

De Westeuropese gasmarkt

Aardgas is goedkoop en milieuvriendelijk. Sinds de eerste grote gasvondsten aan het eind van de jaren vijftig is echter altijd zuinig omgegaan met deze energiebron. Te zuinig, meent de auteur van dit artikel. Hij betoogt dat de aardgasvoorraad vele malen groter is dan wordt aangenomen. Er is dus geen enkele reden om er zo overdreven zuinig mee om te gaan als nu gebeurt. De verkoop van gas zou moeten worden vrijgelaten. De gasproducenten zouden zich moeten opstellen als ondernemers, en een marktaandeel moeten veroveren op andere energiedragers. Op die manier kan op marktconforme wijze de elektrificatie van de maatschappij worden vertraagd en wordt het gebruik van kernenergie overbodig.

PROF. DR. P.R. ODELL*

De aardgaswinning in West-Europa

Nog maar kort geleden was er in West-Europa alleen sprake van lokale gasindustrie op plaatselijke schaal (zoals in het Zuidwest-Frankrijk, Noord-Duitsland en de Po-vlakte in Italië); bedrijven op grotere schaal zijn van recente datum¹. De eerste belangrijke vondst, nu bekend als het Groningse onshore-veld, met naar huidige schatting bijna 2.500 mrd. m³ aan terstond winbare voorraden, werd pas in 1959 gedaan en begon eerst in 1965 op commerciële schaal te produceren. Omdat de grote vondsten recent zijn gedaan, de productie nog maar pas op gang is gekomen en de geschiedenis van het gebruik van aardgas kort is (zie tabel 1), en ook omdat potentiële vindplaatsen van gas zich over een groot gebied uitstrekken (in het bijzonder op zee langs een groot deel van de lange kustlijn van West-Europa), is de aardgasindustrie in West-Europa de kinderschoenen nog niet of nauwelijks ontgroeid. Volgens onlangs uitgekomen cijfers is zelfs het Groningse veld, nadat er 23 jaar lang jaarlijks meer dan 90 mrd. kubieke meter aan onttrokken is, nog maar voor iets meer dan 40% uitgeput. Het jaarlijkse productiepotentieel van gas in West-Europa heeft de top, of het punt van stabiliteit, nog lang niet bereikt, en er kan nog tientallen jaren exploratie-onderzoek worden gedaan². Andere, pessimistischer opvattingen zitten er met 99% zekerheid naast; ze komen voort uit onbegrip over de hoedanigheid van de gasbronnen en over de exploitatie ervan.

De afstand tussen de winplaatsen van aardgas en de gebieden waar het gebruikt wordt, is kort. Ook is de behoefte aan energie in industrie, handel en woningen, ruimtelijk zeer geconcentreerd. De twee omstandigheden leveren samen een zeer aantrekkelijke markt, waarop gas goed kan concurreren met andere energiedragers. Bovendien timmeren milieubeschermers met stijgend succes aan de weg met hun acties tegen de huidige vervuiling van de atmosfeer – onder andere tegen het zogenaamde broeikas-effect – en daardoor komt gasindustrie steeds meer in het voordeel tegenover olie en steenkool. Daarbij komt nog dat

de actievoerders tegen kernenergie het gebruik van meer aardgas in hoogrendementscentrales met gecombineerde kringloop meer en meer als het doeltreffendste alternatief voor de uitbreiding van met kernenergie opgewekte elektriciteit zien.

Het vervoeren en op de markt brengen van aardgas is in grote delen van West-Europa in handen van instellingen in eigendom of beheer bij de staat; ze komen meestal voort uit de negentiende-eeuwse stedelijke gasbedrijven die ingesteld waren op beperkte, lokale markten. In de jaren zestig waren stedelijke gasbedrijven al in ernstige economische moeilijkheden geraakt door sterk stijgende reële kosten van voor gasproductie geschikte steenkool en door de concurrentie van olie en elektriciteit op de traditionele markten. De gasindustrie werd van een voortijdige dood gered toen halverwege de jaren zestig op grote schaal aardgas beschikbaar kwam in die delen van West-Europa waar de stedelijke gasproductie geconcentreerd was. Het gevolg was wel dat de aardgasproductie aanvankelijk in handen bleef van directies die in geografisch en markttechnisch opzicht meestal niet veel verder keken dan hun neus lang was. Daardoor bleef men aardgas beschouwen als energiebron met beperkte marktmogelijkheden. Het aardgas werd gezien als vervanging van het stadsgas, dat voor het merendeel geleverd placht te worden voor toepassingen die meer geld opleverden dan de kostprijs. Ook aardgas werd dus alleen geleverd daar waar de opbrengst het hoogst was. Zo werden de beperkte marktmogelijkheden bevestigd.

* Hoogleraar Internationale Energievraagstukken Economische Faculteit, Erasmus Universiteit Rotterdam

1. Zie voor één van de eerste analyses van de vooruitzichten voor de gasmarkt die zich destijds begonnen af te tekenen: P.R. Odell, *Natural gas in Western Europe: a case study in the economic geography of resources*, De Erven F. Bohn, Haarlem, 1969.

2. Zie bij voorbeeld de recente onafhankelijke studies over de vooruitzichten van verdere grote vondsten en hun exploitatie zowel voor als achter de kust van West-Europa, uitgevoerd door de Midland Valley Exploration Ltd., Glasgow, 1986 en 1987. Zie noot 8 voor bijzonderheden.

Tabel 1. Verbruik van aardgas in West-Europa, 1961-1986, in mrd. m³

Land	1961	1966	1971	1976	1981	1986
Oostenrijk	1,2	1,9	3,3	4,5	4,3	5,0
België/Luxemburg	-	0,1	6,4	11,3	10,5	8,4
Denemarken	-	-	-	-	-	1,2
Finland	-	-	-	0,9	0,7	1,1
Frankrijk	4,4	5,9	12,2	20,9	27,0	25,7
Griekenland	-	-	-	-	-	0,1
IJsland	-	-	-	-	-	-
Ierland	-	-	-	-	1,0	1,5
Italië	6,5	9,0	13,8	24,2	25,1	31,0
Nederland	2,3	3,3	27,1	36,3	33,0	35,5
Noorwegen	-	-	-	-	-	-
Portugal	-	-	-	-	-	-
Spanje	-	-	0,5	1,6	2,3	2,6
Zweden	-	-	-	-	-	0,2
Zwitserland	-	-	-	0,6	0,9	1,0
Turkije	-	-	-	-	-	0,3
Verenigd Koninkrijk	-	0,9	19,9	38,1	44,7	54,0
West-Duitsland	1,6	4,0	22,8	39,9	45,5	44,2
Totaal	16,0	25,4	105,8	178,3	196,9	211,8
Aantal landen (van de 18) dat aardgas gebruikt	5	7	8	10	11	15
Aardgasconsumptie in procenten van het totale Westeuropese energieverbruik	1,8	3,3	9,7	13,4	14,7	15,2

Bron: ontleend aan de *Annual Review of World Energy* van 1987, uitgegeven door BP, en aan nummers uit vroegere jaren van de *Statistical Review of the World Oil Industry*, eveneens uitgegeven door BP.

Nog wijder verbreid was het idee dat de aanvoer van aardgas in West-Europa van nature zeer beperkt was; het werd twijfelachtig geacht of de voorraad voldoende zou zijn om aan de toekomstige vraag te voldoen. De Westeuropese beleidsvormers in de jaren zeventig gingen er eigenlijk allen van uit dat bij de eerste nasporingen naar gas de omvang van de gevonden velden meteen 100 procent nauwkeurig was becijferd, en ook, dat daarmee hoogstwaarschijnlijk de totale omvang van de gasvoorraad van het hele continent gegeven was. De overheden namen aan dat men ter wille van een rationele en ordelijke marktplanning beter geen verplichtingen kon aangaan voor het op de markt brengen van meer gas dan op de reeds aangetoonde vindplaatsen aanwezig was. Het denkbeeld van 'onontdekt maar nog te ontdekken gas' (de basis waarop de aardgasmarkten elders in de wereld zich hebben ontwikkeld) werd genegeerd of verworpen als geschikte grondslag voor de toekomstige ontwikkeling van de aardgasmarkt in West-Europa³. In plaats daarvan richtten de beleidsmakers en planners hun inspanning en zorg vooral op de vermeende 'noodzaak' om de zogenoemde toekomstige 'aanbodkloof' te overbruggen; zij meenden immers dat er over 20 tot 25 jaar noodzakelijkerwijze een kloof zou ontstaan tussen de vraag (berekend door de huidige marktsituatie te extrapoleren en uit te gaan van langzaam stijgend verbruik op de door de plannenmakers aangewezen markten), en de hoeveelheden die in de verre toekomst uit de historisch aangetoonde voorraden konden worden gewonnen. In de calculatie werd geen rekening gehouden met de mogelijkheid dat de reeds bekende velden meer zouden opbrengen dan nu voorzien, en dat verdere exploratie nieuwe voorraden zou kunnen opleveren. Bij het schatten van toekomstige markten werd het aanbodpotentieel van West-Europa buiten beschouwing gelaten. Met andere woorden, aan de vooruitzichten voor gasverkoop werd een beperking opgelegd die zich zelf bevestigde. De institutionele en organisa-

torische overeenkomsten die daartoe werden gesloten, versterkten de beperkende werking nog. Er werd inderdaad een stelsel opgebouwd dat het zo goed als onmogelijk maakte met aardgas te concurreren; we zullen dat hieronder aantonen.

De meeste Westeuropese regeringen hebben toegelaten – of zelfs geëist – dat voor diverse eindtoepassingen de verbruikersprijs voor gas hoger werd gesteld dan die van alternatieve energiedragers. Zo werd de gasprijs voor stoomproductie in de industrie hoger gesteld dan de prijs van stookolie of binnenlandse steenkool (en dus flink boven die van de goedkopere ingevoerde steenkool), terwijl voor commercieel en huishoudelijk gebruik gas duurder was dan gasolie en soms zelfs duurder dan elektriciteit in die landen waar men stroom gebruikt voor de verwarming van ruimte en water en om te koken. Voorts hebben veel nationale regeringen – en later de Europese Commissie – 'verboden' meer aardgas te gebruiken voor de opwekking van elektriciteit, en dat niet alleen voor de turbinecentrales met gering warmerendement, maar ook voor de veel efficiëntere centrales met gecombineerde kringloop en warmte/krachtkoppeling⁴. Blijkbaar wilde men vooral verhinderen dat aardgas zou concurreren op markten waar men meende de nationale energiebelangen en het nationale energiebeleid te moeten beschermen. Het ging er daarbij vooral om de binnenlandse steenkoolproductie in stand te houden en de politiek voor de uitbreiding van kernenergie te doen sla- gen.

De jaren tachtig

De bij gaslevering betrokken ondernemingen en instellingen maken in hun rapporten en openbare publikaties van de groei van het aardgasaandeel in de Westeuropese energiemarkt van iets onder 10% in 1971 tot iets boven 15% in 1986 (zie tabel 1) gewoonlijk een succesverhaal over een 'nieuwe' bron van energie. Dat is niet in overeenstemming met de werkelijkheid. De groei van 10 naar 15% betekent alleen dat de verbruikers er, ondanks de beperkingen aan aanbod- en vraagzijde opgelegd door commerciële en politieke belangen, in geslaagd zijn een klein beetje meer binnen te halen van de energiedrager waaraan zij duidelijk de voorkeur geven. Dat het procentuele aandeel van gas in de energievoorziening in vijftien jaar maar met vijf punten is toegenomen, betekent in feite dat dat de gasindustrie en de opstellers van het energiebeleid van de regering gefaald hebben gebruik te maken van de mogelijkheden die het aardgas bood om het stelsel van energievoorziening van West-Europa te vernieuwen. En dat ondanks een overvloed van binnenlandse gasbronnen (als te zien in tabel 2) alsmede een groot potentieel voor aanvullende gasleveringen uit buitenlandse bronnen, terwijl sinds 1972 de internationale oliemarkt in grote onzekerheid verkeerde over de aanvoer en prijs van olie (in een tijd dat West-Europa voor ruim tweederde van zijn totale energiebehoefte afhankelijk was van olie-invoer), en bovendien

3. Deze aanpak vormde de grondslag voor het jaarlijkse Gasafzetplan van de Nederlandse Gasunie. Elk jaar maakte de Gasunie haar lange-termijnplannen bekend voor de afzet van het gas waarover ze de beschikking had. Beschikbaarheid werd omschreven als de vastgestelde hoeveelheid aangetoonde voorraden van de Nederlandse gasvelden, plus de hoeveelheden ingevoerd gas waarvoor contracten waren getekend. Gemiddeld kon er echter elk volgend jaar meer gas aan de voorraad worden toegevoegd dan er gebruikt was. Zo was in 1965 het plan berekend op een voorraad van ongeveer 1.575 mrd. m³. Sindsdien is er ongeveer 1.470 mrd. m³ gebruikt maar bleef er toch, eind 1987, zo'n 1.800 mrd. m³ aangetoonde voorraad ongebruikt.

4. Dit 'verbod' werd ten uitvoer gelegd in Aanwijzing no. 75/404/EEG van de Raad van de EEG betreffende het gebruik van aardgas in openbare elektriciteitscentrales.

het aanbod van binnenlandse steenkool en kernenergie in West-Europa op geen stukken na voldoende was om die bijdrage aan de totale energievoorziening te leveren die beleidsvormers en plannemakers voor ogen had gestaan. Die mislukking laat wel duidelijk zien hoe goed het beleid er in geslaagd is de uitbreiding van de aardgasmarkt tegen te houden, op grond van misvattingen over de omvang van de binnenlandse gasreserve, van de potentiële beschikbaarheid van relatief goedkoop ingevoerd gas, en van de grote verscheidenheid van energiemarkten in West-Europa die van gas zouden kunnen worden voorzien.

En zo hebben we dan nu op de Westeuropese gasmarkt een dubbel merkwaardige situatie: enerzijds wordt het potentiële aanbod niet ten volle benut, en anderzijds is de markt onderontwikkeld. Trouwens, de machtige club van gasvervoerende en gasdistribuerende maatschappijen en instellingen (openbaar of particulier) heeft de misvattingen ten aanzien van het aanbod en de verkoopmogelijkheden van gas niet alleen laten voortbestaan, maar er zelfs opzettelijk voedsel aan gegeven. Zij blijven hun macht op de gasmarkt praktisch ongebreideld uitoefenen, en houden zich aan de strakke beleidslijnen die ze voor de verre toekomst (20 tot 25 jaar) hebben uitgestippeld om zich te verzekeren van toegang tot hoeveelheden gas die net voldoende zijn om de met opzet beperkte verkopen aan een klein aantal hoogwaardige markten te garanderen. Met andere woorden, het voornaamste doel van hun directies schijnt te zijn om zich tot in een verre toekomst te verzekeren van voorraden die juist overeenkomen met hun te voren vaststaande berekeningen over markten, zodanig gekozen dat de concurrentie van alternatieve energiedrages hun geen zorgen baart. De hele strategie weerspiegelt de bedoeling van de bedrijfsleiding om 'satisficing' te werk te gaan: ze willen laten zien dat ze technisch goed werk leveren, maar voelen er niets voor de uitdaging aan te nemen en in te spelen op de kansen die de energiemarkten van West-Europa bieden om met het aardgas te concurreren.

Zo is men dan enerzijds vooral bezig met papieren contracten voor tientallen jaren waarmee zogenaamd de 'aanbodkloof' in de verre toekomst overbrugd moet worden, waartoe men dan zorgt voor een technisch doelmatig (maar waarschijnlijk te ingewikkeld en te duur)⁵ stelsel van vervoer en opslag. Anderzijds geeft men evenwel te weinig aandacht aan onderzoek dat vooral zou dienen ter vergroting van de kans om het gas op de markt te verkopen. In dat licht wekt het bij voorbeeld geen verwondering dat de onderzoekfaciliteiten van de gasindustrie weinig gericht zijn op pogingen om het warmerendement van met gas gestookte centrales met gecombineerde kringlopen te verbeteren, of dat men in West-Europa weinig verneemt over onderzoeks- en ontwikkelingswerk van de gasindustrie op het gebied van gasaandrijving voor motorvoertuigen, of gaskoelsystemen, of met gas aangedreven warmtepompen voor kleinschalige toepassingen⁶. De Europese elektriciteitsindustrie daarentegen wijdt wel flink wat onderzoeks- en ontwikkelingswerk aan de kansen voor opkomende markten, daarbij gestimuleerd door de wens van de beheerders van elektriciteitscentrales om hun bedrijf uit te breiden en met hun product te concurreren, en de kansen aan te grijpen die zelfs de betrekkelijk langzaam groeiende Westeuropese energiehuishouding biedt voor uitbreiding van de markt.

In het licht van de houding en het beleid van de Europese gasindustrie sinds het begin van de jaren zeventig is het geen wonder, dat overkoepelende organisaties in West-Europa – met name de EG en het Internationale Energiebureau – tot voor kort in hun voorspellingen van de vooruitzichten voor de Westeuropese gasmarkt uitgingen van een afnemend aanbod van binnenlands gas en een langzame stijging van de hoeveelheden ingevoerd gas, waarmee de beperkte marktpenetratie die aan het gas wordt

toegedacht – of toegestaan – bereikt zou kunnen worden⁷. Het is misschien niet fair te stellen dat de leiders van de Westeuropese gasindustrie en de regionale opstellers van het energie/gasbeleid een collectief doodsvlerangen hebben, maar het zou evenmin terecht zijn te concluderen dat ze staan te trappelen om te zorgen dat hun industrie volwassen kan worden. Misschien kan de huidige staat van de gasindustrie in West-Europa wel het best worden vergeleken met de 'rijpe middelbare leeftijd' – of zelfs 'vroege seniliteit'.

Voortzetting van de status quo

Zo laten zowel de jongste ontwikkeling als de huidige toestand zien dat er weinig beweging in de Europese gasmarkt zit. Eensdeels is dat te wijten aan de belangen van de belangrijkste actoren in het stelsel (namelijk de club waarin de grote transport/distributiemaatschappijen samen met veel van de grootste leveranciers zitten, met inbegrip van de NAM, Statoil en British Gas), en voor een ander deel omdat er geen doeltreffend georganiseerde actiegroep is die naar een grondige herstructurering van de gasmarkt streeft. De bewakers van consumentenbelangen hebben zich ervan laten overtuigen dat gas zo'n schaars goed is dat hun grootste zorg moet zijn de levering voor hoogwaardig eindverbruik voor de zeer verre toekomst zeker te stellen; vandaar dat zij tegen de uitbreiding van gaslevering aan de zogenaamde niet-traditionele markten gekant zijn. De meeste regeringen van de landen in Europa blijven hun geliefkoosde oneconomische energie-investeringen beschermen tegen een verhoging van het gasverbruik – zoals de dure productie en consumptie van steenkool in Engeland en West-Duitsland, en de zeer kapitaalintensieve kernelektricititeit in Frankrijk en België. Er is dus een overvloed van machthebbers die, om de een of andere reden, geen baat hebben bij een omwenteling in de orderijke gasmarkten die zijzelf mede hebben geschapen; en velen van hen zouden bereid zijn tegen de mogelijkheid van zo'n omwenteling actie te ondernemen.

Bovendien is geen enkele politieke groepering van enige betekenis – van linkse of rechtse signatuur – positief en onduidelzinnig vóór een flinke uitbreiding van de productie en het verbruik van gas. De milieubeweging erkent wel dat meer gasverbruik een nuttige strategie tot vermindering van de vervuiling zou zijn, maar wordt anderzijds van steun aan het gas weerhouden door haar al even diepe overtuiging dat gas, als fossiele brandstof, van nature schaars is ondanks de bewijzen van het tegendeel. Die bewijzen zijn er, zelfs als men alleen de conventionele gasvoorraden in West-Europa in aanmerking neemt, zoals tabel 2 laat zien. Onafhankelijke geologische en economische onderzoekingen van de waarschijnlijke omvang van het potentieel aan aardgas in velden voor en achter de kust zijn in dat opzicht

5. Dit verschijnsel is van dezelfde aard als de 'vergulde', dure aanpak van voorzieningen voor de productie van olie en gas op de Noordzee in verband met de hoge olie- en gasprijzen en de 100% afschrijving tegen hoge belastingtarieven. Sedert de verlaging van de prijs van olie (en gas) en de verlaging van de belastingtarieven na 1986 zijn de ontwikkelingskosten op de Noordzee tot de helft gezakt. De noodzaak van kostenbeheersing is nog niet doorgedrongen tot de gasvervoersector, doordat de betrokken instellingen in het algemeen werken in een situatie van monopolistische prijsstelling op nationale of regionale markten.

6. Dit zijn potentiële nieuwe gasmarkten die zijn omschreven en geanalyseerd in de Verenigde Staten. Zie American Gas Association, *The outlook for gas demand in new markets, 1986-2000*, Arlington (Virginia), augustus 1986.

7. Zie bij voorbeeld opeenvolgende uitgaven tot 1985 van de *Annual review of energy policies and programmes of IEA countries* (OESO, Parijs), en de door de EEG uitgegeven *Review of Member States' Energy Policies*, Brussel.

Tabel 2. Overzicht van productie van, voorraden en potentieel aan aardgas in Noordwest-Europa medio 1987, in mrd. m³, en de verhouding tussen voorraad en productie per jaar (V/P-ratio)

Land/regio	Productie in 1965	1975	1985	Cumulatieve productie tot 1986	waar- schijnlijke voorraden eind 1986	V/P-ratio in jaren	Verwachte gemiddelde jaarproductie 1985-90 ^a	waar- schijnlijke voor- raden ^b in 1990	V/P-ratio in 1990 ^c in jaren	Potentiele jaar- productie halverwege de jaren negentig ^d
Nederland										
– on-shore	2	94	65	1.268	1.655			1.450		
– off-shore	0	0	16	80	300	26	75	400	24	95
West-Duitsland										
– on-shore	12	15	17	322	260			300		
– off-shore	0	0	0	0	25	19	15	50	23	20
Denemarken										
– off-shore	0	0	2	4	175	44	3	220	73	10
Noorwegen										
– Noordzee	0	0	28	235	≥2.500		35	≥3.000		
– boven 62° n.breedte	0	0	0	0	≥500	≥100		≥1.000	≥100	≥100
Verenigd Koninkrijk										
– zuidelijke Noordzee	0	37	28	501	1.180			1.100		
– overig Continentaal Plat	0	0	15	65	725	42	47	1.050	46	60
– on-shore	0	0	0,1	0,2	10			30		
Ierland										
– off-shore	0	0	2	11	55	28	2	75	37	4
Totaal	14	147	173	2.486,2	≥7.385	43	175	≥8.700	≥50	≥275 ^e

a. Volgens door regeringen en maatschappijen opgegeven verwachte produktieschema's.

b. Volgens opgaven van regeringen en maatschappijen.

c. Rekening houdend met de produktie in de jaren 1987-1989 en met nieuwe toevoegingen aan de voorraden in die tijd.

d. Aangenomen dat de produktie niet kunstmatig wordt beperkt (door beperkingen van overheidswege); met technische beperkingen is rekening gehouden.

e. Dit getal is lager dan het totaal van de afzonderlijke landen, wegens tijdsverschillen in topproductie tussen de landen.

bijzonder welsprekend⁸. De bij Siljan in Midden-Zweden uitgevoerde experimentele diepe boringen in niet-sedimentaire rotsen om bewijzen te vinden voor professor Golds spontaan gegenereerd gas op grote diepte⁹, zijn nog niet bekend genoeg en ook niet ver genoeg gevorderd om de algemene negatieve houding te doen omslaan. En helaas is ook de Europese Gemeenschap, die zich in andere sectoren zich zo heeft ingespannen voor concurrerende en niet-discriminerende markten, er niet in geslaagd tussenbeide te komen in de oligopolistisch georganiseerde Europese gasindustrie om een minder sterk gereguleerd en beperkt stelsel tot stand te brengen. Integendeel, zoals hierboven aangegeven heeft de EG haar invloed aangewend om de ontwikkeling van de gasmarkten te beperken door regulering van het gebruik van gas voor de opwekking van elektriciteit¹⁰.

Ondanks de sterk gereguleerde gasaanvoer in West-Europa blijft er toch een gevoel van wantrouwen en rivaliteit te ontstaan tussen de gasleveranciers in West-Europa, maar het is nog niet zo sterk dat men zich openlijk bereid zou verklaren concurrerend op te treden. Het gevoel heeft te maken met de constatering dat het overschot aan beschikbaar gas in verhouding tot de vraag tegen de geldende prijzen nu wel erg groot is geworden. Kan men in Amerika spreken van een 'gasbel' aan potentieel aanbod¹¹, dan bezit West-Europa spreekwoordelijke 'luchtballon' van hetzelfde verschijnsel. Behalve in het Verenigd Koninkrijk, dat zijn gasindustrie volledig heeft beschermd tegen aanvoer van elders omdat het transportstelsel daar niet aansluit bij dat van het vasteland van Europa, kampen gasproducenten elders in West-Europa al vijf jaar met een teleurstellende gasverkoop. Het gevolg is dat noch de productiecapaciteit, noch de transportvoorzieningen volledig worden uitgebuit. De produktieniveaus in het jongste verleden, van nu en in de toekomst zijn en worden vooral bepaald door de beperkte vraag en het beschikbaar komen van steeds meer gas van nieuwe leveranciers (onder andere van buiten Europa). Dat staat in scherpe tegenstelling tot de opvatting die in de jaren zeventig en tachtig wijdverbreid was,

namelijk dat de omvang van de industrie in West-Europa door fysieke factoren bepaald zou worden. Die kijk op de toekomst van het aardgas werd destijds verkondigd, niet alleen door nationale en bovennationale beleidsvormers, maar ook door sommige produktiemaatschappijen zelf¹².

In sommige landen zijn er dan ook met het oog op de verwachte schaarste contracten afgesloten voor de levering van gas door andere Europese leveranciers (meestal volgens het principe 'take or pay'). Toen de verwachte markuitbreiding uitbleef, moest aan het ingevoerde gas voorrang worden gegeven boven dat van inheemse bodem. Zo is bij voorbeeld het verbruik van inheems Duits en Nederlands gas teruggedrongen ten bate van gas uit het Ekofisk- en het Heimdal-gebied dat volgens contract in Noorwegen was aangekocht. In Italië en Frankrijk heeft men zowel het uit andere Europese landen ingevoerde als het op de eigen nationale velden gewonnen gas vervangen door invoer van elders. En gasvondsten in het Verenigd Koninkrijk zijn niet uitgebaat omdat de BGC er de voorkeur aan gaf aardgas van het Frigg-veld in het Noorse deel van de Noordzee te kopen.

Een tijd lang werden exporteurs van gas door West-Europa aangetrokken als wespen door de spreekwoordelijke pot honing. Zij konden hun transacties afsluiten niet alleen op grond van de verwachtingen die de vaak herhaalde verwijzing van de Europese opstellers van het gasbeleid naar

8. Midland Valley Exploration Ltd., *Future oil and gas developments in the UK North Sea; reserves of the undeveloped oil and gas discoveries*; idem, *Hydrocarbon prospectivity of onshore basins in France*; idem, *The potential for further major hydrocarbons discoveries onshore UK*, Glasgow, 1987.

9. Thomas Gold, *Power from the earth; deep earth gas – energy for the future*, J.M. Dent and Sons, Londen, 1987.

10. Zie noot 4 voor bijzonderheden van de EG-aanwijzing voor het beperken van gasgebruik in elektrische centrales.

11. Vgl. de *Annual energy outlook 1986*, gezamenlijke uitgaaf van het Ministerie van Energie in de VS en het Energy Information Agency (Washington 1987).

12. Zie de overzichten van de IEA en de EEG genoemd in noot 7.

een vermeende 'aanbodkloof' bij hen had gewekt, maar ook omdat de Westeuropese gasdistributoren bereid waren zeer hoge prijzen te betalen¹³, in het veilige gevoel dat ze het gas aan hun klanten, die immers aan hen waren overgeleverd, tegen een prijs boven de olie-equivalentie zouden kunnen verkopen; bovendien verwachten ze stellig – hoewel ten onrechte – dat de waanzinnig hoge olie-prijzen van de eerste jaren tachtig zouden blijven stijgen¹⁴. Sindsdien zijn die exporteurs van gas naar West-Europa er achter gekomen dat ze geen volledig emplot hebben voor de gasexportcapaciteit die ze hebben opgebouwd (dat geldt bij voorbeeld voor de Sovjet-Russische en Algerijnse gaspijpleidingen en voor de Libische en Algerijnse LNG-voorzieningen), enerzijds doordat de marktoogmerken van de Westeuropese gasindustrie zo beperkt zijn, en anderzijds doordat na het ineenklappen van de olieprijs in 1986 de energieprijzen zijn gedaald. Ook hebben zij moeten toestemmen in nieuwe onderhandelingen over de omvang en de prijs van hun contracten¹⁵.

De landen die gas exporteren naar West-Europa (en ook potentiële exporteurs, zoals Nigeria, Qatar en Iran) zijn gedwongen hun verwachtingen lager te stellen of zelfs op te geven. Dat is met name de nasleep van de zorgvuldig gerekteerde overeenkomst die voor de eerste fase van de exploitatie van de Noorse Sleipner- en Troll-voorraden en het transport ervan naar markten op het Europese vasteland is afgesloten tussen Noorwegen (via Statoil), de andere grootste betrokkene bij de winning uit deze bronnen (namelijk Shell), en de Club van Europese Gasaankopers (aangevoerd door Ruhrgas)¹⁶. Die overeenkomst wordt in het algemeen beschouwd als 'belangrijke doorbraak' voor het gas in Europa, vanwege de omvang van de betrokken voorraden (ten minste 1.500 mrd. m³), de nieuwe technologie die voor het produktiesysteem vereist is, en de 'noodzaak' om gegarandeerde grootschalige en langdurige contracten voor het gas af te sluiten voordat het werk kan beginnen.

In technische en politieke zin is hier zeker sprake van een doorbraak: technisch omdat het de uitbating garandeert van grote voorraden uit een omgeving die meer mogelijkheden oplevert dan alle eerder aangeboorde velden onder de Noordzee; in politieke zin omdat het niet alleen de banden tussen Noorwegen en de rest van Europa nauwer aanhaalt, maar ook een bewijs is voor de zich over heel Europa uitstreckende invloed van Shell; met belangen zowel in produktiefuncties als in de transport- en distributiefunctie, is Shell de voornaamste actor in de strategie van de gasproduktie in de regio's.

Economisch gesproken kan de Sleipner/Troll-overeenkomst het best worden geïnterpreteerd als instrument om de status quo op de Europese gasmarkt te handhaven. Want gezien de alomvattende – en exclusieve – betrokkenheid van alle partijen met een gevestigd belang in een situatie waarbij de gasmarkt in principe niet verandert (men blijft betrekkelijk duur gas toewijzen aan een beperkt aantal klanten met hoogwaardig eindgebruik), is het helemaal niet verwonderlijk dat belanghebbenden het beschikbaar komen van dit 'nieuwe' Noorse gas in principe voorstellen als de ontwikkeling die de voor de tijd na 1995 aangekondigde 'aanbodkloof' zal kunnen overbruggen. De hypothese die de betrokken partijen voor de aanvoerkant hebben ontwikkeld in dat verband houdt in principe verband met hun verwachtingen omtrent de 'noodzaak' om de leegrakende Nederlandse gasvoorraden in Groningen te vervangen¹⁷; aan de vraagzijde gaan hun voorspellingen uit van de hypothese dat de gasmarkt in West-Europa tot 2000 maar heel langzaam zal uitdijen, om daarna te stagneren of zelfs in te krimpen¹⁸. Met andere woorden, de belangstelling in de Sleipner/Troll-transactie – en de vorm die de ondertekenaars aan de overeenkomst hebben gegeven – duiden erop dat de ontwikkeling er in hoofdzaak op gericht

is het dwangbuis te handhaven waarbinnen de Europese gasindustrie nu al bijna dertig jaar wordt gehouden. Nu de belanghebbende partijen erin geslaagd zijn de tot dusver aan de Westeuropese gasmarkt opgelegde structuur tot ver in de toekomst te verlengen, zijn de vooruitzichten op een alternatieve, meer op concurrentie en uitbreiding gerichte toekomst voor de gasmarkt in West-Europa vóór het jaar 2000 sterk verminderd, mede gezien het uitblijven van enige poging van de EG om een meer concurrerende structuur aan de industrie op te leggen. En dat terwijl men nu toch in veel ruimere kring dan voorheen inziet dat de eigen Westeuropese bronnen waarschijnlijk veel meer kunnen opleveren (zoals tabel 2 laat zien) dan de belanghebbende partijen voorgeven, en terwijl de verbruikers steeds meer laten blijken voorkeur te hebben voor de uitbreiding van het gebruik van gas als een alternatief voor andere minder acceptabele energiedragers.

Een alternatief

Er blijft de Europese gasmarkt nog maar één kans over om uit het huidige dwangbuis te ontsnappen. En die kans houdt verband met de mogelijkheid van een geo-politiek spel op hoog niveau en met een hoge inzet, waarbij veel meer op het spel staat dan aardgas op zich. Het houdt eigenlijk verband met de geweldige veranderingen die zich op het ogenblik voltrekken in de buitenlandse en binnenlandse politiek van de Sovjetunie. In de eerste plaats is er nog steeds uitzicht op overeenkomsten over belangrijke multilaterale vermindering van de bewapening en de spanning tussen de Sovjetunie en het Westen; in de tweede plaats doet de Sovjetunie pogingen om nieuwe economische beleidsmaatregelen in te voeren die erop gericht zijn meer goederen en diensten voort te brengen om aan de vraag van de bevolking in de USSR zelf te voldoen. Deze combinatie maakt de weg vrij voor versnelde winning van de enorme voorraden aardgas van de Sovjetunie en tegelijk voor een geweldige uitbreiding van de gasstroom uit de Sovjetunie naar West-Europa. Men kan wel stellen dat zon-

13. Dit verschijnsel deed zich voor bij alle Westeuropese monopolistische gasvervoer- en -distributiemaatschappijen. Het opmerkelijkste is echter dat Distrigaz in België uit de rij trad door in 1982 toe te stemmen in een 'take-or-pay'-contract voor LNG uit Algerije tegen een basisprijs waarvan een onderdeel verband hield met de exportprijzen die Algerije voor ruwe olie hanteerde. Dat leidde tot een prijs voor ingevoerd gas boven de norm van het stookolie-equivalent, aangezien de verkoopprijs van stookolie altijd lager ligt dan die van ruwe olie.

14. Zie voor een analyse van de verwachtingen in de eerste jaren tachtig met betrekking tot de toekomstige ontwikkeling van de olieprijs, P.R. Odell, *The deregulation of oil: the international oil market framework*, in het *Verslag van het 18de Vlaams Wetenschappelijk Economisch Congres*, Brussel, mei 1987.

15. Algerije moet sinds 1985 opnieuw onderhandelen over zijn prijs en andere voorwaarden voor de uitvoer van LNG en gas via pijpleidingen naar een aantal Westeuropese landen onder de druk van de ruime keus die de importerende landen hebben voor alternatieve toekomstige bevoorrading. De Franse eisen voor gunstiger voorwaarden zijn al heel streng (en de Franse markt is bijzonder belangrijk voor Algerije), zodat de onderhandelingen nog niet geslaagd zijn. Het lijkt erop dat de Fransen nu officieel om arbitrage zullen vragen om de knoop door te hakken.

16. Zie voor een beschrijving van de Troll-overeenkomst J.P. Stern, *Norwegian Troll gas: the consequences for Britain, continental Europe and energy security*, *The World Today*, jg. 43, nr. 1, januari 1987, blz. 1-4.

17. Ook in dat opzicht zijn de verwachtingen van de beleidsmakers in strijd met de feiten. Zoals in noot 3 aangegeven, is er geen sprake van uitputting van de Nederlandse voorraden door de gaswinning.

18. Het International Energy Agency voorspelt in zijn publikatie *Natural gas prospects*, OESO, Parijs, 1986, dat de vraag naar gas in het Europa van de OESO zal stijgen tot tussen de 248 en 280 mrd. m³ in 2000 (het verbruik in 1987 wordt geschat op plm. 210 mrd. m³, en tot 258 à 305 mrd. m³ in 2010).

der die vergrote produktie en uitvoer van Sovjet-gas de plannen van Gorbatsjof veel minder uitvoerbaar worden.

Elders heb ik besproken wat er voor de Sovjetunie op het spel staat bij de uitbreiding van het potentieel voor de winning en uitvoer van gas en voor de economische en politieke doeleinden die daarvan het gevolg kunnen zijn¹⁹. Op deze plaats concentreer ik mij meer op de gascomponent als zodanig en op de gevolgen van een sterk vergrote gasuitvoer van de Sovjetunie naar de Westeuropese gasmarkt van het begin van de jaren negentig af.

In de eerste plaats is er aan de aanbodzijde geen reden te vinden waarom de huidige hoeveelheid van ongeveer 35 mrd. m³ gas die de Sovjetunie naar West-Europa uitvoert niet – op het geschikte moment – verdrie- of verviervoudigd of nog meer zou kunnen worden²⁰. En 'het geschikte moment' is op zich een variabele grootheid; zou de Sovjetunie door een significante graad van ontspanning in staat zou zijn voldoende hulpbronnen aan te wenden voor het uitbaten van haar gasreserves, dan zou de wachperiode best korter kunnen zijn.

Ten tweede zouden die extra hoeveelheden gas uit de Sovjetunie, nu door de overeenkomst van Troll de beperkte horizonten van de Westeuropese gasindustrie en de beleidsvormers voor de volgende generatie zijn veiliggesteld (vooral ook omdat Troll I hoogstwaarschijnlijk door Troll II en zelfs Troll III gevolgd zal worden), beschikbaar moeten komen tegen een prijs die een aanzienlijke uitbreiding van de Westeuropese gasmarkten mogelijk maakt – met name in de richting van de tot dusver verwaarloosde sector groot-schalige stoom- en stroomopwekking. Die prijs zou verband moeten houden met die van het goedkoopste alternatief, namelijk ingevoerde steenkool, maar zou in thermische equivalenten uitgedrukt niet zo laag behoeven te zijn. Steenkool kost op het ogenblik half zo veel als stookolie, en maar een derde van het equivalent aan gasolie. De consumptieprijzen van het meeste gas dat in West-Europa wordt verkocht zijn tot dusver gerelateerd geweest aan deze betrekkelijke dure olieproducten.

Ten derde heeft de Sovjetunie haar eigen redenen om erop aan te dringen dat grotere hoeveelheden gas aan West-Europa zullen worden geleverd op voorwaarde van wederkerigheid. De Sovjetunie biedt Europa zodoende een gegarandeerde afzetmarkt aan voor een aanzienlijk uitgebreide hoeveelheid en assortiment Europese goederen en diensten aan. En dat in een internationale situatie waarin het voor Europa steeds gemakkelijker wordt zijn verhoudingswijs dure exportgoederen elders in de wereld te verkopen. Ongetwijfeld zullen veel belangengroepen in West-Europa – variërend van politieke partijen via werknemersorganisatie tot de betrokken industrieën zelf – zo'n kans op extra export met vreugde begroeten. Die belangengroepen zouden wel eens meer invloed kunnen hebben dan de Westeuropese gas- en andere energieindustrieën; die zullen vermoedelijk het gas uit de Sovjetunie niet zo graag zien komen, want zulke leveranties kunnen de energiemarkt ernstig van slag brengen, vooral ook omdat zij een indirecte uitwerking op alle sectoren zullen uitoefenen en daardoor over de gehele linie de energieprijzen voor Westeuropese verbruikers zouden drukken.

Voor zover de huidige benarde situatie in de gasvoorziening van West-Europa door toedoen van een nieuwe Sovjet-politiek kan worden doorbroken, zal daar toch waarschijnlijk lange tijd mee gemoeid zijn, want de doorbraak zou essentieel element van de economische herstructurering en uitbreiding in de Sovjetunie vormen. Maar als de doorbraak tot stand komt zouden andere leveranciers van gas aan Westeuropese markten zich wel verplicht zien ook te gaan concurreren. Dat geldt zowel voor externe leveranciers als Algerije, als voor interne leveranciers, met name Noorwegen, maar zeker ook voor Nederland en het Verenigd Koninkrijk, twee Europese landen die ook, zoals uit

tabel 2 blijkt, grote gasvoorraden hebben. De concurrentie om de snel groeiende gasmarkten die aan de aanbodzijde zou ontstaan, zou het eind kunnen inluiden van de versterking en overregulering van de Europese gasmarkt.

West-Europa aan het gas?

Zouden de geschetste ontwikkelingen zich voordoen, dan zou het aandeel van ongeveer 17,5% van aardgas in de totale energievoorziening van West-Europa in 1987 uiteindelijk kunnen oplopen tot 30%²¹. Het gas zou niet alleen op steeds meer eindconsumptiemarkten in toenemende mate olieproducten kunnen vervangen, ook in het transport, het zou ook een sterkere concurrent worden voor de elektriciteitssector. Het gas zou steeds meer een concurrent worden op eindconsumptiemarkten die tot dusver min of meer uitsluitend aan de elektra waren voorbehouden (bij voorbeeld compressie en koeling), en het zou ook snel meer in gebruik komen als brandstof voor alternatieve vormen van stroomopwekking²². Het valt te voorzien dat voor het opwekken van stroom de algemene voorkeur zou uitgaan naar met gas gestookte, uiterst doelmatige gecombineerde-kringloopcentrales boven conventionele, met steenkool and kernenergie gestookte, minder efficiënte turbinecentrales. Ook zouden met gas gestookte warmte/krachtkoppeling naar verhouding aantrekkelijker worden als grondslag voor de energiestelsels van een stijgend aantal industriële en commerciële gebruikers.

Zoals eerder in dit artikel opgemerkt is de structuur van de energiemarkt van West-Europa van nature gunstiger voor een hoog niveau van gasconsumptie dan die van de Verenigde Staten (en Canada) of de Sovjetunie. Dat komt doordat de vraag naar energie hier veel meer geconcentreerd is in een veel kleiner en dichter bevolkt gebied. Het gebruik van aardgas biedt in zo'n geval voordeel, met name door de per definitie lagere kosten van vervoer en distributie. De traagheid van de gasindustrie zelf en de regulering door de overheid hebben tot nu toe verhindert dat het gasverbruik uitgroeide tot een 'passend' deel van de Westeuropese energievoorziening²³; in feite is dat nog steeds zo. In een sfeer van ontspanning tussen Oost en West kunnen er omvangrijke stromen goedkoop gas uit de Sovjetunie beschikbaar komen die de grondslag van de gas-

19. P.R. Odell, Gorbachev's new economic strategy: the role of gas exports to Western Europe, *The World Today*, jaargang 43, no. 7, juli 1987, blz. 123-5.

20. Dat de Sovjetunie in staat is haar uitvoer in die mate uit te breiden is te danken aan de voortgaande snelle stijging van haar jaarproduktie, die volgens de plannen moet toenemen van 712 mrd. m³ in 1987 tot tussen de 1.050 en 1.150 mrd. m³ in 2000. Als in 1994 de nieuwe uitvoerleidingen die nu gepland of in uitvoering zijn, gereed komen en aan de exportcapaciteit van bestaande leidingen worden toegevoegd, zal het mogelijk zijn 110 mrd. m³ gas uit te voeren – en er is geen reden waarom er daarna nog niet meer exportcapaciteit zou kunnen worden ontwikkeld. De *International gas study* van het Internationale Instituut voor Toegepaste Systeemanalyse, waaraan Sovjet-wetenschapsmensen een belangrijke bijdrage hebben geleverd, verschaft de achtergrond voor die vooruitzichten. Zie H-H. Rogner, *A multi-regional study of European energy markets*, IIASA, Laxenburg, 1987.

21. Zelfs zonder de opkomst van nieuwe markten voor aardgas betekent een aandeel van 30% van de totale energiemarkt nog lang geen verzadiging met aardgas. In het begin van de jaren zeventig bedroeg het aandeel van gas aan de energievoorziening in Nederland meer dan 50%, en zelfs nu, na een jarenlang beleid gericht op beperking van het gebruik van gas voor het opwekken van elektriciteit, is het aandeel nog circa 43%.

22. Zie noot 6 voor bijzonderheden over de verwachtingen in de VS met betrekking tot de ontwikkeling van nieuwe markten voor aardgas.

23. Over de marktaandelen van de diverse energiedragers kan moeilijk een ethisch oordeel worden uitgesproken. Ze moeten worden bepaald door het marktmechanisme.

Tabel 3. Alternatief potentieel voor Westeuropese patronen van energietoevoer in 2000 onder voortdurende spanningen op de aardgasmarkt (A) en de ontwikkeling van een concurrerende gasmarkt (B), in mln. tonnen olie-equivalent

Energiebronnen	Schatting 1987 energietoevoer			Alternatieven in 2000					
	totaal	binnenland	import	totaal	A binnenland	A import	B totaal	B binnenland	B import
Aardgas	205	165	40	230	125	105	350	205	145
%	18,3			18,9			27,8		
Olie	595	210	385	550	120	430	560	220	340
%	53,1			45,1			44,4		
Steenkool e.d.	230	175	55	305	165	140	230	130	100
%	20,5			25,0			18,3		
Elektriciteit ^a	90	90	-	135	135	-	120	120	-
%	8,0			11,0			9,5		
Totaal	1.120	640	480	1.220	935	685	1.260	675	585
%	100	57,1	42,9	100	43,9	56,1	100	53,6	46,4

a. Elektriciteit (inclusief kernenergie) omgerekend tot m.t.o.e. op basis van de warmtewaarde door de elektriciteit voortgebracht.

markt in West-Europa fundamenteel kunnen veranderen. Dan zullen de leveranciers en distributeurs van gas en de regeringen in West-Europa mogelijkwijze niet langer de kans krijgen om gas dat hun betrekkelijk weinig kost voor veel geld aan hun klanten te leveren en zo veel winst op te strijken. Men zal vermoedelijk gauw inzien dat de voordelen van een flinke uitbreiding van de gasmarkt te belangrijk zijn om ze aan de energieverbruikers in West-Europa te onthouden. In die situatie kan het niet uitblijven dat er druk wordt uitgeoefend en actie gevoerd om een einde te maken aan de beperkende praktijken van de instellingen die het nu op de gasmarkt voor het zeggen hebben, en aan het oneigenlijke beleid van de regeringen ten opzichte van de productie en het gebruik van gas.

Met dit alternatieve vooruitzicht van een sterk uitgebreide gasmarkt in West-Europa zou dit werelddeel uiteraard halverwege de jaren negentig een naar verhouding veel grotere gasverbruiker worden. Door een uiteindelijk meer dan verdubbeld gasverbruik en een bijna verdubbeld aandeel van gas in de totale energievoorziening (in een betrekkelijk langzaam groeiende energiemarkt) zal de positie van aardgas in het energiesysteem van West-Europa duidelijk anders worden, zowel ten opzichte van de huidige situatie als van de voorspellingen op grond van voortzetting van het huidige beleid en de huidige strategie. Vooral als na 1995 samengeperst gas een serieus alternatief gaat worden voor olieproducten als brandstof voor vervoermiddelen, dan zou aardgas in het begin van de 21e eeuw wel eens de allerbelangrijkste component van de totale energievoorziening van West-Europa kunnen worden.

Tabel 3 geeft een overzicht van het verschil tussen de situatie die voor de energievoorziening in het jaar 2000 kan worden verwacht voor het geval de beperkingen en regulering op de gasmarkt niet ingrijpend veranderen, en de situatie die bij uitbreiding van de gastoevoer en de gasmarkten zou ontstaan²⁴. Het alternatieve vooruitzicht garandeert niet alleen dat West-Europa niet meer voor de energie hoeft te betalen dan andere geïndustrialiseerde regio's van de wereld, maar ook dat het een energievoorzieningsstelsel zou hebben waarmee een beter warmerendement kan worden bereikt. Dat zou, gevoegd bij het aanzienlijk verminderde gebruik van steenkool en olieproducten, leiden tot een verhoudingsgewijs milieuvriendelijker energievoorziening²⁵. Dicht bij de markt gevestigde ('on-site'), met gas gestookte centrales met gecombineerde kringloop en warmte/krachtkoppeling hebben een sterk groeipotentieel. Wanneer dan ook nog gas benut zal worden in toepassingsgebieden waarin tot dusver elektrika overheersend was en waarvan verwacht werd dat ze het gebruik daarvan zouden bevorderen, dan zou de neiging tot 'elektrificatie van de maatschappij' om gezonde economische redenen ver-

traagd en misschien ten slotte omgebogen kunnen worden. Daarmee zou ook het laatste argument voor verdere uitbreiding van kernenergie in West-Europa komen te vervallen, en misschien zelfs de weg worden geopend om gezamenlijk te streven naar een kernvrij stelsel. Daarmee zou recht worden gedaan aan de voorkeur die de meerderheid van de Westeuropese bevolking sinds Tsjernobyl op het gebied van de energievoorziening heeft.

Peter R. Odell

24. Zie noot 18 voor de verwijzing naar de voorspellingen voor de toekomstige bijdrage van aardgas die uitgaan van de voortzetting van de huidige beleidsmaatregelen en strategieën.

25. Zo zou het gebruik van geperst aardgas in plaats van benzine voor auto's en lichte vracht- en bestelwagens (bijna) een eind maken aan de uitstoot (gerekend van de plaats waar de brandstof wordt gewonnen of geproduceerd tot de plaats van verbruik) van koolmonoxide, SOx en deeltjes, en de uitstoot van NOx met bijna 40% verminderen. Zie N.E. Hay (red.), *Guide to new natural gas utilization technologies*, Fairmont Press, Atlanta, 1985. De vermindering van uitstoot door gebruik van gas in centrales met gecombineerde kringloop in plaats van steenkool in conventionele turbīnencentrales zou nog groter zijn.