektriciteitsvraag gelijk.

Ook het aanbod van elektriciteit wordt aanzienlijk verduurzaamd. Kolencentrales gaan versneld dicht. Het opgestelde vermogen van zon PV en wind op zee wordt aanzienlijk uitgebreid. De optie om biomassa te verstoken in kolencentrales wordt uiteindelijk in 2030 niet benut.

## 1.2. Scenario 'Nationale Drijfveer' (ND)

Het scenario 'Nationale Drijfveer' sluit aan bij de verhaallijn van het scenario Nationale Sturing uit II3050. In dit scenario neemt de Rijksoverheid het voortouw. Op nationaal niveau wordt gericht sturing gegeven over zaken als de richting en snelheid van de transitie, wanneer welke transitiekeuzes worden gemaakt en wat de noodzakelijk ruimtelijke aanpassingen zijn. Deze keuzes worden in samenspraak met lagere overheden en maatschappelijke actoren genomen. Op regionaal niveau is draagvlak voor meer gedetailleerde uitwerking van de plannen, onder andere binnen de RES'en, de NAL, en de CES'en. Nederland streeft in dit scenario naar een hoge mate van zelfvoorzienendheid, veel duurzame energie en een circulaire economie. De krachtige sturing vanuit het Rijk zorgt samen met een sterke regionale en lokale motivatie om de energietransitie vorm te geven zodat Nederland volledig klimaatneutraal is in 2050 en de Nederlandse energievraag met binnenlandse energieproductie wordt gedekt.

Er wordt hard gewerkt aan het realiseren van een groot aanbod van duurzame energie in Nederland. Dit gebeurt binnen de RES'en die hun taakstelling overstijgen, met voornamelijk zon PV. Dit wordt ruimhartig ondersteund door stimulering vanuit de overheid (SDE++, alternatief voor salderingsregeling, etc.). Nationaal worden grote projecten, zoals wind op zee, gerealiseerd doordat dit ook vanuit de overheid wordt gestimuleerd.

Het grote aanbod van niet-regelbare hernieuwbare energie leidt tot grote en toenemende behoefte aan flexibiliteit in het energiesysteem. Flexibiliteit wordt gerealiseerd middels energieopslag, vraagsturing en conversie naar warmte en duurzame gassen. Conversie naar warmte (Power-to-Heat) wordt voornamelijk toegepast in de industrie en ten behoeve van warmtenetten. Groene waterstof die door conversie ontstaat wordt voornamelijk benut in de industrie, energetisch en als grondstof, en voor flexibele elektriciteitsproductie. Op deze manier raken verschillende energiesystemen steeds verder geïntegreerd. De hiervoor benodigde systeemkeuzes worden tijdig gesignaleerd, en om de meest gunstige alternatieven te verwezenlijken worden beleidsmaatregelen getroffen.

Door energiebesparing en efficiëntieverbeteringen neemt de energievraag in Nederland af. Een deel van de efficiëntieverbeteringen worden behaald door middel van elektrificatie van de energievraag. In combinatie met de focus op elektrische toepassingen neemt de gasvraag verder af.

De energie-intensieve industrie in Nederland realiseert energie-efficiëntieverbeteringen waardoor de vraag daalt. Naast efficiëntieverbeteringen en elektrificatie gaat de industrie bovendien steeds meer over naar een hoger aandeel hernieuwbare en circulaire manier van grondstofgebruik. In de periode na 2030 zal de raffinage- en kunstmestsector een krimp doormaken als gevolg van een lagere vraag naar deze producten. Ook de sectoren mobiliteit, gebouwde omgeving en landbouw worden verder geëlektrificeerd. In de mobiliteitssector gaat de ontwikkeling in elektrisch personenvervoer zeer snel, waarbij slim laden wordt toegepast. Ook het aantal elektrische vrachtwagens groeit. In de glasbouw krimpt het totale areaal. Daarnaast vindt intensivering van de teelt plaats en neemt elektrificatie toe. Het aantal WKK's neemt af en de levering van elektriciteit neemt toe.

Daarnaast worden duurzame gassen (LNG, waterstof) en andere vloeibare biobrandstoffen een belangrijke brandstof voor het zwaar transport. De Rijksoverheid neemt de regie met betrekking tot huisvesting. Het bouwen van nieuwe duurzame woningen neemt in dit scenario fors toe. In de gebouwde omgeving wordt de volledig elektrische lucht- en bodemwarmtepomp veelvuldig toegepast in combinatie met isolatie en zon PV. Restwarmtebronnen worden optimaal benut, wat zorgt voor een significante uitbreiding van het aantal warmtenetten in Nederland. Daarnaast spelen voor warmtenetten geothermie, warmte-koudeopslag en biomassaketels een steeds grotere rol.

Biomassa en biobrandstoffen kennen in de andere sectoren een in omvang beperkte inzet. Er is enige inzet van biobrandstoffen, voornamelijk ten behoeve van zwaar transport, en inzet van vaste biomassa als brandstof voor ketels voor warmtenetten en in voormalige kolen centrales als transitiebrandstof. Beschikbaarheid van biomassa voor groen gas blijft beperkt.

Het gebruik van waterstof in Nederland neemt toe ten opzichte van vandaag. Extra vraag wordt hoofdzakelijk ingevuld met groene waterstof uit elektrolyse. Voor de middellange termijn draagt ook blauwe waterstof productie bij aan de CO<sub>2</sub>-reductiedoelstellingen. Hierdoor komt ook de afvang en opslag van CO<sub>2</sub> (CCS) tot ontwikkeling, maar de rol hiervan blijft relatief beperkt.

### 1.3. Scenario 'Internationale Ambitie' (IA)

Het scenario 'Internationale Ambitie' sluit aan bij de verhaallijn van het scenario Internationale Sturing uit II3050. Er is sprake van sterke internationale samenwerking en vrijhandel. In het akkoord van Parijs is in 2015 afgesproken dat de opwarming van de aarde beperkt moet worden tot minder dan twee graden celsius ten opzichte van het pre-industriële tijdperk. Het wordt hierbij steeds duidelijker dat de internationale gemeenschap nauw moet samenwerken om dit doel te bereiken. Internationale samenwerking wordt versterkt om de emissies van broeikasgassen sneller te reduceren. Ook op mondiaal niveau wordt een krachtig klimaatbeleid gevoerd. Beleidsmaatregelen worden internationaal afgestemd zodat overall emissiereductie plaatsvindt en niet alleen in de koploperregio's.

De interne energiemarkt wordt versterkt en vrije handel gestimuleerd. In 2030 zijn de eerste stappen gezet richting een wereldwijde energiemarkt op basis van duurzame energiedragers zoals waterstof. Nederland ontwikkelt haar handel-georiënteerde en industriële economie, vergroot de duurzame energieproductie met concurrerende technieken, maar blijft ook op langere termijn sterk afhankelijk van energie-import. Dit zal in toenemende mate import van duurzame en hernieuwbare energie zijn. Daarnaast ontwikkelt Nederland zich als een doorvoerland voor waterstof naar bijvoorbeeld Duitsland. Om leveringszekerheid te kunnen garanderen zal het Rijk zich richten op het ontwikkelen van internationale handelsrelaties. Daarnaast zorgt Nederland voor infrastructuur met strategische reserves om het transport en opslag van verschillende hernieuwbare energiedragers in zeer grote volumes mogelijk te maken.

Vrijhandel zorgt voor een grote diversiteit van energiedragers (elektriciteit, waterstof, bio-brandstof). Het aandeel van groen gas en waterstof in de energiemix neemt substantieel toe. Deze hernieuwbare gassen komen deels uit het buitenland. Ook in Nederland groeit de productie van hernieuwbare energie. De afbouw van de salderingsregeling zorgt er wel voor dat de groei van zon PV in Nederland al voor 2030 voorzichtig afvlakt. In Zuid-Europa en andere landen met een groot aanbod van zonne-energie neemt zon PV wel een grote vlucht. Hierdoor kunnen deze landen op termijn ook groene, uit zonne-energie geproduceerde waterstof gaan exporteren.

Het groeiende aanbod van goedkoop hernieuwbaar gas zorgt ervoor dat hybride warmtepompen vooral in de gebouwde omgeving in aantal toenemen. Tot en met 2030 zal dit in combinatie met aardgas en groen gas zijn, na 2030 wordt ook waterstof steeds belangrijker. Het in één keer aardgasvrij maken van woonwijken wordt losgelaten. De gebouwde omgeving wordt nu stapsgewijs verduurzaamd. Elke wijk loopt een transitiepad op maat door. Hiermee wordt in veel meer woningen een besparing gerealiseerd, maar zullen minder woningen aardgasvrij zijn in 2030. Hierdoor kunnen woningen en gebouwen worden verduurzaamd zonder dat dure verbouwingen en vergaande isolatie nodig zijn. All-electric verwarming en warmtenetten groeien wel, maar houden een relatief beperkt marktaandeel.

Gunstige omstandigheden, mede door de beschikbaarheid van groen gas, voor tuinders maken dat het glastuinbouwareaal en het aantal WKK's tot 2030 gelijk blijft.

De transportsector zal in de komende jaren nog veel gebruik maken van fossiele brandstoffen. Door de relatief hoge aanschafprijs blijft de groei van elektrisch vervoer achter bij de doelstelling van het klimaatakkoord. Later, wanneer de CO<sub>2</sub>-belastingen verder omhoog gaan, winnen zowel elektrisch als waterstof aan marktaandeel. Voor zwaar vervoer en scheepvaart ligt de focus op waterstof en (vloeibaar) gas.

Nederland focust zich op zijn kenniseconomie, zodat de technieken die hier ontwikkeld worden in het buitenland ingezet kunnen worden. Hierdoor behoudt Nederland zijn (goede) concurrentiepositie, waarmee Nederlandse kennis en producten aantrekkelijk zijn voor het buitenland. Dit leidt er ook toe dat de industrie in Nederland blijft groeien. De emissies in deze sector worden echter drastisch omlaag gebracht, onder andere door efficiëntieverbetering, toenemend gebruik van duurzame energie en toepassing van CCS.

## 2. Ontwikkelingen

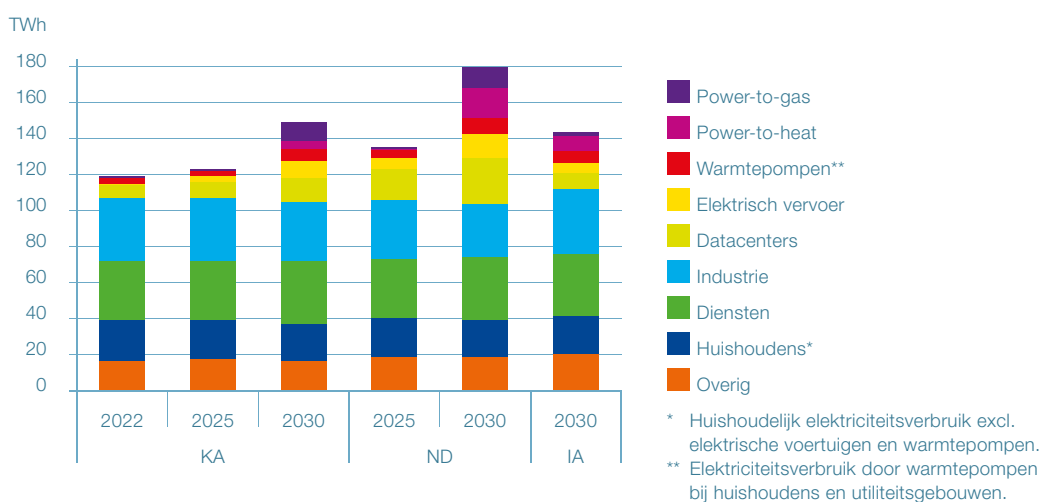
In deze paragraaf worden de ontwikkelingen en (kwantitatieve) kenmerken van de scenario's beschreven ten aanzien van de elektriciteitsvraag (paragraaf 2.1), het productievermogen in Nederland (paragraaf 2.2), de interconnectiecapaciteit met omliggende landen (paragraaf 2.3), de van belang zijnde trends die zich in deze landen voordoen (paragraaf 2.4), de gehanteerde brandstof- en CO<sub>2</sub>-prijzen (paragraaf 2.5) en elektriciteitsopslag en conversie (paragraaf 2.6).

### 2.1. Ontwikkelingen in elektriciteitsvraag

Figuur 2 laat de raming van de elektriciteitsvraag zien voor de drie gehanteerde scenario's in de drie steekjaren. De verwachte ontwikkelingen in de sectoren 'huishoudens' en 'diensten' volgen uit de KEV 2020. De verwachte elektriciteitsvraag in de andere sectoren wordt hieronder toegelicht.

Richting 2030 wordt een grote stijging van het elektriciteitsverbruik verwacht voor een aantal verbruikstypen, zoals datacenters, warmtepompen, elektrificatie van industriële warmtevraag (Power-to-Heat), elektrolyse (Power-to-Gas) en elektrisch wegvervoer. In het scenario 'Nationale Drijfveer' is deze stijging van verbruik het meest duidelijk. In dit scenario leidt de toename van het aantal datacenters, elektrificatie van de industriële warmtevraag en elektrolyse tot een stijging van het totale verbruik van 119 TWh in 2022 naar circa 180 TWh in 2030. De totale vraag in het scenario 'Internationale Ambitie' valt lager uit dan in de andere scenario's, maar kent alsnog een sterke stijging ten opzichte van de huidige situatie. Met name door de toename van het gebruik van warmtepompen en elektrisch vervoer loopt het jaarlijkse verbruik in dit scenario op tot circa 144 TWh in 2030. De overige elektriciteitsvraag kent door efficiëntieverbeteringen juist een lichte daling, met uitzondering van de landbouw, waarvoor in de scenario's 'Nationale Drijfveer' en 'Internationale Ambitie' een groei wordt verondersteld als gevolg van toenemende elektrificatie.

Figuur 2: Ontwikkeling Nederlandse elektriciteitsvraag

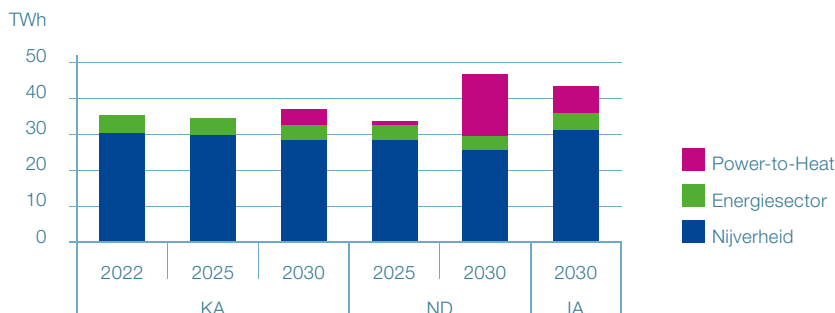




## Industrie

De elektriciteitsvraag van de sector Industrie omvat de KEV2020-categorieën 'Nijverheid' en 'Energiesector', alsmede de elektriciteitsvraag ten behoeve van industriële Power-to-Heat. In figuur 3 is de ontwikkeling van deze onderliggende categorieën binnen de sector Industrie weergegeven voor de drie scenario's.

Figuur 3: Uitsplitsing elektriciteitsvraag sector Industrie

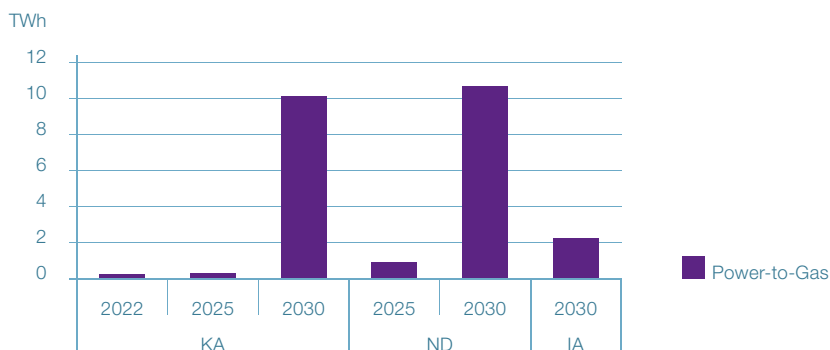


Ten aanzien van Power-to-Heat (zie ook paragraaf 2.6) wordt een verschil gemaakt tussen basislast en flexibele vermogens. Basislast betreft Power-to-Heatinstallaties die volcontinue worden ingezet, terwijl flexibele vermogens alléén elektriciteit gebruiken als de elektriciteitsprijs voldoende laag is. Dit is doorgaans het geval in situaties dat wind-, zonne-, of kernenergie de elektriciteitsprijs bepalen. Daarnaast is in de marktberoeeningen aangenomen dat 700 MW aan industriële vraag afgeschakeld kan worden bij (zeer) hoge marktprijzen.

## Power-to-Gas

Figuur 4 geeft de jaarlijkse elektriciteitsvraag van (prijsgedreven) inzet van Power-to-Gas (P2G) weer.

Figuur 4: Elektriciteitsvraag Power-to-Gas

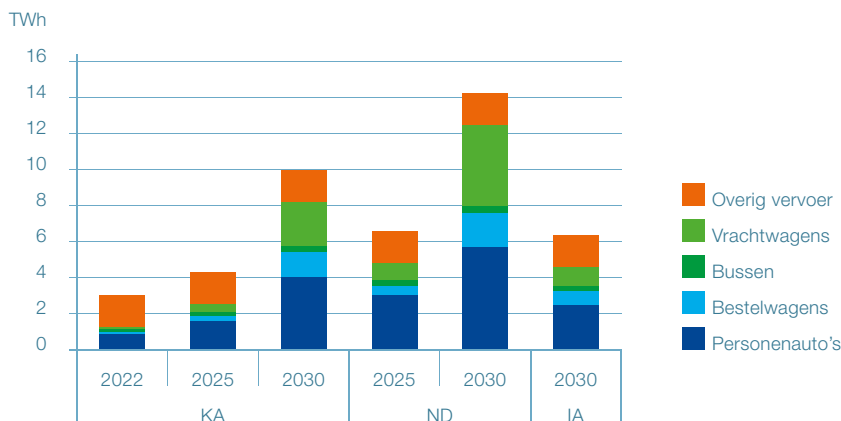


## Elektrisch vervoer

Het elektriciteitsgebruik binnen de sector Elektrisch vervoer verandert in de periode tot aan 2030 aanzienlijk. Dit komt hoofdzakelijk door elektrificatie van het wegvervoer. Onder de afspraken uit het Klimaatakkoord wordt het aantal elektrische personenauto's gestimuleerd tot een aantal van ruim anderhalf miljoen in 2030. In het scenario 'Internationale Ambitie' wordt ervan uitgegaan dat de groei achterblijft (1 miljoen voertuigen in 2030), terwijl in het scenario 'Nationale Drijfveer' juist een sterkere toename wordt aangenomen (2,2 miljoen voertuigen in 2030). Ook het aantal elektrische bestelwagens, OV-bussen en vrachtwagens neemt in alle scenario's toe. De cijfers voor de aangenomen aantallen voertuigen zijn gebaseerd op scenario's van de stichting ElaadNL, zoals gepubliceerd in verschillende Outlooks. In de scenario's van ElaadNL wordt telkens een laag, midden en hoog scenario gepresenteerd, die in dit investeringsplan zijn gebruikt voor respectievelijk de scenario's 'Internationale Ambitie', 'Klimaatakkoord' en 'Nationale Drijfveer'.

In figuur 5 is de ontwikkeling van het jaarlijkse elektriciteitsgebruik ten behoeve van vervoer weergegeven en uitgesplitst naar de categorieën personenauto's, bestelwagens, OV-bussen, vrachtwagens en 'Overig' (hoofdzakelijk treinen en ander railvervoer).

Figuur 5: Verwachte ontwikkelingen van de elektriciteitsvraag in het elektrisch vervoer

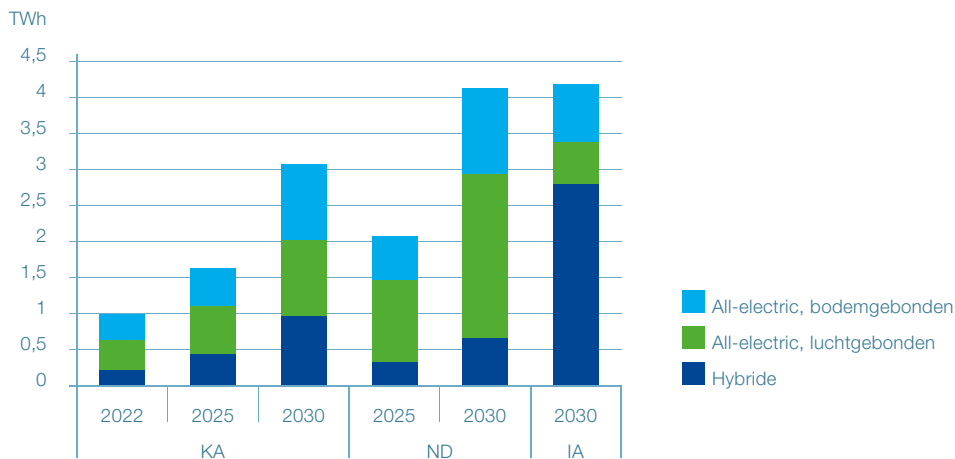


## Warmtepompen in gebouwen

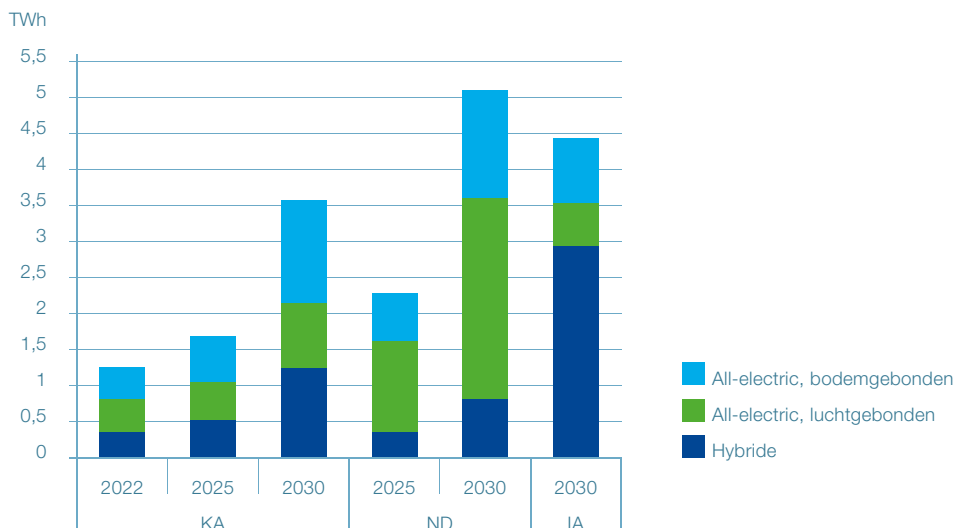
Figuur 6 en figuur 7 tonen de ontwikkeling van het elektriciteitsverbruik van elektrische en hybride warmtepompen in woningen en utiliteitsgebouwen.

Voor alle scenario's wordt tot 2030 een forse groei van het aantal warmtepompen aangenomen. Voor huishoudens wordt in het scenario 'Internationale Ambitie' van een relatief groot aandeel hybride warmtepompen uitgegaan, in lijn met de scenarioverhaallijn waarin groengas een belangrijke rol speelt in de verduurzaming. In de twee andere scenario's zijn er relatief meer volledig elektrische warmtepompen.

Figuur 6: Verwachte ontwikkelingen van de elektriciteitsvraag van warmtepompen bij huishoudens



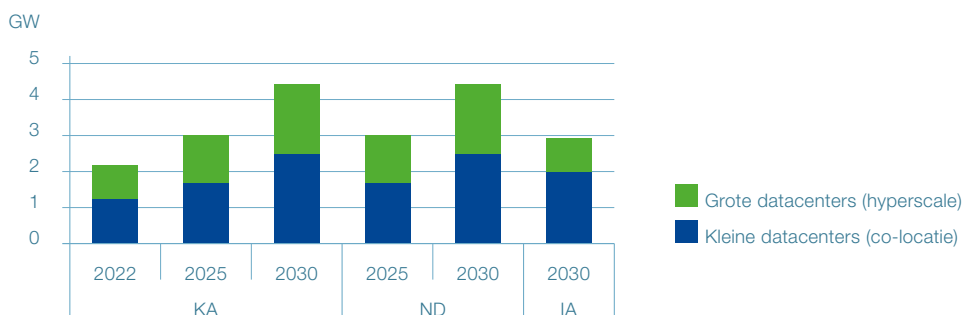
Figuur 7: Verwachte ontwikkelingen van de elektriciteitsvraag van warmtepompen bij utiliteitsgebouwen



## Datacenters

In de komende jaren wordt een groeiende vraag naar ICT-diensten voorzien. Door een voordelige geografische koppeling van Nederland aan de globale informatie infrastructuur en politieke keuzes wordt een verdere groei van datacenters in Nederland verwacht. Hierbij is sprake van verschillende typen en groottes van datacenters, die op verschillende netvlakken zowel in de regionale als landelijke stroomnetten zullen worden aangesloten. Er worden twee soorten datacenters onderscheiden: (geclusterde) decentrale, 'colocatie datacenters', met een aansluitvermogen tot zo'n 100 MW, en zogenaamde 'hyperscale datacenters' met een aansluitvermogen van soms honderden Megawatten. De ontwikkeling van datacenters in Nederland kent nog grote onzekerheden wat betreft hoeveelheid, inzet en regionalisatie. In de drie scenario's worden daarom verschillende aannames gedaan. Figuur 8 toont de aangenomen vermogens voor alle scenario's en steekjaren in vergelijking met het referentiejaar 2020.

Figuur 8: Opgestelde vermogens aan datacenters



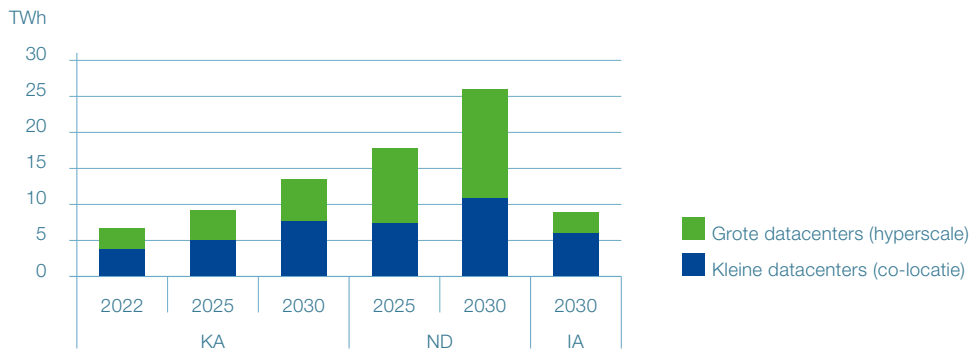
Terwijl de scenario's 'Klimaatakkoord' en 'Nationale Drijfveer' uitgaan van dezelfde ontwikkeling qua vermogen en verhouding tussen kleine en grote datacenters, groeit het vermogen van grote datacenters in het scenario 'Internationale Ambitie' door relatief gezien minder beschikbare opgewekte hernieuwbare productie binnen Nederland niet verder na 2022.

### Energiegebruik van datacenters

In scenario KA en IA wordt ervan uitgegaan dat de inzetfactor van de datacenters niet wijzigt ten opzichte van de huidige situatie met een gemiddelde load factor van 35%. De groei van het dataverkeer wordt deels gecompenseerd door een zuiniger en flexibeler gebruik van de datacenters. In scenario ND zorgt de hoge nationale productie uit wind en zon daarentegen voor de beschikbaarheid van goedkope energie en minder prikkels voor een flexibele inzet. Ook kan de restwarmte van datacenters goed worden gebruikt voor het voeden van regionale warmtenetten. De datacenters worden als gevolg hiervan in meer uren van het jaar met hogere loadfactoren bedreven.

Figuur 9 toont de resulterende jaarlijkse elektriciteitsvraag van datacenters in de verschillende scenario's en steekjaren. De vraag naar elektrische energie neemt in alle scenario's tot 2030 verder toe, met de duidelijkste stijging in scenario ND.

Figuur 9: Jaarlijkse elektrische vraag van datacenters



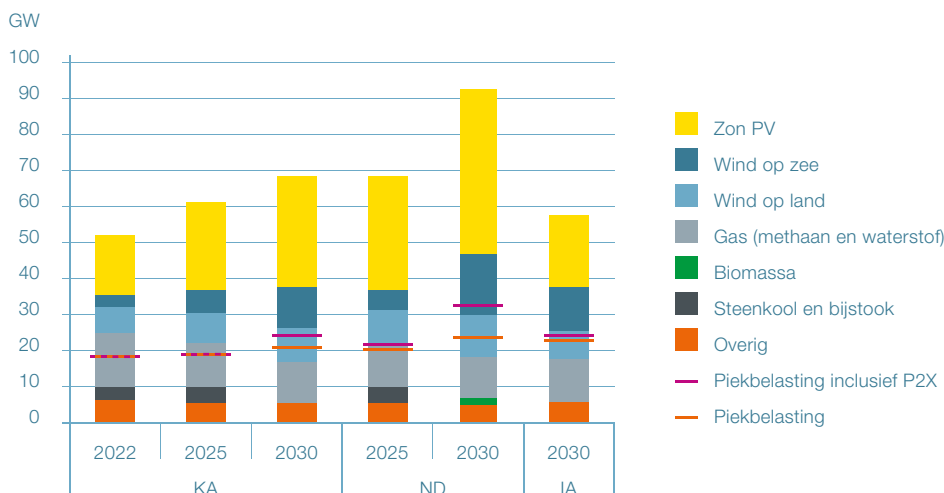
### Overig

De categorie 'Overig' omvat de in de KEV'20 onderscheiden categorieën 'Landbouw' en 'Waterbedrijven en afvalbeheer'.

## 2.2. Ontwikkelingen in productievermogen elektriciteit

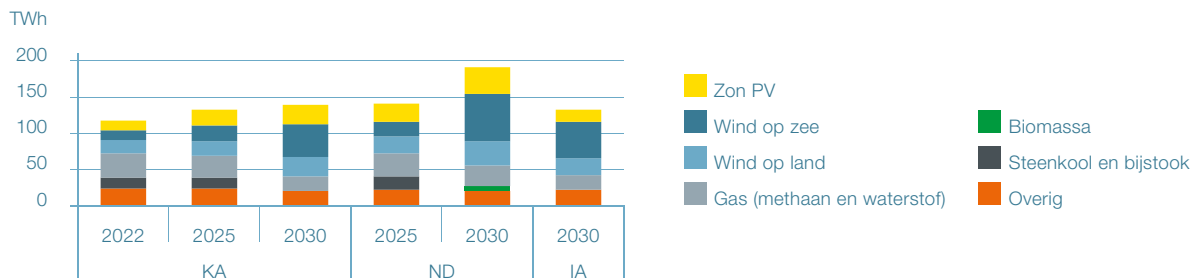
Figuur 10 toont de ontwikkeling van de productiecapaciteit in Nederland. Het operationeel opgestelde vermogen groeit in alle scenario's aanzienlijk, met name door de toename van zon PV, wind op zee en wind op land. De groei van deze bronnen is het grootst in het scenario 'Nationale Drijfveer'. In dit scenario is er ook sprake van een groter verbruik van elektriciteit. Het productievermogen valt in het scenario 'Internationale Ambitie' lager uit, omdat de duurzaamheidsdoelstellingen in dit scenario minder gedreven worden door binnenlandse hernieuwbare opwek. In alle scenario's worden de kolencentrales voor 2030 uitgefaseerd, met uitzondering van de kolencentrales die in het scenario 'Nationale Drijfveer' overgaan op 100% biomassa. Tot 2030 worden ook een aantal aardgascentrales uit bedrijf genomen. Dit leidt in alle scenario's tot een lichte daling van het gasgestookt vermogen. Voor 2030 wordt in de scenario's 'Nationale Drijfveer' en 'Internationale Ambitie' aangenomen dat 1,4 GW aan productiecapaciteit overgaat van aardgas naar waterstof. De kerncentrale in Borssele blijft in alle scenario's tot 2033 in bedrijf.

Figuur 10: Ontwikkeling productiecapaciteit en piekvraag



Figuur 11 toont de verwachte elektriciteitsproductie, resulterend uit de marktsimulaties (zie ook paragraaf 3.2). Wat betreft de hernieuwbare elektriciteitsproductie is er een groei in alle scenario's. Waar bij het geïnstalleerd vermogen de groei het sterkst is bij zon PV, is de groei van productie beduidend sterker in de categorie wind op zee. Daarnaast is te zien dat hoewel het operationeel opgestelde gasvermogen tussen 2025 en 2030 slechts licht daalt, de productie door gaseenheden veel sterker daalt doordat variabele duurzame bronnen een groter aandeel in de energiemix krijgen.

Figuur 11: Elektriciteitsproductie onder de verschillende scenario's

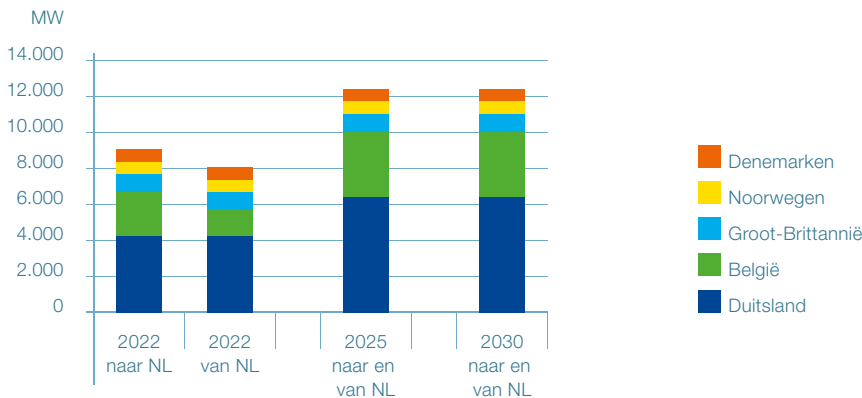


De categorie 'Biomassa' heeft enkel betrekking op het in de tekst genoemde vermogen van kolencentrales, die vanaf 2030 verondersteld worden volledig op biomassa te worden gestookt. De bijstook van biomassa in kolencentrales wordt vermeld onder 'steenkool en bijstook'. Merk daarnaast op dat de categorie 'Overige' tevens kleinschalig vermogen bevat dat (deels) op biomassa wordt gestookt. Hiernaast bevat deze categorie kleinschalig WKK-vermogen (veelal gestookt op aardgas), vermogen van afvalverbrandingsinstallaties, gasexpansie, nucleair en waterkracht. De eenheden op hoogovengas en productie door waterstofcentrales zijn ingedeeld in de categorie 'Gas (methaan en waterstof)'.

### 2.3. Ontwikkelingen interconnectiecapaciteit

De elektriciteitsuitwisseling van Nederland met het buitenland wordt begrensd door de aan de markt beschikbaar gestelde interconnectiecapaciteit. De aangenomen uitwisselingscapaciteiten zijn weergegeven in figuur 12. Voor de marktberoeeningen in dit Investeringsplan zijn de uitwisselingscapaciteiten met omliggende landen en op andere Europese grenzen vastgesteld volgens de bepalingen van het recentelijk van kracht geworden Europese wetgevingspakket 'Clean Energy Package' (CEP) (zie kader). Het CEP stelt onder andere dat netbeheerders, na aftrek van veiligheidsmarges, ten minste 70% van de fysieke uitwisselingscapaciteit op een biedzonegrens aan de markt ter beschikking moeten stellen. Omdat in de eerste jaren een overgangsregeling geldt, zijn deze bepalingen alleen toegepast bij de capaciteitsberekening voor de steekjaren 2025 en 2030. Voor het steekjaar 2022 worden de traditioneel gehanteerde NTC-waarden gebruikt.

Figuur 12: Ontwikkelingen interconnectiecapaciteit tussen Nederland en omliggende landen



#### Interconnectiecapaciteit in het IP2022

Verordening (EU) 2019/943<sup>1</sup> stelt eisen aan de minimale uitwisselingscapaciteit die op grenzen beschikbaar wordt gesteld aan de elektriciteitsmarkt. Alle hoogspanningsnetbeheerders die onder deze Verordening vallen moeten minimaal 70% van de thermische capaciteit van infrastructurele componenten beschikbaar stellen voor grensoverschrijdende uitwisseling. Hierbij mag wel rekening worden gehouden met uitvalsituaties. In het Investeringsplan Net op Land 2020-2029 is een methodiek opgesteld die ervoor zorgt dat er voldoende recht wordt gedaan aan de inhoud van de Verordening en die ook voor alle landen op een eenduidige manier is toe te passen. De gehanteerde methodiek resulteert meestal in uitwisselingscapaciteiten die groter zijn dan de NTC-waarden zoals gehanteerd in het TYNDP 2020<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>) Official Journal of the European Union - Regulation (EU) 2019/943 of the European Parliament and of the Council.

<sup>2</sup>) In situaties waar de in het TYNDP 2020 gehanteerde NTC-waarde hoger is dan de volgens deze methodiek berekende waarde, is de hogere NTC-waarde gebruikt in de berekeningen. Dit is bijvoorbeeld altijd het geval waar het gaat om HVDC-verbindingen, zoals op de NorNed-, BritNed- en COBRA-kabel.

#### 2.4. Ontwikkelingen in elektriciteitsvraag en productie in omliggende landen

De ontwikkelingen in de elektriciteitsvraag en -productie in omliggende landen zijn van grote invloed op de elektriciteitsuitwisseling van Nederland met het buitenland en de inzet van binnenlandse productie en flexibiliteitsmiddelen zoals conversie en opslag van elektrische energie. Voor de opgestelde productievermogens, de elektriciteitsvraag en de hoeveelheden aan flexibiliteitsmiddelen per land wordt voor het steekjaar 2022 de MAF 2019 en voor de steekjaren 2025 en 2030 het TYNDP 2020 als consistente en met een brede groep stakeholders geconsulteerde bron gebruikt. Net zoals het investeringsplan kent het TYNDP drie verschillende scenario's om rekening te houden met verschillende ontwikkelpaden richting de lange termijn klimaatdoelstellingen op Europees niveau. Deze zijn op basis van de achterliggende verhaallijnen als volgt gekoppeld aan de drie scenario's voor Nederland:

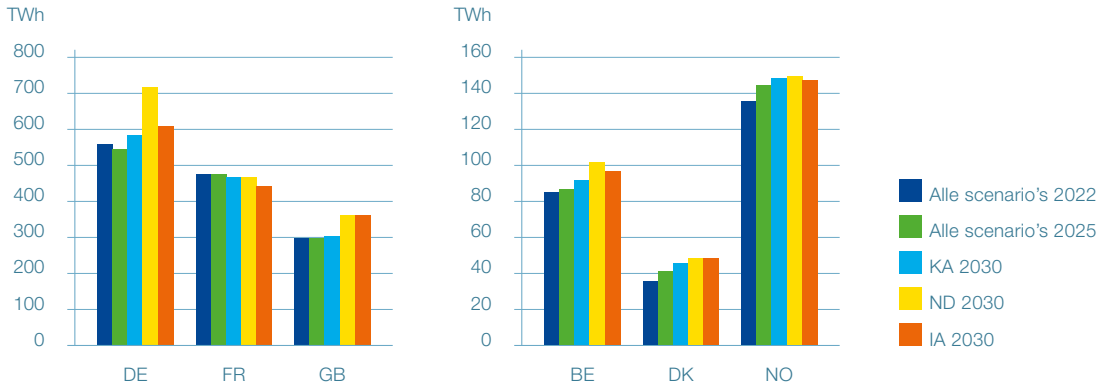
Tabel 1

Koppeling nationale en Europese scenario's	
Scenario IP2022	Gekoppeld scenario uit TYNDP2020
Klimaatakkoord (KA)	National Trends (NT)
Nationale Drijfveer (ND)	Distributed Energy (DE)
Internationale Ambitie (IA)	Global Ambition (GA)

De onderstaande figuren tonen de elektriciteitsvraag en het opgestelde vermogen in de landen waarmee Nederland elektrisch rechtstreeks verbonden is alsmede Frankrijk<sup>3)</sup>.

<sup>3)</sup> Vanwege de grote impact op de uitwisseling van energie binnen Europa.

Figuur 13: Ontwikkelingen elektriciteitsvraag in omliggende landen



Figuur 14: Ontwikkelingen in opgesteld productievermogen in omliggende landen





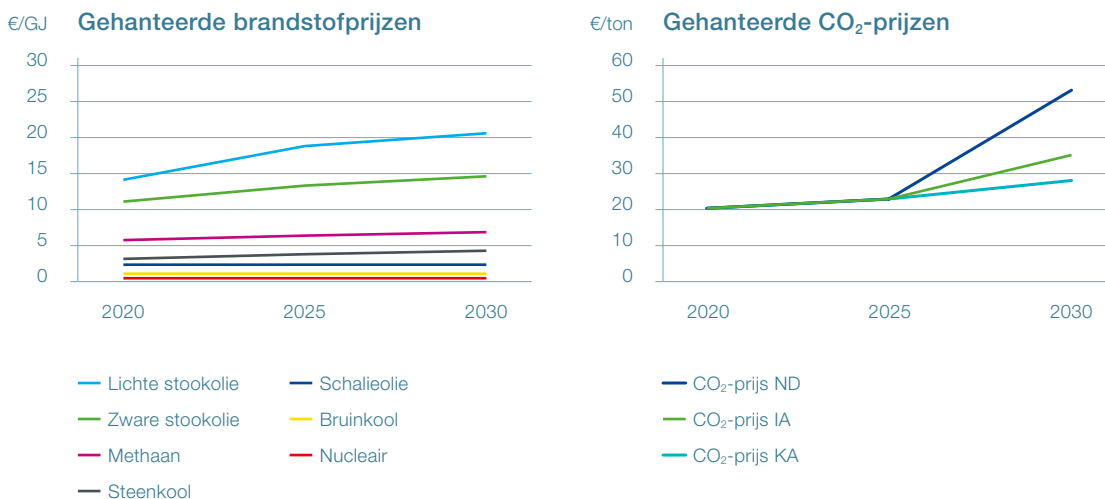
De belangrijkste ontwikkelingen binnen de zichtperiode zijn als volgt:

- Forse toename van hernieuwbare opwek uit zon PV, wind op land en wind op zee in alle omringende landen;
- Sluiting van alle kerncentrales in Duitsland en België voor 2025;
- Hoge productie en export van kernenergie in Frankrijk in alle scenario's;
- Daling van het opgesteld vermogen aan steen- en bruinkoolcentrales in Duitsland;
- Gedeeltelijke compensatie van afgenomen vermogen van kern-, bruinkool- en steenkoolcentrales door gasgestookt vermogen in België en het Verenigd Koninkrijk.
- Waterkracht in Noorwegen is een belangrijke bron van flexibiliteit.

## 2.5. Ontwikkelingen in brandstof- en CO<sub>2</sub>-prijzen

De brandstof- en CO<sub>2</sub>-prijzen worden voor alle scenario's van het TYNDP2020 overgenomen. Verschillende CO<sub>2</sub>-prijzen per scenario weerspiegelen verschillende ambities met betrekking tot de klimaatdoelstellingen.

Figuur 15: Gehanteerde CO<sub>2</sub>- en brandstofprijzen in de scenario's



## 2.6. Ontwikkelingen in opslag en conversie

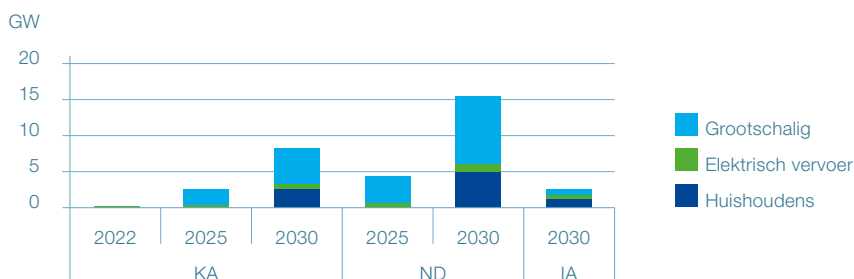
In alle scenario's neemt de productie van duurzaam opgewekte elektriciteit toe. De bronnen hiervoor zijn veelal weersafhankelijk en kennen een variabele productie. Naast interconnectie-capaciteit neemt daarom ook de noodzaak voor andere vormen van flexibiliteit toe.

### Opslag

Elektriciteitsopslag vindt plaats bij huishoudens met batterijen, door elektrische voertuigen waarvan de batterijcapaciteit deels aan de markt beschikbaar wordt gesteld, en middels grootschalige elektriciteitsopslag. Op dit moment is elektriciteitsopslag nog duur en niet wijdverbreid. Als belangrijkste en in toenemende mate volwassen technologie voor kortetermijnopslag wordt in dit investeringsplan rekening gehouden met batterijen, maar ook perslucht of andere technieken kunnen worden ingezet. Figuur 16 geeft een overzicht van de in dit investeringsplan aangenomen vermogens aan elektriciteitsopslag per scenario.

Doordat de salderingsregeling waarschijnlijk slechts geleidelijk wordt afgebouwd is de aanname dat er momenteel weinig prikkels zijn om te investeren in opslag. Hierdoor zal de ontwikkeling van opslag bij huishoudens pas na 2023 langzaam op gang komen. In het scenario 'Klimaatakkoord' wordt voor 2030 uitgegaan van 500.000 huishoudens met een thuisbatterij, elk met een vermogen van 5 kW en een opslagcapaciteit van 10 kWh. De scenario's 'Nationale Drijfveer' en 'Internationale Ambitie' gaan uit van 1.000.000 resp. 250.000 huishoudens met een zelfde type batterij. Elektrische auto's worden verondersteld voor een deel 'slim' te laden, door te laden wanneer de prijzen laag zijn. Hierdoor bieden ze flexibiliteit aan het elektriciteitssysteem. In de marktberoeeningen is aangenomen dat gemiddeld 10% van de batterijcapaciteit van elektrische personenauto's beschikbaar is voor slim laden, met een vermogen van maximaal 5 kW per voertuig. Een deel van de grootschalige elektriciteitsopslag wordt bij zonneparken geplaatst om de invoeding van elektrische energie over de dag te spreiden.

Figuur 16: Elektriciteitsopslag (vermogen)



### Conversie

Een deel van de industriële elektrische warmtevraag (Power-to-Heat) en de volledige waterstofproductie uit elektrolyse (Power-to-Gas) wordt als flexibel verondersteld. Dit houdt in dat deze installaties uitsluitend worden gebruikt op momenten dat de elektriciteitsprijs voldoende laag is. Het uitgangspunt hierbij is dat deze niet worden ingezet als hiervoor kolen- en gascentrales moeten draaien. Tabel 2 geeft het vermogen aan Power-to-Heat en Power-to-Gas in de verschillende scenario's weer. De resulterende jaarlijkse elektriciteitsvraag is reeds in paragraaf 2.1 behandeld.

Tabel 2

Opgesteld vermogen Power-to-Heat en Power-to-Gas						
Opgesteld (GW)	KA			ND		IA
	2022	2025	2030	2025	2030	2030
Power-to-Heat (baseload)	0 GW	0 GW	0,5 GW	0 GW	1 GW	0,8 GW
Power-to-Heat (flexibel)	0 GW	0 GW	3 GW	1,5 GW	3,8 GW	0 GW
Power-to-Gas	0,2 GW	0,5 GW	3,5 GW	1,25 GW	5 GW	1 GW

### 3. Bronnen

Tabel 3

Overzicht van bronnen die zijn gehanteerd bij de ontwikkeling van scenario's.		
	Bron	Gebruikte gegevens
1	Klimaatakkoord, 28 juni 2019	Afspraken en ambities voor verduurzaming van de Nederlandse energievoorziening
2	Klimaat- en Energieverkenning 2020, Planbureau voor de Leefomgeving (PBL)	Productie van duurzame elektriciteit, aannames en bandbreedtes voor elektriciteitsverbruik per sector, projecties voor toekomstige aantallen woningen
3	Het Energiesysteem van de Toekomst – Integrale Infrastructuurverkenning 2030 -2050 (gezamenlijke netbeheerders, april 2021)	Toekomstscenario's voor 2050 en de kwantificering daarvan
4	Waar rijden én laden EV's in de toekomst? (ElaadNL, Outlook Okt. 2019)	Scenario's met getallen van aantallen personenauto's
5	Elektrisch op bestelling (ElaadNL, Outlook Q2 2020)	Scenario's met getallen van aantallen bestelvoertuigen
6	Naar 100% Z.E. in het OV (ElaadNL, Outlook Q3 2019)	Scenario's met getallen van aantallen bussen
7	Volgeladen naar zero-emissie stadslogistiek (ElaadNL, Outlook #4 2019)	Scenario's met getallen van aantallen vrachtwagens (stadslogistiek)
8	Truckers komen op stroom (ElaadNL, Outlook Q3 2020)	Scenario's met getallen van aantallen vrachtwagens
9	Rapportage Routeradar Brandstofvisie Duurzame energiedragers in mobiliteit, RWS (2019)	Ontwikkeling mobiliteit brandstofcelvoertuigen
10	Ruimtelijke Strategie Datacenters – Routekaart 2030 voor de groei van datacenters in Nederland (REOS, 2019)	Algemene uitgangspunten ontwikkeling en regionalisatie datacenters
11	Dutch data center association: State of the Dutch data centers (2020)	Referentiewaardes 2020
12	MRA-brede Strategie Datacenters (CE Delft / Buck Consultants International, 2020)	Scenario's van groei van datacenters in de metropoolregio Amsterdam
13	Waterstof - vraag en aanbod nu - 2030 (DNV GL/Gasunie)	Elektrolysevermogen
14	Grootverbruikers	Vraagprognose grootverbruikers
15	Producenten > 2MW	Productieprognose producenten met een installatiegrootte van meer dan 2 MW.
16	Regionale netwerkbeheerders	Aannamen ontwikkeling vraag en productievermogen op regionaal niveau
17	Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS)	Historische verbruikscijfers en productiedata
18	PBL - 2019 - Effecten Ontwerp Klimaatakkoord	Aannames Power-to-Heat Klimaatakkoord
19	Rijksoverheid - 2019 - Kolencentrale Hemweg volgend jaar dicht	Voornemen voor sluiten van de Hemwegcentrale
20	Rijksoverheid - 2019 - Wetvoorstel: Wet verbod op kolen bij elektriciteitsproductie	Aannames voor verandering het opgesteld productievermogen in Nederland
21	Rijksoverheid - 2019 - Kamerbrief Voortgang uitvoering routekaart windenergie op zee 2030	Aannames voor ontwikkelingen wind op zee
22	DNV GL - 2017 - Biomassapotentieel in Nederland, Verkennende studie naar vrij beschikbaar biomassapotentieel voor energieopwekking in Nederland	Biomassapotentieel in Nederland
23	Green Liaisons - 2018 - Hernieuwbare moleculen naast duurzame elektronen	Biogas volume ontwikkelingen
24	Quintel - Energy Transition Model (ETM)	Beschouwen van scenario aannames
25	European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSO-E): Ten Year Network Development Plan (TYNDP) 2020	- Brandstofkosten - Kosten van CO <sub>2</sub> -emissierechten
26	European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSO-E), o.a. in publicaties: Ten Year Network Development Plan (TYNDP) 2020	- Data over verbruik, productie en interconnectiecapaciteit in andere landen in Europa; - Belastingprofielen voor andere landen in Europa; - Profielen beschikbaarheid weersafhankelijke bronnen; - Lange termijn netto transportcapaciteiten (long-term NTC's); - Thermische capaciteiten van verbindingen tussen landen.
27	CertiQ	Productievermogen van met name eenheden met hernieuwbare opwek
28	DNV GL - 2018 - Electrification of Industry; Facilitating the integration of offshore wind with Power-to-Heat in industry	Vermogens Power-to-Heat