

BEEFT DE GROND ONDER DE VOETEN VAN DE GASROTONDE?

POSITION PAPER

Oktober 2015

TNO innovation
for life

In samenwerking met

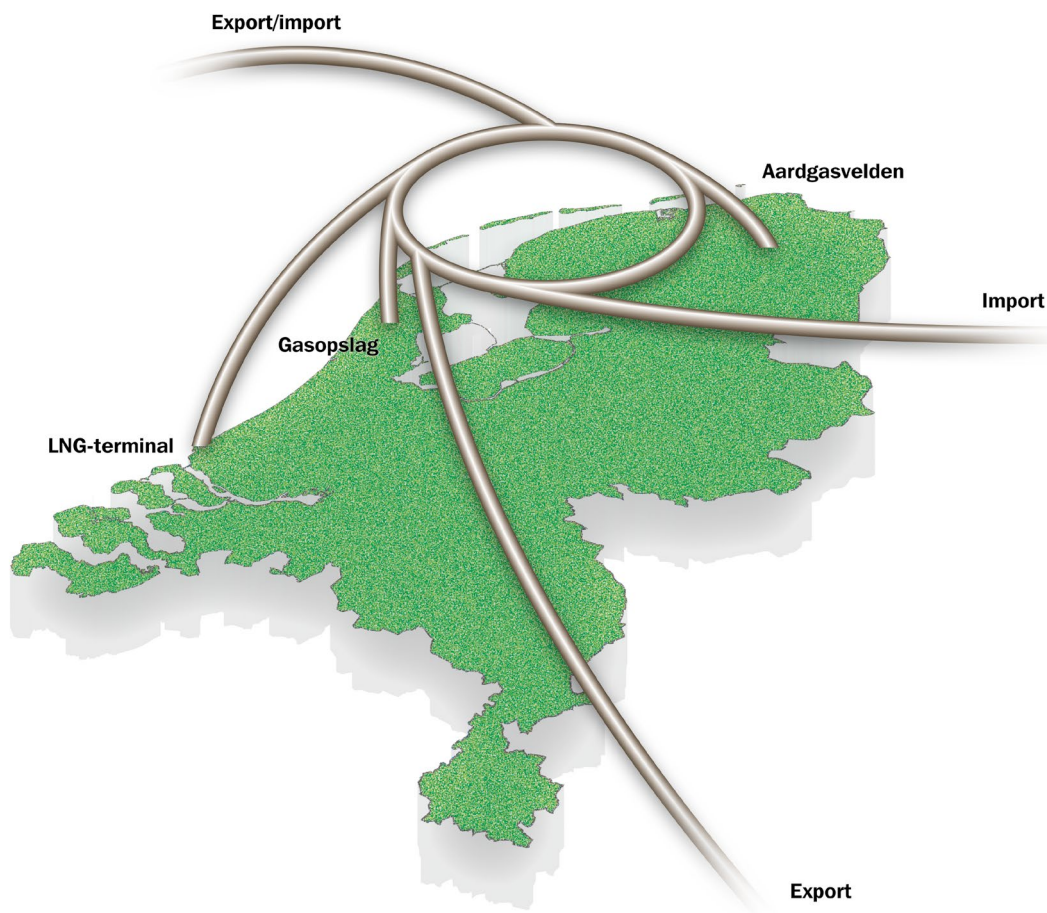
Trinomics 

The Hague
Centre for
Strategic
Studies 

ABSTRACT

De afgelopen jaren heeft Nederland sterk ingezet op een rol als 'draaischijf' voor aardgas in Noordwest Europa; als het gas in Nederland op is, dan kan Nederland door deze 'Gasrotondestrategie' toch blijven verdienen aan aardgas door de aanwezige gaskennis en infrastructuur in te zetten voor de gashandel. Maar de aardbevingen in Groningen, het klimaatbeleid en de angst voor toekomstige afhankelijkheid van Russisch gas maken een herbezinning op de toekomstige rol van gas in Nederland nodig. Versnelde verduurzaming is een voor de hand liggende reactie, maar die heeft ook nadelige consequenties in de vorm van verlies van inkomsten en onzekerheid over toekomstige financiële baten van een op te bouwen hernieuwbare-energie industrie. Deze paper pleit daarom voor een heldere overheidsvisie op de toekomst van gas voor Nederland die duidelijkheid geeft over tenminste de volgende vijf elementen:

1. De positie van gas ten opzichte van de andere fossiele brandstoffen in Nederland;
2. De rol van afvang en opslag van CO₂ (CCS);
3. De rol van winning van ons eigen aardgas;
4. Op- én afbouw van de Gasrotonde en de rol van gas als transitiebrandstof; en
5. Het vastleggen van de bestemming van de toekomstige gasopbrengsten voor vergroening.



INLEIDING

De aardbevingen in Groningen hebben de afgelopen jaren het maatschappelijke bewustzijn van het naderende einde van de gaswinning in Nederland verhoogd. Dit gevoel werd verder versterkt toen op 23 juni 2015 Minister Kamp van Economische Zaken bekend maakte de gasproductie in Groningen in de tweede helft van het jaar terug te schroeven naar 13,5 miljard kubieke meter zodat over 2015 gezien de totale gasproductie daarmee 30 miljard kubieke meter bedraagt. Ook al volgde iets later daarop de mededeling dat de steun voor de kleine gasvelden onder de Noordzee overeind blijft en misschien zelfs wordt uitgebreid, in de praktijk betekent dit dat de toekomst van de gaswinning in Nederland onder druk staat.

Deze druk komt niet enkel vanwege de aardbevingen in Groningen, ook het klimaatbeleid speelt een grote rol. Wereldwijd moeten alle landen een bijdrage leveren om het internationaal afgesproken doel van niet meer dan twee graden temperatuurstijging te halen. Hoewel Nederland waarschijnlijk de emissiereductiedoelen voor 2020 zal halen, loopt ons land bepaald niet voorop op het gebied van klimaatbeleid. Daar komt bij dat de additionele doelen voor 14% hernieuwbare energie in 2020, die zijn afgesproken in het Energieakkoord, waarschijnlijk niet worden gehaald.¹ Voor Nederland is het dan ook nodig dat het sterker inzet op vergroening van de energiesector.² Niet alleen het halen van de hernieuwbare-energiedoelen tot 2020 is nodig, maar ook een veel verdergaande implementatie van hernieuwbaar en een verdere emissiereductie daarna. Een recente uitspraak van de rechter dat het Nederlandse klimaatbeleid onvoldoende is onderstreept het belang van deze strategie.

De roep om versnelde verduurzaming neemt dan ook toe. En hoewel gas de relatief schoonste fossiele energiebron is, veel schoner dan kolen en olie, staat juist deze energiebron ter discussie. De huidige stijging van het kolenverbruik – wat twee keer zoveel CO₂ uitstoot als gasverbranding – geeft al aan dat een overgang naar een duurzamere energiemix niet zonder hindernissen is. Ook de financiële belangen zijn groot. Als besloten wordt radicaal te stoppen met de gaswinning in Nederland dan zullen veel Gasrotonde gerelateerde investeringen voor niks blijken te zijn geweest. Gegeven het feit dat Gasunie en EBN tussen 2005 en 2014 reeds 85% (€ 8,2 miljard) van de voorziene € 9,6 miljard in de Gasrotonde hebben geïnvesteerd, zou dat een substantieel verlies voor de Nederlandse staat betekenen. Daar komt het toekomstige verlies aan baten uit de gashandel bij.

Op basis van het voorgaande kan worden geconcludeerd dat Nederland voraalsnog niet beschikt over een consistente transitiestrategie en het is duidelijk dat de daarvoor benodigde kennisbasis versterking behoeft. Dit is zorgelijk. We zijn onvoldoende voorbereid op een transitie die vitale economische belangen zal raken en nieuwe economische kansen kan opleveren. Juist omdat de energietransitie vitale belangen in ons land raakt, is een consistente transitiestrategie nodig, gebaseerd op een gedegen en breed gedragen lange termijn visie op ons energiesysteem.³ Deze paper analyseert hoe Nederland op verantwoorde wijze haar energiemix kan verduurzamen gezien vanuit de problematiek rondom Groningen en de toenemende druk om onze economie te vergroenen. De paper bestaat uit vijf delen. Het eerste deel licht toe welke rol aardgas speelt in de Nederlandse samenleving en wat de Gasrotonde inhoudt. Deel 2 gaat in op de problemen waar de huidige strategie mee te kampen heeft, zoals de aardbevingen in Groningen, de roep om versnelde verduurzaming en de vrees van geopolitieke afhankelijkheid van instabiele landen. Het derde deel bespreekt de noodzaak van verduurzaming en de mogelijke voordelen dat het kan opleveren voor de Nederlandse economie. Deel vier analyseert met welke risico's een versnelde vergroening van onze energiemix gepaard kan gaan. Het vijfde en laatste deel van de paper stelt een alternatief plan voor en legt uit hoe Nederland haar energiemix kan verduurzamen zonder daarbij onverantwoorde risico's te nemen.

1 'Nationale energieverkenning 2014 – PBL Planbureau voor de leefomgeving', oktober 2014, www.pbl.nl/publicaties/nationale-energieverkenning-2014.

2 'Naar een toekomstbestendig energiesysteem – Flexibiliteit met waarde' (TNO, 2015).

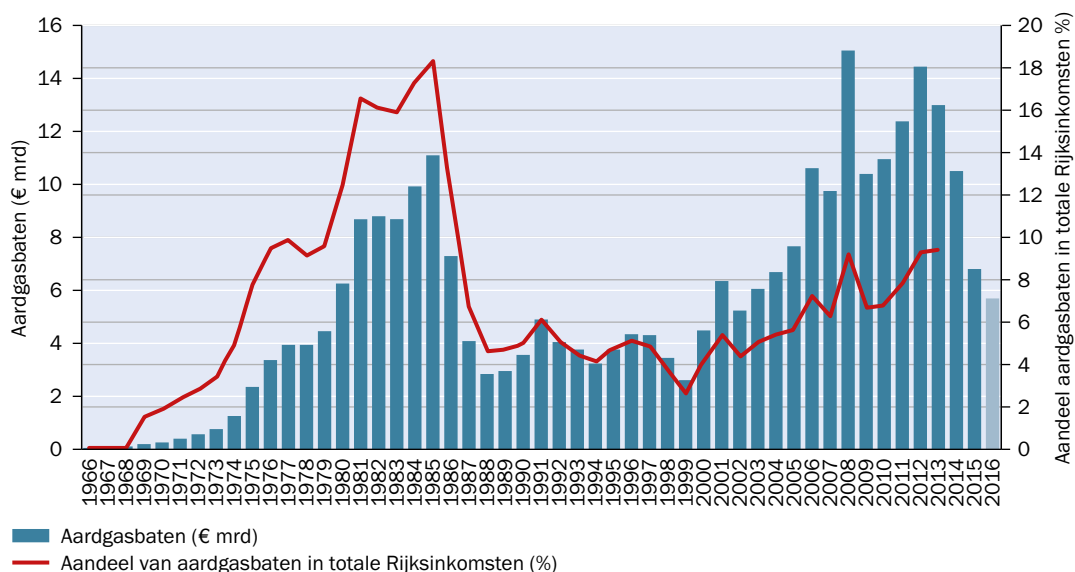
3 'Naar een toekomstbestendig energiesysteem voor Nederland' (TNO, 2013).

1. DE POSITIE VAN GAS IN DE NEDERLANDSE SAMENLEVING

In 1959 werd bij Slochteren in Groningen een gasveld ontdekt dat één van de grootste ter wereld zou blijken te zijn. Nederland is daardoor uitgegroeid tot de grootste gasproducent en gasexporteur binnen de Europese Unie (EU). Sinds de ontdekking in Slochteren vervult aardgas dan ook een grote rol binnen de Nederlandse samenleving en economie.

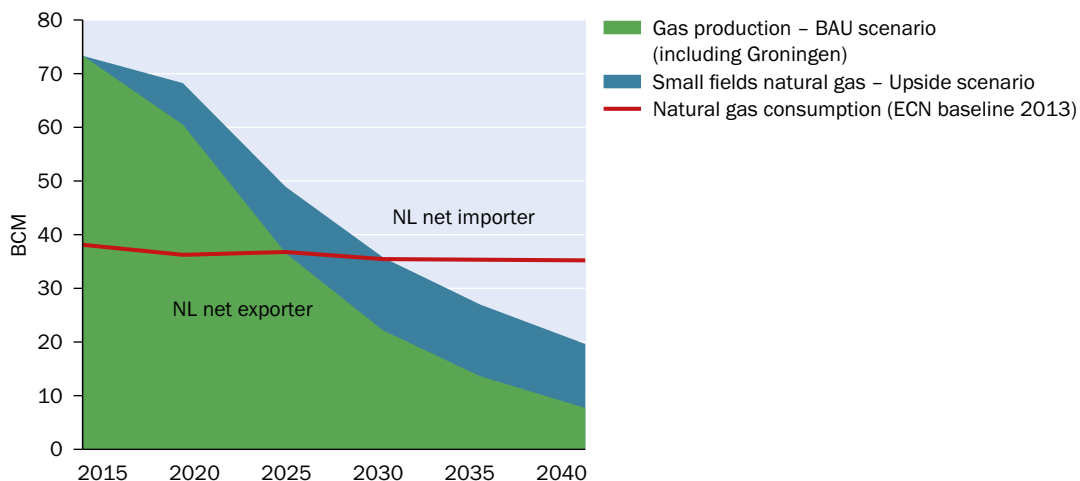
NEDERLAND GASLAND

De winning van aardgas is een belangrijke inkomstenbron voor de Nederlandse staat. De aardgasbaten bedroegen sinds 2008 rond de € 12 miljard per jaar, en maken ongeveer 8-10% uit van de totale Rijksinkomsten (zie Figuur 1).



Figuur 1. Aardgasbaten en het aandeel in de totale Rijksinkomsten. Bronnen: Kamerbrief d.d. 07-10-2014 over aardgasbeleid in Nederland; Rijksbegroting 2016 Economische Zaken.

Nederland heeft sinds de ontdekking van het aardgas in 1959 voor ruim € 250 miljard aan gas opgepompt. Van de oorspronkelijke reserves is daardoor nog ongeveer een kwart over. Met een verminderde productie zullen ook de inkomsten uit gas terug gaan lopen. Figuur 2 geeft de verwachte productie en consumptie van aardgas voor Nederland tot 2040 weer. Er is uitgegaan van een positief productiescenario voor de kleine gasvelden, in lijn met het voornemen van minister Kamp om de gasproductie uit kleine velden te verhogen. De verminderde productie uit het Groningen veld is nog niet in deze cijfers verwerkt.



Figuur 2. Nederlands aardgas, productie en consumptie scenario. Bron: EBN, 2014, Focus op Nederlands olie en gas.

In deze figuur is te zien dat de gasproductie – en daarmee de gasinkomsten – sterk teruglopen tot 2040. Nederland besteedt deze inkomsten ter versterking van de economie. Sinds 1995 bestond daarvoor het Fonds Economische Structuurversterking, dat investeerde in de fysieke infrastructuur en in de kenniseconomie. In 2011 is het FES opgeheven en vloeien alle aardgasbaten weer in de algemene middelen. Ook in fysiek opzicht is Nederland een gasland. Vrijwel alle huishoudens in Nederland maken gebruik van gasverwarming en een deel van de energie-intensieve industrie in Nederland is in de jaren zestig en zeventig aangetrokken met lagere gasprijzen die mogelijk waren door de gasbel in Slochteren. De specifieke eigenschappen van dat gas (lagere calorische waarde dan gas van elders) leveren daarbij extra moeilijkheden op bij overschakeling als het Nederlandse gas eenmaal uitgeput is.

DE GASROTONDE

Om te voorkomen dat Nederland zijn rol als belangrijke speler in de gaswereld kwijtraakt als de gasproductie minder wordt, heeft het kabinet sinds 2005 de ambitie om Nederland de Gasrotonde van Noordwest-Europa te laten worden. Dit houdt in dat Nederland een knooppunt moet worden waar gas naartoe wordt getransporteerd (deels voor eigen gebruik), waar het kan worden opgeslagen en van waaruit gas vervolgens wordt geëxporteerd naar buitenlandse afnemers.⁴

Het idee is dat Nederland een knooppunt van de Europese gashandel moet worden. De Gasrotonde is gebouwd op vijf pijlers: Naast de afnemende productie zijn dat meer (ondergrondse) opslagmogelijkheden, betere internationale pijp connecties, meer import van vloeibaar gas (LNG) en het inrichten van een gashandelsplatform dat de Europese handel zou moeten domineren. In de afgelopen decennia heeft Nederland ervaring opgedaan met grootschalige opslag van gas in de ondergrond. Met de uitbreiding van dergelijke infrastructuur kan de zomer-winter vraag worden gebalanceerd waardoor mogelijk evenwichtiger kan worden geproduceerd, geëxporteerd en gehandeld.

Via de participatie in de Nord Stream pijpleiding heeft Nederland een positie in het belangrijke gastransport van Rusland naar Europa verworven. De huidige spanning tussen Nederland en Rusland ten spijt wordt er gewerkt aan de aanleg van Nord Stream 2. Ook is er een gasverbinding met de UK (BBL) gerealiseerd. Daar staat tegenover dat een eerder voorziene pijpleiding naar Noorwegen niet is gerealiseerd. En van de oorspronkelijk drie geplande LNG terminals is er nog maar één gerealiseerd in Rotterdam. Deze draait echter inmiddels volop en een tweede LNG aanlanding (in Rotterdam of Groningen) behoort nog tot de mogelijkheden. Het Nederlandse gas handels platform (TTF) is een succes en is nu het grootste gashandelsplatform van Europa.

In de voortgangsrapportage Gasrotonde uit 2011 worden negen doelstellingen voor de Gasrotonde genoemd:⁵

- Voortzetten van de inspanningen gericht op het handhaven van het niveau van de gasproductie uit de kleine velden;
- Faciliteren van gasopslagprojecten in Nederland;
- Beter benutten en vergroten van de transportcapaciteit;
- Toestaan van een minderheidsprivatisering van Gasunie;
- Mogelijk maken van private financieringen voor landelijk netbeheerders via een wetswijziging;
- Scheppen van ruimte voor voorzieningszekerheid en inpassen van hernieuwde energie in het reguleringskader voor netbeheerders;
- Regievoeren ten aanzien van de transitie als gevolg van de veranderende gassamenstelling;
- Implementeren van Europese wet- en regelgeving ter bevordering van het functioneren en transparanter maken van de interne markt; en
- Versterken van de innovatie- en concurrentiepositie van de gassector als onderdeel van het beleid op het terrein van de Topsector Energie.

Het gaat bij de Gasrotonde dus niet alleen om fysieke infrastructuur die gashandel via Nederland moet faciliteren, maar ook om marktwerking, privatisering en het inpassen van hernieuwbare energie.

4 Algemene Rekenkamer, 2012, Nederland als Europees knooppunt van gastransport. 14 juni 2012.

5 Ministerie van Landbouw, Economische Zaken en Innovatie (2011) Voortgangsrapportage Gasrotonde.

DE VOORDELEN VAN DE GASROTONDE

Volgens berekeningen van consultancy firma Brattle zou de Gasrotonde ons land tussen 2010 en 2020 136.000 FTE aan banen (56.000 direct en 80.000 indirect) en ongeveer € 21,4 miljard (ca. € 2,1 miljard/jaar) aan omzet op kunnen leveren. De mogelijke economische effecten zijn in Tabel 1 weergegeven. Meer dan de helft hiervan komt uit de verhoogde 'upstream' inkomsten uit de doorverkoop van gas.

Tabel 1. Toegevoegde waarde van de Gasrotondestrategie voor productiviteit en werkgelegenheid. Bron: Brattle, 2010, *Economic Impact of the Dutch Gas Hub Strategy on the Netherlands*.

Sector	2010-2020					
	Final demand	Total output	Job years (FTE)			
	(€ × mln)	(€ × mln)	Direct	Indirect	Induced	Economy wide
Upstream	4,925	11,192	27,250	20,080	21,053	68,383
Transport	1,000	2,307	5,944	4,267	4,531	14,743
LNG	1,094	2,523	6,501	4,667	4,955	16,122
Storage	550	1,269	3,269	2,347	2,492	8,108
R&D Expenditures	175	274	1,293	279	1,070	2,642
R&D Expenditures	1,549	3,418	11,253	5,411	7,091	23,761
TTF	225	448	835	560	880	2,275
Total	9,518	21,431	56,345	37,611	42,072	136,034

De Gasrotonde moet daarnaast bijdragen aan een nuttig gebruik van gaskennis en -infrastructuur ook nadat de winning in Nederland is gestopt, aan een vloeiende overgang van laagcalorisch binnenlands gas naar hoogcalorisch buitenlands gas en ook aan vergroening van de energievoorziening, door faciliteiten te bieden voor de inpassing van biogas, technieken als power to gas, en door te dienen als een buffer voor dalen in de productie van hernieuwbare elektriciteit door een conversie van gas naar elektriciteit. Eerdere waarschuwingen van de Algemene Rekenkamer dat het niet duidelijk was dat de investeringen in de Gasrotonde een publiek belang dienden werden daarbij door de minister geadresseerd door een verbeterde rapportage over investeringen en de daarbij behorende risico's.⁶

⁶ Ministerie van Landbouw, Economische Zaken en Innovatie (2011) Voortgangsrapportage Gasrotonde.

2. WAAROM DE HUIDIGE GASROTONDESTRATEGIE NIET MEER WERKT

De Gasrotonde leek lang een uitgekend idee om de positie van Nederland als belangrijke speler in de gasmarkt van Noordwest Europa ook in de toekomst te kunnen waarborgen, totdat de grond in Groningen begon te beven. Maar, er zijn op zijn minst drie redenen waarom de toekomst van de Gasrotonde minder vanzelfsprekend is dan eerder gedacht. Die hebben te maken met binnenlandse risico's, internationale concurrentie en met geopolitieke onzekerheden.

Het besluit van Minister Kamp om de gaswinning te beperken is begrijpelijk en politiek gezien ook onvermijdelijk. Echter, verlaging van de gaswinning alleen zal waarschijnlijk het publieke protest niet doen laten afnemen. De Gasrotonde heeft bovendien met meer uitdagingen te kampen. Nederland is in Noordwest-Europa namelijk niet het enige land met grote plannen voor gas, gashandel en de aanlanding van LNG. Anders gezegd, we rekenen ons mogelijk te vroeg rijk. Ook is het zo dat wanneer Nederland op termijn een grote importeur wordt van aardgas dat het hiermee afhankelijker wordt van buitenlandse leveranciers, wat weer verhoogde geopolitieke risico's met zich meebrengt.

BINNENLANDSE RISICO'S

Het voortborduren op de Gasrotondestrategie en de continuering van de aardgaswinning in Nederland zal vooral in en rondom Groningen kritisch worden bekeken.

Na de bekendmaking door Minister Kamp dat de gaswinning uit het Groningenveld dit jaar zal worden teruggedrongen tot 30 miljard kubieke meter waren de eerste reacties vanuit de oppositiepartijen positief.⁷ Maar ondanks dat onduidelijk is bij welke combinatie van jaarproductie, productieverdeling en gebouwenversterking het omslagpunt ligt naar een acceptabel veiligheidsniveau, is de roep bij de oppositie, regeringspartij PvdA, en de lokale bevolking om verdere vermindering richting 22 miljard kubieke meter op jaarbasis duidelijk.⁸ Indien een aardbeving plaats zou vinden die tot grote materiële schade, of erger, persoonlijke ongevallen leidt, dan zal verdere vermindering van de productie politiek waarschijnlijk onvermijdelijk zijn. Dat betekent minder direct inkomen uit winning. Maar het betekent ook nog minder draagvlak voor andere ondergrondse activiteiten, zoals gasopslag en 'Carbon Capture and Storage' (CO₂-afvang en -opslag). Die laatste twee activiteiten zijn noodzakelijk voor het uitvoeren van de gasrotondestrategie.

Afgezien van de druk die zal komen uit de hoek van de Tweede Kamer en de lokale bevolking zal ook de milieubeweging zich blijven inzetten voor een sterkere verlaging van de aardgasproductie en een versnelde omschakeling naar een duurzamer energiesysteem met minder fossiel en minder CO₂ uitstoot. Die zal zich gesterkt voelen door de uitspraak van de rechter in de zaak die was aangespannen door klimaatorganisatie Urgenda tegen de Nederlandse overheid. De rechtbank oordeelde op 24 juni 2015 dat de Nederlandse staat een zorgplicht heeft voor de bescherming en verbetering van het leefmilieu en de CO₂ uitstoot in 2020 met 25 procent moet verminderen ten opzichte van 1990. De huidige inspanningen zouden volgens de rechter slechts goed zijn voor 17% verminderde uitstoot.⁹ Ondanks dat de Nederlandse staat nog in beroep zal gaan tegen de uitspraak vanuit het idee dat de rechter hiermee op de stoel van de politiek is gaan zitten zal de roep om sterkere verduurzaming hierdoor toenemen.

7 'Gaskraan in Groningen 'Verder dicht tot 30 kuub'', Trouw, June 22, 2015, www.trouw.nl/tr/nl/15088/Gaswinning/article/detail/4085967/2015/06/22/Gaskraan-in-Groningen-verder-dicht-tot-30-kuub.dhtml.

8 H.G.J. Kamp, 'Kamerbrief besluit gaswinning Groningen in 2015', June 23, 2015; 'Gaskraan Groningen verder dicht: 'Dit jaar 30 miljard kuub' | Binnenland', De Volkskrant, accessed June 24, 2015, www.volkskrant.nl/binnenland/gaskraan-groningen-verder-dicht-dit-jaar-30-miljard-kuub~a4086007/.

9 'Nederland moet uitstoot broeikasgassen flink terugbrengen', NOS, June 24, 2015, nos.nl/artikel/2043165nederland-moet-uitstoot-broeikasgassen-flink-terugbrengen.html.

INTERNATIONALE CONCURRENTIE

Nederland hoopt te profiteren van haar gunstige geografische ligging en zich te ontwikkelen tot hét knooppunt van aardgashandel in Noordwest-Europa. Nederland heeft grote plannen met de Gasrotonde: onderdeel van de strategie is om met zoveel mogelijk verschillende gaspartners in zee te gaan. Dit hield in dat naast gas uit Rusland, ook gas uit landen als Qatar, Noorwegen en Algerije zou worden geïmporteerd. Echter, van de drie geplande LNG terminals is er tot dusverre maar één gebouwd. De GATE terminal in Rotterdam heeft een initiële capaciteit van 12 miljard kubieke meter op jaarbasis en kan worden uitgebreid naar 16 miljard. De terminal heeft momenteel 11 van de 12 bcm/jaar verkocht.¹⁰ Gemiddeld genomen over 2014 echter was de terminal slechts voor 57,9% gevuld. Over juni 2015 was de gemiddelde vulgraad beduidend hoger, met 84,5%.¹¹

Belangrijk is om te realiseren dat Nederland niet het enige land in Noordwest Europa is dat zich sterk maakt voor een grotere rol in de aanlanding en distributie van LNG. Landen als België en het Verenigd Koninkrijk hebben ook ingezet op de bouw van LNG installaties. De LNG terminal in Zeebrugge met een totale capaciteit van 9 miljard kubieke meter per jaar presenteert zich eveneens als de toegangspoort voor LNG in Noordwest Europa.¹² In het Verenigd Koninkrijk dient de South Hook LNG terminal als aanlandingspunt voor LNG vanuit Qatar. De totale capaciteit van de terminal van 21 miljard kubieke meter per jaar is primair gericht op het bevoorraden van de Britse markt.¹³ Nederland is daarmee niet de vanzelfsprekende Gasrotonde voor Noordwest-Europa, ondanks de in het verleden opgebouwde gaskennis en infrastructuur.

GEOPOLITIEKE ONZEKERHEDEN

De mogelijkheden voor aanlanding van LNG en opslag van gas in Nederland maken het nog niet zeker dat de voorzieningszekerheid voor ons land inderdaad toeneemt, want veel van het gas is contractueel voor andere afnemers bestemd en dus niet beschikbaar als buffer voor gebruik in Nederland. Indien nodig, kan Nederland echter altijd gas inkopen op basis van geldende spotmarktprijzen.

De beslissing van Minister Kamp om de productie in Groningen terug te schroeven kan zorgen voor minder binnenlandse weerstand tegen gas als energiedrager, maar het maakt ons land tegelijkertijd afhankelijker van voorwaarden die door derden worden gesteld. Landen die gas aan Nederland zouden kunnen leveren zijn onder andere Rusland en Noorwegen. Daarnaast kan de import van LNG uit landen als Qatar worden verhoogd. Door de participatie van Gasunie in de Nord Stream pijpleiding en de recentelijk aangekondigde plannen voor de uitbreiding van deze pijpleiding met deelname van Shell lijkt met name Rusland in een goede positie te verkeren om Nederland op termijn van meer gas te voorzien.¹⁴ Een grotere rol van Rusland in de gastoevoer naar Nederland wordt echter met argusogen bekeken. In de afgelopen negen jaar is het Russische staatsbedrijf Gazprom drie keer betrokken geweest bij onderbrekingen in de gastoevoer door Oekraïne, hetgeen de reputatie van de Russische gasreus geen goed heeft gedaan.

Er bestaat in toenemende mate de overtuiging dat Gazprom geen beslissingen neemt zonder de expliciete toestemming van de Russische President Poetin. In het conflict in het Oosten van Oekraïne is de gastoevoer herhaaldelijk gebruikt om de regering in Kiev onder druk te zetten en de schijn te wekken dat de Oekraïense regering de regio's in het oosten letterlijk in de kou liet staan. Gasleveringen zijn een onderdeel van de Russische 'hybride oorlogsmachine' waarin de Russische regering tactisch gebruik maakt van de afhankelijkheden van landen die Russisch gas importeren om militair-strategische doelen te bereiken.¹⁵ Een ander voorbeeld is het aanbieden van goedkope aardgasleveranties aan de regering in Armenië om deze er toe te bewegen lid te worden van een Russisch-geleide douane-unie in plaats van een vrijhandelsakkoord met de EU te ondertekenen. Waar Armenië dichtbij een akkoord met de EU was, trok het land zich ineens terug uit de onderhandelingen na stevige druk vanuit Rusland. Anders gezegd, voor Moskou zijn gasleveranties naast commercieel goed ook een drukmiddel in een breder spel van machtspolitiek.¹⁶

10 'Capacities | Gate', Gate Terminal, accessed June 30, 2015, gate.nl/commercial/capacities.html.

11 Interview Gasunie 17 Juni 2015.

12 'Zeebrugge LNG Terminal', Fluxys BE, June 25, 2015, www.fluxys.com/belgium/en/about%20fluxys/infrastructure/Ingterminal/Ingterminal.aspx.

13 'Commercial Information - South Hook LNG', South Hook LNG Terminal Company LTD, accessed June 25, 2015, www.southhooklng.com/commercial/.

14 'Russia's Gazprom to Expand Nord Stream Gas Pipeline with E.ON, Shell, OMV | Reuters', Reuters, (June 18, 2015), uk.reuters.com/article/2015/06/18/energy-gazprom-pipeline-idUKL5NOZ420B20150618.

15 Michael Rühle and Julijus Grubliauskas, 'Energy as a Tool of Hybrid Warfare', Research Paper. Research Division NATO Defense College, Rome, no. 113 (April 2015).

16 The Economist, 'Armenia Joins Eurasian Union', Economist Intelligence Unit, October 14, 2014, country.eiu.com/article.aspx?articleid=592382843&Country=Armenia&topic=Politics&subtopic=Forecast&subsubtopic=International+relations.

De teneur in Brussel is dan ook dat de EU minder afhankelijk zou moeten worden van het Russische gas, omdat de grote afhankelijkheid wordt gezien als een strategisch veiligheidsrisico. Bovendien werd op 22 april 2015 bekend dat na jaren van onderzoek de Europese Commissie formeel een aanklacht heeft ingediend tegenover Gazprom waarbij het Russische bedrijf wordt verdacht van het misbruiken van haar machtspositie in een aantal Centraal en Oost-Europese landen.¹⁷

Los van het energiedossier staan de betrekkingen tussen Europa en Rusland al geruime tijd onder druk omwille van de oorlog in het Oosten van Oekraïne. Voor Nederland is de relatie met Rusland vooral precair vanwege de ramp met het MH17 vliegtuig in juli 2014, en de vermeende rol die het Russische leger hierbij heeft gespeeld. Als in de tweede helft van 2015 het eindrapport over de oorzaak van de ramp wordt gepubliceerd, zal bij bewijs van een rol van Rusland, de druk op het kabinet om niet met Rusland in zee te gaan naar verwachting toenemen.

Niet ten onrechte wordt ook met argusogen gekeken naar een potentiële leverancier als Qatar, een land waarvan bekend is dat veel arbeidsmigranten onder zware omstandigheden werk verrichten voor het Wereldkampioenschap Voetbal 2022. Naast de zorgen over de mensenrechtensituatie heerst de vrees dat een autocratisch land als Qatar net als Rusland voor problemen zou kunnen zorgen in de levering van aardgas. Hier moet echter worden opgemerkt dat Qatar een grote leverancier is van LNG. De marktstructuur van LNG ten opzichte van gas dat per pijpleiding wordt verscheept is fundamenteel anders. Waar pijpleidinggas gebruik maakt van inerte infrastructuur en in het geval van een onderbreking niet gemakkelijk vanuit een andere bron kan worden betrokken, is LNG een fungibel goed. Het kan per schip overal naar toe. Bovendien komen er wereldwijd steeds meer aanbieders van LNG bij en worden steeds meer contracten gesloten op basis van geldende 'spot'tarieven hetgeen de flexibiliteit van de koper van het gas stevig vergroot. Waar vroeger de Aziatische markt gold als een gegarandeerde vragende partij en er veel lange termijn contracten werden afgesloten tegen hoge prijzen, moeten landen als Qatar nu concurreren met Australië, Maleisië en anderen voor wat betreft marktaandeel. Voor zover de prijs van LNG gunstig is ten opzichte van pijpleiding gas uit Rusland is het daarmee dus een aantrekkelijk alternatief gegeven het lagere risico slachtoffer te worden van politieke spelletjes.

¹⁷ 'Antitrust: Commission Sends Statement of Objections to Gazprom for Alleged Abuse of Dominance on Central and Eastern European Gas Supply Markets', European Commission, April 22, 2015, europa.eu/rapid/press-release_IP-15-4828_en.htm.

3. DE VOORDELEN VAN VERSNELD VERDUURZAMEN

Versnelde overschakeling van gas naar hernieuwbaar kan een alternatief zijn voor een verdere ontwikkeling van de Gasrotonde. Dat zou betekenen niet verder te investeren in de gashandel, maar veel meer in hernieuwbare energie. Ook zou dat inhouden dat eerder wordt gestopt met de winning van de fossiele energiedrager aardgas in Nederland.

Naast het voldoen aan de internationale verplichtingen op het gebied van emissiereductie kan een versnelde verduurzaming ook bijdragen aan het opbouwen van een hernieuwbare energie-industrie in Nederland. Bovendien hoeft hierdoor mogelijk niet eerst een tussenstap in de energietransitie te worden genomen, te weten het ombouwen van het Nederlandse gasnet om het geschikt te maken voor hoogcalorisch buitenlands gas. Technisch lijkt zo een versnelde verduurzaming ook mogelijk.

HOGE OMSCHAKELKOSTEN BIJ GASIMPORT

Ruim 55 jaar na de ontdekking van het aardgasveld bij Slochteren is aardgas sterk verweven met de Nederlandse samenleving en economie. De Nederlandse industrie en veel van onze huishoudens gebruiken apparaten die zijn ontworpen om gebruik te maken van het gas uit Groningen. Als Nederland in de toekomst veel meer aardgas gaat importeren voor binnenlands gebruik dan moeten hoge kosten worden gemaakt om de bestaande apparatuur geschikt te maken voor het gebruik van aardgas uit andere landen (zie Tabel 2).

Tabel 2. Kosten ombouw Nederlandse gasmarkt (consumentengedeelte) naar hoogcalorisch gas. Bron: Gaskwaliteit voor de toekomst, Studie gedaan door Arcadis, Kema en Kiwa in opdracht van Ministerie van Economische Zaken, 22 maart 2011.

	2015	2020	2025	2030	2035
Aantal toestellen vervangen (natuurlijk verloop, mln)	0	3,6	7,2	10,8	14,4
Aantal toestellen nog niet vervangen	14,4	10,8	7,2	3,6	0
Kosten per eenheid (€)	1250	1250	1250	1250	1250
Afschrijving oude toestel	50%	63%	75%	88%	100%
Restwaarde per toestel (€)	625	469	313	156	0
Totaalkosten (€ × mld)	9	5,1	2,3	0,6	0

Bij de overgang van kolen naar gas is eerder een grootscheepse vervangingsoperatie uitgevoerd. In een paar jaar tijd werden overal kolenketels vervangen door gastoestellen. Een ombouw van gastoestellen naar hoogcalorisch aardgas is dus zeker niet onmogelijk. Maar het is wel de vraag of zo een kostbare tussenstap zinvol is als de rol van aardgas in de energievoorziening vanwege de emissiereductiedoelstellingen tot 2050 toch geleidelijk afgebouwd zal moeten worden.

VERDERE EMISSIEREDUCTIE IS NODIG

Ondanks het in september 2013 gesloten 'Energieakkoord' tussen de overheid, werkgevers, vakbeweging, natuur- en milieuorganisaties, andere maatschappelijke organisaties en financiële instellingen loopt de energietransitie in Nederland nog niet bepaald hard.¹⁸ Volgens het meest recente voortgangsrapport van de Europese Commissie lukte het Nederland niet om het interim target van 2011/2012 te halen.¹⁹ De Commissie geeft ook aan dat Nederland een van de landen is die zal moeten nagaan of het bestaande beleid en de ingezette middelen toereikend zijn om aan de doelen voor hernieuwbare energie tegen 2020 te voldoen.²⁰ Deze conclusie onderschrijft de eerdere bevindingen van het Planbureau voor de Leefomgeving, dat in oktober 2014 al concludeerde dat de doelstellingen voor hernieuwbare energie en energiebesparing niet worden gehaald.²¹

De voortgangsrapportage van de Europese Commissie en de uitspraak van de rechter in de door Urgenda aangespannen rechtszaak leggen daarmee de vinger op de zere plek. Nederland loopt voorlopig flink achter op het gebied van energietransitie. Om die reden zou Nederland vaart moeten maken met het vergroten van de opwekking van hernieuwbare energie.

18 'Energieakkoord Voor Duurzame Groei | SER', SER, September 6, 2013, www.energieakkoordser.nl/energieakkoord.aspx.

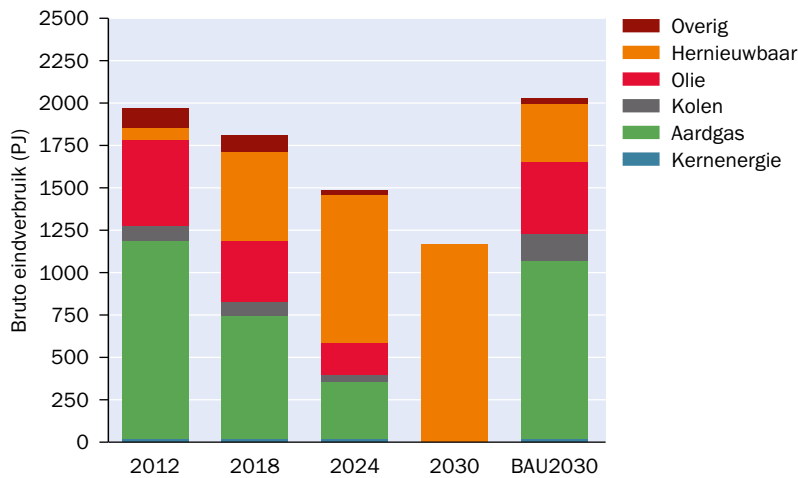
19 'Renewable Energy Progress Report' (European Commission, June 15, 2015).

20 Ibid.

21 'Nationale Energieverkenning 2014 - PBL Planbureau voor de Leefomgeving', oktober 2014, www.pbl.nl/publicaties/nationale-energieverkenning-2014.

SNELLE EMISSIEREDUCTIE IS OOK TECHNISCH MOGELIJK

Verskillende scenario's laten zien dat het ook technisch mogelijk is om snel te verduurzamen. Eén daarvan is het 'Scenario E' uit de CE Delft/DNV GL scenario studie uit 2014 (zie Figuur 3).²²



Figuur 3. Scenario E CE Delft en DNV GL 100% duurzaam. Bron: CE Delft en DNV GL (2014) Scenario-ontwikkeling energievoorziening, Delft.

In dit scenario zetten CE Delft en DNV GL maximaal in op energiebesparing en een volledige stopzetting van fossiele energiebronnen. Zonne-energie zal op grote schaal worden toegepast en biomassa wordt ingezet voor de productie van zowel elektriciteit als warmte. Deze biomassa zal hiervoor grotendeels moeten worden geïmporteerd in vaste of gasvorm. Vloeibare biomassa (biodiesel en bio-ethanol) kan voor vervoer worden gebruikt. Om 100% duurzame energieopwekking te bereiken is bovendien de inzet van waterstof noodzakelijk bij zowel vervoer alsook voor bijmenging in het gasnet, naast groen gas. Deze waterstof kan worden geproduceerd door de tijdelijke overschotten die ontstaan door het grote opgestelde vermogen van zonne-energie en wind. Waterstof vormt hiermee zowel een energiedrager als een opslagmedium voor elektriciteit voor de langere termijn. Opslag voor de korte termijn wordt onder andere gefaciliteerd door accu's.

CONCURRENTIEVOORDELEN VOOR NEDERLAND

Verduurzaming kan ook concurrentievoordelen opleveren voor Nederland. In de afgelopen jaren is al verschillende keren onderzoek gedaan naar hernieuwbare-energiesectoren waar Nederland voorop loopt. Uit een recente evaluatie van de Nederlandse Topsector Energie, waarin het innovatieve energieonderzoek en pilots voor de implementatie van nieuwe technologieën zijn samengebracht, blijkt dat er verschillende sectoren bestaan die kansrijk zijn wat betreft binnenlandse werkgelegenheid en omzet.²³ Voor de korte termijn zijn dit de gebouwde omgeving, wind op zee en procestechnologie en energiebesparing.

Ook zijn er een aantal innovatieve sectoren die voor de langere termijn werkgelegenheid kunnen opleveren. Dat zijn met name solar energy, smart grids en afvang, hergebruik en opslag van CO₂ (CCS). In totaal kunnen deze sectoren naar verwachting tegen 2020 zo'n 113.000 FTE opleveren. Voorwaarde is wel dat hierin voldoende wordt geïnvesteerd de komende jaren.²⁴

²² 'Scenario-ontwikkeling Energievoorziening 2030' (CE Delft / DNV GL, June 2014).

²³ CE Delft en Triple E Consulting (2014) Evaluatie Topsector Energie, Delft/Rotterdam.

²⁴ Ibid.

4. DE NADELEN VAN VERSNELD VERDUURZAMEN

Versneld verduurzamen heeft ook een aantal belangrijke nadelen. In de eerste plaats is het effect van minder gas produceren uit het Groningen veld op het aantal en de intensiteit van de aardbevingen onzeker. Belangrijker nog is het dat versneld verduurzamen een groot gat zal slaan in de begroting als dat gepaard gaat met minder inkomsten uit gaswinning en uit toekomstige gashandel. Bovendien is gas een belangrijke back-up voor hernieuwbare energie in de elektriciteitsvoorziening. Tevens zou afschrijving van de gas infrastructuur op de Noordzee, in Groningen en van het transportnetwerk een kapitaalsvernietiging betekenen van tientallen miljarden.

ONZEKER EFFECT OP VERMINDEREN VAN DE AARDBEVINGSRISICO'S

Het is duidelijk dat de gaswinning in Groningen de laatste jaren steeds frequentere en heftigere aardbevingen veroorzaakt. Onder toenemende druk van de Groningers is daarom besloten de jaarlijkse hoeveelheid gas die gewonnen wordt te verminderen. Het is echter de vraag of dit ook snel zal leiden tot minder en lichtere aardbevingen.

Tijdens een hoorzitting in de Tweede Kamer van eind januari 2014 werden op deze vraag door verschillende deskundigen sterk wisselende antwoorden gegeven.²⁵ De NAM en het Staatstoezicht op de Mijnen stonden lijnrecht tegenover elkaar. Volgens laatstgenoemde leidt meer productie tot een hogere kans op een zware beving, terwijl volgens de NAM vertraagde winning geen invloed heeft op de maximale beving. De diversiteit in de verschillende meningen geeft aan dat het laatste woord hierover waarschijnlijk nog niet is gezegd.

GAT IN DE BEGROTING

Belangrijker nog zijn de financiële consequenties van versnelde verduurzaming. Als de gaswinning lineair afgebouwd zou worden tot 2030 betekent het dat de inkomsten elk jaar met grofweg € 1 miljard teruglopen. Het volledig stopzetten van de aardgaswinning zal uiteindelijk een gat slaan van € 6-10 miljard tegen 2030, oftewel tussen de 8 tot 12% van de inkomsten van de centrale Rijksoverheid.²⁶

Dit bedrag komt in de buurt van de bedragen die de kabinetten Rutte sinds 2010 jaarlijks bij elkaar hebben gesprokkeld met bezuinigingen en lastenverzwaringen.²⁷ Ook loopt Nederland dan de toekomstige inkomsten uit gashandel mis, die zoals door Brattle berekend zo'n 2,1 miljard per jaar kunnen bedragen tot 2020. De inkomsten uit de duurzame energie-industrie die daar tegenover zouden kunnen staan zijn veel kleiner en bovendien onzeker.

ONZEKERHEID DUURZAME ENERGIE

De ervaringen met de opbouw van een industrie rond zonne-energie in Duitsland laten zien dat de concurrentievoordelen van een snelle vergroening heel onzeker zijn. Duitsland was en is een internationale koploper op het gebied van de installatie van zonne-energie. Maar de producenten en leveranciers die door de grote overheidssteun voor deze hernieuwbare energiebron in Duitsland in enkele decennia ontstonden moesten het de afgelopen jaren vrijwel allemaal afleggen tegen de goedkopere concurrenten uit China en zijn failliet. In 2013 werd er zelfs als steunmaatregel voor twee jaar een Europese invoerheffing voor Chinese zonnepanelen ingevoerd om 'dumping' van goedkope zonnepanelen te voorkomen. Maar de Europese aanbieders klagen dat ook deze heffing er niet in slaagt om goedkope importen te voorkomen.²⁸

Andere vragen rond versnelde verduurzaming hebben te maken met de onzekerheden van groene innovaties in het algemeen. Tot op welke hoogte kan groen gas het aardgas vervangen? Hoe snel kan de gasinfrastructuur vervangen worden door een warmte-infrastructuur gebaseerd op warmte- en koudeopslag? En wat doen we met de pieken en dalen in de levering van elektriciteit uit zonne- en windenergie als gas niet meer als buffer dient?

25 www.deingenieur.nl/artikel/aardbevingsgevolgen-gaswinning-ongewis.

26 'Rapport besteding van aardgasbaten: Feiten, cijfers en scenario's' (2014: Algemene Rekenkamer, n.d.).

27 Sinds zijn aantreden in 2010 heeft Rutte voor een kleine 50 miljard euro aan bezuinigingen en lastenverzwaringen doorgevoerd.

28 www.z24.nl/ondernemen/zonnepanelen-chinese-producenten-omzeilen-importheffing-dumpen-gaat-door-543153.

Doorgaan met gas is daarentegen een relatief veilige strategie. Nederland heeft vijftig jaar ervaring met gaswinning en transport. De hele energie-infrastructuur in Nederland is gebouwd op een zo groot mogelijke toepassing van het Nederlandse laagcalorische aardgas. Een langzame afbouw van winning en een opbouw van gashandel kan financiële en technische ruimte geven om te verduurzamen, ook al gaat de vergroening vanuit maatschappelijk oogpunt dan misschien langzamer dan gewenst.



Foto: NAM

5. CONCLUSIE: WAT MOET ER ANDERS?

Duidelijk is dat de maatschappelijke weerstand tegen gas in Nederland toeneemt. Die weerstand betreft zowel een bezorgdheid om de binnenlandse winningsactiviteiten als zorgen om een toenemende afhankelijkheid van vooral Russisch gas. Deze ontwikkelingen maken een heroriëntatie op de toekomst van gas voor Nederland noodzakelijk.

De voor de hand liggende, en maatschappelijk gewenste reactie is een versnelde verduurzaming en uitfasering van de winning en het gebruik van gas in Nederland. Maar de mogelijkheden daarvoor en de financiële opbrengsten daarvan zijn onzeker. Bovendien valt er een gat in de begroting als de komende jaren zowel de inkomsten uit winning minder worden en toenemende verdiensten uit de gashandel niet tenminste voor een deel dat verlies kunnen compenseren.

Tegen die achtergrond lijkt een reactie verstandig die voor een deel tegemoet komt aan de maatschappelijke wens tot versnelde vergroening, maar zonder dat dit leidt tot een abrupte breuk met gas van het ene op het andere moment. Om deze overgang op een goede manier te managen zijn een duidelijke regierol van de overheid en een goede communicatiestrategie naar de samenleving toe van belang, waarbij nu al zo veel mogelijk de richting en grenzen van het speelveld van de gastransitie in de komende decennia duidelijk worden gemaakt.

Die grenzen worden bepaald door een visie die bestaat uit tenminste vijf elementen: 1. De toekomstige rol van alle fossiele brandstoffen in Nederland, 2. De rol van CCS daarbij, 3. De rol van aardgaswinning, 4. Op- én afbouw van de rol van gas als transitiebrandstof en 5. Een vooraf bepaalde bestemming van de toekomstige gasopbrengsten voor vergroening.

EEN VISIE OP DE TOEKOMSTIGE ROL VAN FOSSIEL IN NEDERLAND

Aardgas is één van de drie fossiele brandstoffen die een rol spelen in de Nederlandse energievoorziening. Olie is onder meer van groot economisch belang bij het petrochemische complex in de Rotterdamse haven, bij de benzinehaven in Amsterdam en bij de doorvoer van petrochemische producten naar het achterland, met name Duitsland. Kolen is van belang in de staalindustrie en in de elektriciteitsvoorziening. Aardgas is ook de schoonste van de drie fossiele brandstoffen. De CO₂ uitstoot van gas is bij verbranding bijna twee keer zo laag als die van kolen. De emissies van andere schadelijke stoffen (CO, NO_x, SO₂, fijnstof, kwik) zijn voor aardgas eveneens veel lager dan voor kolen. Ook als transportbrandstof is aardgas schoner dan benzine of diesel.

Wat voorkomen moet worden is dat een versnelde afbouw van het gasgebruik leidt tot een groter gebruik van kolen of olie, bijvoorbeeld in de elektriciteitsproductie. Het Europese emissiehandelssysteem kan door de prijs op CO₂ die daarin wordt opgelegd in principe in de goede richting sturen. Een visie op de toekomst van fossiel in Nederland moet dus in ieder geval een beeld geven van hoe Nederland denkt bij te dragen om de ETS prijs in de toekomst omhoog te krijgen. Het is namelijk lang niet zeker of de huidige geplande maatregelen van de Europese Commissie tot 2030 daarin zullen slagen. En als Europa daar middels het ETS niet of nog niet in slaagt zijn Nederlandse maatregelen om dit te sturen heel wel mogelijk, net als bij enkele van onze buurlanden het geval is. Ook moet een dergelijke visie de discussie aangaan over hoe de staal- en petrochemische industrie in de toekomst zo veel mogelijk kunnen overschakelen naar niet-fossiele grondstoffen en wat dat betekent voor de concurrentiepositie van die industrietakken.

DE ROL VAN CCS

De enige oplossing om nog een tijd lang door te gaan met fossiel en tegelijk de broeikasgasemissies terug te brengen is de afvang en ondergrondse opslag van CO₂. Maar een aantal jaren geleden heeft het niet doorgaan van de geplande proefopslag in Barendrecht door groot maatschappelijk verzet laten zien dat CCS op dit moment voornamelijk geen maatschappelijk geaccepteerde optie is. Of dat in de toekomst nog zal veranderen moet blijken. Mogelijk dat een opslag van CO₂ in gasvelden in de Noordzee minder verzet zal oproepen. Daar staat tegenover dat de kosten daarvan weer hoger zijn dan van opslag onder land. Echter, enkel met CCS kan er nog fossiel gebruikt worden na 2050. Een visie op de toekomstige rol van gas en van fossiel voor Nederland zal dus ook een beeld moeten geven van de rol van CCS hierbij. Het mengen van de CCS discussie met de gas discussie ligt gevoelig voor het publiek, maar als we serieus zijn over onze klimaatdoelstellingen dan is er in de toekomst ook voor gas alleen nog plaats indien gekoppeld aan CCS.

DE TOEKOMSTIGE ROL VAN AARDGASWINNING

Een visie op de toekomst van gas voor Nederland moet een mening geven over de toekomstige winning van aardgas en over de Gasrotondestrategie. De winning in Groningen is nu tijdelijk verminderd, maar van het in de grond laten zitten van een deel van het gas is geen sprake. Het leegraken van de gasvoorraad in Groningen wordt daarmee alleen uitgesteld, niet afgesteld.

Toch is dat laatste iets waar de Nederlandse regering ook een visie op zou moeten geven. Wereldwijd is nog lang geen sprake van het opraken van de gas- of fossiele reserves. CCS kan het in de atmosfeer komen van broeikasgassen vertragen en voor een deel verminderen, maar niet geheel voorkomen. Uiteindelijk lijkt de enige manier om een opwarming van de aarde te voorkomen daarom het in de grond laten zitten van op zijn minst een fors deel van de fossiele reserves wereldwijd. Nederland kan een bijdrage leveren aan een dergelijke strategie door vrijwillig te besluiten een deel van het Groningse gas niet te winnen. Dat kost geld, maar zou waarschijnlijk kunnen rekenen op een groot maatschappelijk draagvlak. Nederland zou zich hiermee ook in één klap weer in de voorhoede van het vergroeningsbeleid wereldwijd plaatsen, zoals eerder ten tijde van de Nationale Milieubeleidsplannen. Maar ook als dit politiek en maatschappelijk niet haalbaar of wenselijk geacht wordt vanwege de kosten die hiermee gepaard gaan, dan zou zo een besluit op zijn minst met argumenten omkleed genomen moeten worden om te zorgen voor helderheid en voor draagvlak.

EEN OP- ÉN AFBOWSTRATEGIE VOOR DE GASROTONDE

De opbouw van de Gasrotonde wordt nu door de overheid gemotiveerd met de slogan 'gas als transitie-brandstof'. Die term is deels terecht, omdat gas inderdaad schoner is dan de andere twee fossiele brandstoffen. Bovendien kan gas op zijn minst tijdelijk een rol spelen als stabiele buffer voor de fluctuerende opbrengsten van zon en wind in de elektriciteitsvoorziening. Maar hij klinkt voor een deel ook hol, omdat hiermee vooral de opbouw van een positie van Nederland in de Europese gashandel in de komende jaren wordt gemotiveerd, maar niet een transitie die ook het plaatsmaken van gas voor groenere alternatieven omvat. Het gevaar bestaat nu dat de bestaande positie van gas in de Europese en Nederlandse warmte- en elektriciteitslevering vooral wordt verstevigd en de lock-in in gas wordt voortgezet door telkens nieuwe investeringen in infrastructuur en handelsfaciliteiten. Wil de slogan 'gas als transitiebrandstof' dan ook echt inhoud krijgen, dan zal ook een eindpunt van de investeringen in gas moeten worden genoemd en een realistische afbouwstrategie voor gas door de overheid moeten worden geschetst.

INKOMSTEN UIT AARDGAS VERPLICHT BESTEDEN AAN VERGROENING

In het verleden werden de gelden uit gaswinning in een aparte pot gestopt, de FES gelden. Sinds een aantal jaren is dat niet meer het geval en verdwijnen de gelden in de algemene middelen. Toch wordt nog steeds gezegd dat de opbrengsten uit de Gasrotonde zullen worden besteed aan verduurzaming van de energievoorziening. Om die intentie ook voor de samenleving duidelijk te maken en vast te leggen voor de komende decennia, zou de overheid de inkomsten uit gas verplicht moeten aanwenden voor investeringen die een transitie naar duurzaam teweegbrengen.

TOT SLOT

De grond onder de Nederlandse Gasrotonde en onder de toekomst van aardgas in Nederland beeft, en stevig ook. De gas-koers die Nederland zonder al te grote maatschappelijke problemen in de afgelopen decennia heeft gevaren heeft daarom een nieuw maatschappelijk fundament nodig. Dat kan alleen door een sterke koppeling te maken met verduurzaming, de discussie over CCS te heropenen, gasbaten daadwerkelijk aan te wenden voor vergroening en inhoud te geven aan het bijbehorende tijdspad. Het is nu aan de overheid om die duidelijkheid te geven.

AUTEURS

Lucia van Geuns – TNO Energie
Sijbren de Jong – HCSS
Stephan Slingerland – Trinomics

CONTACT

Mart van Bracht
Algemeen directeur Energie
T 088 866 44 07
E mart.vanbracht@tno.nl

› TNO VERBINDT MENSEN EN KENNIS
OM INNOVATIES TE CREËREN DIE DE
CONCURRENTIEKRACHT VAN BEDRIJVEN
EN HET WELZIJN VAN DE SAMENLEVING
DUURZAAM VERSTERKEN.

TNO.NL/ENERGIE