

# De rol van gas en Gasunie in de duurzame energievoorziening

Visies, ambities en  
beleidsaanbevelingen



# De rol van gas en Gasunie in de duurzame energievoorziening

## Visies, ambities en beleidsaanbevelingen

Versie 2.1  
April 2016



## Inhoud

### Inleiding

#### 1 Energietransitie in vogelvlucht

- Minder energie, meer energievormen, nieuwe spelers
- Uitdagingen verschillen per sector
- Rollen veranderen
- Inzicht in de effecten op systeemniveau
- Oog houden voor grensoverschrijdende energie
- Het transitieproces
- Open vizier voor innovatie

#### 2 Groeiende behoefte aan flexibiliteit

- Vraag en aanbod balanceren wordt uitdaging van formaat
- Verduurzaming staat of valt met voldoende flexibel inzetbare energie
- Energievormen die slim samenwerken creëren flexibiliteit
- Flexibiliteitsbronnen
- Gas als betrouwbare back-up en flexibiliteitsbron voor de energiemarkt

#### 3 Duurzame warmte voor wonen en werken

- Lokale omstandigheden bepalen de oplossingen...
- ...en vergen een centrale visie op balanceren van vraag en aanbod
- Minder vaak gas in nieuwbouw
- Bestaande bouw is moeilijker te verduurzamen dan nieuwbouw
- Oplossing voor bestaande bouw: de hybride warmtepomp
- Warmtenetten waar restwarmte beschikbaar is

#### 4 Hernieuwbaar gas in de duurzame energiemix

- Hernieuwbaar gas is duurzaam en versterkt de biobased economy
- Net zo efficiënt als aardgas, met de dezelfde systeemvoordelen
- Hernieuwbaar gas in 2050: hoeveel is mogelijk?
- Optimale conversietechnieken zijn nodig om op te schalen
- Waterstof als een van de toekomstige hernieuwbare brandstoffen

#### 5 Energie voor de industrie

- Oplossingen nodig voor hogetemperatuurprocessen: (hernieuwbaar) gas
- Carbon Capture and Storage (CCS) als tijdelijke oplossing

#### 6 CO<sub>2</sub>-reductie in transport en mobiliteit

- (Bio) LNG maakt zwaar transport over weg en water schoner en stiller
- Uitrol infrastructuur



Het realiseren van de doelstellingen voor CO<sub>2</sub>-reductie en de bijbehorende omschakeling in het energiesysteem is een uitdaging van groot formaat en vergt visie, onmiddellijke daadkracht en samenwerkingsbereidheid. Gasunie wil graag een bijdrage leveren aan de versnelling van de energietransitie.



## Actieve rol in de energietransitie

Nederland werkt aan een toekomst met schone energie. De doelstellingen zijn ambitieus: in 2050 moet de uitstoot van broeikasgassen 80 tot 95% lager zijn dan in 1990. Deze doelstelling moet worden gerealiseerd door een vrijwel volledige CO<sub>2</sub>-reductie in de energievoorziening, omdat een deel van de emissies vrijkomen bij moeilijk te beïnvloeden processen (landbouw, veeteelt, ontbossing). Dit vereist een ingrijpende transformatie die veel meer dan alleen technologisch van aard is en die in een voortdurende wisselwerking zal staan met bredere maatschappelijke ontwikkelingen: sociaal, economisch, financieel. Ook de betrouwbaarheid en kosten van een zich vernieuwende energievoorziening vergen aandacht. Het is bovendien een transformatie waarbij de energievoorziening niet mag haperen: tijdens de verbouwing gaat de verkoop gewoon door.

De transitie naar een CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening raakt alle sectoren en spelers, maar is in de eerste plaats een actief proces waaraan we zelf samen vorm kunnen geven. Vanuit de verantwoordelijkheid die onze publieke taak met zich meebrengt en vanuit onze specifieke positie en expertise willen wij een substantiële bijdrage leveren aan het welslagen van de energietransitie. Het is onze ambitie om als bedrijf en dienstverlener deel uit te maken van die schone energietoekomst. Wij willen als een actieve speler in het verduurzamingsproces die toekomst dichterbij helpen brengen. Wij doen dat bijvoorbeeld via Gasunie New Energy BV, die zich richt op het opschalen van innovatieve duurzame technologieën.

Dit stuk is bedoeld als een bijdrage aan de gedachtevorming over de verduurzaming van de energievoorziening en de rol van gas en gasinfrastructuur daarin. Het bevat concrete beleidsadviezen (en soms ook vraagtekens) en schetst via welke rollen wij als bedrijf denken te kunnen bijdragen aan de transitie.

De hoofdstukindeling van dit document sluit aan bij de indeling in energiebehoeften (functies) zoals gebruikt in het Energierapport van het ministerie van Economische Zaken (januari 2016).

Hoofdstukken in dit document	Energiefuncties in Energierapport
Hoofdstuk 1 Energietransitie in vogelvlucht	
Hoofdstuk 2 Groeibehoeftes aan flexibiliteit	Energie thuis: licht en apparaten
Hoofdstuk 3 Duurzame warmte voor wonen en werken	Lagetemperatuurwarmte
Hoofdstuk 4 Hernieuwbaar gas in de duurzame energiemix	Hoge- en lagetemperatuurfuncties
Hoofdstuk 5 Energie voor de industrie	Hogetemperatuurfuncties
Hoofdstuk 6 CO <sub>2</sub> -reductie in transport en mobiliteit	Transport en mobiliteit

Energietransitie is *work in progress*. Een visie op de energietransitie moet daarom in zijn uitwerkingen ruimte laten voor ontwikkeling van inzicht, voor innovaties en voor diversiteit in technologieën. De toekomst laat zich nu eenmaal niet voorspellen.

### Let's Design Our Energy

Energietransitie zien wij als een proces van samenwerking. Er kan niet meer in 'zuilen' of gefixeerde maatschappelijke en bedrijfsmatige posities en functies worden gedacht. Innovatie betreft daarom niet alleen maar technologieën, maar ook samenwerkings- en businessmodellen, en vergt een open houding. Ons credo *Let's Design Our Energy* verwijst daarnaar. Wij willen er een open platform mee creëren voor dialoog over de energietransitie ([www.letsdesignourenergy.nl](http://www.letsdesignourenergy.nl)).



## DEFINITIES

### Duurzaam

Duurzame ontwikkeling is ontwikkeling die aansluit op de behoeften van het heden zonder het vermogen van toekomstige generaties om in hun eigen behoeften te voorzien in gevaar te brengen. Bij duurzame ontwikkeling is dus sprake van een evenwicht tussen ecologische, economische en sociale belangen. In deze brochure worden de begrippen 'duurzame energievoorziening' en 'CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening' naast elkaar gebruikt.

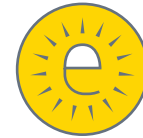
### Hernieuwbaar

Energie afkomstig van natuurlijke bronnen die constant worden aangevuld. Dit is energie uit wind, waterkracht, zon, bodem, buitenluchtwarmte en biomassa. Fossiele energie en kernenergie vallen niet onder hernieuwbare energie, omdat deze afkomstig zijn uit bronnen die niet worden aangevuld. Groen gas, door vergisting of vergassing verkregen uit biomassa, geldt als een hernieuwbare energiebron, omdat CO<sub>2</sub> afkomstig uit biomassa in een kortdurende cyclus wordt afgestaan en opgenomen. Ook waterstof verkregen uit wind- of zonnestroom geldt als hernieuwbaar gas.

### CO<sub>2</sub>-neutraal

Klimaatneutraal of CCO<sub>2</sub>-neutraal zijn termen die aangeven dat een proces niet bijdraagt aan klimaatverandering. Vervanging van fossiele bronnen door hernieuwbare energietechnologieën zijn cruciaal voor de transitie naar een CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening, maar ook aanvullende oplossingen als het afvangen en opslaan van CO<sub>2</sub> zijn nodig om de doelen tijdig te halen.

## Legenda



energie



elektriciteit



warmte



gas



waterstof



waterkracht



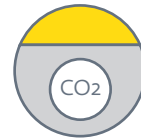
zonne-energie



windenergie

warmte bestaande  
woningenhernieuwbaar  
gas

biomassa



CCS

warmte  
nieuwbouwwijken

warmtenet

hogetemperatuur-  
warmte

gascentrale



scheepvaart

zwaar  
transport

Infographic bij hoofdstuk 1

## Ambitie: een CO<sub>2</sub>-arm energiesysteem in 2050

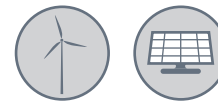
**Gekoppelde netwerken verbinden vraag en aanbod. Over landsgrenzen en energiegrenzen heen**

- helpt duurzame business cases
- creëert efficiency en extra economische waarde



### Uitdagingen in soorten en maten

Welke duurzame alternatieven zijn al beschikbaar?



elektriciteit verduurzamen  
(wind & zon)



warmte in nieuwbouwwijken  
(isolatie, warmtenetten,  
warmtepompen)

Moeilijk te verduurzamen sectoren:  
waar kan hernieuwbaar gas  
uitkomst bieden?



scheepvaart



warmte bestaande  
woningen



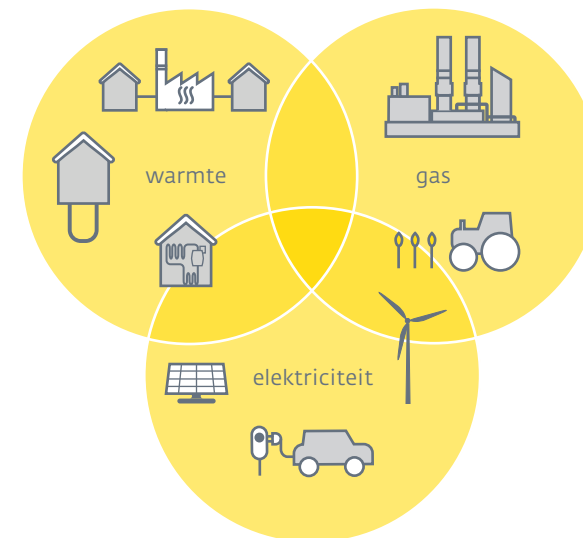
industriën met  
hogetemperatuur-  
processen



zwaar  
transport

**Gekoppelde energie = flexibele energie = slimmere energie = CO<sub>2</sub>-reductie tegen lagere kosten**

Gas op maat: opnemen en bijleveren energie + betrouwbare back-up voor lokale systemen





# Hoofdstuk 1

## Energietransitie in vogelvlucht

Het kabinet streeft in internationaal verband naar een CO<sub>2</sub>-arme energievoorziening. Nederland zal in 2050 een nieuwe aanblik bieden – ook op energiegebied.

### Minder energie, meer energievormen, en nieuwe spelers

Door isolatie van woningen en nieuwe efficiënte technieken in de industrie, gebouwde omgeving en verkeer zal er in 2050 fors minder energie worden gebruikt. Het gebruik van fossiele brandstoffen zal sterk zijn verminderd. Het duurzame alternatief komt niet uit slechts één hoek. Er zullen tal van hernieuwbare energievormen zijn, van zon- en windenergie tot energie uit biomassa en geothermie. De energie wordt vaak decentraal geproduceerd, dicht bij de gebruiker of zelfs door de gebruiker zelf. Nieuwe technologieën hebben niet alleen de opwekking van energie verduurzaamd, maar ook de verdeling en benutting ervan steeds slimmer en efficiënter gemaakt. Er zal een veelheid aan nieuwe spelers op de energiemarkt actief zijn, klein en groot. Er zullen nieuwe markt- en verdienmodellen hun intrede hebben gedaan, en die zullen vaak afkomstig zijn van nieuwe spelers, van buiten de energiesector.

### De uitdagingen verschillen per sector

De transitie naar een CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening stelt alle sectoren voor forse opgaven, maar er zijn wel verschillen. De elektriciteitsvoorziening (nu vijftien procent van de totale energievoorziening) heeft goede hernieuwbare alternatieven in de vorm van wind en zon. Dat ligt anders voor de verduurzaming van het overige deel van het energiegebruik in Nederland. Die moet plaatsvinden in moeilijk(er) te verduurzamen sectoren zoals de warmtevoorziening in de bestaande bouw en, in nog sterkere mate, de industrie en het (zwaar) transport. Slim samenspel van besparing en de inzet van verschillende energievormen moet daar uitkomst bieden en CO<sub>2</sub>-neutrale oplossingen opleveren voor een energievoorziening waarin op dit moment aardgas een zeer grote rol speelt.

### De rollen veranderen

De weg naar een schone energietoekomst houdt ook een transformatieproces in voor de huidige spelers, waaronder ook Gasunie. Business as usual is geen optie. De plaats van gas en gasinfrastructuur in de toekomstige duurzame energievoorziening wordt bepaald door wat er nodig is om de CO<sub>2</sub>-reductiedoelstellingen te realiseren, liefst tegen zo laag mogelijke kosten en met een zo hoog mogelijke betrouwbaarheid. Dit betekent dat gas zijn belang, althans in Nederland, in toenemende mate zal onttelen aan de dienende rol die het kan vervullen in het geheel van toekomstige duurzame energievormen - hoe beeldbepalend gas ook is in de huidige Nederlandse energievoorziening. Er zal richting 2050 minder gas



door Nederland gaan stromen, en dat zal ook nog eens meer en meer hernieuwbaar gas zijn. De rol van Gasunie als dienstverlener op gebied van transport, opslag en balanceren van energie zal zich daarin mee ontwikkelen. De huidige centrale energiesystemen zullen een meer ondersteunende functie krijgen ten opzichte van een toenemend aantal decentrale energiebronnen. De decentrale opwekking van energie uit bronnen die vaak afhankelijk zullen zijn van de natuur, zal leiden tot een grilliger aanbodpatroon. Zeker zolang opslag van decentraal geproduceerde energie technisch en economisch nog niet op toereikende schaal beschikbaar is (een van de grootste uitdagingen in de energietransitie), zullen fysieke netwerken, waaronder de huidige landelijke systemen, een essentiële rol spelen in het balanceren van vraag en aanbod. Daarbij gaat het zowel om het opnemen als om het bijleveren van energie en het functioneren als betrouwbare back-up voor lokale systemen. Gas, in toenemende mate in de vorm van hernieuwbaar gas en gasinfrastructuur kunnen dat flexibel en economisch. Die kracht vormt een waardevolle bouwsteen in de duurzame energievoorziening.

### Verduurzaming vraagt om inzicht van effecten op systeemniveau

De keuzes die consumenten maken op energiegebied zijn aan sterke verandering onderhevig – de opkomst van warmtepompen en elektrisch rijden illustreert dat. Ook de productie van energie verandert – op andere locaties, ook door nieuwe partijen, ook opgewekt door burgers zelf, die daarmee ‘prosumenten’ worden. Met de ontwikkelingen in consumptie en productie veranderen dus twee bepalende componenten in de energieketen. Wat betekent dat voor de andere componenten in de keten, voor transport en opslag van energie, voor de netwerken? Die zullen moeten meeveranderen om het huidige systeem om te zetten in een even stabiel, maar tevens superefficiënt en duurzaam systeem. De optelsom van lokale duurzame oplossingen leidt immers niet vanzelf tot een efficiënt en betrouwbaar energiesysteem op collectief niveau. Dat lukt alleen als we er ook in slagen lokale en centrale energiesystemen, bestaande en nieuwe netwerken en verschillende energiedragers (elektriciteit, gas en warmte) optimaal met elkaar te laten samenwerken (systeemintegratie). Hoe beter dat lukt, hoe beter dat voor consumenten is: de kosten waar zij mee te maken krijgen worden niet alleen bepaald door hun eigen keuzes op lokaal niveau, maar ook door het effect van al die keuzes samen op de kosten van het energiesysteem als geheel. Goede werking en balans op systeemniveau ondersteunt en versnelt ook het transitieproces zelf: hoe efficiënter de duurzame keten als geheel, hoe efficiënter ook de inzet van kostbare duurzame bronnen en hoe minder aanvullende fossiele inzet er nodig is. Om dit mogelijk te maken is inzicht op systeemniveau nodig. Gasunie wil hieraan vanuit haar kennis en ervaring graag een bijdrage leveren.

### Oog houden voor grensoverschrijdende energie

Energiestromen stoppen niet bij landsgrenzen. Landen hebben vaak een specifiek energieaanbod en ook de energievraag heeft een eigen profiel. De diversiteit zal verder toenemen. Het aandeel zonne-energie zal groeien, er komt meer windenergie en meer aanvoer van biomassa uit landen met voldoende duurzaam aanbod. De energieproductie zal naar aard en omvang sterk verschillen per land. Als de energiestromen vanuit de diverse landen internationaal kunnen worden ingezet, krijgen ze extra economische waarde, omdat aanbod en markt bij elkaar worden gebracht. Daarvoor is een sterke infrastructuur nodig met goede internationale verbindingen waarin energiestromen van verschillende aard en omvang fysiek aan elkaar kunnen worden gekoppeld. Dit draagt bij aan een efficiënt internationaal energiesysteem en aan de haalbaarheid van duurzame business cases, waarbij onnodige conversie- en transportverliezen zoveel mogelijk worden vermeden. Een voorwaarde voor een dergelijk grensoverschrijdend systeem is een beleids- en reguleringskader dat het belang van deze internationale interconnectiviteit erkent en mogelijk maakt. In onze regio in Europa voorzien wij een krimpend aandeel van centraal opgewekte elektriciteit. Dat betreft vooral het base-loadvermogen. De vraag naar centraal vermogen zal zich steeds meer toespitsen op flexibele inzet bij piekvraag en koude en als back-up. Als gevolg hiervan zal de flexibele inzet van gas toenemen. Dit biedt kansen voor Nederland als land met een sterke positie op de internationale gasmarkt.

### Het transitieproces

De transitie naar een duurzame energievoorziening kunnen we samenvatten in de ‘trias energetica’:

1. besparen van energie
2. maximale inzet van duurzame energiebronnen
3. zo efficiënt mogelijk gebruik maken van resterend fossiel. Dit houdt ook in dat de meer vervuilende fossiele brandstof door de minder vervuilende wordt vervangen. Daar kan in de komende jaren al veel mee worden gewonnen.

Tenslotte kan ook CO<sub>2</sub> worden afgevangen als tijdelijke maatregel, als energiebesparing, voldoende beschikbaarheid van duurzame bronnen en efficiency-maatregelen technologisch of economisch niet snel genoeg te realiseren zijn.



### Open vizier voor effecten innovaties

Naarmate de stip op de horizon verder weg gelegd wordt, is het moeilijker te overzien wat de effecten van innovaties, laat staan eventuele *disruptive technologies* zullen zijn. Verduurzaming is typisch een proces waarin de spelregels gaandeweg kunnen veranderen. In de periode tot 2050 zullen ongetwijfeld technologische doorbraken plaatsvinden die zullen noodzaken tot herziening van denkbeelden, scenario's en ramingen en die ook op de visies in dit document hun impact hebben. Het is dus zaak om, op basis van alle inzichten die we nu hebben, te komen tot een robuust beleid waarin nieuwe technologische opties benut kunnen worden en lock-ins zoveel mogelijk worden voorkomen.

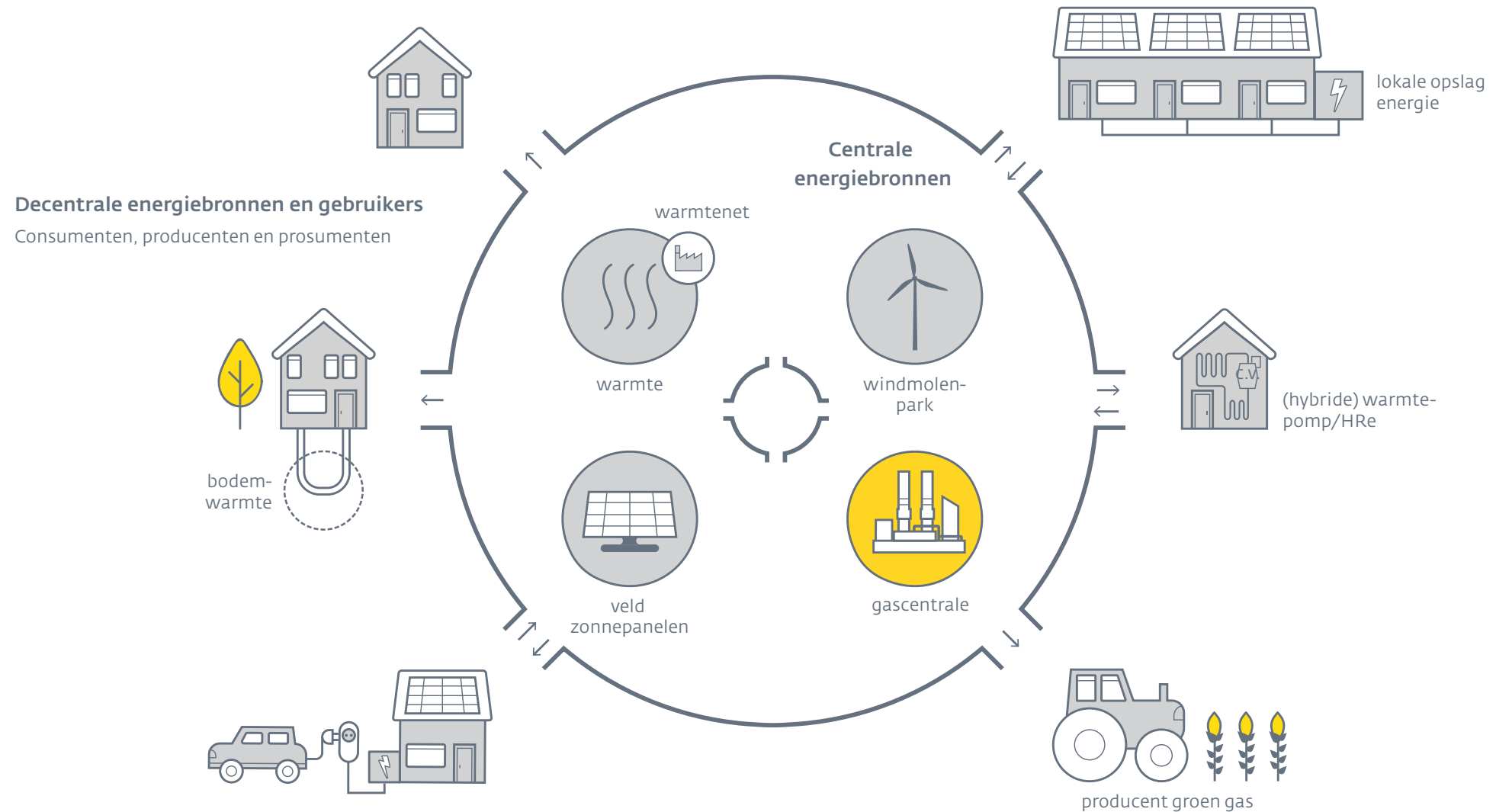
### CO<sub>2</sub>-reductie over het gehele energiespectrum

Energiebesparing en de vervanging van fossiele bronnen door hernieuwbare bronnen vormen de basis voor de energietransitie. De uitdaging waar we voor staan is echter zo groot dat ook alle mogelijkheden voor CO<sub>2</sub>-uitstootbeperking binnen het aandeel van de fossiele energie zullen moeten worden benut. Dit betekent er scherp onderscheid moet worden gemaakt tussen de CO<sub>2</sub>-effecten van de diverse soorten fossiele brandstoffen. Het is van cruciaal belang om het nog beschikbare 'carbon budget' zo efficiënt mogelijk in te zetten. Snelle vervanging van kolen door gas moet daarbij een prioriteit zijn; gascentrales stoten immers twee keer minder CO<sub>2</sub> uit dan kolencentrales. Een veel hogere CO<sub>2</sub>-prijs dan nu het geval is, zou helpen om de groei van schone bronnen te bevorderen en de uiteindelijke uitfasering van fossiele energiebronnen in de juiste volgorde te laten plaatsvinden.



Infographic bij hoofdstuk 2

## Slimme samenwerking van energiebronnen voor een stabiel en flexibel energiesysteem



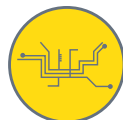
Gas vangt grilligheid van wisselend aanbod wind en zon op



kosten-efficiënt



betrouwbaar



bestaande infrastructuur



## Hoofdstuk 2

# Groeiende behoefte aan flexibiliteit

De energievoorziening van de toekomst zal afkomstig zijn van uiteenlopende decentrale en centrale opwekkingsbronnen. Zowel het aanbod als de vraag zullen grilliger patronen gaan vertonen. Het handhaven van het evenwicht tussen vraag en aanbod (balanceren) wordt daardoor een cruciale factor, die medebepalend zal zijn voor het welslagen van de transitie. Om dat te bereiken zullen energiesystemen en -vormen steeds meer samen moeten werken en zal er een groeiende behoefte zijn aan flexibele op- en afschakelbare energie als back-up voor duurzame energiesystemen die niet permanent beschikbaar zijn en voor invulling van de piekvraag. In dit hoofdstuk geven wij onze visie op deze ontwikkelingen.

### Vraag en aanbod balanceren wordt een uitdaging van formaat

Het is een bekend gegeven dat de beschikbaarheid van duurzame energie uit natuurlijke bronnen als wind en zon niet altijd zal samenvallen met de actuele vraag naar energie. Veel van deze energievormen zijn niet 'afroepbaar' (*dispatchable*). Dat speelt op alle niveaus, lokaal, regionaal, nationaal en Europees en op verschillende tijdschalen. Het is een van de grootste uitdagingen voor Nederland en Europa om vraag en aanbod van energie met elkaar in balans te houden. Duurzame bronnen als wind en zon zijn weersafhankelijk. De geproduceerde elektriciteit kan binnen een paar uren sterk toe- of afnemen. Ook zullen er periodes zijn waarin elektriciteit uit wind en zon niet of nauwelijks beschikbaar is. Dit kan leiden tot tekorten of, bij ontbreken van grootschalige opslagcapaciteit, verlies van waardevolle duurzame energie. Met name in een koude en mistige winterperiode als de warmtevraag gedurende één of meer weken groot is en er nauwelijks zon en wind zijn, zal het aanbod van duurzame energie niet toereikend zijn.

Ook aan de vraagkant verandert er veel. Warmtepompen zullen bijvoorbeeld een essentiële rol vervullen in de verduurzaming van de warmtevoorziening in de gebouwde omgeving. Tijdens koude winterperiodes functioneren veel warmtepompen (met name de luchtwarmtepompen) minder efficiënt. Daardoor zal het elektriciteitsverbruik zeer sterk toenemen. Om invulling te geven aan deze extra elektriciteitsbehoefte moeten energiegebruikers kunnen terugvallen op de flexibiliteit van een achterliggend energiesysteem, in welke vorm dan ook. Ook de toename van elektrisch vervoer zal een sterke uitwerking hebben op de vraag/aanbodbalans.

### Verduurzaming staat of valt met voldoende flexibel inzetbare energie

Door dergelijke ontwikkelingen groeit de vraag naar energie-op-afroep die op economisch verantwoorde wijze als back-up kan dienen voor wind, zon-PV en sommige vormen van duurzame warmte. De omvang van deze flexibiliteitsmarkt zal mee moeten groeien met de inzet van deze duurzame bronnen en met de elektrificatie van de mobiliteits- en de warmtemarkt. Zo blijft het systeem ook bij sterk groeiende productie en gebruik van duurzame energie in balans.



### Energievormen die slim samenwerken creëren flexibiliteit

Het bereiken van een goede balans tussen verduurzaming en kosten (individueel maar ook collectief als samenleving) vergt volle aandacht voor de interactie tussen energievormen op systeemniveau. Een energiesysteem waarin verschillende energievormen en technologieën elkaar op centraal en decentraal niveau slim versterken is nodig om de groeiende vraag naar flexibiliteit te kunnen beantwoorden. Dit is medebepalend voor het realiseren van de gestelde CO<sub>2</sub>-reductiedoelen en het welslagen van de energietransitie. Zo'n systeem stelt burgers en bedrijven in staat om op afroep te kunnen schakelen tussen energievormen en deelsystemen zodat er steeds een optimale balans is tussen duurzame inzet, energiezekerheid en kosten. Daarbij wordt gewisseld tussen verschillende energievormen en -systemen zoals gas, warmte, koude en elektriciteit. Daarnaast wordt gebruikgemaakt van verschillende opslag- en conversiemogelijkheden waarbij energiedragers in elkaar worden omgezet. Als energienetwerken adequaat met elkaar zijn verbonden, kunnen zij ten opzichte van elkaar een flexibiliteits- en back-up rol vervullen. Door 'synergie in energie' na te streven kan de transitie naar een CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening betaalbaar en betrouwbaar worden doorgevoerd. Het zijn uiteindelijk burgers en bedrijven die de rekening betalen.

### Flexibiliteitsbronnen

De toenemende flexibiliteitsbehoefte kan worden ingevuld met diverse flexibiliteitsbronnen:

- conventionele centrales;
- energieopslag (van accu's voor woningen en vliegwielen die kortstondig elektriciteit kunnen leveren tot grootschalige gasopslagen en stuwmeren);
- intelligente vraagsturing, waarbij de vraag zich tegen een vergoeding aanpast aan het actuele aanbod, bijvoorbeeld het later aanzetten van een wasmachine, het opladen van accu's op daluren of aanpassen van productie in de industrie;
- de inzet van verschillende energiedragers via hybride toepassingen, bijvoorbeeld hybride warmtepompen; conversietechnieken: omzetting van elektriciteit in warmte (*power-to-heat*), druk (*power-to-pressure*), gas (*power-to-gas*) en producten (*power-to-products*).

De volgorde waarin deze flexibiliteitsbronnen worden ingezet is voornamelijk afhankelijk van actuele vraag- en aanbodsituaties, de specifieke kenmerken van het flexibiliteitsmiddel (prijs, duur, snelheid van inzetbaarheid) en het gedrag van de afnemers. De verduurzaming van de energievoorziening en de daarmee toenemende flexibiliteits- en back-upbehoefte maken dat de energiedragers gas, elektriciteit en warmte steeds meer met elkaar verweven raken en met elkaar samenwerken. Deze samenwerking van energiedragers vindt niet alleen plaats op netwerkniveau (denk bijvoorbeeld aan gascentrales) maar ook steeds meer bij de eindverbruiker thuis. Een voorbeeld hiervan is de hybride warmtepomp, die warmte kan produceren met elektriciteit en gas. Een ander voorbeeld is de micro-WKK, die warmte levert aan de eigenaar van de installatie en stroom aan de warmtepomp van de bureu. In het proces van verduurzaming zijn 'verwevenheid' en 'samenwerking' sleutelbegrippen.

### Gas als betrouwbare back-up en flexibiliteitsbron voor de energiemarkt

Gas en gasinfrastructuur hebben uitstekende eigenschappen om te dienen als back-up en flexibiliteitsbron voor de elektriciteitsmarkt. Gascentrales kunnen in de toekomstige energievoorziening de leverings- en voorzieningszekerheid van het totale Nederlandse energiesysteem helpen garanderen. Deze inzet past tegelijk in een effectieve CO<sub>2</sub>-reductie, deels door de inzet van hernieuwbaar gas, deels doordat de gascentrales kolencentrales kunnen vervangen. Kolencentrales kunnen moeilijk economisch verantwoord opereren in een back-up functie (lage bedrijfstijd), en al helemaal niet wanneer daar de afvang van CO<sub>2</sub> aan zou worden gekoppeld.



## Beleidsaanbevelingen

Zorg voor de ontwikkeling van een systematiek voor een integraal afwegingskader van regionale warmte-opties. Dat kader kan worden gebruikt bij het maken van keuzes voor de aanleg en het onderhoud van energiesystemen (gas, elektriciteit, warmte). Consequente toepassing en opvolging van zo'n analyse en opvolging van de uitkomsten zijn daarbij gewenst, zodat de vanuit maatschappelijk oogpunt optimale oplossing wordt gekozen en geïmplementeerd. Uitgangspunt hierbij is dat lokale en centrale energiesystemen, bestaande en nieuwe netwerken en verschillende energiedragers (elektriciteit, gas en warmte) samenwerken in een efficiënt en betrouwbaar werkende duurzame energievoorziening.

Zorg voor diepgaand en breed inzicht in de flexibiliteitsmarkt. Blijf TKI-subsidietrajecten die daarop zijn gericht ondersteunen. Honoreer vooral die trajecten waar meerdere belanghebbende partijen en energievormen samenwerken. Een voorbeeld van zo'n samenwerking is de reeds gestarte Flexnet-studie (deelnemers: Energie Nederland, GasTerra en Netbeheer Nederland (Tennet, Alliander, Endinet, GTS)) waarin onder regie van ECN de toekomstig benodigde en beschikbare flexibiliteit van alle energiedragers (elektriciteit, gas, warmte) op alle niveaus (internationaal, landelijk, regionaal, lokaal) in kaart zal worden gebracht.

Creëer en bewaak randvoorwaarden om alle beschikbare flexmiddelen tot volle wasdom te laten komen. Onder andere is een gelijk speelveld voor alle partijen van belang. Marktverstoringen moeten zoveel mogelijk worden voorkomen. Zorg ervoor dat de flow- en prijsinformatie near-realtime en vrijelijk voor iedereen beschikbaar komt zodat de beschikbare flexibiliteitsmiddelen zo efficiënt mogelijk kunnen worden ingezet, zowel voor de Nederlandse als voor de Noord- en West-Europese markt.

## Rol Gasunie

Gasunie wil effectief bijdragen aan de vereiste balans tussen enerzijds de flexibiliteitsmarkt en anderzijds het toenemend vermogen uit zon-PV en wind, elektrisch vervoer en de elektrificatie van de warmtemarkt via de volgende rollen en activiteiten:

- het (helpen) ontwikkelen van een format voor een maatschappelijke-kostenbatenanalyse met inbreng op systeemniveau, vanuit expertise over flexibiliteit en leveringszekerheid;
- het stimuleren van de ontwikkeling van energiemanagementsystemen om toepassing van hybride energiesystemen te faciliteren en de maatschappelijke waarde hiervan optimaal te helpen benutten;
- het (helpen) vormgeven en beheren van near-realtime informatievoorziening;
- het (helpen) ontwikkelen en toepassen van bedrijfsmiddelen die zorgen voor flexibiliteit tussen elektriciteits-, warmte- en gassystemen, zoals power-to-gas installaties en hybride energiesystemen.



## Infographic bij hoofdstuk 3 Oplossingen voor duurzame warmte: bestaande bouw verschilt van nieuwbouw

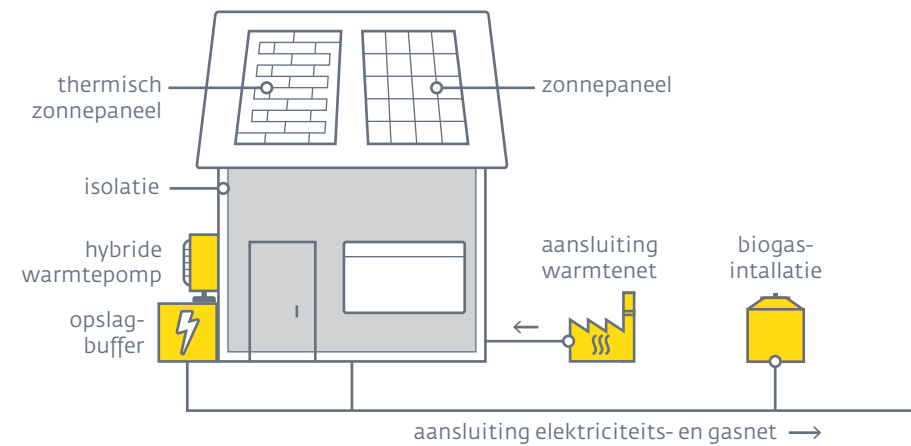
### Bestaande bouw

Verduurzaming bestaande bouw is een uitdaging, want efficiency-  
maatregelen duurzame technieken zijn niet overal even goed toepasbaar



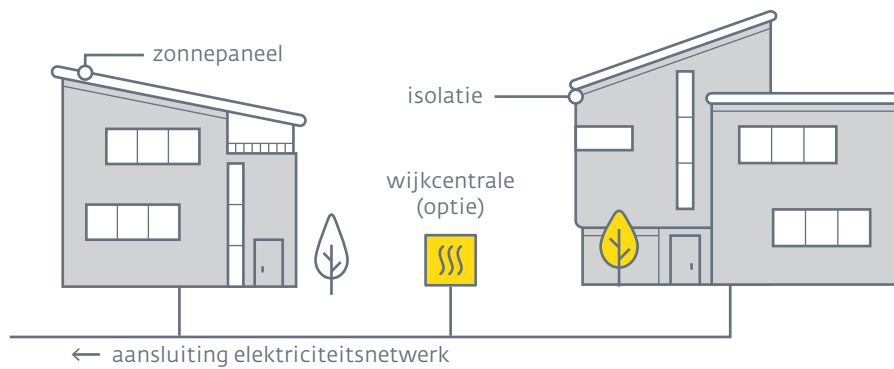
We hebben slimme oplossingen nodig om bestaande  
woningen van duurzame warmte te voorzien

Op basis van kosten-/batenanalyse keuze maken uit  
verschillende oplossingen al naar gelang de lokale omstandigheden

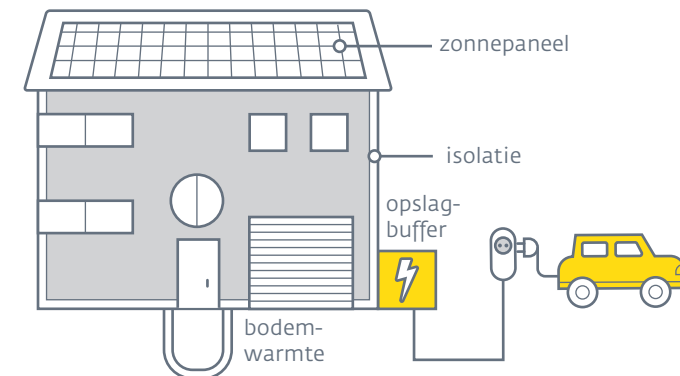


### Nieuwbouw

Bij nieuwbouwwoningen kun je aan energie-efficiency en toepassing van  
duurzame technologieën al in de ontwerpfase prioriteit geven. Dat biedt  
een diversiteit aan verduurzamingsmogelijkheden.



De nieuwbouwwoning van de toekomst kan in hoge mate  
zelfvoorzienend zijn





## Hoofdstuk 3

# Duurzame warmte voor wonen en werken

Op dit moment is de warmtevoorziening in Nederlandse woningen en bedrijven bijna volledig gebaseerd op gas. Dat gaat om een enorm volume en, vanwege de potentieel hoge piekvraag, een nog grotere capaciteitsbehoefte. Vanwege de grote hoeveelheden energie die met de warmtevoorziening gemoeid zijn, is het realiseren van de CO<sub>2</sub>-reductiedoelstellingen sterk afhankelijk van een succesvolle transitie naar een duurzame warmtevoorziening.

### Lokale omstandigheden bepalen de oplossingen...

De warmte in de gebouwde omgeving zal in de toekomst uit diverse duurzame bronnen moeten komen. De energie zal vaker dicht bij de gebruiker geproduceerd worden, decentraal dus. In toenemende mate zal de gebruiker zelf ook producent van energie worden. De mogelijkheden en onmogelijkheden zullen sterk worden bepaald door lokale omstandigheden. In bepaalde gebieden kan restwarmte uitkomst bieden, als er lokaal voldoende aanbod van restwarmte is en deze op een economisch haalbare manier aan de gebruikers ter beschikking kan worden gesteld. Ook geothermie is plaatsgebonden. Daarnaast kunnen aan de kant van de afnemer de omstandigheden sterk verschillen. Verduurzaming van de warmtevoorziening in oude binnensteden is een volstrekt andere opgave dan in nieuwbouwwijken. Er zal daarom per situatie moeten worden bekeken wat energetisch, technisch en economisch de meest geschikte oplossing is.

### ... en vergen een centrale visie op het balanceren van vraag en aanbod

Het is cruciaal dat bij het realiseren van duurzame energieoplossingen op lokaal niveau ook wordt gekeken naar de effecten op systeemniveau. Een lokaal optimale oplossing staat niet garant voor een optimale grootschalige toepassing. Hierbij spelen netwerkkosten vaak een doorslaggevende rol. Decentrale oplossingen vergen in die zin een centrale visie. Op systeemniveau ligt de uitdaging in de verduurzaming van de warmtevoorziening niet zozeer in het tot stand brengen van een jaarvolumebalans, maar in het zekerstellen van de urbalans: de juiste hoeveelheid warmte, op de juiste plek, op het juiste moment. Centraal staat de capaciteitsvraag en het balanceren van vraag en aanbod. Daarbij zal de energiedrager gas, en in toenemende mate hernieuwbaar gas, een belangrijke rol kunnen spelen als flexibele en kostenefficiënte back-up voor decentrale systemen.



### Minder vaak gas in nieuwbouw

Nieuwbouwhuizen kunnen energetisch zo ontworpen worden dat een gasaansluiting niet altijd nodig is. In veel gevallen zal een elektriciteitsaansluiting volstaan, soms zal daarnaast ook een warmteaansluiting worden gerealiseerd. De benodigde flexibiliteit zal het beste lokaal, op wijkniveau, kunnen worden gerealiseerd om hoge kosten voor het verzwaren van de elektriciteitsinfrastructuur te voorkomen. Gas, ook in zijn duurzame varianten, kan daarbij een rol spelen, bijvoorbeeld via een wijkcentrale of warmtekrachtkoppeling (WKK).

### Bestaande bouw is moeilijker te verduurzamen

Verduurzaming van de warmtevoorziening van de bestaande bouw is een uitdaging, zeker bij oudbouw in de binnensteden. Omdat naar verwachting ongeveer 80% van de huidige woningen in Nederland er in 2050 nog zal zijn. Hier is veel te winnen door de warmtevraag te verkleinen door isolatie en efficiëntiemaatregelen. Voor het overige zal een transitie naar duurzame bronnen nodig zijn. Bestaande huizen kunnen duurzaam verwarmd worden met warmtepompen (elektrisch of hybride) of via een aansluiting op het warmtenet als er lokaal voldoende warmte beschikbaar is.

### Oplossing voor bestaande bouw: de hybride warmtepomp

Om de energievoorziening van bestaande woningen en gebouwen in 2050 volledig duurzaam te krijgen, biedt de inzet van hybride warmtepompen goede mogelijkheden. Bij de hybride warmtepomp werken elektriciteit en gas slim samen. Een elektrische (lucht-)warmtepomp levert het grootste deel van de benodigde warmte en een aangekoppelde of ingebouwde kleine HR-ketel wordt slechts bijgeschakeld in het geval van een extreem hoge warmtevraag en bij piekverbruik (heet water). Het gebruik van gas wordt door deze techniek sterk teruggedrongen en de elektriciteit wordt dankzij de hoge efficiëntie optimaal gebruikt. Het grote maatschappelijke voordeel is dat blijvend gebruik kan worden gemaakt van de bestaande netten, waardoor kostbare uitbreidingen van elektriciteitsnetten vermeden kunnen worden en minder back-up van conventionele centrales nodig is. Het voorkomt ook lock-in effecten: netuitbreidingen en -verzwaringen voor elektriciteit die op enig moment weer overbodig worden, bijvoorbeeld als lokale seizoensopslag van warmte zijn intrede doet.

De hybride warmtepomp is vooral van belang in de bestaande bouw, waar de warmtevoorziening een groot vermogen vereist bij koude weersomstandigheden. Bij toepassing van hybride warmtepompen is extreme isolatie en installatie van vloerverwarming niet altijd noodzakelijk, waardoor verduurzaming kan worden versneld en kosten kunnen worden gereduceerd.

Een hybride warmtepompsysteem kan geïntegreerd worden in het energiesysteem thuis en in de wijk en zo als flexibiliteitsoplossing dienen. In huis gecombineerd met zon-PV, zon-thermisch en een opslagbuffer en op wijkniveau in combinatie met brandstofcellen in een lokaal smart-grid systeem. Doordat hybride warmtepompen kunnen worden ingezet als een bron van lokale flexibiliteit kunnen zij marktwaarde helpen creëren. Bij vervanging van aardgas door hernieuwbaar gas is er dan sprake van een volledig duurzame energievoorziening in de gebouwde omgeving - tegen relatief lage kosten. Als in de toekomst de lokale seizoensopslag van warmte technisch en economisch haalbaar wordt, kan dit de back-upfunctie van het HR-keteldeel van de warmtepomp grootschalig overnemen. Dan komt groen gas vrij om elders te worden ingezet, bijvoorbeeld in de industrie of in het (zwaar) transport over de weg en het water.

### Warmtenetten waar restwarmte beschikbaar is

Warmtenetten zullen in warmte gaan voorzien op plaatsen waar restwarmte (van industrie, afvalverbrandingsinstallaties en WKK's) beschikbaar is en op economische wijze aan de lokale markt beschikbaar kan worden gesteld. Voorwaarde voor de levering van dit type restwarmte is dat deze wordt geproduceerd op een efficiënte en zo schoon mogelijke manier, dus met geringe CO<sub>2</sub>-uitstoot. Om te grote afhankelijkheid van fossiele restwarmte te voorkomen zou daarbij een belangrijke voorwaarde moeten zijn dat concreet perspectief op duurzame warmtebronnen bestaat. Duurzame warmte kan worden geleverd via biomassa, bodemwarmte, geothermie, zonnethermie en buitenluchtwarmte. Restwarmte van elektriciteitscentrales wordt gezien als een minder goede optie omdat conventionele elektriciteitscentrales steeds minder draaiuren gaan maken als gevolg van een groeiend aandeel van elektriciteit uit zon en wind waardoor ze ook steeds



minder vaak restwarmte aanbieden. Om investeringen in de warmtenetten en de bijbehorende installaties zo laag mogelijk te houden, kan ook hier de energiedrager (groen) gas worden ingezet voor de piekwarmtevraag en eventueel als back-up.

Warmtenetten hebben bij uitstek een lokaal of regionaal karakter. Het aantal leveranciers van warmte aan een warmtenet is relatief gering en ook het aantal afnemers is beperkt. Dit betekent dat deze concepten gevoelig zijn voor uitval aan aanbod- of afzetzijde. Dit kan onder andere optreden als duurzame warmte op enig moment niet beschikbaar is, wanneer er minder restwarmte beschikbaar is (centrales of industrieën worden gesloten) of als de vraag naar warmte afneemt door energiebesparingsmaatregelen bij de gebruikers. Om lock-in effecten vanuit de aanbodzijde zoveel mogelijk te vermijden (bijvoorbeeld het vertrek van een industrie die restwarmte levert, vermindering van restwarmte vanuit afvalverwerking door minder aanbod van afval, een kolencentrale die restwarmte levert aan een warmtenet en om die reden niet afgeschakeld kan worden) verdient het de aanbeveling het aanbod van geproduceerde restwarmte te spreiden over verschillende producenten en verschillende typen warmtebronnen, en daarnaast ook te zorgen voor geschikte back-up en voldoende redundantie.

## Beleidsaanbevelingen

### Algemeen

Neem in de regelgeving op dat de initiatiefnemer<sup>1</sup> van grootschalige<sup>2</sup> infrastructuur-, bouw- of renovatieprojecten een maatschappelijke kosten- en batenanalyse (MKBA) als onderdeel van de vergunningsprocedure opstelt. Daarin moet voor lokale situaties een integrale afweging worden gemaakt om de optimale oplossing vast te stellen: een all-electric oplossing, een aanvullend warmtenet en/of aanleg of instandhouding van een gasnet. Aan de hand van eenduidige criteria kan de maatschappelijk optimale oplossing worden bepaald. De MKBA moet een goede en transparante analyse zijn, waarin de verschillende (maatschappelijke) kosten zuiver worden meegenomen.

Stel als landelijke overheid criteria vast voor een MKBA, op basis van een voorstel dat is uitgewerkt door belanghebbende en kennis-houdende partijen, zoals netbeheerders, producenten, lokale overheden, woningcorporaties, bouwers en (vertegenwoordigers van) woningeigenaren. De uitvoering van de MKBA dient door een erkend deskundige (gecertificeerde) partij te gebeuren. De MKBA is niet vrijblijvend. De initiatiefnemer van een project neemt het besluit voor een definitieve oplossing. Keuze voor een andere oplossing dan de maatschappelijk beste oplossing is niet gewenst, maar wel mogelijk. De meerkosten voor het kiezen van een andere oplossing dienen hierbij aan de veroorzaker (initiatiefnemer) te worden toegerekend. Als onderdeel van het vergunningstraject houdt het bevoegd gezag toezicht op de uitvoering van dit proces. De MKBA kan worden gehanteerd ten behoeve van het energiebestemmingsplan.

### Warmtepompen

Stimuleer technologische en commerciële ontwikkelingen op het gebied van smart energiemanagement. Door smart energiemanagement kunnen de voordelen van elektriciteit en gas worden gekoppeld, zowel binnen de woning als tussen woningen en zelfs wijken en regio's. Dit helpt de toenemende schaarste aan flexibiliteit 'slim' te beantwoorden.

Zorg voor voldoende ruimte in de wetgeving voor innovatieve concepten als hybride warmtepompen zodat deze een rol kunnen spelen bij de verduurzaming van woningen. De nieuwe regelgeving met betrekking tot toepassing van een Energie Prestatie Vergoeding ondersteunt dit.

1. Bijvoorbeeld gemeente, projectontwikkelaar, bouwonderneming, woningcorporatie  
2. Met veel aansluitingen, bijvoorbeeld meer dan 300



Zorg dat de aanschaf van warmtepompen financieel aantrekkelijk wordt voor consumenten, gegeven het feit dat de voordelen ervan zowel op consumentenniveau als op systeemniveau liggen. Hierbij kan gedacht worden aan gebouw-gebonden financiering.

Daarnaast verdient de ontwikkeling van passende financieringsconstructies aandacht. Dit kan gerealiseerd worden in samenwerking met de diverse belanghebbenden, zoals producenten, branchevereniging en banken. Daarbij kan gezocht worden naar mogelijkheden om de duurzame techniek in combinatie met (gecertificeerde) hernieuwbare elektriciteit en groen gas aan te bieden.

### Warmtenetten

De marktordering van warmtenetten moet nader worden onderzocht. De politiek-bestuurlijke warmtetafel biedt een goed platform om de randvoorwaarden voor het ontwikkelen van collectieve warmtelevering nader uit te werken. In de Warmtevisie wordt gepleit voor een nieuw marktmodel voor warmte met één onafhankelijk netbeheerder en meerdere producenten en leveranciers. Het warmterotonde initiatief in Zuid-Holland komt mogelijk hiervoor in aanmerking. Third Party Access behoort in dergelijke gevallen tot de mogelijkheden. In geval van kleinere warmtenetten, waar sprake is van weinig aanbieders kan een dergelijk marktmodel een knelpunt zijn voor de ontwikkeling. Voor dergelijke netten zou daarom overwogen moeten worden eventuele Third Party Access en splitsingseisen niet toe te passen.

## Rol Gasunie

### Algemeen

We maken ons sterk voor een drastische CO<sub>2</sub>-reductie in de gebouwde omgeving in 2050. De inzet van gas - steeds meer in de vorm van hernieuwbaar gas - beperkt zich daarbij tot het afdekken van de piekbehoefte en voor de back-up. Gasunie wil actief nieuwe warmtetechnieken (zoals de hybride warmtepomp) helpen ontwikkelen, warmtenetten helpen realiseren en beheren en verdere opschaling van de productie van groen gas faciliteren.

### Warmtepompen

We willen samen met andere partijen een actieve rol spelen in een optimale, duurzame warmtevoorziening. We willen werken aan een goede analyse van de knelpunten uit de Warmtevisie en aan oplossingen daarvoor. En we willen werken aan het bevorderen van de hybride warmtetechniek, onder andere door proef- en praktijkprojecten en door het helpen wegnemen van bestaande barrières in samenspraak met de consument, installatiebranche, woningcorporaties, projectontwikkelaars en lokale besluitvormers.

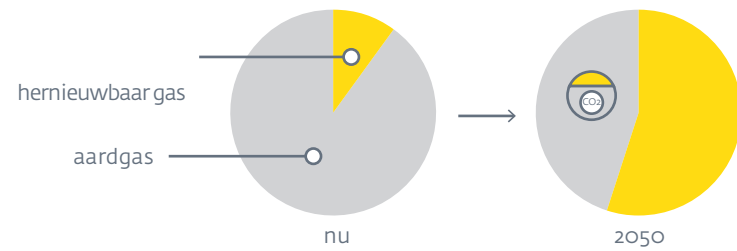
### Warmtenetten

Om de markt van warmtenetten verder te ontwikkelen onderzoekt Gasunie samen met anderen een rol in de aanleg en het beheer van (grootschalige) warmtenetten waar onafhankelijk netbeheer en Third Party Access toegepast wordt. Waarschijnlijk zal dat slechts in de driehoek Rotterdam-Den-Haag-Amsterdam aan de orde zijn.

We willen in consortiumverband een rol spelen bij grootschalige geothermieprojecten (projectontwikkeling, investering, operations). Voorwaarde is wel dat er een passende marktordering van toepassing is.

# Infographic bij hoofdstuk 4 Duurzame energie uit hernieuwbaar gas

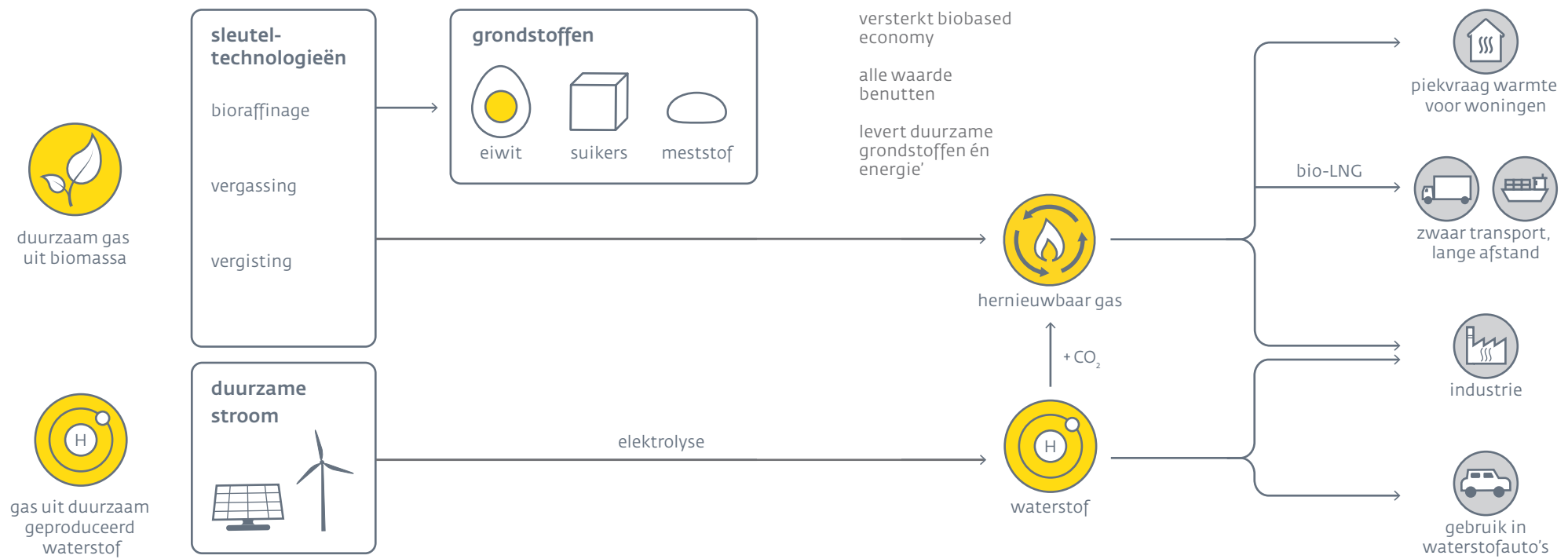
In 2050 is Nederland volledig CO<sub>2</sub> neutraal



Gas kan uitkomst bieden in moeilijker te verduurzamen sectoren



Hernieuwbaar gas biedt oplossingen voor diverse sectoren





## Hoofdstuk 4

# Hernieuwbaar gas in de duurzame energiemix

In de transitie naar een CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening zal fossiele energie uiteindelijk worden uitgefaseerd en vervangen door andere energievormen. Dit geldt ook voor de inzet van aardgas. Door de afnemende vraag naar gas, met name voor warmte in woningen, voor industriële toepassingen, transport en elektriciteitsproductie, zal het resterende deel in toenemende mate kunnen worden ingevuld met hernieuwbaar gas. Hernieuwbaar gas heeft dezelfde functionaliteit als aardgas, maar komt volledig uit hernieuwbare bronnen. Dat kunnen organische bronnen zijn (groen gas) maar het kan ook gaan om gas dat met behulp van hernieuwbare elektriciteit wordt verkregen (via elektrolyse uit water bijvoorbeeld). Omdat gebruik kan worden gemaakt van de bestaande gasinfrastructuur is het een energetisch eenvoudige en kostenefficiënte manier om de warmtevoorziening en sommige industriële processen te verduurzamen. In dit hoofdstuk belichten we de potentie van hernieuwbaar gas en de belangrijkste uitdagingen op weg naar het opschalen en optimaliseren van de productie en het gebruik.

### Hernieuwbaar gas versterkt de biobased economy

Naast energiebesparing, energie-efficiency en hernieuwbare bronnen als zon en wind zal in 2050 ook biomassa een belangrijke rol spelen in de duurzame energievoorziening. Biomassa is een schaars goed, dat een groot beslag legt op de beschikbare landbouwgrond. Het zal dan ook primair ingezet moeten worden op een manier die zorgt voor het hoogste rendement. Dat kan via 'cascadering': volgens dit principe worden alle componenten van de biomassa benut in een volgorde waarbij de toepassing met de meeste toegevoegde waarde het eerst aan bod komt. Daarna volgen toepassingen met een steeds lagere toegevoegde waarde. Met behulp van onder meer bio-raffinageprocessen kan de biomassa ontleed worden in bijvoorbeeld eiwitten en suikers, die beide hoogwaardige producten kunnen leveren. Een flink deel van de biomassa zal niet bruikbaar zijn voor de omzetting in hoogwaardige producten en kan worden omgezet in energie (syngas en bioSNG<sup>3</sup>). Via dit principe kan biomassa een hogere economische waarde krijgen dan zonder deze scheiding in componenten. Het hernieuwbare gas dat hieruit wordt verkregen kan het tegen die tijd fors teruggedrongen gebruik van aardgas voor een groot deel verduurzamen. Hernieuwbaar gas heeft dus zowel een functie in de verwaarding van biomassa als in de productie van duurzame energie die nodig is voor sectoren die met andere hernieuwbare bronnen niet makkelijk te verduurzamen zijn.

3. Via vergassing kan synthetisch gas (syngas) worden geproduceerd dat zowel direct als grondstof in de chemie ingezet kan worden of opgewerkt kan worden tot bio Synthetic Natural Gas (bioSNG).



Biomassa zal zoveel mogelijk eerst als grondstof worden gebruikt in de (chemische) industrie, waarvoor het deels wordt vergast tot syngas. De restproducten worden gebruikt voor energietoepassingen. Er kan echter niet precies worden voorspeld welke sector welke hoeveelheden biomassa zal vragen en in welke vorm. Dit is onder andere afhankelijk van de marktprijzontwikkeling van zowel biomassa als van de alternatieven.

### Net zo efficiënt als aardgas, met dezelfde systeemvoordelen

Hernieuwbaar gas heeft dezelfde systeemvoordelen als aardgas, maar dan verduurzaamd: een efficiënte manier van grootschalig energietransport over de lange afstand, met volop mogelijkheden voor opslag en inzet via bestaande technologie (infrastructuur, verbrandingsapparatuur). De systeemimpact van de transitie naar hernieuwbaar gas zal daarom gering zijn. Hernieuwbaar gas vervult in de toekomst dezelfde flexibiliteitsrol die we kennen van aardgas. Vanuit deze systeemeigenschappen vormt hernieuwbaar gas een belangrijke schakel in de toekomstige economie en energievoorziening, nationaal en internationaal.

### Hernieuwbaar gas in de duurzame energievoorziening van 2050: hoeveel is mogelijk?

In de toekomst zullen we mogelijk in staat zijn grotere hoeveelheden hernieuwbaar gas in te zetten. Dit kan waterstof zijn, geproduceerd uit overschotten duurzame elektriciteit, of omgezette biomassa. In een duurzame energievoorziening in 2050 schatten wij dat hernieuwbaar gas 5 tot 10 miljard m<sup>3</sup> aardgas kan vervangen. Op relatief korte termijn kan in Nederland 200 PJ biomassa van Nederlandse oorsprong beschikbaar zijn, meest 'natte' biomassa. Op basis van de wereldwijd beschikbare hoeveelheid biomassa, de relatieve bevolkingsomvang in Nederland en inzet van biomassa in Nederland voor efficiënte en hoogwaardige toepassingen gaan we er vanuit dat op termijn 600 PJ aan biomassa geïmporteerd zal worden, meest 'droge' biomassa. Er liggen nog flinke uitdagingen in het verschiet; op het gebied techniek, infrastructuur, ethische vraagstukken en certificering moet nog het nodig werk verzet worden.

De beschikbare binnenlandse hoeveelheid biomassa, inclusief reststromen, is op dit moment niet groot genoeg om in de volledige vraag uit de verschillende sectoren te voorzien. Import van biomassa of hernieuwbaar gas zal daarom waarschijnlijk nodig zijn. De internationale biomassastromen en duurzaam verantwoorde teelt zijn daarvoor nu echter nog niet voldoende georganiseerd. Daarnaast zijn er innovaties nodig voor efficiëntere en goedkopere conversiemethoden naar hernieuwbaar gas. Het is belangrijk tijdig, dat wil zeggen nú, aandacht te besteden aan de ontwikkeling van biomassastromen, de ontwikkeling van een transparante en goed functionerende markt voor biomassa en aan de verbetering van de conversiemethodes. Prioriteit hebben daarbij die ontwikkelingen die meerwaarde bieden voor zowel de duurzame energievoorziening als voor de biobased economy en maatschappelijke vraagstukken als het mestoverschot.

We zullen moeten inzetten op:

- verbeterde conversietechnieken: de beschikbare biomassa en reststromen in Nederland zo nuttig mogelijk omzetten voor industrie- en energietoepassingen. Vergassing van biomassa is een van de technieken die daarbij in beeld is.
- efficiënte vergroting van biomassastromen: inzetten waar dat energetisch het meest oplevert. De hoeveelheid biomassa die in Nederland en wereldwijd beschikbaar is voor energie en industrie vergroten, en het ontwikkelen van importstromen binnen de grenzen van duurzaamheid.
- Vergroting van de productie van hernieuwbaar gas: op dit moment wordt het potentieel van hernieuwbaar gas onvoldoende benut. Om de productie op te voeren zijn aanvullende maatregelen nodig.

Nederland heeft door het uitgebreide gasnet en door de grote kennis op het gebied van gas een uitstekende uitgangspositie om de verdere ontwikkeling van hernieuwbaar gas ter hand te nemen. Die uitgangspositie geeft ook een voorsprong bij het exporteren van kennis rondom hernieuwbaar gas, want ook buiten Nederland wordt in de toekomst hernieuwbaar gas gebruikt. Het is daarom logisch dat juist Nederland prioriteit geeft aan een versnelde ontwikkeling van het potentieel van hernieuwbaar gas.



### Optimale conversietechnieken nodig om op te schalen

De vergistingstechniek biedt voor de kortere termijn grote kansen voor het vergroten van gasproductie uit GFT en rioolslib en mono-mestvergisting. Mest is de grootste biomassa-bron (2030: 30 PJ) voor de productie van hernieuwbaar gas en de gelijktijdige ontwikkeling van een 'biobased economy'. Door mestvalorisatie zijn er additionele grondstoffen te winnen. Kleinschalige mono-mestvergisting is een cruciale ontwikkeling om deze groei binnen milieukaders en een circulaire economie mogelijk te maken.

Bij vergassingstechnieken wordt droge of voorbewerkte biomassa omgezet in gas door verhitting. Door dit procedé wordt niet alleen het potentiële rendement van het biomassagebruik groter, maar wordt de biomassa ook veel flexibeler inzetbaar dan bijvoorbeeld bij het bij- en meestoken van houtpellets in elektriciteitscentrales. Hiermee kunnen aanzienlijke productievolumes hernieuwbaar gas worden bereikt. Deze techniek biedt de mogelijkheid om optimaal gebruik te maken van grootschalige (geïmporteerde) biomassa voor de 'biobased economy', maar ook om reststoffen die nu nog verbrand worden in afvalverbrandinginstallaties (AVI's) om te zetten in gas. Hiermee kan syngas worden geproduceerd dat direct of als grondstof in de chemie ingezet kan worden. Het kan ook opgewerkt worden tot bioSNG dat in het aardgasnet kan worden geïnjecteerd of gebruikt als hernieuwbare brandstof voor de transportsector. De vergassingstechniek is bewezen, voornamelijk op kleine schaal. Voor marktintroductie is opschaling nodig.

Raffinage van biomassa, bijvoorbeeld van geteelde gewassen als gras, richt zich op het winnen van hoogwaardige stoffen zoals eiwitten uit de biomassa. Daarna kan het restant verder worden verwerkt, bijvoorbeeld tot hernieuwbaar gas. Dit is een voorbeeld van 'cascadering'. De eiwitten kunnen worden ingezet in de foodsector, maar ook worden geraffineerd tot andere hoogwaardige chemische grondstoffen. Vergisting is een bewezen techniek, de winning en vooral de raffinage van eiwitten is in het ontwikkelstadium.

Net als in andere sectoren kunnen innovaties voor game changers zorgen. Op dit moment worden mogelijkheden onderzocht voor grootschalige teelt van macro-algen in zee. Dit is mogelijk bij een zeewatertemperatuur van gemiddeld 20°C. Met een groeitempo van 6% per dag is er in theorie grootschalige productie van bijvoorbeeld eiwitten en biogas mogelijk. Het is echter nog te vroeg om hier concrete kwantitatieve verwachtingen aan te verbinden.

### Waterstof als één van de toekomstige brandstoffen

Hernieuwbaar gas in de vorm van waterstof uit hernieuwbare bronnen, bijvoorbeeld uit zon of wind via de conversietechniek power-to-gas (P2G), kan in de toekomst bijdragen aan vervanging van fossiele brandstoffen in bepaalde sectoren. In de industrie en chemie zijn in toenemende mate hernieuwbare grondstoffen nodig. Momenteel wordt meer dan 2 miljard kilogram waterstof gebruikt uit fossiele bronnen. P2G kan zowel voorzien in hernieuwbare waterstof als in zuurstof en proceswarmte. Daarnaast zijn op termijn opslagsystemen nodig waarmee seizoensgebonden fluctuaties in elektriciteitsverbruik beter kunnen worden opgevangen, een conversietechniek als P2G voor omzetting naar waterstof biedt deze mogelijkheid. Het mogelijk maken van een systeemoptie als de inzet van P2G is toekomstgericht maar vergt wel een jarenlang voorbereidingstraject en een visie op de inpasbaarheid van waterstof.

Om op grote schaal en op betaalbare wijze hernieuwbare energie en grondstoffen om te kunnen zetten en op te slaan zal de P2G-technologie verder moeten innoveren. Dit betreft met name de reductie in investeringskosten en verhoging van de efficiëntie. Hiervoor is tijd nodig. Om dit te realiseren is een meerjarig uitrolplan nodig dat op termijn leidt tot economische inzetbaarheid.

Vanuit het oogpunt van netbeheerders zal er gewerkt moeten worden aan de verbreding van mogelijkheden om waterstof bij te mengen in het gassysteem. Nieuwe apparaten zullen steeds bredere ranges aan gassen moeten kunnen accepteren.



## Beleidsaanbevelingen

Aandacht voor knelpunten bij de productie van hernieuwbaar gas uit biomassa. Marktpartijen werken aan innovatieve technieken en concepten. We zien echter dat er een aantal knelpunten in de markt is, waardoor bij veel van dit soort projecten niet tot uitkering van SDE+ wordt overgegaan, of waardoor projecten uiteindelijk niet haalbaar blijken. Een belangrijke reden hiervoor is dat de kosten voor hernieuwbaar gas sterk worden beïnvloed door fluctuerende biomassaprijzen. In die zin wijkt de productie van hernieuwbaar gas af van zon en wind, waarbij de grootste kostenpost de kapitaalkosten zijn en de operationele kosten goed voorspelbaar. De SDE+ regeling houdt geen rekening met de variabele kosten van de biomassa, waardoor projectontwikkelaars aanzienlijke risico's lopen.

Zorg voor erkenning van synthetisch gas (geproduceerd door onder meer conversietechnieken als vergassing en torrefactie) in het kader van de SDE+ regeling.

Innovatieve projecten komen moeilijk van de grond bij gebrek aan vroegtijdige subsidie (capex) voordat het productieproces op gang komt. Herziening van de SDE+ regeling of aanvullende subsidiemechanismen zouden bekeken moeten worden.

Beoordeel innovatieve projecten die ingericht zijn op basis van het 'cascaderingsprincipe'

Definieer P2G-technologie als energieconversie en als niet-eindgebruiker in het reguleringskader (Gaswet, Elektriciteitswet en Besluit Hernieuwbare Energie Vervoer).

## Rol Gasunie

- Het samen met partners ontwikkelen en opschalen van technologieën voor conversie van biomassa naar waardevolle grondstoffen en hernieuwbaar gas.
- Het opzetten van pilots om in de toekomst toenemende hoeveelheden waterstof in het netwerk te kunnen bijmengen en transporteren.



## Infographic bij hoofdstuk 5 Terugdringen van CO<sub>2</sub> in industriële hogetemperatuurprocessen is een uitdaging

Een CO<sub>2</sub>-arme energievoorziening in het jaar 2050  
vergt volle inzet op hernieuwbare energie - met aanvullend CCS

### De oplossingen

#### Hernieuwbaar gas op grote schaal



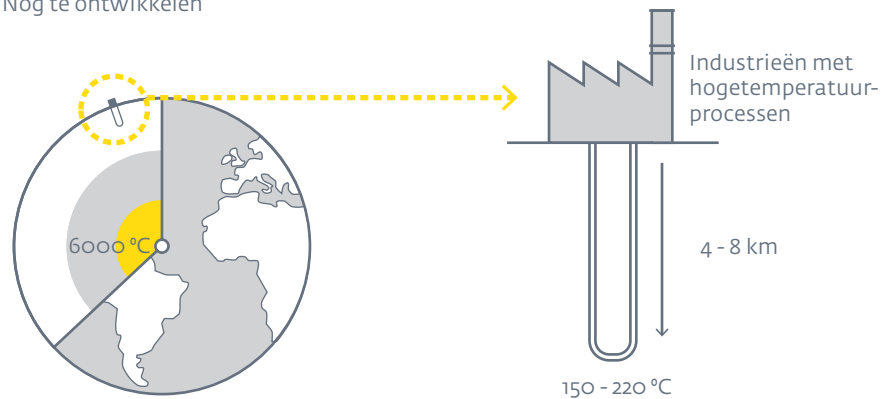
duurzaam gas  
uit biomassa



gas uit duurzaam  
geproduceerd waterstof

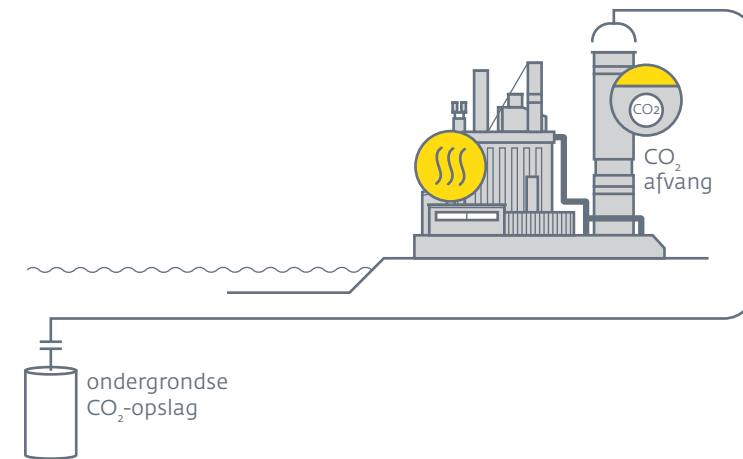
#### Ultradiepe geothermie

Nog te ontwikkelen



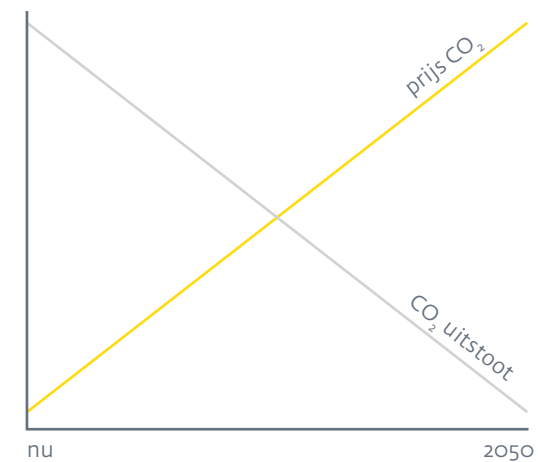
### Carbon Capture and Storage (CCS)

Tijdelijke oplossing om doelstellingen  
tijdig te behalen



### Handel in CO<sub>2</sub>

Een hogere CO<sub>2</sub>-prijs helpt om de groei van schonere bronnen te bevorderen  
en de uiteindelijke uitfasering van fossiele energiebronnen in de juiste volgorde  
te laten plaatsvinden





## Hoofdstuk 5

# Energie voor de industrie

Elektrificatie en hernieuwbare bronnen als biomassa en diepe geothermie kunnen fossiele bronnen als aardgas deels vervangen in laagtemperatuurtoepassingen. De industrie maakt in tal van processen echter ook gebruik van hoge temperaturen.

### Oplossingen nodig voor hogetemperatuurprocessen

Ultradiepe geothermie (meer dan 3500 meter diep) kan op de lange termijn bepaalde industriële processen voorzien van hogetemperatuurwarmte en een alternatief bieden voor gasgebruik. Deze ontwikkeling staat echter nog in de kinderschoenen. Daarom voorzien wij dat gas vanuit gebruiksperspectief en kostenoverweging ook op wat langere termijn nog een noodzakelijke brandstof en grondstof voor de industrie blijft. Vanuit het perspectief van verduurzaming is het zaak om een zo groot mogelijk deel van dat gas hernieuwbaar gas te laten zijn.

### Carbon Capture and Storage (CCS) als tijdelijke oplossing

De klimaatdoelstellingen van de Nederlandse overheid impliceren een volledig CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening in 2050. Dat vergt maximale inzet op energiebesparing, efficiency en alle beschikbare hernieuwbare bronnen. Het is echter de vraag of hernieuwbare bronnen tijdig in voldoende mate ontwikkeld kunnen zijn om een CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening mogelijk te maken. Het is daarom verstandig om ook opties te ontwikkelen die in de periode tot 2050 kunnen worden ingezet om te helpen de klimaatdoelstellingen tijdig te behalen – ook als de industrie nog niet volledig op hernieuwbare bronnen kan leunen. Een van die opties is Carbon Capture and Storage (CCS). Deze techniek kan een (zij het tijdelijke) oplossing bieden om te helpen de industrie tijdig CO<sub>2</sub>-neutraal te maken. Dit is voor Nederland belangrijk omdat onze economie zich, in vergelijking tot andere landen, kenmerkt door een relatief grote energie-intensieve industrie.



CCS wordt weliswaar niet gezien als een duurzame techniek, maar kan wel worden beschouwd als tijdelijke maatregel om CO<sub>2</sub>-reductie doelstellingen in moeilijk te verduurzamen sectoren toch tijdig te realiseren. Het alternatief is immers het niet behalen van de doelstellingen of het verplaatsen van bepaalde industriële processen naar andere landen. Dat laatste levert Nederland en Europa misschien wel een lagere CO<sub>2</sub>-uitstoot op, maar is voor het klimaatbeleid op wereldniveau en ten aanzien van welvaartseffecten contraproductief.

Toepassing van CCS bij gas- en kolencentrales is minder voor de hand liggend. Een belangrijke kostenbepalende factor bij energiecentrales is het aantal vollast-uren. Grote elektriciteitscentrales zullen naar verwachting steeds minder worden ingezet, vooral door de groei van het aandeel hernieuwbare energie. Bij een lager aantal draaiuren zullen de kosten van CCS maar ook kosten van elektriciteitsproductie zodanig toenemen dat inzet niet economisch verantwoord is. Onze verwachting is daarom dat het toepassingsgebied voor CCS vooral beperkt zal blijven tot de energie-intensieve industrie.

Op dit moment en mogelijk ook in de komende jaren is CCS nog te duur. Bij een hogere CO<sub>2</sub>-prijs, of wanneer het CO<sub>2</sub>-plafond fors wordt verlaagd en het Europese 'Emission Trading System' CO<sub>2</sub>-prijs voldoende hoge waarden krijgt, kan CCS mogelijk worden ingezet. Het is verstandig voorbereid te zijn en nu reeds ontwikkeltrajecten op te zetten gericht op het opbouwen van kennis en ervaring op het gebied van CCS-technologie, kostenverlaging van CCS, het ontwikkelen van infrastructuur in Nederland en op het behouden van in Nederland ontwikkelde kennis. CCS vergt daarnaast nadrukkelijke aandacht voor het verwerven van maatschappelijk draagvlak. Er zal gewerkt moeten worden aan het ontwikkelen van een aanpak die zich richt op het creëren van vertrouwen en stabiele lange-termijnrelaties met stakeholders.



## Beleidsaanbevelingen

### Verduurzaming industriële processen

Zorg dat biomassa (in de vorm van hernieuwbaar gas) primair hoogwaardig ingezet wordt als belangrijke grondstof en, in de vorm van groen gas, als brandstof voor industriële producten.

### Carbon Capture and Storage (CCS)

Zorg dat Nederland klaar is voor CCS op het moment dat het nodig blijkt te zijn. Het daadwerkelijk toepassen van CCS vergt een voorbereiding van vele jaren – wij schatten tien tot vijftien jaar. Daarom moeten overheid en relevante partijen nu al bezig met thema's als kostenverlaging, beperking van de risico's, het ontwikkelen van maatschappelijk draagvlak, en het ontwerp van een nationale infrastructuur.

Ontwikkel een langetermijnstrategie voor een periode van 10-15 jaar, inclusief een concreet plan van aanpak. Centraal in het plan van aanpak staat dat de overheid samen met Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen door pilots en demonstratieprojecten praktijkervaring krijgen met CCS. De overheid zal zich dan ook samen met de andere belanghebbenden inzetten voor de ontwikkeling van een dergelijk concreet plan van aanpak. Hierin komen in elk geval de volgende aspecten aan de orde:

- de studie 'CO<sub>2</sub> transport – en opslagstrategie', door Gasunie en EBN, 2010 moet geactualiseerd worden, samen met alle belanghebbenden uit de CCS-waardeketen.
- breng de mogelijke nationale infrastructuur voor CCS in kaart, in de vorm van CO<sub>2</sub>-afvang, pijpleidingen en opslaglocaties. Een dergelijke studie ontbreekt in Nederland en kan een leidraad bieden voor de ontwikkeling van een toekomstige nationale markt voor CO<sub>2</sub> opslag.
- ontwikkel een voorstel voor pilots en demonstratieprojecten in Nederland om inzicht te vergroten in technische aspecten, maar ook aspecten als kostenefficiëntie, beperking projectrisico's, regelgeving en publieke acceptatie.

## Rol Gasunie

### Verduurzaming industriële processen

Participeren in projecten om grootschalige productie van hernieuwbaar gas mogelijk te maken. Waar nodig aanpassing van netwerk en installaties.

Gasunie ambieert een rol in consortiumverband bij grootschalige geothermieprojecten (project ontwikkeling, investering, operations). Voorwaarde is wel dat er een passende marktordening van toepassing is.

### CCS

Werken aan de ontwikkeling van de technische competenties om CCS te kunnen accommoderen in 2020. Hiervoor zullen functionele ontwerpen en operationele procedures worden ontwikkeld.

Klaar zijn om CO<sub>2</sub> af te vangen vanaf 2030, onder andere afkomstig uit reformingprocessen. Daarmee wordt 'pseudo-duurzaam' waterstof verkregen.

Doel: een sleutelrol spelen in het transport- en opslag van de CCS keten.



Infographic bij hoofdstuk 6

## Oplossingen voor duurzaam vrachtvervoer en personenvervoer

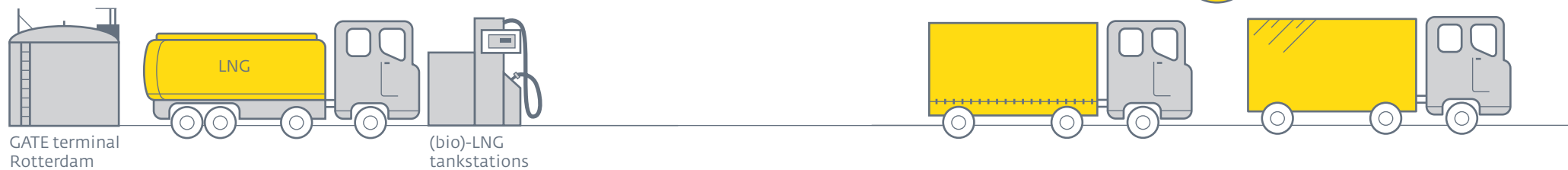
### Duurzaam vrachtvervoer

Small-scale LNG biedt schepen en vrachtwagens een schoner brandstofalternatief

Scheepvaart



Zwaar transport

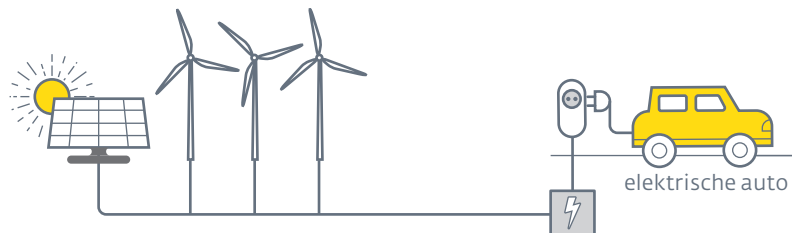


### Duurzaam personenvervoer

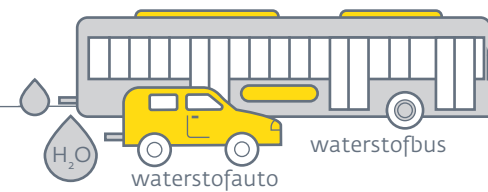
Personenvervoer wordt steeds duurzamer



elektriciteit uit duurzame bronnen



gas uit duurzaam geproduceerd waterstof



Tijdelijke oplossing tot 2030:  
auto op compressed natural gas (CNG)



## Hoofdstuk 6

# CO<sub>2</sub>-reductie in transport en mobiliteit

In 2050 is het personenvervoer voor het grootste deel elektrisch aangedreven en zijn conventionele brandstoffen uitgefaseerd of efficiënter geworden en verder verduurzaamd. Ook waterstof speelt dan een rol. Drijvende kracht achter deze transitie zijn de steeds verdergaande eisen voor emissienormen in mobiliteit en transport.

### (Bio) LNG maakt zwaar transport over weg en water schoner en stiller

Strengere eisen zullen dan ook een impuls hebben gegeven aan schoner en stiller vrachtvervoer. De inzet van gasvormige brandstoffen draagt zowel bij aan een verbetering van de luchtkwaliteit (vooral reductie van fijnstof en stikstofoxiden) als aan het verminderen van geluidsoverlast. Het zware transport en lange-afstandstransport over weg en water zijn overgegaan op biodiesel en vloeibaar aardgas (LNG), dat voor een flink deel vergoed is (bio-LNG). Daarmee is de afhankelijkheid van conventionele stookolie en diesel teruggedrongen.

Op de kortere termijn (tot 2030) wordt in de mobiliteit (met name in personenauto's) naast elektrische aandrijving groen gas in de vorm van CNG (Compressed Natural Gas) ingezet als overbruggingsoptie om op een betaalbare manier snelle CO<sub>2</sub>-reductie en andere milieuvoordelen te behalen.

### Uitrol infrastructuur

Voor het realiseren van een duurzame mobiliteits- en transportsector in 2030 en 2050 is een krachtige voortzetting van de uitrol van infrastructuur nodig. We zullen het aantal tankpunten en bunkerstations verder moeten uitbreiden, om zo schepen en trucks te kunnen voorzien van (eerst fossiel en daarna bio-)LNG. In Nederland kan Gate terminal reeds voorzien in het laden van vrachtwagens en kleine schepen met LNG. In de periode 2017-2025 zullen we moeten inzetten op uitbreiding van LNG-bunkerstations op locaties als Harlingen en Eemshaven. Deze locaties kunnen belangrijke LNG-punten worden, ook op de route naar Noord-Duitsland, dat ook aansluiting zoekt. De uitrol van LNG-infrastructuur sluit ook aan bij Europese regelgeving zoals de 'Alternative Fuel Infrastructure Directive'. De door deze richtlijn gestelde doelstellingen zijn echter niet toereikend om een dekkende infrastructuur te kunnen bieden voor zwaar transport en scheepvaart. Hierin kan Nederland een belangrijke voorbeeldfunctie vervullen. Zowel trucks als schepen zullen moeten overgaan op LNG. Marktpartijen zullen hiervoor moeten investeren.



## Beleidsaanbevelingen

Zorg dat Nederland een voorbeeldrol vervult voor de uitrol van small-scale LNG-infrastructuur. Dat is in lijn met Europese regelgeving zoals de 'Alternative Fuel Infrastructure Directive'. De doelstellingen in deze richtlijn ten aanzien van infrastructuur zijn echter niet toereikend voor een dekkende infrastructuur voor zwaar transport en de scheepvaart.

Stimuleer 'hermotorisering'. In het belang van milieu en klimaat zullen zowel trucks als schepen zullen over moeten gaan op LNG. Hierin zal door marktpartijen moeten worden geïnvesteerd. Met name voor de scheepvaart gelden lange afschrijvingstermijnen (30 tot 40 jaar) van vaartuigen en motoren. Door beperkte investeringsmogelijkheden van schippers zijn waarschijnlijk stimuleringsmaatregelen voor de hermotorisering nodig.

Richt (in lijn met de brandstofvisie) stimuleringsbeleid op de koplopers die in de toekomstige duurzame brandstoffen- en voertuigenmix een rol kunnen en willen spelen.

Maak hernieuwbaar gas koploper in R&D en in pilots voor distributie en productie van hernieuwbaar gas voor lichte voertuigen, voor toepassing van (bio)-LNG in zwaar wegverkeer, scheepvaarttoepassingen en rail.

Zet binnen EU-verband in op CO<sub>2</sub>-eisen voor voertuigen (vlootgemiddelden van autofabrikanten), die gebaseerd zijn op de 60% CO<sub>2</sub>-reductiedoelstelling in 2050.

Bevorder binnen Nederland en in EU-verband een eerlijker CO<sub>2</sub>-afhankelijke stimulering voor voer-, vaar- en vliegtuigen en brandstoffen/-energiedragers, waarbij op langere termijn naar de hele keten wordt gekeken en niet slechts naar de eigenschappen van de vervoermiddelen. Maak hiervoor afspraken die langere tijd blijven gelden ten behoeve van financiële zekerheid.

Creëer een privaat-publiek infrastructuurfonds voor oplaadpunten voor batterij-elektrische voertuigen, tankstations voor waterstof en groen gas, en LNG-bunkertankstations.

Stimuleer de overgang van bestaande schepen van scheepsdiesel naar LNG of duurzamere toepassingen en technieken.

Sluit een convenant voor de financiering van duurzame investeringen.

## Rol Gasunie

- Samen met ketenpartners bunkerstations ontwikkelen in havens die relevant zijn voor de distributie van LNG als schoner brandstofalternatief zoals de Eemshaven en Harlingen.
- Diensten aanbieden voor truck – en backloading.
- Investeren in bio-LNG en CNG/conversietechnieken.
- Certificering van bio-LNG faciliteren.

### Colofon

N.V. Nederlandse Gasunie  
Concourslaan 17  
9727 KC Groningen  
050 – 521 9111  
[www.gasunie.nl](http://www.gasunie.nl)  
[www.letsdesignourenergy.nl](http://www.letsdesignourenergy.nl)

### Vormgeving & infographics

Studio Lakmoes, Arnhem  
Graphic Design Gasunie, Groningen

Vragen naar aanleiding van deze  
publicatie?  
[communicatie@gasunie.nl](mailto:communicatie@gasunie.nl)

Versie 2.1  
April 2016