



Scenario's in systeemstudie Limburg

Bijlage C bij Systeemstudie energie-
infrastructuur Limburg



Scenario's in systeemstudie Limburg

Bijlage C bij Systeemstudie energie-infrastructuur Limburg

Deze bijlage bij de systeemstudie Limburg is geschreven door:

Frans Rooijers en Joeri Vendrik - CE Delft

Sebastiaan Hers - TNO

Michiel den Haan - Quintel

Delft, CE Delft, september 2020

Publicatienummer: 20.190423.114a

Provincies / Energievoorziening / Toekomst / Vraag / Aanbod / Scenario's

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Frans Rooijers (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 40 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.

1 Scenario's in de systeemstudie

1.1 Doel van de systeemstudie

Nederland heeft in het Nationale Klimaatakkoord (2019) en de Klimaatwet (2020) vastgelegd om in 2050 de broeikasgasemissies terug te brengen met 95% in 2050 en op 49% in 2030, beide ten opzichte van 1990. Om deze afspraken te kunnen realiseren is een omvangrijke energietransitie nodig, ook in de Provincie Limburg. Immers, zowel de Limburgse gemeenten (via de VNG) als de Provincie Limburg (via het IPO) hebben het Klimaatakkoord ondertekend. Een robuust en adaptief energiesysteem is een belangrijke randvoorwaarde om vroegtijdig te kunnen investeren in projecten die noodzakelijk zijn om de energietransitie zo snel uit te voeren als nu in voorbereiding is.

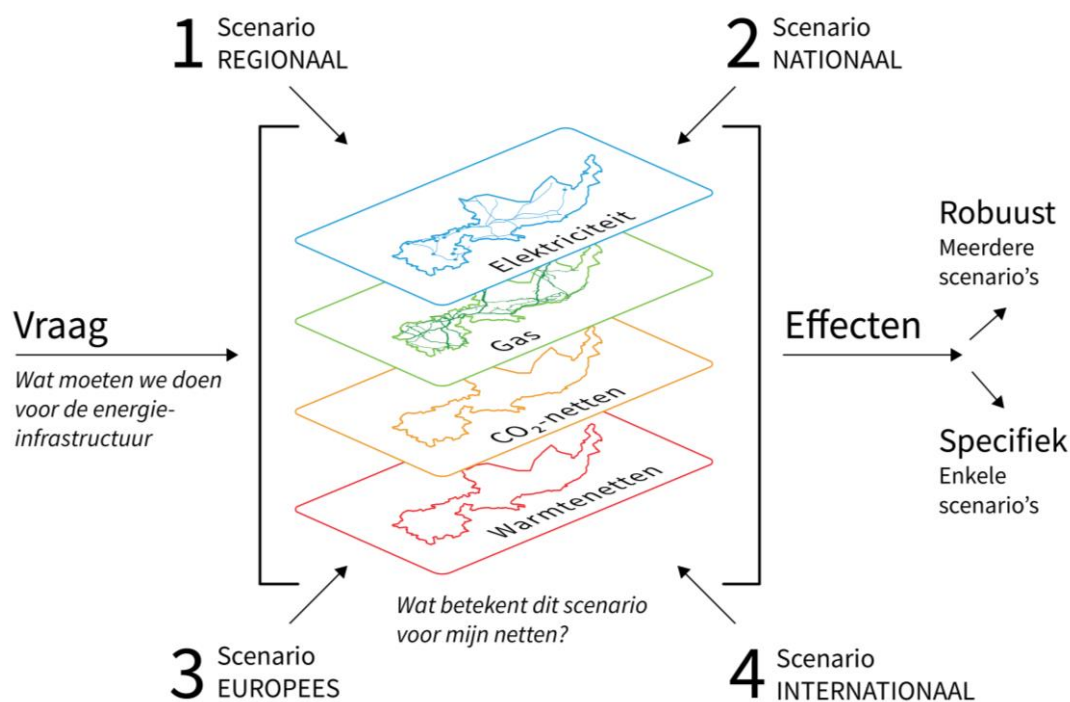
Infrastructuurontwikkeling is kapitaalintensief en kent lange doorlooptijden. Dat geldt zeker voor energie-infrastructuur. Het huidige reguleringskader is erop ingericht dat netbeheerders doelmatig met hun investeringen omgaan. Dat houdt de kosten voor de maatschappij laag, maar kan er ook toe leiden dat investeringen pas worden gedaan als volstrekt duidelijk is dat ze ook echt noodzakelijk zijn. In dat geval kan de voorzichtige aanpak ertoe leiden dat infrastructuurinvesteringen remmend gaan werken op het maatschappelijk gewenste tempo van de energietransitie. Reeds in de eerste 'Net voor de Toekomst'-studie uit 2010 is vanuit CE Delft samen met de Netbeheerders aandacht gevraagd voor dit dilemma. De oplossing is om gedegen en gedragen studies te doen naar de ontwikkeling van vraag náár en aanbod ván de infrastructuurcapaciteit.

Mede ten gevolge van de uitwerking van het Klimaatakkoord door de vijf sectoren 'gebouwde omgeving', 'industrie', 'elektriciteitssector', 'mobiliteit' en 'landbouw en natuurbeheer' zal de komende jaren een krachtinspanning moeten gaan plaatsvinden om de energietransitie in de praktijk te brengen. Ook de partijen in Limburg dragen hier actief aan bij en willen zorgen dat de daarvoor noodzakelijk energie-infrastructuur er komt. In juni 2020 is duidelijk geworden dat er in 2020 al acute knelpunten zijn of dreigen op te treden. Het bepalen van de noodzakelijke infrastructuur zal op een integrale manier moeten gebeuren omdat de oplossingen in de energietransitie niet meer traditioneel te scheiden zijn in productie of vraag, of gas apart bezien van elektriciteit. Uit het Klimaatakkoord is duidelijk naar voren gekomen dat alle sectorplannen met elkaar te maken hebben. Zowel Chemelot als de Limburgse industrie in de Limburgse Energie Agenda (LEA), en de Regionale Energie Strategie (RES)-regio's hebben plannen voor 2030 opgesteld waarvoor beschikbaarheid van energie-infrastructuur duidelijk een knelpunt is. Het Limburgse College van Gedeputeerde Staten heeft dit vraagstuk ook nadrukkelijk in het College Programma (2019) opgenomen en benoemd.

Het onderzoek naar het energiesysteem in Limburg heeft tot doel om in beeld te brengen hoe de energievraag en het energieaanbod zich de komende decennia tijdens de energietransitie naar een klimaatneutrale energievoorziening kunnen ontwikkelen, en of het energiesysteem van kabels, leidingen, productie-installaties dat aan kan en welke aanpassingen nodig zijn, met een grote onzekerheid en welke benodigde aanpassingen robuust zijn vast te stellen (no-regret).

Hoe energievraag en -aanbod zijn opgebouwd in 2050, is nog een open vraag. Dit geldt ook voor 2030, maar in mindere mate. Daarom gebruiken we de systematiek van scenario's om rekening te kunnen houden met diverse mogelijke toekomstbeelden van het Limburgse energiesysteem. Toekomst en waarin zowel de energievraag zich ontwikkelt, maar ook de productie van warmte, elektriciteit en dergelijke. We houden daarbij rekening met vele technische opties (geothermie, lage temperatuurnetten, O-PAC, groengas, waterstof, etc.).

Daarbij zijn ook tijd en locatie van belang voor de effecten op de energienetten. Op elk moment moet het gasnet of het elektriciteitsnet aan de energievraag kunnen voldoen en zal geproduceerde elektriciteit ingevoerd moeten kunnen worden. Terwijl het lang duurt voordat een net/leiding kan worden aangelegd of worden verzaagd. Door met scenario's te werken wordt duidelijk welke ontwikkelingen robuust zijn, namelijk die ontwikkelingen die in meerdere scenario's voorkomen. Andere ontwikkelingen kunnen sterk verbonden zijn aan één bepaalde ontwikkeling van de energievraag of -productie. Dit leidt dan tot een set van knelpunten die robuust zijn en knelpunten die specifiek zijn voor bepaalde technische/maatschappelijke ontwikkelingen.



1.2 Het gebruik van scenario's

De scenario's zijn bedoeld als meer extreme toekomstbeelden, en niet als realistische of wenselijke blauwdrukken. Het zijn dus geen voorspellingen. Hiermee kunnen de netbeheerders in kaart brengen wat eventueel gevraagd wordt van de infrastructuur in de periode tot 2050.

In elk van de scenario's houden we rekening met ontwikkelingen die te verwachten zijn, maar niet altijd met 100% zekerheid. De vergelijking van scenario's kan helpen om in beeld te krijgen wat er gebeurt als er bijvoorbeeld totaal geen biomassa gebruikt wordt, of juist héél veel waterstof beschikbaar komt; wat het wel of niet beschikbaar komen van geothermiebronnen betekent en hoe de elektriciteitsnetten zich moeten ontwikkelen als Limburg in het geheel stopt met het gebruiken van groen en/of fossiel gas. Andere afwegingen die door het gebruik van scenario's beter inzichtelijk kunnen worden gemaakt zijn:

Opslagsystemen

Dat kan dan gaan om elektrolyzers die elektriciteit omzetten in waterstof op momenten dat er veel elektriciteit is uit zon en windenergie, maar ook batterijen voor de opslag van elektriciteit, in auto's in woningen, in wijken of zelfs op nationale schaal (O-PAC).

Rijden op elektriciteit of waterstof

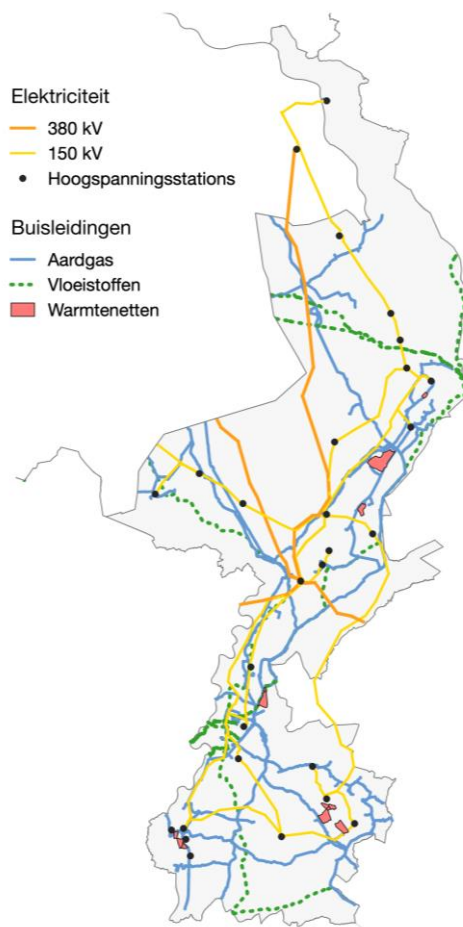
De meningen verschillen of het waterstof of elektriciteit wordt waarop (vracht)auto's in 2050 rijden. Voor de verschillende soorten voertuigen gaan we uit van een variatie aan percentages elektrisch en waterstof.

Verwarmen zonder aardgas, maar wat dan wel?

Er is grote zekerheid dat we in 2050 onze woningen en kantoren, scholen en ziekenhuizen niet meer verwarmen met aardgas. Maar wordt het dan een warmtepomp of warmtelevering uit geothermie, of restwarmte van de industrie?

Industriële processen

Ook in de industrie speelt de vraag of de CO₂-reductie via overschakelen van aardgas naar waterstof of naar elektriciteit zal plaatsvinden, maar ook de mogelijkheid voor blijvend gebruik van aardgas met CO₂-opslag behoort tot de mogelijkheden.



Bij elkaar veel opties die in samenhang bekeken worden op hun effecten op het gas- en elektriciteitssysteem.

1.3 Scenario's 2020 en 2030

Voor 2020 zijn de huidige verbruiken en productie bepaald, op basis van feitelijke data van de netbeheerders van de afgelopen jaren, aangevuld met recente ontwikkelingen die dit jaar in bedrijf zijn.

Voor 2030 zijn twee scenario's ontwikkeld waarbij de afspraken in het landelijke Klimaat-akkoord (september 2019) leidend zijn geweest, en waarbij specifieke Limburgse afspraken vastgelegd in de concept RES'sen, zijn verwerkt. Per sector is geïnventariseerd welke afspraken dat zijn en hoe hard deze zijn.

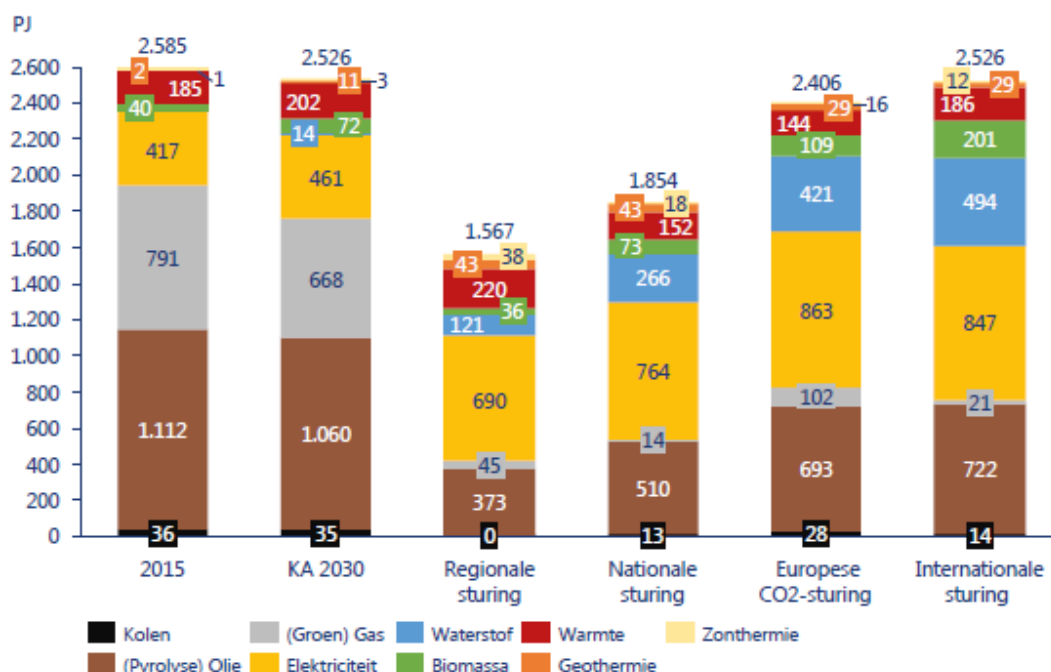
1.4 Scenario's 2050

Voor de energievraag in 2050 zijn er meer onduidelijkheden, en verschillen ook de meningen of Nederland maximaal naar zelfvoorziening moet streven of juist maximaal gebruik moet (blijven) maken van internationale energiebronnen. Daarom zijn voor de situatie in 2050 meerdere scenario's nodig zodat een breed beeld ontstaat welke kant het op zou kunnen gaan en wat dan de effecten op het energiesysteem zijn. Die uitkomsten kunnen leidend zijn om een bepaald beeld juist na te streven of proberen te voorkomen, en om voorbereidingen te treffen voor robuuste infrastructures die in meerdere scenario's nodig zullen zijn.

Recent zijn de scenario's van 'Net voor de Toekomst' (CE Delft, 2017) die in de andere systeemstudies leidend waren, geactualiseerd (Klimaatneutrale energiescenario's - II3050). In Limburg gebruiken we deze geactualiseerde Nederlandse scenario's voor een vertaling naar Limburg.

Er zijn vier scenario's, elk met een ander vertrekpunt vanwaar de energietransitie wordt aangedreven: Regionaal, Nationaal, Europees en Internationaal. Scenario Regionaal is gericht op veel lokale opwek, gebruik van lokale energiebronnen, elektrificatie en besparingen. Nationaal gaat uit van zeer veel wind op zee aan de basis van een nationale waterstofeconomie. Europees gaat uit van import van waterstof en ook veel elektrificatie. En Internationaal gaat uit van veel import van waterstof, elektrificatie en import van waterstof.

Figuur 1 - Energievraag in de nationale energiescenario's





Bron: II3050.






Wat vooral opvalt is dat de energievraag in het Regionale en Nationale scenario sterk afneemt. Ten opzichte van 2020 daalt de gasvraag van 791 PJ naar 45 PJ in Regionaal tot 102 PJ in Europees. De elektriciteitsvraag stijgt van nu 417 PJ (120 TWh) naar 690 PJ in Regionaal tot 863 PJ in Europees.

Het patroon zal ook sterk veranderen zodat de verdubbeling van de elektriciteitsvraag niet automatisch betekent dat alles verdubbelt, omdat de netcapaciteit wordt bepaald door de maximale vraag of maximale productie.

Voor heel Nederland ontstaat het volgende overzicht van de 2050 voor Nederland (Klimaatneutrale energiescenario's).

Tabel 1 - Kenmerken van de vier energiescenario's

	A: Regionaal	B: Nationaal	C: Europees	D: Internationaal
Aard van het scenario	Zelfvoorzienend. Kleinschalige oplossingen.	Zelfvoorziening NL. Grootschalige oplossingen.	Energie-import. Mix aan oplossingen.	Energie-import. Mix aan oplossingen.
Kracht en Licht 	25% besparing basisvraag door zuinigere apparaten. Daarnaast een sterke elektrificatie industrie.		25% besparing door zuinigere apparaten.	25% besparing door zuinigere apparaten.
Lagetemperatuur-warmte 	Label A/B 45% warmtenetten 35% all electric 20% groengas	Label A 25% warmtenetten 55% all electric 20% groengas	Label B 60% groengas H2 25% all electric 15% warmtenetten	Label B 60% groengas H2 25% all electric 15% warmtenetten

	A: Regionaal	B: Nationaal	C: Europees	D: Internationaal
Hoge temperatuur & feedstock industrie** 	Circulaire industrie en ambitieuze procesinnovatie: 60% besparing 55% elektrificatie CO ₂ -emissie -97%		Biomassa-gebaseerde industrie en CCS: 55% besparing 35% biomassa 14% elektrificatie CO ₂ -emissie -95%	Geleidelijke ontwikkeling, business as usual en CCS: 20% besparing 12% elektrificatie CO ₂ -emissie -85%
Personen-Vervoer 	100% elektrisch	95% elektrisch 5% H ₂ -brandstofcel	70% elektrisch 30% H ₂ -brandstofcel	50% elektrisch 40% H ₂ -brandstofcel 10% biobrandstof
Goederen-vervoer 	75% elektrisch 15% waterstof 10% groengas	50% elektrisch 25% waterstof 25% biobrandstof	25% elektrisch 25% waterstof 25% groengas 25% biobrandstof	50% biobrandstof 25% elektrisch 25% waterstof
Hernieuwbare opwek in NL 	42 + 47 GW zon 38 PJ zonth 20 GW wind op land 43 GW wind op zee 35 GW H ₂ -centrales 3 GW groengas + CCS	35 + 41 GW zon 18 PJ zonth 20 GW wind land 72 GW wind zee 39 GW H ₂ -centrales	17 + 25 GW zon 16 PJ zonth 10 GW wind land 41 GW wind zee 45 GW H ₂ -centrales 6 GW groengas + CCS	13 + 25 GW zon 12 PJ zonth 10 GW wind land 42 GW wind zee 41 GW H ₂ -centrales 5 GW groengas + CCS
Conversie en opslag in NL 	42 GW elektrolyse 26 GW Power-to-Heat 6 GW vehicle to grid 26 TWh H ₂ -opslag 5 TWh groengasopslag 15 GW interconnectie	45 GW elektrolyse 17 GW Power-to-Heat 17 GW vehicle to grid 16 TWh H ₂ -opslag 2 TWh groengasopslag 15 GW interconnectie	3 GW elektrolyse 13 GW H ₂ -prod. + CCS 170 PJ import H ₂ 6 GW Power-to-Heat 4 GW vehicle to grid 48 TWh H ₂ -opslag 114 TWh groengasopslag 15 GW interconnectie	3 GW elektrolyse 580 PJ import H ₂ 7 GW Power-to-Heat 1 GW vehicle to grid 193 TWh H ₂ -opslag 5 TWh groengasopslag 15 GW interconnectie

2 Scenario's in Limburg

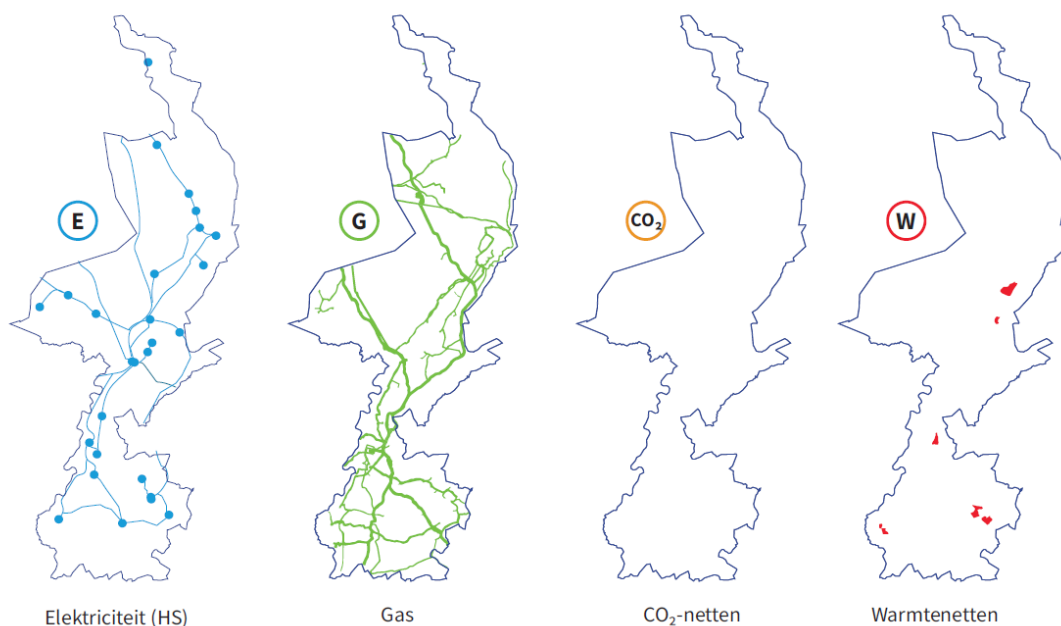
We willen weten wat de effecten op de energienetten zijn als de energievraag en de energieproductie zich ontwikkelt zoals in de twee scenario's voor 2030 en de vier scenario's voor 2050 is geschetst, maar dan specifiek voor Limburg. Waar gaat het knellen in het elektriciteitssysteem en waar zullen de gasnetten aangepast kunnen worden van aardgas naar waterstof, of gelijk blijven voor distributie van groengas.

Er is nu nog geen CO₂-net, maar in de nationale scenario's Europees en Internationaal zal dat wel het geval zijn, wat betekent dat in Limburg?

Nu zijn er nog slechts een beperkt aantal warmtenetten, maar hoe kan dat zich ontwikkelen?

Figuur 2 - Huidige hoofdinfrastructuur in Limburg

Limburg,
huidige netten










2.1 Scenario's 2030

Het Klimaatakkoord wordt momenteel uitgewerkt in heel Nederland, en dus ook in Limburg. In Limburg worden drie RES'sen gemaakt (Regionale Energie Strategie), waarin de regionale productie van elektriciteit en warmte in beeld wordt gebracht (omvang en locaties). De concept RES'sen zijn input voor de berekeningen voor 2030. Deze afspraken in het Klimaatakkoord zijn vertaald naar een ontwikkeling van de energievraag voor alle sectoren en nieuwe productielocaties voor zowel elektriciteit, gas als warmte. In Tabel 2 is dit overzichtelijk weergegeven.

Omdat in het Klimaatakkoord ook is afgesproken dat gestreefd wordt naar een plusvariant is deze ook uitgewerkt. De plusvariant onderscheidt zich door een verschuiving van de energievraag van aardgas en aardolie naar een extra vraag naar elektriciteit van landelijk circa 35 TWh (+25%). Daardoor is het mogelijk om meer hernieuwbare bronnen in te voeden ter grootte van circa 8 GW wind op zee. De hogere elektriciteitsvraag heeft wel effect op vraag in Limburg, maar het aandeel hernieuwbare opwek niet.

Tabel 2 - Kenmerken energiestenario's 2030

2030		Klimaatakkoord		Klimaatakkoord Plus
Kracht en Licht 				
Lagetemperatuur-warmte 	Label Aardgas Warmtenetten All electric Groengas	70% Label B 55% 25% 15% 5%		70% Label B 55% 25% 15% 5%
Hoge temperatuur & feedstock industrie** 	Aardgas CO ₂ -afvang Waterstof Elektriciteit			
Personen-Vervoer 	Benzine / diesel Elektrisch H ₂ -brandstofcel Biobrandstof	80% 10% 2% 10%		80% 10% 2% 10%
Goederen-vervoer 	Benzine / diesel Elektrisch Waterstof biobrandstof	80% 10% 2% 10%		80% 10% 2% 10%
Hernieuwbare opwek in NL 	Zon-pv Zonth Wind op land Wind op zee H ₂ -centrales Groengas + CCS	42 + 47 GW 38 PJ 20 GW 43 GW 35 GW 3 GW	42 + 47 GW 38 PJ 20 GW 43 GW 35 GW 3 GW	42 + 47 GW 38 PJ 20 GW 43 GW 35 GW 3 GW
Conversie en opslag in NL 	Aardgascentrale Kolencentrale Elektrolyse Power-to-Heat Vehicle to grid H ₂ -opslag Groengasopslag Interconnectie			3 GW elektrolyse 580 PJ import H ₂ 7 GW Power-to-Heat 1 GW vehicle to grid 193 TWh H ₂ -opslag 5 TWh groengasopslag 15 GW interconnectie

2.2 Scenario's 2050

Uitgangspunt bij de scenario's voor Limburg is, net als voor de landelijke scenario's, dat ze allemaal in 2050 klimaatneutraal zijn.

Kijkend naar vraagstukken rond de hoofd-ontwikkelrichtingen voor klimaatneutrale energiedragers en de bijbehorende infrastructuur, zijn een aantal vrijheden van bijzonder belang:

- Mate van energie-zelfvoorziening middels bronnen in Limburg. Dit in relatie tot de mate van gebruik van energie in de verschillende sectoren en de aansluiting op België en

Duitsland.

- Schaal van de energieoplossingen: optimaliseren energiesysteem op een kleine schaal (woningen, buurten) of op grotere schaalniveaus (nationaal, Europa).
- Soort dragers: vooral veel inzetten op elektrificeren als dominante oplossing, of een grote rol voor warmtenetten en duurzame gassen, waterstof, of hybride oplossingen.

Tabel 3 - Typering van de energiestrategieën

Regionaal	Nationaal	Europees	Internationaal
<ul style="list-style-type: none"> – Limburg is zoveel mogelijk zelfvoorzienend – Minimale importen – Krimp van energie-intensieve industrie – Regionale projecten – Burgers zeer gedreven – Circulariteit speerpunt voor goederen en voedselproductie 	<ul style="list-style-type: none"> – Limburg is onderdeel van een zelfvoorzienend Nederland – Minimale importen – Energie-intensieve industrie blijft gelijk aan de huidige grootte – Grote nationale projecten – Circulariteit belangrijk voor goederen en voedselproductie 	<ul style="list-style-type: none"> – Limburg is onderdeel van Europa, dus veel connecties met België en Duitsland – Algemene CO₂-heffing, importheffingen aan de grenzen van Europa – Energie-intensieve industrie groeit – Wereldwijde waterstof- en biomassa markt – CCS krijgt veel ruimte 	<ul style="list-style-type: none"> – Limburg is onderdeel van een internationaal energiesysteem – Vrije handel wordt gestimuleerd – Veel connecties met alle delen van de wereld – Energie-intensieve industrie groeit – Wereldwijde waterstof- en biomassa markt – CCS krijgt veel ruimte

Scenario 1. REGIONAAL



Scenario 2. NATIONAAL



Scenario 3. EUROPEES



Scenario 4. INTERNATIONAAL



2.3 Scenario A: Regionaal

Algemeen:

- Aard van het systeem:
- sturing vanuit lokale gemeenschappen en burgers en een hoge mate van autonomie en een flinke invloed van circulariteit;
- warmtenetten gevoed door geothermie;
- forse elektrificatie kenmerken het scenario;
- stevige groei van zonne- en windenergie;
- daling van de industriële activiteit;
- Nederland is vrijwel geheel zelfvoorzienend in energie;
- gas blijft aanwezig als piekvoorziening (hulpketels en centrales) in de vorm van groengas uit lokale biomassa en ‘groene’ waterstof uit voornamelijk wind en zon met elektrolyse.

Gebouwen:

- Energievraag wordt maximaal beperkt door efficiency en isolatie.
- Alle nieuwbouw: merendeel all electric (woningen en utiliteit) en in hoogstedelijk gebied warmtenetten (onder andere bronnetten voor warmtepompen).
- Bestaande bouw: veel warmtenetten en inzet gas (tot 2030 vooral groengas, na 2030 verschuiving naar waterstof) ook direct in hybride warmtepompen (op waterstof). In stedelijk gebied warmtenetten (bestaand, uitbreiding) maar nieuwe warmtenetten vooral LT als bronnet voor warmtepompen (en gevoed met datacenterwarmte, TEO/TEA/TED), dit kan ook kleinschalig (clusters van enige honderden woningen).

Mobiliteit:

- Alle personenvervoer: elektrische aandrijving en elektrisch laden, maar voor een deel ook tanken met waterstof in combi met brandstofcel aan boord.
- Vrachtvervoer: vooral biofuel en waterstof + brandstofcel.

Industrie:

- Nauwelijks industriële activiteiten op Chemelot.

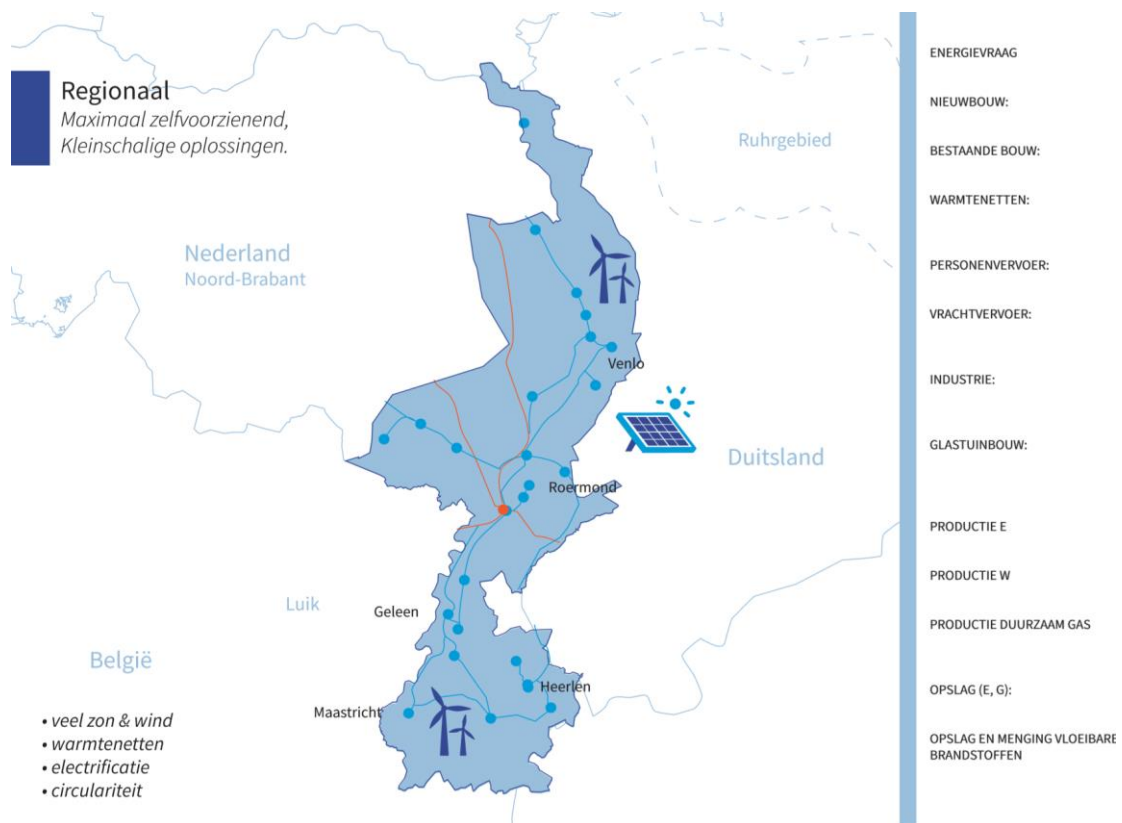
Landbouw:

- Glastuinbouw: warmtevraag met geothermie en met waterstof.

Energiesysteem:

- Productie E: Maximaal wind op land, zon op daken en op de grond, plus wind op zee.
- Productie W: zie boven bij bestaande bouw: geothermie en TEO/TEA/TED.
- Productie duurzaam gas: maximaal biogas en syngas (SCW), deels parallelle gasinfrastructuur, om verschillende soorten duurzame gassen te distribueren naar verbruikslocaties. Stevig inzetten op mestvergisters bij melkveehouderijen en op vergisting/vergassing gft en rioolslib.
- Opslag (E, G): inzetten op kleinschalige opslag E en zoveel mogelijk eigen gebruik.
- Opslag en menging vloeibare brandstoffen ten behoeve van mobiliteit inclusief lucht/zeevaart: geleidelijke verschuiving naar biofuel, synfuel (maar is vooral voor export, en alleen relatief kleinschalige productie).

Figuur 3 - Overzicht kenmerken scenario 2050 Regionaal



2.4 Scenario B: Nationaal, veel productie op zee, maximaal elektrisch

Algemeen:

- Aard van het systeem: de nationale overheid heeft de regie.
- Minder groei in warmtenetten.
- Een zeer sterke elektrificatie in alle verbruikssectoren.
- Een zeer omvangrijk zon- en windvermogen, het grootste van alle scenario's.
- Import mede vanwege een stabiele industriesector, die verduurzaamt door elektrificatie.
- Gas nodig voor voeding van back-up centrales en industrie, door middel van groengas en 'groene' waterstof.

Gebouwen:

- Alle nieuwbouw: merendeel all electric (woningen en utiliteit).
- Bestaande bouw: veel (hybride) warmtepompen (op waterstof). In stedelijk gebied warmtenetten (bestaand, uitbreiding).

Mobiliteit:

- Alle personenvervoer: elektrische aandrijving en elektrisch laden.
- Vrachtovervoer: elektrisch waar mogelijk, aanvullend waterstof + brandstofcel.

Industrie:

- Elektrificatie, daarnaast waterstof.

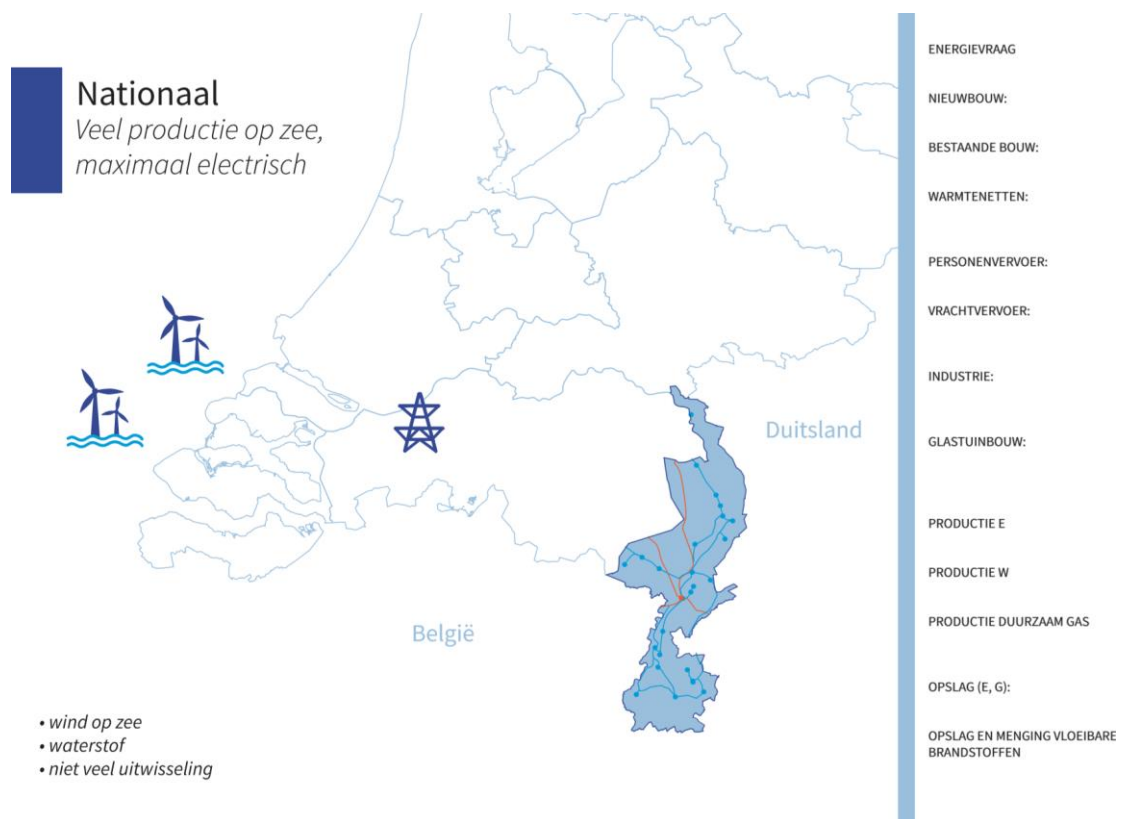
Landbouw:

- Glastuinbouw: warmtevraag met geothermie en met waterstof.

Energiesysteem:

- CO₂-net nodig voor glastuinbouw en voor afvang CO₂ bij industrie; transport richting de Noordzee.
- Productie duurzaam gas: maximaal waterstof uit wind op zee, deels parallelle gasinfrastructuur, om verschillende soorten duurzame gasen te distribueren naar verbruikslocaties.
- Opslag (E, G): inzetten op opslag E en zoveel mogelijk eigegebruik.
- Opslag en menging vloeibare brandstoffen ten behoeve van mobiliteit inclusief lucht/zeevaart: geleidelijke verschuiving naar synfuel op basis van waterstof.

Figuur 4 - Overzicht kenmerken scenario 2050 Nationaal



2.5 Scenario C: Europees

Algemeen:

- Aard van het systeem: sturing door een Europese CO₂-heffing die geldt voor alle sectoren. Dit werkt uit in een grotere nadruk op groen gas in verschillende sectoren.
- Stevige groei van zonne- en windenergie.
- De industrie groeit, maar zonder CO₂-uitstoot door een combinatie van hybride elektrificatie en CCS waaronder de productie van ‘blauwe’ waterstof. Mede vanwege de hybridisering geeft dit scenario een meer gematigde elektriciteits-piekvraag.
- Er is meer import van energie, dan in de vorige twee scenario’s en een blijvende rol voor gas in de wijken en andere sectoren. Dit alles in de vorm van groen gas en een mix van ‘blauwe’ en ‘groene’ waterstof.

Gebouwen:

- Mix warmte, all electric en waterstof (woningen en utiliteit).

Mobiliteit:

- Alle personenvervoer: elektrische aandrijving en elektrisch laden, ook waterstof.
- Vrachtvervoer: waterstof + brandstofcel.

Industrie:

- Industrie: beperkte elektrificatie, daarnaast waterstof.

Landbouw:

- Glastuinbouw: warmtevraag met geothermie en met waterstof.
- CO₂-net nodig voor glastuinbouw en voor afvang CO₂ bij Chemelot, transport richting de Noordzee, aansluiting ook voor Ruhrgebied.

Energiesysteem:

- Productie duurzaam gas: import waterstof, deels parallelle gasinfrastructuur, om verschillende soorten duurzame gassen te distribueren naar verbruikslocaties.
- Opslag (E, G): inzetten op nationale opslag E, uitwisseling met andere landen.
- Opslag en menging vloeibare brandstoffen ten behoeve van mobiliteit inclusief lucht/zeevaart: geleidelijke verschuiving naar synfuel op basis van waterstof.

Figure 5. Scenario D: Internationaal - 2050



2.6 Scenario D: Internationaal

Algemeen:

- Aard van het systeem: de markt regeert en zoekt internationaal naar de opties met de laagste kosten.
- Waterstofimport uit landen waar dit wellicht makkelijker/goedkoper te produceren is
- Minder inzet van groengas, maar wel een sterke hybridisering met vooral waterstof als back-up, dit ook ter ondersteuning van de groei van de industrie.
- Door de waterstofimport is er minder windvermogen nodig voor nationale elektrolyse, en daarom is dit scenario het laagste in nationale duurzame elektriciteitsproductie.
- Stevige groei van de nationale elektriciteitsproductie.
- Gas wordt voornamelijk voorzien in de vorm van geïmporteerde waterstof.

Gebouwen:

- Mix warmte, all electric en waterstof (woningen en utiliteit).

Mobiliteit:

- Alle personenvervoer: elektrische aandrijving en elektrisch laden, ook deels waterstof.
- Vrachtvervoer: waterstof + brandstofcel.

Industrie:

- Industrie: beperkte elektrificatie, vooral waterstof.

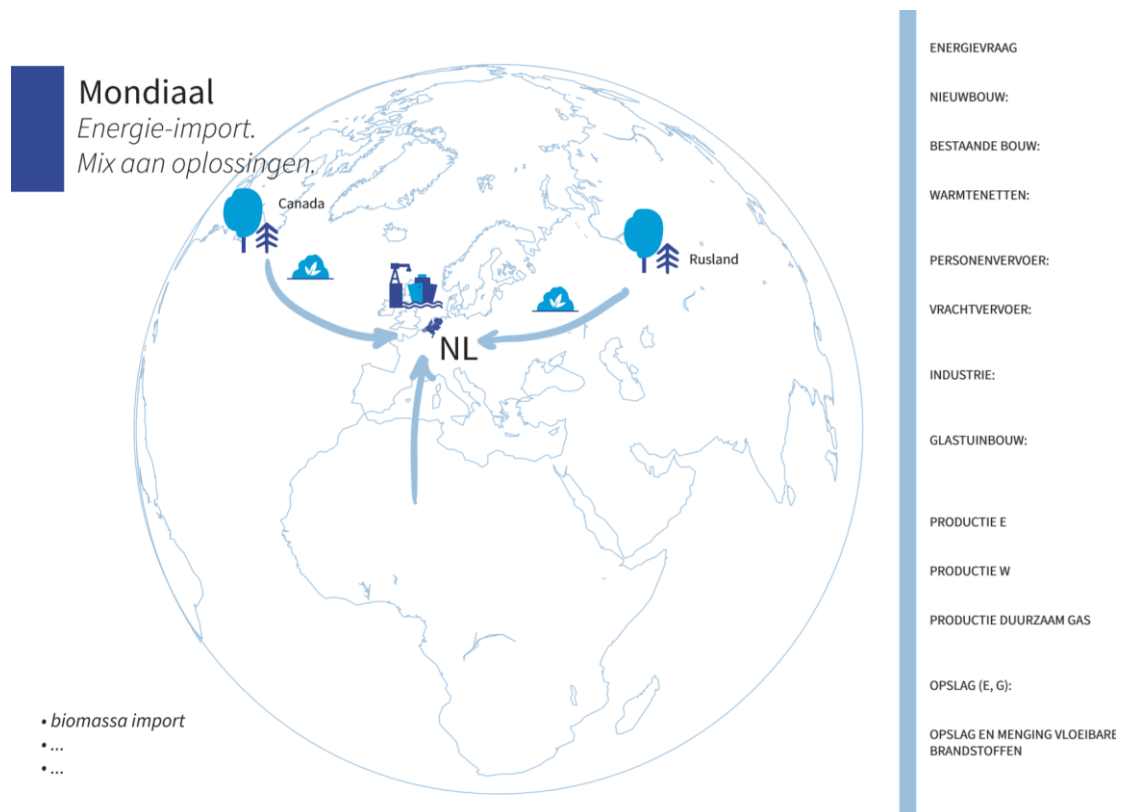
Landbouw:

- Glastuinbouw: warmtevraag met geothermie en met waterstof.

Energiesysteem:

- Productie duurzaam gas: import waterstof, deels parallelle gasinfrastructuur, om verschillende soorten duurzame gassen te distribueren naar verbruikslocaties.
- Opslag (E, G): opslag E als onderdeel van de markt, uitwisseling met andere landen.
- Opslag en menging vloeibare brandstoffen ten behoeve van mobiliteit inclusief lucht/zeevaart: geleidelijke verschuiving naar synfuel op basis van waterstof.
- Lokale warmtenetten; geen grootschalige warmte-infrastructuur.

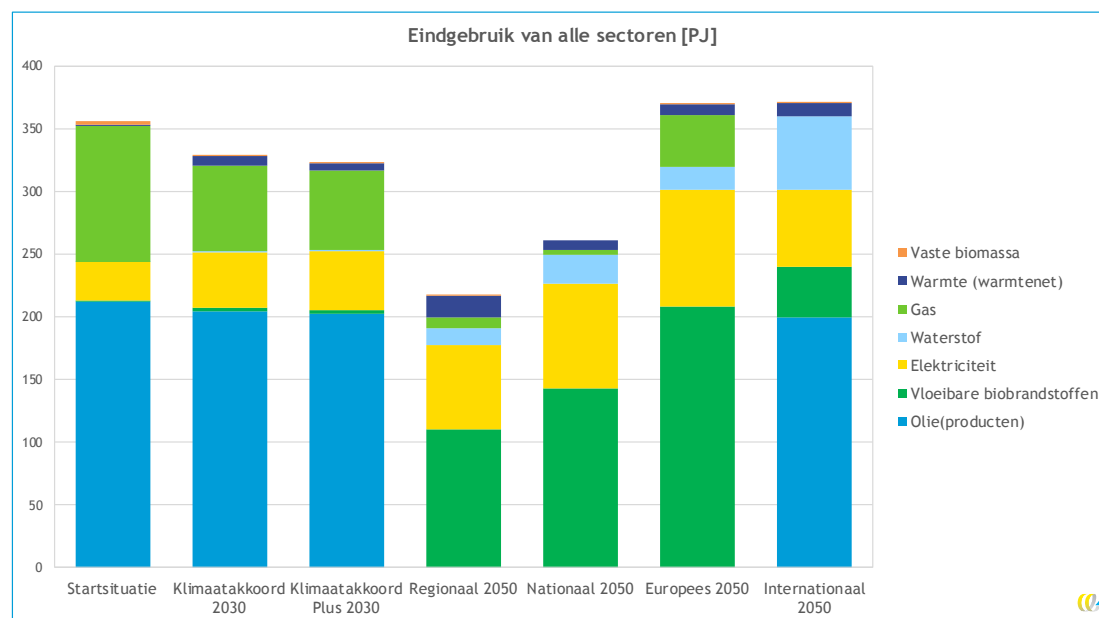
Figuur 6 - Overzicht kenmerken scenario 2050 Mondiaal



2.7 Totaal overzicht Limburg



In Tabel 4 is de energievraag in Limburg geschetst voor 2020, de twee scenario's in 2030 en vier scenario's in 2050.

Figuur 7 - energiegebruik in alle sectoren in de energiescenario's 2030 en 2050



Tabel 4 - Overzicht vraag in alle scenario's (PJ/jr)

		2020	2030		2050			
			KA	KA+	Reg.	Nat.	Eur.	Int.
	Totaal							
	Methaan	87,3	49,0	43,8	6,1	4,0	15,8	87,3
	Elektriciteit	31,2	43,9	46,6	68,1	84,5	95,6	31,2
	Waterstof	0,0	0,7	0,9	2,7	8,2	18,6	0,0
	Warmte	1,0	4,6	3,1	16,8	6,2	8,7	1,0
	Biofuels	0,9	3,0	3,1	1,6	3,5	8,3	0,9
	Biomassa	2,6	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	2,6
	Gebouwde omgeving							
	Aardgas	22,9	13,8	10,3				
	Groengas				3,7	3,1	7,1	0,0
	Elektriciteit	5,7	9,1	10,0	10,4	12,9	10,3	10,3
	Waterstof	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	8,2
	Warmte	0,2	0,8	0,3	7,8	1,0	3,5	3,5
Bio	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	Mobiliteit							
	Fossiel	32,0	21,0	19,2	0,0	0,0	0,0	0,0
	Elektriciteit	0,2	1,9	2,3	6,5	7,6	8,3	6,4
	Waterstof	0,0	0,6	0,8	0,5	2,8	6,2	7,8
	Biobrandstof	0,9	3,0	3,1	1,6	3,5	8,3	11,5

		2020	2030		2050			
			KA	KA+	Reg.	Nat.	Eur.	Int.
	Industrie **							
	Aardgas	43,7	25,4	24,6				
	Groengas				0,0	0,0	7,4	0,0
	Elektriciteit	16,3	22,4	22,9	34,9	47,4	60,9	31,4
	Waterstof	0,0	0,1	0,1	2,3	5,4	10,8	11,1
	Warmte (stoom)	0,0	0,2	0,2	1,0	0,0	0,0	0,0
	Olieproducten	40,0	44,7	44,7	0,0	0,0	0,0	0,0
	Biomassa	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	28,4
	Landbouw							
	Aardgas	10,2	5,9	5,6				
	Groengas				2,2	0,0	0,0	0,0
	Elektriciteit	1,7	1,8	2,3	5,7	6,0	5,9	5,8
	Waterstof	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Warmte	0,5	1,3	1,3	2,3	2,3	1,6	2,2






* Vraag is hier gedefinieerd als afname aan de poort of aan de meter, wat er geleverd zou moeten worden via de energie-infrastructuur. Dit is anders dan finaal gebruik achter de poort of achter de meter. De cijfers zijn exclusief ruwe olie en andere grondstofstromen. De cijfers zijn exclusief de vraag van centrales voor productie voor de elektriciteitsmarkt.

** Chemelot is hier als één vraagpartij opgenomen. Wat onderling wordt uitgewisseld aan stoom, warmte en kraakgassen blijft hier dus buiten beeld.

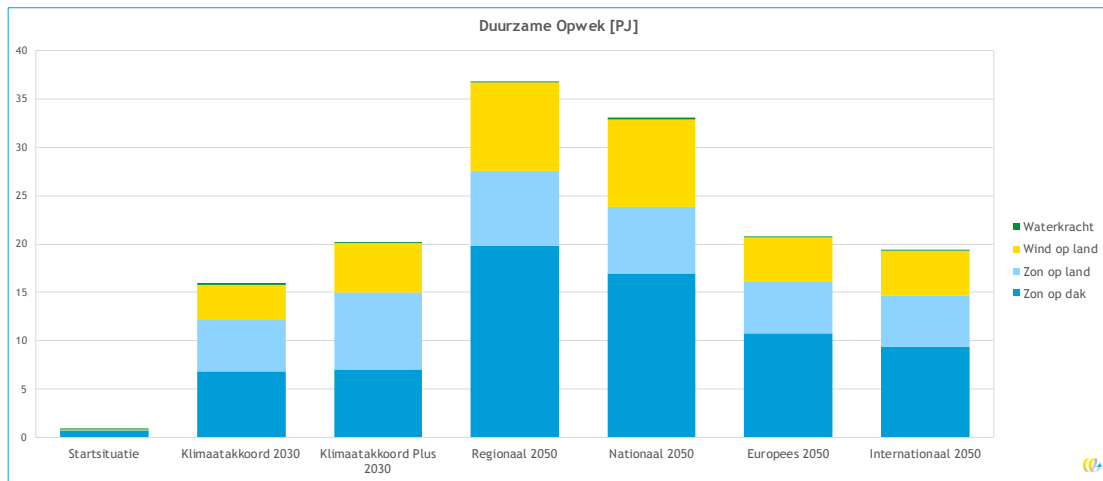
*** In afwijking van de andere cijfers geeft deze regel het waterstofgebruik weer (achter de poort), niet de afname aan de poort.

Aanbod

Tabel 5 - Overzicht aanbod in alle scenario's

		2020	2030		2050			
			KA	KA+	Reg.	Nat	Eur.	Int.
	Gas (PJ/j)							
	Groengas				6,1	4,0	15,8	0,0
	Waterstof	0,0	0,7	0,9	2,7	8,2	18,6	28,5
	Aardgas	87,3	49,0	43,8				
	Wind (PJ/j)							
	Op land	0,1	3,5	4,8	9,1	9,1	4,6	4,6
	Waterkracht	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Zon (PJ/j)							
	Dak	0,7	7,7	7,7	20,3	17,8	11,6	10,2
	Veld	0,0	4,7	6,5	7,8	6,8	4,7	4,7
	Centrales (MW)							
	Aard/groengas							
	Waterstof							
	Biomassa							
	Elektrolyse (MWe)							

Figuur 8 - Productie van elektriciteit uit zon, wind, waterkracht in Limburg



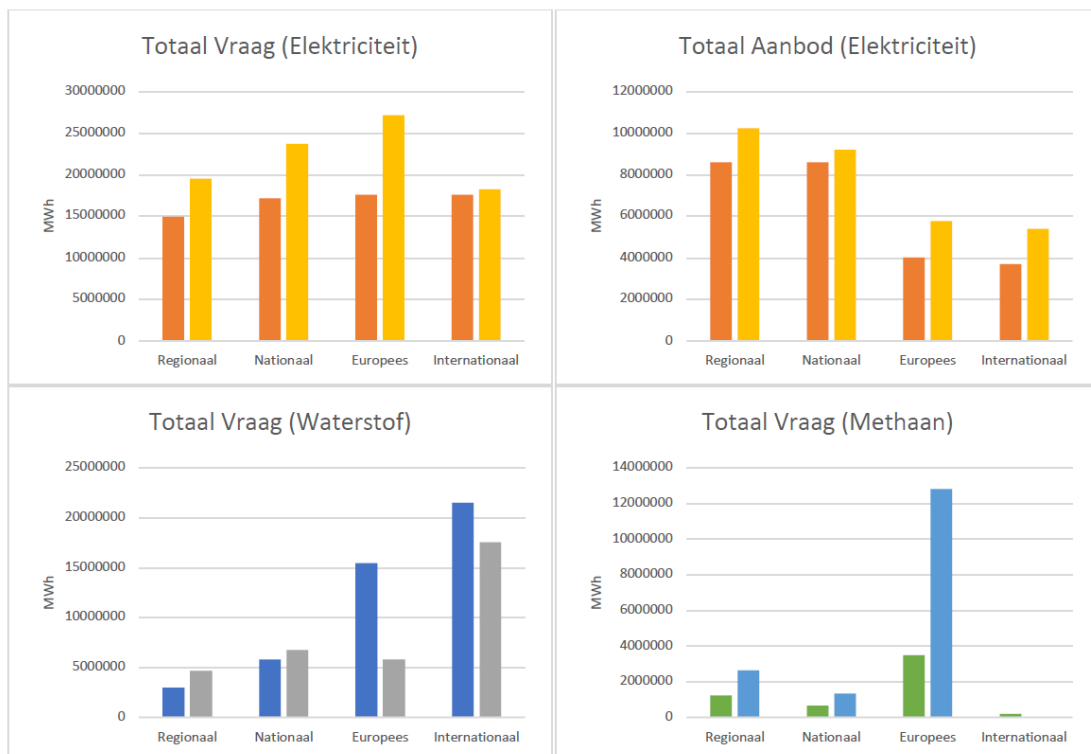
Met al deze inputgegevens over energievraag en energieproductie zijn de netbeheerders (Enexis, TenneT en Gasunie) gaan rekenen aan de effecten op hun netten.

Dit heeft geleid tot het inzicht in waar knelpunten ontstaan in de gas- en elektriciteitsnetten en waar aanpassingen nodig zijn. Oplossingen daarvoor zijn verkend en beschreven in Bijlage F 'Knelpunten en oplossingen'.

3 Vergelijking II3050 en Systeemstudie Limburg

Netbeheer Nederland heeft in februari 2020 de Integrale Infrastructuurverkenning 2030-2050 (II3050) gepubliceerd. Hierin worden vier landelijke toekomstbeelden geschetst voor het Nederlandse energiesysteem in 2050. Deze landelijke uitkomsten zijn vervolgens geregionaliseerd naar buurtniveau. Per buurt is bepaald welk aandeel deze buurt heeft in de landelijke energie- en technologietotalen: Hoeveel van het totaal aantal zonnepanelen komt in buurt X? Hoeveel van het aantal elektrische auto's? Etc. Deze regionalisering is gedaan aan de hand van verdeelsleutels. Het landelijke aantal zonnepanelen is bijvoorbeeld verdeeld over de buurten aan de hand van de hoeveelheid geschikt dakoppervlak per buurt. In de systeemstudie is ook op buurtniveau gerekend voor alle Limburgse buurten. Een belangrijk verschil tussen de aanpak van de systeemstudie en II3050 is dat in de systeemstudie bottom-up gerekend is terwijl II3050 een top-downbenadering heeft. Het startpunt van de systeemstudie is het verzamelen van zoveel mogelijk lokale gegevens, plannen, trends en karakteristieken op buurtniveau. Op basis hiervan zijn per buurt toekomstscenario's doorgerekend die samen optellen tot scenario's voor het Limburgse energiesysteem (bottom-up). Het startpunt van II3050 is de uitkomsten van de landelijke scenario's, die vervolgens zijn geprojecteerd naar buurtniveau. Op jaarbasis zijn de uitkomsten van beide studies als volgt:

Figuur 9 - Vergelijking jaarvraag II3050 en systeemstudie Limburg



In Figuur 9 is een vergelijking weergegeven van de Limburgse jaarvraag naar elektriciteit, waterstof en methaan en de jaarproductie van elektriciteit volgens I13050 (linkerbalk) en de Systeemstudie (rechterbalk) voor de vier 2050-scenario's.

We hebben de uitkomsten van beide studies vergeleken. Voor de meeste sectoren liggen de resultaten in dezelfde orde grootte. Er zijn de nodige significante verschillen binnen sectoren, maar beide studies geven geen radicaal andere uitkomsten.

Voor twee categorieën verschillen de uitkomsten van I13050 en de Systeemstudie wel in grote mate: de energiegebruiken van Chemelot en de productie van zon-op-dak. Deze categorieën verklaren het leeuwendeel van de verschillen in de bovenstaande totaalgrafieken.

Figuur 10 - Vergelijking jaarvraag I13050 en systeemstudie Limburg - industrie en zon op dak



In Figuur 10 is een vergelijking weergegeven van de jaarvraag naar elektriciteit, waterstof en methaan in de Limburgse industrie en de jaarproductie van zon-op-dak volgens I13050 (linkerbalk) en de Systeemstudie (rechterbalk) voor de vier 2050-scenario's.

In de Systeemstudie is er bij het opstellen van toekomstbeelden voor de industrie nauw contact geweest met experts van Chemelot en de LEA-bedrijven. Hierdoor heeft de Systeemstudie maximaal rekening gehouden met de karakteristieken van de Limburgse industrie. In I13050 is dit niet het geval. I13050 heeft aangegeven de resultaten van de Systeemstudie over te nemen.

Voor zon-op-dak bouwt de Stroomstude voort op de huidige plannen van de Limburgse RES'sen. Deze plannen waren nog niet beschikbaar bij het opstellen van de I13050-scenario's. In de Limburgse RES'sen speelt zon-op-dak een grote rol en is er relatief een kleinere rol voor windenergie. Hierdoor wijken de cijfers af van I13050.



4 Literatuur

ACM, 2019. Levering van warmte : Warmtetarieven. [Online]
Available at: <https://www.acm.nl/nl/warmtetarieven>
[Geopend 2019].

CBS Statline, 2019. Energieverbruik particuliere woningen; woningtype, wijken en buurten, 2016. [Online]
Available at: <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/83800NED/table?dl=16999>
[Geopend 2019].

CBS, 2018. Kerncijfers wijken en buurten 2017. [Online]
Available at:
<https://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=83765NED&D1=85&D2=6211&HDR=T&STB=G1&VW=T>
[Geopend 2019].

CE Delft, 2017. Net voor de Toekomst : achtergrondrapport, Delft: CE Delft.

ECN, 2013. Verbetering referentiebeeld utiliteitssector: : voorraadgegevens, energiegebruik, besparingspotentieel, investeringskosten, arbeidsinzet, Petten: ECN.

Gasunie, 2018. Verkenning 2050 : discussiestuk, Groningen: Gasunie.
Meijer Energie & Milieumanagement B.V., 2008. Swing, Den Haag: Meijer Energie & Milieumanagement B.V..

RVO, lopend. EPBD. [Online]
Available at: <https://www.ep-online.nl/ep-online/>
[Geopend 2019].

WK2020, 2013. WoningKwaliteit 2020 Factsheet 7.5 : Verschil tussen theoretisch en werkelijk energiegebruik voor woningverwarming. [Online]
Available at: <http://www.wk2020.nl/documents/Factsheet7.5.pdf>
[Geopend 2019].