

*Policy Research Corporation*

*Mogelijke rol van aardgas in de transitie  
naar een meer duurzame energiehuishouding*

*Nota transitiemanagement*

*Finale versie*

*Datum  
maart 2004*

*In opdracht van  
NAM*

© *Policy Research Corporation Nederland BV*  
Copyright 2004

Parklaan 40  
3016 BC Rotterdam (Nederland)  
tel : +31 10 436 0 364  
fax : +31 10 436 1 416  
e-mail : [info@policyresearch.nl](mailto:info@policyresearch.nl)  
website : [www.policyresearch.nl](http://www.policyresearch.nl)

Dit rapport waarop het auteursrecht van toepassing is, is bestemd voor intern gebruik door de geadresseerde. Elke vorm van gebruik door derden van dit rapport, volledig of gedeeltelijk, vergt een voorafgaande schriftelijke toestemming van de NAM.

## INHOUDSOPGAVE

<b>I. INLEIDING</b> .....	<b>1</b>
I.1. DOEL VAN DE NOTA .....	1
I.2. ONDERZOEKSAANPAK .....	1
<b>II. AARDGAS EN DE TRANSITIE NAAR EEN MEER DUURZAME ENERGIEHUISHOUDING</b> .....	<b>3</b>
II.1. TRANSITIE NAAR EEN DUURZAME ENERGIEHUISHOUDING .....	3
II.2. DE ROL VAN GAS IN DE TRANSITIE NAAR EEN MEER DUURZAME ENERGIEHUISHOUDING .....	4
<b>III. VERBETERING MILIEUKWALITEIT EN MOGELIJKE BIJDRAGEN VAN AARDGAS</b> .....	<b>7</b>
III.1. GAS EN ENERGIEBESPARING .....	7
III.2. GAS EN DUURZAME ENERGIE .....	11
III.2.1. <i>Bio-energie</i> .....	12
III.2.2. <i>Windenergie</i> .....	15
III.2.3. <i>Zonne-energie</i> .....	17
III.2.4. <i>Waterkracht</i> .....	18
III.3. GAS EN SCHOON FOSSIEL .....	19
III.3.1. <i>Afvang en opvang CO<sub>2</sub></i> .....	20
III.3.2. <i>Het ontdoen van potentiële verontreinigingen voor de energieconversie</i> .....	21
III.3.3. <i>Waterstof als klimaatneutrale energiedrager</i> .....	22
III.4. ANDERE MOGELIJKHEDEN VOOR BIJDRAGE VAN GAS .....	24
III.5. OVERZICHT ROL VAN GAS IN VERBETERING MILIEUKWALITEIT .....	25
<b>IV. MOGELIJKHEDEN INZETTEN AARDGASBATEN TEN BEHOEVE VAN DE VOOR DUURZAME ENERGIE BENODIGDE INFRASTRUCTUUR</b> .....	<b>27</b>
IV.1. MOGELIJKE DOELEINDEN VAN EEN TRANSITIEFONDS .....	27
IV.2. FINANCIERINGSMOGELIJKHEDEN TRANSITIEFONDS .....	31
<b>V. SAMENVATTING EN CONCLUSIES</b> .....	<b>35</b>
<b>BIJLAGE 1: LIJST VAN GESPREKSPARTNERS</b> .....	<b>B.1</b>
<b>BIJLAGE 2: LITERATUURLIJST</b> .....	<b>B.2</b>

## LIJST VAN FIGUREN EN TABELLEN

Figuur III.1 :	Energieverbruik in Nederland per gebruiker.....	8
Figuur III.2 :	Ontwikkeling van energieverbruik bij energiebesparing van 5% door nieuwe apparaten voor de duur van 15 en 30 jaar en continue verbetering.....	10
Figuur III.3 :	Overzicht kosten per vorm van duurzame energie .....	12
Tabel III.1 :	Rol van gas binnen de ontwikkelingen op het gebied van verbetering van milieukwaliteit.....	25

## **I. INLEIDING**

### **I.1. DOEL VAN DE NOTA**

*De NAM heeft Policy Research gevraagd een nota op te stellen over de mogelijke rol van gas in de transitie naar een meer duurzame energiehuishouding.*

*Policy Research* is gevraagd door de NAM een nota op te stellen over de mogelijke rol van gas in de transitie naar een meer duurzame energiehuishouding. Doel van de nota is concrete ideeën over de mogelijke bijdrage van gaswinning (en andere gasgerelateerde activiteiten) aan de transitie naar een meer duurzame energiehuishouding te inventariseren en concretiseren. Tevens is gevraagd te zoeken naar mogelijke win-win scenario's voor gebiedsspecifieke kwesties. Onderzocht zijn onder andere mogelijkheden die een impuls kunnen geven aan de ontwikkeling van duurzame vormen van energie, zoals biomassa, offshore windenergie en zonne-energie. Daarnaast is gekeken naar mogelijkheden om een deel van de aardgasbaten in te zetten voor het realiseren van doorbraken in de ontwikkeling naar een meer duurzame energiehuishouding.

De nota bouwt voort op de in de Overlegraad Olie en Gas (OOG) getoonde bereidheid van de overheid, de milieuorganisaties en de upstream gasindustrie in Nederland om actief een breder kader voor gaswinning in Nederland te ontwikkelen.

### **I.2. ONDERZOEKSAANPAK**

*In het onderzoek is de stand van zaken op het vlak van energiebesparing, duurzame energie en schoon fossiel in Nederland geïnventariseerd.*

Het onderzoek is gestart met een inventarisatie van de stand van zaken op het vlak van energiebesparing, duurzame energie en schoon fossiel in Nederland. Daarbij is ingezoomd op de volgende elementen:

- huidig en gepland overheidsbeleid;
- bijdrage van de initiatieven aan de energievoorziening;
- toekomstperspectief (wie heeft welke visie op de verdere ontwikkeling);
- knelpunten.

*Een groot aantal gesprekken zijn gevoerd met verschillende ministeries, kennisinstellingen en onderzoeksbureaus, experts op verschillende gebieden en milieuorganisaties.*

Vervolgens zijn een groot aantal gesprekken gevoerd met overheden (waaronder ministeries EZ, LNV, VROM en Financiën), kennisinstellingen en onderzoeksbureaus (waaronder ECN, Ecofys, CE Delft), experts op de verschillende gebieden, en milieuorganisaties (waaronder de Stichting Natuur en Milieu, Milieudefensie en Stichting de Noordzee). In bijlage is een overzicht opgenomen van de gesprekspartners.

*Vier onderwerpen stonden in de gesprekken centraal:*

- toekomstvisie op de transitie naar een duurzame energiehuishouding;
- mogelijke rol van gas in deze transitie;
- mogelijke bijdrage van gas aan de ontwikkeling naar een duurzame energievoorziening;
- win-win scenario's voor gebiedspecifieke kwesties.

In de gesprekken is meer bepaald over vier onderwerpen van gedachten gewisseld:

- toekomstvisie op de transitie naar een meer duurzame energiehuishouding;
- mogelijke rol van gas in de transitie naar een meer duurzame energievoorziening;
- mogelijke bijdragen van gas aan de ontwikkeling naar een meer duurzame energievoorziening:
  - o op het gebied van kennis en ervaring;
  - o op het gebied van investeringen;
- win-win scenario's voor gebiedspecifieke kwesties.

Om draagvlak te creëren voor de ontwikkelde ideeën is zoveel mogelijk getracht alle betrokkenen constructief te laten meedenken bij het ontwikkelen van voorstellen en rekening te houden met alle belangen die spelen.

Deze nota geeft een inventarisatie van de aandachtsgebieden voor gas in de transitie naar een duurzame energiehuishouding op basis van desk-research en de gevoerde gesprekken.

## II. AARDGAS EN DE TRANSITIE NAAR EEN MEER DUURZAME ENERGIEHUISHOUDING

### II.1. TRANSITIE NAAR EEN DUURZAME ENERGIEHUISHOUDING

*Mede door de klimaatproblematiek en importafhankelijkheid wordt gestreefd naar een duurzame - dit wil zeggen betrouwbaar, economisch efficiënt en klimaatneutraal - energiehuishouding.*

Mede door de mondiale klimaatproblematiek en de groeiende importafhankelijkheid<sup>1</sup> wordt in Nederland, Europa en de rest van de wereld gestreefd naar het tot stand brengen van een duurzame energiehuishouding. Duurzaam betekent in dit verband betrouwbaar, economisch efficiënt en klimaatneutraal<sup>2</sup>.

**Betrouwbare energievoorziening:** dit wil zeggen een goede lange termijn voorzieningszekerheid, een hoge leveringszekerheid (korte termijn) en het kunnen voorkomen en beheersen van de gevolgen van internationale energiecrises.

**Economisch efficiënt:** economische efficiëntie heeft tot doel een zo gunstig mogelijke prijs-kwaliteitverhouding voor afnemers tot stand brengen. Het creëren van marktwerking, keuzevrijheid van afnemers, internationale energiemarkt en goed toezicht moeten hiertoe leiden<sup>3</sup>.

**Klimaatneutraal:** het einddoel van het transitieproces is onder meer een klimaatneutrale energiehuishouding. Om hiertoe te komen wordt begonnen met het verbeteren van de milieukwaliteit van energieopwekking en -gebruik. Dit houdt onder andere een vermindering van de uitstoot van CO<sub>2</sub> in om zo de negatieve klimaatverandering tegen te gaan.

---

<sup>1</sup> Door de toenemende vraag van aardgas neemt de importafhankelijkheid in de EU toe. Europese Commissie, Groenboek: naar een Europese strategie voor de voorzieningszekerheid van energie, 2000

<sup>2</sup> Ministerie van Economische Zaken, Investeren in energie, keuzes voor de toekomst: Energierapport 2002, 2002

<sup>3</sup> Milieu- en Natuurcompendium. RIVM-MNP, Bilthoven, CBS, Den Haag en de Stichting DLO, Wageningen.

## **II.2.**

### **DE ROL VAN GAS IN DE TRANSITIE NAAR EEN MEER DUURZAME ENERGIEHUISHOUDING**

*In de transitiefase is voor gas een belangrijke rol weggelegd als 'enabling energy source':*

- *gas is de meest schone fossiele brandstof en daarnaast bij uitstek geschikt om de pieken en dalen in de opwekking van duurzame energie op te vangen;*
- *de aanwezige kennis en ervaring op het gebied van gas kunnen het gebruik van gas verder verduurzamen en een bijdrage leveren aan de ontwikkeling van duurzame energie;*
- *aardgasbaten kunnen een concrete bijdrage leveren aan de voor duurzame energie benodigde infrastructuur.*

Hoewel duidelijkheid bestaat over de vraag waaraan een duurzame energiehuishouding moet voldoen (betrouwbaar, efficiënt, klimaat-neutraal), is er nog geen duidelijk beeld hoe een duurzame energiehuishouding en het pad er naar toe er gaan uitzien. Het is wel zeker dat de transitie naar een duurzame energiehuishouding een technologisch en maatschappelijk transformatieproces van lange duur is<sup>4</sup>. Het is belangrijk dat in deze transitiefase de inspanningen worden gebundeld en dat steeds naar nieuwe alternieven wordt gezocht.

In deze transitie kan gas een belangrijke rol vervullen als 'enabling energy source':

- gas is de meest schone fossiele brandstof in de ontwikkeling naar een duurzame energiehuishouding en daarnaast bij uitstek geschikt om de pieken en dalen in de opwekking van duurzame energie op te vangen;
- de aanwezige kennis en ervaring op het gebied van gas bieden mogelijkheden om het gebruik van gas verder te verduurzamen en een bijdrage te leveren aan de ontwikkeling van duurzame energie;
- aardgasbaten kunnen een concrete bijdrage leveren aan de voor duurzame energie benodigde infrastructuur.

#### ***a/ Aardgas is de belangrijkste fossiele brandstof in de ontwikkeling naar een duurzame energiehuishouding***

Nederland beschikt over de grootste gasvoorraden in Europa<sup>5</sup>. Van de fossiele brandstoffen is gas de schoonste fossiele brandstof en in Nederland vindt de winning plaats onder stringente ecologische randvoorwaarden. Aardgas zal optimaal ingezet moeten worden om te kunnen voldoen aan de nog steeds groeiende energiebehoefte. Energie uit duurzame energiebronnen zal immers nog lange tijd onvoldoende beschikbaar zijn om volledig te voldoen aan de Nederlandse en/of internationale energiebehoefte. Bovendien is aardgas met name uitstekend geschikt om de pieken en dalen van opwekking van duurzame energie (bijvoorbeeld als er weinig wind is) op te vangen.

---

<sup>4</sup> De schaalvergroting van de landbouw na de Tweede Wereldoorlog en de invoering van aardgas als huisbrandstof eind jaren zestig zijn voorbeelden van transitie. Ministerie van VROM, Een wereld en een wil: werken aan duurzaamheid, Nationaal Milieubeleidsplan 4, 2001

<sup>5</sup> Ministerie van Economische Zaken, Investeren in energie, keuzes voor de toekomst: Energierapport 2002, 2002



Gas blijft nodig in aanvulling op duurzame energiebronnen tot zij voldoende ontwikkeld zijn en hun aandeel in de energievoorziening substantieel is toegenomen. Aardgas blijft dus noodzakelijk voor een betrouwbare energievoorziening.

***b/ De aanwezige kennis en ervaring op het gebied van gas bieden mogelijkheden om het gebruik van gas verder te verduurzamen en een bijdrage te leveren aan de ontwikkeling van duurzame energie***

Er bestaan mogelijkheden op het vlak van verduurzaming van de gasvoorziening. De mogelijkheden van duurzaam gas liggen onder andere op het vlak van meer efficiënt energiegebruik en gasopwekking uit hernieuwbare bronnen (bv. ‘groen gas’ uit biomassa). Op deze manier kan gas een belangrijke bijdrage leveren aan de vooropgestelde duurzaamheidsdoelstellingen van Nederland en Europa. Niet alleen via nieuwe gastoepassingen, maar ook door kennisoverdracht kan gas bijdragen aan de verdere ontwikkeling van duurzame energiebronnen. Zo kan bijvoorbeeld de aanwezige kennis over offshore activiteiten worden ingebracht in projecten voor offshore windenergie of de opslag van CO<sub>2</sub> in lege aardgasvelden. Gas kan op die manier een bijdrage leveren aan energiebesparing, duurzame energie en schoon fossiel.

***c/ Aardgasbaten kunnen concreet bijdragen aan de voor duurzame energie benodigde infrastructuur***

Tenslotte kan een deel van aardgasbaten worden ingezet om doorbraken in de ontwikkeling naar een meer duurzame energiehuishouding te realiseren. Dit zou bijvoorbeeld georganiseerd kunnen worden via het opzetten van een transitiefonds. De gelden uit zo'n fonds kunnen gebruikt worden om te investeren in onderzoek, ontwikkeling en uitvoering van projecten op het vlak van duurzame energie.

De volgende hoofdstukken gaan dieper in op de twee laatste mogelijkheden.



### **III. VERBETERING MILIEUKWALITEIT EN MOGELIJKE BIJDRAGEN VAN AARDGAS**

*De verbetering van milieukwaliteit is gebaseerd op drie pijlers:*

- *Energiebesparing;*
- *Duurzame energie;*
- *Schoon fossiel.*

Gas kan een belangrijke bijdrage leveren aan de verbetering van milieukwaliteit van energieopwekking en -gebruik. Daarmee kan gas bijdragen aan het tegengaan van klimaatverandering in Nederland, Europa en de rest van de wereld. Het belangrijkste streven hierbij is de reductie van uitstoot van broeikasgassen.

De verbetering van milieukwaliteit is gericht op drie pijlers<sup>6</sup>:

1. Energiebesparing: het verminderen van de hoeveelheid energie die nodig is om een product, activiteit of dienst te leveren;
2. Duurzame energie: door het ontwikkelen van duurzame energiebronnen kunnen fossiele brandstoffen op termijn worden vervangen;
3. Schoon fossiel: gebruik van klimaatneutrale fossiele brandstoffen, zoals het ontkolen of opslaan van CO<sub>2</sub> brandstoffen.

#### **III.1. GAS EN ENERGIEBESPARING**

##### *Stand van zaken*

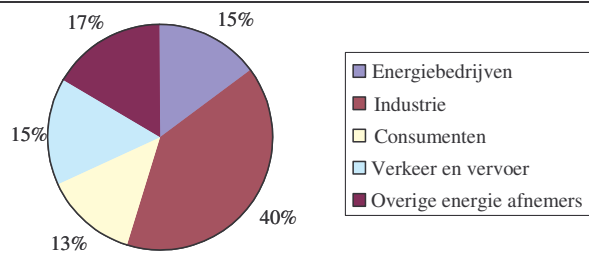
In 2003 bedroeg het totale Nederlandse energieverbruik 3 300 PJ, een stijging van bijna 400 PJ ten opzichte van 1990<sup>7</sup> (stijging van gemiddeld 1% per jaar). Deze toename hangt in belangrijke mate samen met de economische groei (toename van het BNP). De industriële sectoren zijn de grootste verbruikers van energie (zie *Figuur III.1*).

---

<sup>6</sup> Europese Commissie, Groenboek: naar een Europese strategie voor de voorzieningszekerheid van energie, 2000

<sup>7</sup> Boonekamp en Kets, Trendanalyse: ECN Beleidsstudies, 2002

Figuur III.1 : Energieverbruik in Nederland per gebruiker



Bron : CBS (2003)

In Nederland is in de afgelopen 10 jaar een energiebesparing van 1.2% gerealiseerd. Heden wordt gestreefd naar 1.3%. Een groot aandeel wordt gerealiseerd door warmtekrachtkoppeling (WKK). Daarnaast heeft de upstream gasector in Nederland een belangrijke inspanning geleverd aan energiebesparing bij de winning en het transport van aardgas.

Heden wordt gestreefd naar een energiebesparing van 1.3% per jaar<sup>8</sup>, enerzijds door het terugdringen van de vraag naar energie en anderzijds door energie zo efficiënt mogelijk te gebruiken met name in energie-intensieve productieprocessen. In de afgelopen 10 jaar is in Nederland een gemiddelde jaarlijkse besparing van 1.2% gerealiseerd<sup>9</sup>. Dit gebeurt deels autonoom en wordt deels gestimuleerd door overheidsbeleid<sup>10</sup>.

Op het gebied van energiebesparing neemt de warmtekrachtkoppeling (WKK) een belangrijke plaats in. Bij WKK vindt gelijktijdige productie van stoom of warm water en elektriciteit plaats. De ingestoken en vrijgekomen energie wordt zodoende optimaal benut. In 2002 werd 26.1% van alle elektriciteit in Nederland opgewekt door middel van WKK, waarvan 45% door middel van STEG-centrales (Stoom en Gas)<sup>11</sup>. Een STEG-centrale combineert twee produktietechnieken om elektriciteit op te wekken: eerst door middel van gasturbines en vervolgens wordt de vrijgekomen stoom in een stoomturbine benut. Een STEG-centrale verhoogt het rendement aanzienlijk: het rendement van energieomzetting neemt toe van ongeveer 40% tot 60%. WKK leidt tot hogere rendementen<sup>12</sup>, een lagere uitstoot van CO<sub>2</sub> en vermijdt de uitstoot van zwaveldioxide indien aardgas als brandstof wordt ingezet.

<sup>8</sup> CPB et al., Protocol monitoring energiebesparing, 2001; EZ, Rijksbegroting 2004.

<sup>9</sup> Boonekamp et al., Besparingstrends: Besparing, instrumenten en effectiviteit, 2002

<sup>10</sup> Zo blijkt dat de 2/3 van de behaalde besparingen uit de Meerjarenaafspraken door autonome ontwikkeling is gerealiseerd en 1/3 door beleidsinspanningen.

<sup>11</sup> CBS Statline, Energie en Water, 2003

<sup>12</sup> De lage gas- en elektriciteitsprijzen beïnvloeden echter de totale rendabiliteit van WKK-systemen. Zo kwam het in 2002 voor dat WKK installaties hun variabele kosten niet konden dekken en dat verschillende bedrijven hun WKK-installaties in de daluren moesten stil zetten of terug regelen.

Daarnaast heeft de upstream gasector in Nederland hoge besparingen gerealiseerd bij de winning en het transport van gas. De doelen uit de Meerjarenaafspraken (MJA) zijn ruimschoots behaald. In een MJA wordt tussen overheid en onderneming/sector vastgelegd hoeveel energie bespaard dient te worden. De sector realiseerde tussen 1990 en 2001 een emissiereductie van 25%, ruimschoots boven de 10%-eis uit MJA1<sup>13</sup>. Het reductiedoel voor MJA2 (1998-2004) is 10.7%. De verwachting is dat ook deze doelstelling ruimschoots wordt behaald.

### *Toekomstperspectief*

*Energiebesparing is noodzakelijk om de doelen van het Kyoto-protocol te halen. Om een verregaande besparing te behalen is een meer stringent Europees besparingsbeleid noodzakelijk.*

Energiebesparing is noodzakelijk om de doelen van het Kyoto-protocol te halen. Het bereiken van hogere energie reducties dan 1 à 2% per jaar is mogelijk, maar vereist grote inspanningen op het gebied van technologische vernieuwing. Zo zou een besparingsambitie van 5% haalbaar zijn<sup>14</sup>.

De acties voor verdere energiebesparing dienen te liggen op een aantal gebieden: (bestaande) woningbouw (e.g. isolatie, micro-warmtekrachtkoppeling, hoog-rendementsketels, gasgestookte warmtepompen), utiliteitsbouw (monitoring, beheer en regeling), (vracht)-transport, elektriciteits- en energiegebruik in de industrie en het MKB, winning en productie van energie en energiereductie bij eindgebruikers. Om een verregaande energiebesparing te bereiken moet wel een meer stringent Europees besparingsbeleid gevoerd worden.

Het kabinetsbeleid is voornamelijk gericht op de stimulering van WKK. In 2010 moet het totaalvermogen groeien naar 9 400 MW (bedroeg in 2002 5 400 MW). 5 tot 10% van de voorgenomen CO<sub>2</sub>-reductie moet door WKK gerealiseerd worden<sup>15</sup>. In de toekomst zal ook warmtekracht op kleine schaal meer en meer worden toegepast. Bij deze zogenaamde micro-WKK zorgt een kleine gasmotor voor de lokale elektriciteits- en warmteproductie van een huizenblok of een enkele woning. Op dit moment wordt onder andere bestudeerd hoe onderhoud, geluid en uitstoot gereduceerd kunnen worden.

---

<sup>13</sup> CCDM, Emissie-monitor, Jaarcijfers 2000 en ramingen 2001. Rapportagereeks MilieuMonitor, nr.6. Coördinatiecommissie Doelgroepmonitoring, 2002

<sup>14</sup> Kornelis Blok, Enhanced policies for the improvement of electricity efficiencies.

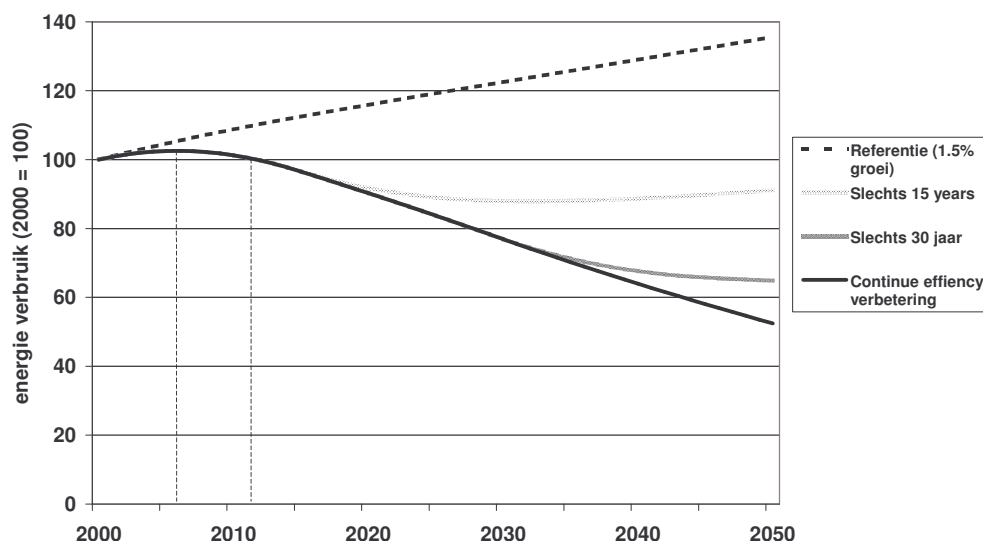
<sup>15</sup> Rijkers et al., Marktmonitoring warmtekrachtkoppeling in Nederland: periode 2001-2002, 2003

### Knelpunten

De effecten van energiebesparing zijn pas op lange termijn zichtbaar en worden daardoor veelal onderschat.

De effecten van energiebesparing zijn pas zichtbaar op de langere termijn en worden daardoor veelal onderschat. Efficiencybesparingen worden voornamelijk behaald door het in gebruik nemen van nieuwe apparatuur. Omdat apparatuur echter een levensduur van 15 tot 60 jaar heeft, is het effect maar vertraagd merkbaar. De invloed op het behalen van de Kyoto-doelstellingen zijn met name in de eerste fase (Kyoto afspraken tot 2010) dus beperkt door een afremmende invloed op de totaal behaalde efficiency door de (lange) levensduur van bestaande apparatuur (zie *Figuur III.2*<sup>16</sup>).

**Figuur III.2 : Ontwikkeling van energieverbruik bij energiebesparing van 5% door nieuwe apparaten voor de duur van 15 en 30 jaar en continue verbetering**



Bron : Blok, *Improving energy efficiency by 5% and more per year?*

Uit *Figuur III.2* blijkt dat pas na 12 jaar het totale energieverbruik lager dan het basisjaar is. Een continu beleid is dus noodzakelijk is om het effect van de besparing door invoering van nieuwe apparatuur te maximaliseren. Voortschrijdende normstelling kan hierbij een belangrijke rol vervullen.

<sup>16</sup> Gebaseerd op een stijging van de vraag van 1.5% (referentie) en een verbeterde efficiëntie van 5% voor nieuwe apparatuur. In het basisjaar vindt de vervanging van oude apparatuur door nieuwe efficiëntere apparatuur (of woningen) plaats. Bij een economische groei van 1.5% is pas na 6 jaar sprake van een daling in energieverbruik.

*Mogelijkheden van de bijdrage van aardgas aan energiebesparing:*

- *vervanging van kolencentrales door STEG-centrales;*
- *halen van de MJA's;*
- *nastreven van efficiëntie van energieopwekking tot gebruik;*
- *kennisdeling op het gebied van omzetting gas naar warmte;*
- *geothermie.*

### **Link met gas**

De bijdrage van gas aan energiebesparing ligt op een aantal vlakken:

- vervanging van kolencentrales door STEG-centrales;
- halen van de meerjarenaafspraken;
- nastreven van efficiëntie van energieopwekking tot gebruik;
- het delen van kennis op het gebied van omzetting gas naar warmte, bijvoorbeeld bij de ontwikkeling van snelschakelende gasgestookte warmtepompen (warmtekrachtkoppeling);
- geothermie: het onttrekken van warmte aan de diepe ondergrond middels circulatie van water.

## **III.2.**

### **GAS EN DUURZAME ENERGIE**

*In 2020 moet 10% van het totale energieverbruik duurzaam zijn met als tussendoelstelling 5% in 2010. In Nederland concurreren biomassa en WKK zonder financiële ondersteuning reeds met fossiele brandstoffen. Windenergie en waterkracht komen in de buurt terwijl zonne-energie nog aanzienlijk duurder is.*

In 2020 moet 10% van het totale energieverbruik duurzaam zijn, met als tussendoelstelling 5% in 2010<sup>17</sup>. Voor elektriciteit geldt dat in 2005 6% duurzaam opgewekt moet zijn en 9% in 2010<sup>18</sup>. Met 77% en 16% zijn biomassa en windenergie de belangrijkste bronnen van duurzame energie<sup>19</sup>. De EU stelt met de richtlijn voor de promotie van duurzame energie dat in 2010 het aandeel duurzame energie 12% moet bedragen en het aandeel duurzaam geproduceerde elektriciteit 22%<sup>20</sup>.

*Figuur III.3* geeft een overzicht van de kostprijs in kWh per vorm van duurzame energie. In Nederland concurreren biomassa en warmtekrachtkoppeling zonder financiële ondersteuning met fossiele brandstoffen. Windenergie en waterkracht komen in de buurt van fossiele brandstoffen. Thermische en fotovoltaïsche zonne-energie zijn aanzienlijk duurder dan fossiele brandstoffen. Thermische zonne-energie (niet in de tabel opgenomen) levert per m<sup>2</sup> collectoroppervlak een besparing van ongeveer 35 m<sup>3</sup> aardgas per jaar (een gangbaar collector oppervlak per huishouden is 2.8 m<sup>2</sup>). De kWh-prijs voor de brandstofcel is gebaseerd op de prijs in de Verenigde Staten aangezien in Nederland nog geen brandstofcellen op commerciële basis worden ingezet.

---

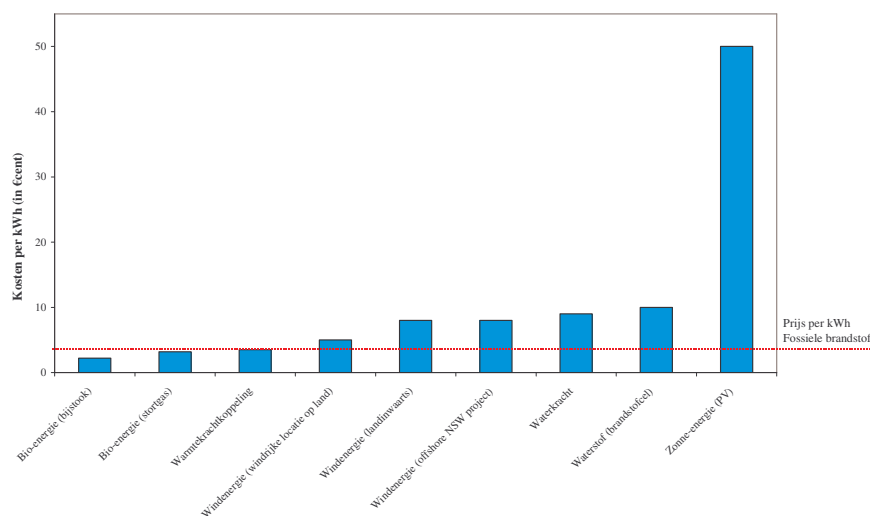
<sup>17</sup> Ministerie van Economische Zaken, Derde Energienota, 1995

<sup>18</sup> CBS/Novem, Vermeden primaire energie door duurzame energie, 2002

<sup>19</sup> Novem/Ecofys/KEMA, Duurzame energie in Nederland

<sup>20</sup> Energie Verslag Nederland, Europese richtlijn promotie duurzame energie, 2001

Figuur III.3 : Overzicht kosten per vorm van duurzame energie



Bron : Policy Research Corporation op basis van: Projectbureau Duurzame energie; ECN Marktmonitoring WKK in Nederland: periode 2001-2002; Holland Solar and waterstof.info

### III.2.1. BIO-ENERGIE

#### Stand van zaken

Met ruim driekwart van alle geproduceerde duurzame energie is biomassa de belangrijkste bron in Nederland.

Biomassa is de belangrijkste bron van duurzame energie in Nederland (ruim driekwart van alle duurzame energie). In 2002 werd 2.3% van de totale elektriciteit in Nederland opgewekt met biomassa. Er zijn verschillende vormen van biomassa die ingedeeld kunnen worden in twee hoofdgroepen:

- Energieteelt: biomassa die speciaal geteeld wordt voor energiedoelinden;
- Organische reststromen: biomassa dat bestaat uit reststoffen van bijvoorbeeld de landbouw of afvalstoffen van huishoudens, bedrijven en industriële processen.

Belangrijke voordelen van biomassa zijn dat de brandstoffen veelal voorhanden zijn en dat bio-energie betaalbaar is. Bovendien wordt door de koppeling met afvalstromen bijgedragen aan nuttig gebruik van afval. Biomassa is een brandstof die CO<sub>2</sub>-neutraal is: planten en bomen nemen tijdens hun groei CO<sub>2</sub> op dat bij de verwerking weer vrijkomt. Echter bij het transport van biomassa en bij energieteelt (grootschalige bemesting en tractoren) komt wel CO<sub>2</sub> vrij.



Door verbranding, vergassing of vergisting kan uit biomassa elektriciteit, warmte of gas gewonnen worden. Verbranding heeft het grootste aandeel, mede door zogenaamde bijstook van biomassa in kolencentrales. Door vergisting kunnen biomassa en afval worden opgezet in biogas, bijvoorbeeld het gas dat ontstaat op stortplaatsen, het zogenaamde stortgas. Het bijstoken van hout in kolencentrales en de winning van stortgas zijn nu al rendabel zonder extra ondersteuning (2 à 3 €cent per kWh). Vergassing van biomassa verkeert nog in de experimentele fase.

*De overheid richt zich op de ontwikkeling van biomassa en windenergie. Biomassa moet in 2020 ruim 40% van de geproduceerde duurzame energie voor haar rekening nemen. Wel zijn er nog een aantal knelpunten te overwinnen.*

### ***Toekomstperspectief***

Ook voor de toekomst wordt biomassa gezien als één van de belangrijkste vormen van duurzame energie. Het Nederlandse beleid is met name gericht op de verder ontwikkeling van biomassa en windenergie. Het doel is om in Nederland in 2020 minstens 120 PJ te produceren uit biomassa. Dit komt overeen met het energieverbruik van 1.4 miljoen huishoudens en 42% van de totale doelstelling voor duurzame energie in 2020.

In gesprekken wordt de noodzaak aangegeven tot de ontwikkeling van een grootschalige aanpak van biomassa in Nederland en Europa. Verwacht wordt dat vooral de energieteelt (met name hout of grasachtige gewassen) de biomarkt zal gaan domineren. Cruciaal is onder meer dat de producten in grote volumes worden geproduceerd. Oost-Europa en Latijns Amerika zijn hiervoor geschikt.

### ***Knelpunten***

Bio-energie staat nu nog dicht bij afvalverwerking en heeft daardoor een imago probleem. Het transport van biomassa kan hinderaspecten (door geur) opleveren en de energieteelt kost veel ruimte. Hoewel biomassa een duurzaam karakter heeft is de uitstoot van andere emissies vergelijkbaar met fossiele brandstoffen. De huidige generatie bio-energie projecten kampt met veel technische en financiële tegenvallers en onzekerheden. Bijkomende investeringen zijn nodig in verbrandingsketels, vergassers of vergisters. Zonder een duidelijk beleidskader en een grootschalige aanpak – waar door wetenschappers en milieu-organisaties voor gepleit wordt – houden deze investeringen voor investeerders een belangrijk financieel risico in. Bovendien is voor productie van energie uit biomassa via energieteelt

de Nederlandse grond te duur in vergelijking met andere landen (bv. Frankrijk) en lange afstand transport maakt biomassa minder CO<sub>2</sub> efficiënt.

### **Link met gas**

*Raakvlakken tussen bio-energie en gas:*

- *Biogas;*
- *Kennisdeling;*
- *Bio-fuels.*

Er zijn een aantal raakvlakken tussen bio-energie en gas:

- Biogas ofwel groen gas als duurzame brandstof uit afvalstromen;
- Kennisdeling over de opwerking van de kwaliteit van biogas;
- Bio-fuels.

De voornaamste link tussen gas en bio-energie is het biogas of groen gas, een mengsel van methaan<sup>21</sup> en kooldioxide. Meest bekend zijn het stortgas of biogas dat gewonnen wordt uit afvalstortplaatsen (bevat 50 tot 60% methaan) en het biogas uit anaërobe<sup>22</sup> waterzuivering en slibvergisters. Minder bekend in Nederland is het biogas dat verkregen wordt uit het vergisten van mest en organisch afval.

Biogas wordt gebruikt voor de opwekking van groene stroom als brandstof in gasmotoren of kan via het aardgasnet gedistribueerd kan worden. Voor dit laatste moet eerst de kwaliteit van het biogas verbeterd worden (het verwijderen van CO<sub>2</sub>). Een van de problemen in deze context is de wisselende en instabiele samenstelling van het biogas. Hierdoor worden een efficiënte benutting in gasmotoren en opwerking naar aardgaskwaliteit bemoeilijkt. Tevens beperkt het de schaalgrootte waarop systemen kunnen opereren. De kennis en ervaring die aanwezig is in de Nederlands aardgassector kan ingezet worden om oplossingen te vinden voor deze problemen.

Daarnaast kan uit biomassa ook omzetting plaatsvinden naar gasvormige en vloeibare bio-brandstoffen. Zo kan bijvoorbeeld biodiesel uit koolzaad geperst worden. Voor deze ontwikkeling zijn momenteel ambitieuze doelstellingen opgesteld en subsidiemogelijkheden beschikbaar om dit te realiseren<sup>23</sup>.

---

<sup>21</sup> Methaan is ook het hoofdbestanddeel van aardgas.

<sup>22</sup> Dit wil zeggen zonder toevoeging van zuurstof.

<sup>23</sup> Het Subsidieprogramma Klimaatneutrale Gasvormige en Vloeibare Energiedragers (GAVE) beoogt de inzet te stimuleren van vervangers voor benzine, diesel en aardgas om te komen tot een vergaande reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot.

Vanwege de kostprijs is biogas nu alleen interessant voor de kleinverbruikersmarkt (kostprijs van €0.19 – €0.21 per opgewekt m<sup>3</sup> is ongeveer gelijk aan kleinverbruiktarief; het grootverbruiktarief bedraagt €0.10 m<sup>3</sup>).

### **III.2.2. WINDENERGIE**

#### ***Stand van zaken***

*In 2002 leverde windenergie een bijdrage van 0.8% aan het nationale energieverbruik. In Nederland vindt de winning van windenergie alleen op land plaats. De verwachting is dat in 2005 gestart zal worden met de bouw van windparken op zee.*

Windenergie leverde een bijdrage van 0.8% aan het nationale elektriciteitsverbruik in 2002, een stijging van 10% ten opzichte van 2001. De stijging is het gevolg van de bijplaatsing van 132 windturbines. Het opgestelde vermogen kende daardoor een recordgroei van 40 procent<sup>24</sup>. Eind 2003 waren er in Nederland 1 588 turbines opgesteld met een capaciteit van 910 MW<sup>25</sup>. Een windturbine heeft momenteel een gangbaar vermogen van 1.5 MW. Hiermee kunnen op jaarbasis 1 000 tot 1 500 huishoudens van stroom voorzien worden.

Er zijn twee hoofdstromen binnen windenergie:

- Windenergie op land;
- Windenergie op zee (offshore windenergie).

In de huidige situatie wordt in Nederland enkel elektriciteit opgewekt via windenergie op land<sup>26</sup>. Verwachting is dat in 2005 gestart zal worden met de bouw van windparken in het Nederlandse deel van de Noordzee. Offshore windenergie is noodzakelijk voor een verdere schaalvergroting. Er lopen diverse onderzoeken voor de ontwikkeling proefprojecten op zee (o.a. Near Shore Windpark waar Shell, Ballast Nedam, Nuon en de ING Bank in participeren). De huidige binnenlandse en buitenlandse projecten bieden nog te weinig inzicht voor een verantwoorde grootschalige toepassing op de Noordzee.

Tezamen met biomassa wordt windenergie gezien als de belangrijkste duurzame energiebron in Nederland voor de toekomst. Door de overheid wordt veel aandacht aan de verdere ontwikkeling van

---

<sup>24</sup> Novem; 10 juni 03

<sup>25</sup> Dutch Wind Energy Statistics, New Projects and General Developments, 2003

<sup>26</sup> In Denemarken, Zweden en het Verenigd Koninkrijk zijn reeds een aantal offshore windmolenparken aangelegd.

windenergie besteed, onder andere door de projecten om knelpunten op te lossen (waaronder BLOW en TFW<sup>27</sup>).

### ***Toekomstperspectief***

*Een aantal knelpunten moet aangepakt worden om de ambities van de overheid te behalen. Voorbeelden hiervan zijn vergunningsprocedures, landschappelijke inpassing en vogelrichtlijnen.*

De Nederlandse overheid heeft de ambitie in 2010 tenminste 1 500 MW aan elektriciteit door windturbines op land te laten produceren. Voor windenergie op zee is de doelstelling nog ambitieuzer, in 2020 zal 6 000 MW geproduceerd moeten worden.

### ***Knelpunten***

Eén van de knelpunten in de ontwikkeling van windenergie is het maken van robuuste en onderhoudsvrije windturbines. Door de snelle groei van windenergie is er te weinig tijd geweest turbines verder te ontwikkelen. Daarnaast zijn de huidige vergunningsprocedures en landschappelijke inpassing een belemmering in de realisatie van windparken op land.

Eén van de meest zichtbare knelpunten is het feit dat er niet altijd voldoende wind is om de windmolen te doen draaien. Dit heeft een weerslag op de gemiddelde efficiëntie van de windmolen. In Nederland blijken windmolens steeds minder stroom te produceren, omdat het minder waait. De productie lag in 2003 ongeveer 22% lager dan het langjarig gemiddelde.<sup>28</sup>

Voor offshore windenergie zijn conflicten met vogelrichtlijnen, het doorkruisen van offshore platforms van scheepvaartroutes en militaire oefenterreinen en onbekendheid met de effecten en haalbaarheid van windparken op zee mogelijke belemmeringen.

### ***Link met gas***

Gas kan bijdragen aan een verdere ontwikkeling van offshore windenergie via kennisdeling over offshore activiteiten. De aanwezige kennis en ervaring met activiteiten op zee kunnen ingebracht worden in offshore projecten:

---

<sup>27</sup> Bestuursvereenkomst Landelijke Ontwikkeling Windenergie (EZ, VROM, V&W en LNV) voor problemen met vergunningen en TaskForce Wind voor vastgelopen trajecten.

<sup>28</sup> Windmolens vaker stil door gebrek aan wind, De Gelderlander, 14 Januari 2004

*Aardgas kan bijdragen aan een verdere ontwikkeling van offshore windenergie via kennisdeling over offshore activiteiten:*

- *Aanleg en onderhoud van infrastructuur;*
- *Materiaalgebruik;*
- *Milieu Effect Rapportages;*
- *Scheepvaartbegeleiding.*

- Aanleg en onderhoud van infrastructuur (o.a. funderingen en de invloed ervan op morfologie, aanleg van kabels tussen offshore windpark en elektriciteitsnet);
- Materiaalgebruik (corrosie ten gevolge van zeewater, biologische aangroei, stabiliteitseisen met betrekking tot stromingen);
- Milieu Effect Rapportages (waaronder rekening houden met vogelhabitats en zichthinder);
- Scheepvaartbegeleiding.

Op dit terrein wordt reeds informatie uitgewisseld. Shell participeert in het Near Shore Windpark en is ook één van de deelnemers in de stichting [We@sea](#). Verdere mogelijkheden kunnen verkend worden in bijvoorbeeld workshops of brainstormsessies tussen experts op het gebied van windenergie en gas-gerelateerde activiteiten.

### **III.2.3. ZONNE-ENERGIE**

#### ***Stand van zaken***

*Het aandeel van zonne-energie in duurzame energie is door de hoge kostprijs bescheiden. De mogelijke bijdrage van de gassector aan de productie van zonne-energie is beperkt. Gas kan wel een rol spelen om een constant leveringspatroon van energie te waarborgen.*

Zonne-energie omvat alle toepassingen waarbij elektriciteit of warmte wordt opgewekt met behulp van de zon. Er zijn twee hoofdstromen:

- zonne-PV of fotovoltaïsche zonne-energie: hierbij wordt door het gebruik van Silicium zonnecellen electriciteit opgewekt;
- thermische zonne-energie: hierbij wordt water opgewarmd door de warmte van de zon en in zonneboilers opgeslagen.

Zonne-energie leverde in 2002 een bijdrage van 0.015% aan het nationale elektriciteitsverbruik. In het totaal was voor 26.3 MW aan piekvermogen opgesteld<sup>29</sup> en waren zo'n 60 000 installaties voor de opwekking van thermische energie opgesteld.

#### ***Toekomstperspectief***

Het doel is om in 2020 zo'n 1 500 MW aan piekvermogen te hebben en wordt gestreefd naar 1 miljoen zonneboilers in Nederland. Zodoende moet zonne-energie voor ongeveer 5% bijdragen aan de totale duurzame energiedoelstelling<sup>30</sup>.

---

<sup>29</sup> Duurzame energie in Nederland, Novem/Ecofys/KEMA

<sup>30</sup> Projectbureau Duurzame Energie

### ***Knelpunten***

De ontwikkeling van zonne-energie als duurzame bron van energie is vereist een lange-termijn visie. De kostprijs is tot op heden het grootste nadeel van de fotovoltaïsche systemen: de kosten liggen tussen €0.5 en €2.75 per kWh (ter vergelijking: de kostprijs voor een kWh opgewerkt in een gascentrale kost ca. 4 ¢cent). Een ander nadeel is de relatief lange “terugverdientijd” van de energie (+/- 5 jaar om de energie nodig voor de productie van het paneel terug te verdienen). Dit betekent dat ook zonnepanelen nog niet CO<sub>2</sub>-neutraal zijn. Hierdoor worden kleinere projecten vaak op de korte termijn niet opgestart en is de ontwikkeling van PV-systemen in Nederland nog niet echt van de grond gekomen. Indien beleidsmatig voor zonne-energie wordt gekozen zullen subsidies lange tijd noodzakelijk blijven.

### ***Link met gas***

De mogelijke bijdrage van de gasector aan de productie van zonne-energie is beperkt. Wel kunnen projecten door middel van financiële ondersteuning gestimuleerd worden. Belangrijk is dat het productievolume substantieel verhoogt wordt en dat de technologie verder wordt ontwikkeld.

Gas kan wel een rol spelen om een constant leveringspatroon van energie te waarborgen. Snelschakelbare gascentrales kunnen bijvoorbeeld de dalen in de productie van zonne-energie opvangen. Ook kan kennis op het gebied van het netgebruik (bijvoorbeeld bij het terugleveren van zonne-energie aan het elektriciteitsnet) en netmeting worden uitgewisseld en zouden afspraken kunnen worden gemaakt over de inkoop van zonne-energie.

## ***III.2.4. WATERKRACHT***

### ***Stand van zaken***

*Door het kleine hoogteverschil in Nederland is de toepasbaarheid van waterkracht beperkt.*

Waterkracht is elektriciteit opgewekt uit stromend of vallend water. Waterkracht leverde in 2002 met 37MW<sup>31</sup> ongeveer 0.1% van het

---

<sup>31</sup> Gordijn et al., Energie is ruimte, 2003

jaarlijks elektriciteitsverbruik en neemt het 1,2% van de duurzame energie productie voor zijn rekening.

Waterkracht is sinds 2002 uitgesloten van het REB-voordeel<sup>32</sup>. De afschaffing van dit voordeel heeft tot doel invoer van de reeds goedkope waterkracht uit Scandinavië niet extra te stimuleren. Het extra voordeel door de REB had tot gevolg dat belastinggeld uit Nederland weglekte.

### *Toekomstperspectief*

In 2020 heeft de overheid een doel vooropgesteld van 100 MW. Dit komt overeen met 1% van de totale duurzame energiedoelstelling in 2020.

### *Knelpunten*

In Nederland is door het kleine verval (hoogteverschil) de toepasbaarheid van waterkracht beperkt. Bovendien blijkt het vis-onvriendelijk te zijn.

### *Link met gas*

Uit de gesprekken zijn geen voor de hand liggende links met de gasector naar voor gekomen.

## **III.3.**

### **GAS EN SCHOON FOSSIEL**

*De schone en efficiënte inzet van fossiele brandstoffen, aangeduid met schoon fossiel, is mogelijk een overbruggingsoptie naar een volledige duurzame energiehuishouding.*

Schoon fossiel kan gedefinieerd worden als de optimale inzet van fossiele brandstoffen met een minimum aan emissies naar het milieu<sup>33</sup>. Hieronder kunnen een aantal zaken worden verstaan:

- energieconversie met emissiereductie: bijvoorbeeld afvangst en opslag of verwerking van emissies, zoals CO<sub>2</sub>;
- het ontdoen van potentiële verontreinigingen voor de energieconversie, zoals de-carbonisatie en zwavel- en stikstofverwijdering;
- de inzet van klimaatneutrale energiedragers zoals waterstof.

---

<sup>32</sup> Regulerende Energie Belasting. Voor duurzame energie is een lagere REB-toeslag dan voor fossiele brandstoffen verschuldigd.

<sup>33</sup> ECN, projectgroep Schoon Fossiel

De schone en efficiënte inzet van fossiele brandstoffen dient gezien te worden als de overbruggingsoptie naar een volledige duurzame energie voorziening op de lange termijn. Zolang duurzame energie nog niet grootschalig toepasbaar is zullen fossiele brandstoffen moeten worden gebruikt om te voldoen van de energiebehoefte. Het ontwikkelen van technieken om de schadelijke emissies van fossiele brandstoffen drastisch te reduceren is daarom van groot belang.

Het Nederlandse klimaatbeleid benoemt schoon fossiel als één van de pijlers, echter de uitwerking van deze pijler ontbreekt nog in de huidige situatie. De ontwikkeling van schoon fossiel bevindt zich nog in een beginfase en krijgt relatief weinig aandacht. Doordat schoon fossiel niet nodig is voor het halen van de Kyoto-doelstelling en CO<sub>2</sub> niets opbrengt kunnen enkel via subsidiering proefprojecten worden uitgevoerd. De invoering van een emissiehandelssysteem kan hier op de langere termijn verandering in brengen. Voorlopig zullen de marktprijzen per ton CO<sub>2</sub> veel lager liggen dan de kostprijs van schoon fossiel<sup>34</sup>. De aanzienlijke investeringen zijn een bijkomende complicerende factor voor proefprojecten.

### *Link met gas*

*Raakvlakken tussen schoon fossiel en aardgas:*

- *onderzoek naar aardgasvelden voor de opslag van CO<sub>2</sub>;*
- *kennisdeling op het gebied van afvang van CO<sub>2</sub>;*
- *uitvoeren van bodemstudies;*
- *analyse van de milieuketten en bijdrage aan emissiereductie in de hele keten.*

De gassector kan bijdragen op een aantal vlakken:

- onderzoek naar aardgasvelden die in aanmerking zouden kunnen komen voor de opslag van CO<sub>2</sub>;
- kennisdeling op het gebied van de afvang van CO<sub>2</sub> bij de winning en productie van aardgas;
- uitvoeren van bodemstudies;
- analyse van de milieuketten en bijdrage aan de reductie van de emissies in de hele keten.

### **III.3.1. AFVANG EN OPVANG CO<sub>2</sub>**

Het is technisch mogelijk om CO<sub>2</sub> op te vangen en op te slaan, zodat het niet in de atmosfeer terecht komt en niet bijdraagt aan klimaatverandering. In Nederland zou opslag van de CO<sub>2</sub> bijvoorbeeld kunnen plaatsvinden in lege gasvelden.

---

<sup>34</sup> Beleidsnotitie Schoon Fossiel, Ministerie van Economische Zaken, 2003



In de beleidsnotitie Schoon Fossiel van het Ministerie van Economisch Zaken wordt het belang benadrukt reeds te beginnen met voorbereidende activiteiten op het gebied van afvang en opvang van CO<sub>2</sub>, waaronder demonstratieprojecten. Op deze manier kan worden nagegaan of ondergrondse opslag haalbaar en veilig is. Een eerste proefproject is inmiddels opgezet. Het ministerie van EZ heeft aan Gaz de France (GdF) opdracht verleend tot uitvoering van het project CRUST (CO<sub>2</sub> Re-use through Underground Gas Storage). Doel van dit project is na te gaan of ondergrondse opslag van CO<sub>2</sub> een aantrekkelijke, haalbare en veilige optie kan zijn. De overheid subsidieert het project met € 3 miljoen. Daarnaast zijn er een aantal kleinere programma's voor de stimulering van schoon fossiel (via Novem).

Meer proefprojecten waar mijnbouwmaatschappijen hun kennis en ervaring kunnen inzetten om de effecten en haalbaarheid van CO<sub>2</sub> opslag te toetsen zijn noodzakelijk voor een verdere en snellere ontwikkeling van schoon fossiel.

Milieuorganisaties zijn het nog niet eens over de wenselijkheid van de ondergrondse opslag van CO<sub>2</sub>, wat in feite een afvalstof is. De eventuele gevolgen op lange termijn van CO<sub>2</sub> opslag, bijvoorbeeld in uitgeputte aardgasvelden, zijn nog onbekend.

### ***III.3.2. HET ONTDOEN VAN POTENTIËLE VERONTREINIGINGEN VOOR DE ENERGIECONVERSIE***

Bij schoon fossiel gaat het om het vermijden van emissies en het opbergen of hergebruiken van de vervuilende stoffen zoals CO<sub>2</sub> en koolstof. Zo zouden fossiele brandstoffen ontkoold kunnen worden. Er zijn mogelijkheden kooldioxide in gasvelden op te bergen. Daarnaast kan koolstof ook uit fossiele brandstoffen verwijderd worden voor de omzetting in bruikbare energie. Beide toepassingen liggen echter nog ver weg.

### **III.3.3. WATERSTOF ALS KLIMAATNEUTRALE ENERGIEDRAGER**

#### ***Stand van zaken***

*Bij het omzetten van waterstof in elektriciteit komen geen schadelijke restproducten vrij. De productie van waterstof uit aardgas is op dit moment het meest haalbaar.*

Waterstof is geen energiebron, maar een energiedrager. Waterstof kan gewonnen worden uit fossiele brandstoffen of duurzame energiebronnen zoals wind, zon en biomassa. Bij het omzetten van waterstof in elektriciteit komen geen schadelijke restproducten vrij. De winning van waterstof uit duurzame energie is op korte termijn markttechnisch niet realistisch. Duurzaam opgewekte waterstof is 20 à 30 keer duurder dan fossiele brandstoffen terwijl waterstof uit aardgas twee tot drie keer duurder is. Waterstof kan aangewend worden als brandstof in een verbrandingsmotor of brandstofcel.

Waterstof krijgt veel aandacht in de energiesector en wordt door een aantal partijen (waaronder een deel van de wetenschap en milieuorganisaties) gezien als de energiedrager van de toekomst. In de Verenigde Staten is in 2003 \$1.2 miljard toegezegd voor de ontwikkeling van waterstof. Daar wordt waterstof gezien als 'freedom-fuel' met als doel de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen te reduceren. Binnen de EU is een budget van € 60 miljoen beschikbaar voor onderzoek en ontwikkeling van waterstof als energiedrager.

Op dit moment vinden er enkele proefprojecten plaats met waterstof in Nederland en Europa (met name voor tractie, toepassingen waterstof in het busvervoer), maar van een echte marktintroductie is echter nog geen sprake.

#### ***Toekomstperspectief***

*Er is nog onvoldoende zicht op de haalbaarheid van waterstof als energiedrager. Er zijn nog een aantal knelpunten te overwinnen zoals opslag en transport van waterstof.*

Er is veel discussie over de termijn en de wijze waarop waterstof een bijdrage kan leveren aan de transitie naar een duurzame energiehuishouding. Er is nog onvoldoende zicht op de haalbaarheid van waterstof als energiedrager. Allereerst moet er meer inzicht komen in de productiemethoden, de opslag, het transport en de kosten van waterstof. Ook voldoende commitment en daadkracht van overheid, bedrijfsleven en maatschappelijke actoren zijn noodzakelijk voor een verdere ontwikkeling van waterstof.

### ***Knelpunten***

Op dit moment staat de invoering van waterstof nog voor een aantal knelpunten. Ten eerste is er nog geen oplossing voor de opslag en het transport van waterstof, een doorbraak op dit gebied is noodzakelijk. De tijdige beschikbaarheid van brandstofcellen is een kritische succesfactor. Daarnaast zijn de investeringskosten hoog en daarmee de kosten van elektriciteit uit waterstof. Een grootschalige toepassing van waterstof vereist een nieuw op te bouwen infrastructuur voor de opslag en het vervoer van waterstof, hetgeen grote investeringen met zich meebrengt.

### ***Link met gas***

*Raakvlakken tussen waterstof en aardgas:*

- *Opwekking van waterstof uit aardgas;*
- *Menging van aardgas en waterstof (NATURALHY);*
- *Verdere ontwikkeling brandstofcellen.*

Aardgas kan op verschillende manieren bijdragen aan een verdere ontwikkeling van waterstof in de transitiefase:

- Opwekking van waterstof uit aardgas;
- Menging van aardgas en waterstof;
- Verdere ontwikkeling brandstofcelsystemen.

Zolang de productie van duurzame energie beperkt zal zijn, is de winning van waterstof uit water met behulp van duurzaam opgewekte elektriciteit geen optie. Enkel in landen met een grote productie van duurzame energie (bijvoorbeeld de thermische warmte energie in IJsland) kan toepassing van duurzame waterstof interessant zijn. Van alle fossiele brandstoffen is de conversie van aardgas naar waterstof op dit moment het meest eenvoudig en betaalbaar. Daarbij komt CO<sub>2</sub> vrij die vervolgens kan worden opgeslagen in gasvelden of hergebruikt kan worden (bemesting in tuinbouw).

Een tweede link tussen waterstof en aardgas is menggas. In het huidige aardgasnet kan waarschijnlijk zonder aanpassingen bij de gebruikers tot 15 volumeprocent waterstof worden bijgemengd. Dit is een energie-aandeel van 5%. Indien daadwerkelijk 5% van de kleinverbruikers ecogas gaat gebruiken bespaart dit een emissie van 1 miljoen ton CO<sub>2</sub> per jaar.<sup>35</sup> De eerste stappen op dit pad worden door de gaswereld verkend.

---

<sup>35</sup> Waterstof in aardgasland, ir. Geert C. Bergsma, CE Delft.

Een belangrijk initiatief op dit gebied is NATURALHY dat in 2004 zal starten. Het is een test waarbij waterstof in de samenleving wordt geïntroduceerd door bijmenging in het bestaande aardgasnetwerk. Dit combigas kan direct gebruikt worden in bestaande CV-ketels en gasfornuizen. Daarnaast kan het ook weer gescheiden worden om zo distributie van waterstof mogelijk te maken. Gasunie, Shell en Gaz de France zijn enkele van de 40 deelnemende partijen aan dit EU project. De duur van dit project is 5 jaar en het budget is €17 mln, waarvan €11 mln gesubsidieerd is door de EU.

De verdere ontwikkeling van de brandstofcel is één van de belangrijke elementen voor de toepassing van waterstof. De brandstofcel is milieuvriendelijk (geen CO<sub>2</sub> emissie en een veel lagere NO<sub>x</sub>-emissie) en maakt het mogelijk om waterstof in elektriciteit om te zetten. In vergelijking met andere brandstoffen en motoren is het gebruik van waterstof in een brandstofcel erg efficiënt. De omzetting van brandstof in nuttig aanwendbare energie verloopt ongeveer twee keer zo goed als bij verbrandingsmotoren. Echter de beschikbaarheid en prijs van systemen hindert het opdoen van ervaring.

#### **III.4. ANDERE MOGELIJKHEDEN VOOR BIJDRAGE VAN GAS**

In de gevoerde gesprekken zijn naast alle bovengenoemde initiatieven nog andere mogelijkheden aangedragen om gas te laten bijdragen aan de verbetering van de milieukwaliteit van energieopwekking en -gebruik. De volgende ideeën zijn genoemd:

- Exporteren van schone technieken van gaswinning in Nederland naar het buitenland. In dit kader is met name Rusland interessant. Tot nog toe heeft Rusland het Kyoto-verdrag nog niet geratificeerd en blijven initiatieven voor schonere gaswinning liggen;
- Milieu-analyse van de productieketen van winning van gas tot gebruik van gas en communicatie van de bevindingen;
- Bijdrage verdere ontwikkeling van duurzame energie in ontwikkelingslanden.

### III.5. OVERZICHT ROL VAN GAS IN VERBETERING MILIEUKWALITEIT

Tabel III.1 geeft (als samenvatting) een overzicht van de ontwikkelingen op het gebied van de verbetering van milieukwaliteit en welke rol gas hierbinnen kan spelen.

**Tabel III.1: Rol van gas binnen de ontwikkelingen op het gebied van verbetering van milieukwaliteit**

	Tijdshorizon	Knelpunten	Bestaande initiatieven in Nederland	Link met gas	Mogelijke bijdrage van gas
<b>Energie besparing</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Actiever beleid kan leiden tot 2% energiebesparing per jaar (ipv. huidige 1.3% per jaar)</li> <li>WKK al commercieel en op de markt (bv. STEG-centrale)</li> <li>Introductie micro-WKK binnen enkele jaren verwacht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Werkelijk behaalde besparing moeilijk meetbaar met als gevolg een hoge onzekerheidsmarge</li> <li>Effecten van beleid worden onderschat waardoor sommige beleidsinstrumenten niet kosteneffectief lijken</li> <li>De lage gas- en elektriciteitsprijzen leiden tot lager rendement en dat sommige WKK's in de daluren stilgezet worden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Afspraken tussen overheid en gassector (MJA 1 en 2) worden nageleefd</li> <li>Reductiedoelen uit MJA 1 zijn ruimschoots gerealiseerd (25% reductie, doel 10%)</li> <li>In 2002 was 26% dmv WKK opgewekt</li> <li>Test met 10 micro-WKK installaties door ENATEC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>STEG-centrales</li> <li>Verlaging gasgebruik in industrie en huishoudens (gasgestookte warmtepompen, warmtegebruik ipv gasgebruik)</li> <li>Aardgas geeft het hoogst haalbare rendement</li> <li>Opwekking dmv aardgas resulteert in aanzienlijk lagere CO<sub>2</sub>-emissies</li> <li>Verdwijning van emissie van SO<sub>2</sub> bij opwekking door aardgas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gas geeft het hoogste rendement bij de opwekking van elektriciteit</li> <li>Financiële ondersteuning aan WKK projecten</li> <li>Ontwikkeling micro-WKK op basis van gasturbines</li> </ul>
<b>Bio-energie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biomassa wordt reeds toegepast en wordt als meest kansrijke vorm van duurzame energie gezien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimaal gebruik en grootschaligheid brengt hoge(re) kosten mee</li> <li>Gebrek aan stimulerende maatregelen</li> <li>Constante kwaliteit gas en productiecondities</li> <li>Transport van gas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Winning en gebruik van stortgas (gas uit gestort afval)</li> <li>Vergisters voor mest, slib en rioolwater zijn commercieel verkrijgbaar, GFT zal volgen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biogas/groen gas als duurzame brandstof kent zelfde toepassingen als aardgas</li> <li>Bijmenging biogas in aardgasnetwerk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Financiële bijdrage in ontwikkeling + participatie in demoprojecten</li> <li>Kennisdeling winning/transport gas + kwaliteit compositie gas</li> </ul>
<b>Wind energie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Windparken op land worden reeds toegepast</li> <li>De bouw van offshore windparken start in Nederland in 2004 of uiterlijk 2005</li> <li>Toekomstverwachting is goed, veel spelers zetten in op windenergie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gebrek aan praktijkervaring offshore windenergie</li> <li>Kostprijs en financieringsrisico's</li> <li>Vergunningprocedures</li> <li>Doorkruisen van scheepvaartroutes en militaire oefenterreinen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ontwikkelen windparken op zee, bv. NSW (100MW) oa. door Shell en Nuon en het Q7 Windpark van E-Connection (120MW)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Off-shore windparken: kennisdeling NAM</li> <li>Gas noodzakelijk als back-up brandstof bij schommelingen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kennisdeling op het gebied van: aanleg, onderhoud, infrastructuur, materiaalgebruik, milieugevolgen en procedures</li> <li>Gemeenschappelijk gebruik infrastructuur (bv. waterstofgeneratie op zee dmv windenergie, transport van zee naar land door aardgasnetwerk)</li> </ul>
<b>Zonne-energie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zonne-energie wordt gezien als lange termijn oplossing</li> <li>Huidige ontwikkeling moet doorgezet worden om kostprijs te verlagen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nederlandse interesse en belang in zonne-energie neemt af</li> <li>Hoge kostprijs, lange terugverdientijd</li> <li>Maatschappelijk draagvlak / esthetiek</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Projecten gericht op introductie PV en thermische zonnecollectoren in bebouwde kom</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gas blijft noodzakelijk als back-up brandstof om constant vermogen te leveren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Financiële ondersteuning aan projecten</li> <li>Bijdrage aan R&amp;D voor ontwikkeling snelschakelbare gassystemen</li> </ul>
<b>Schoon fossiel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Partijen zien schoon fossiel als een grote kans voor transitie op korte termijn, maar nog veel onbekendheid over (lange termijn) effect van opslag</li> <li>Waterstof wordt als energiedrager voor de toekomst gezien</li> <li>Veel discussie over de termijn waarop waterstof een bijdrage kan leveren in de transitie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Invoering emissiehandel noodzakelijk als incentive voor schoon fossiel</li> <li>Onzekerheid en veiligheid opslag</li> <li>Door afwezigheid markt vraag komen projecten nu alleen tot stand dmv subsidies</li> <li>Geen integrale beleidsvisie</li> <li>Opslag/transport</li> <li>Lage energiedichtheid,</li> <li>Bij gebrek aan voldoende duurzame energie is productie op korte termijn niet zinvol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ondergrondse opslag van CO<sub>2</sub> bij de winning van aardgas (CRÛST door Gaz de France)</li> <li>Proefproject openbaar busvervoer op waterstof / CUTE (EU project met onder meer Shell Hydrogen en Nuon)</li> <li>Bijmenging van waterstof in aardgasnetwerk / NATURALHY (EU project met onder meer Gasunie, Shell en Gaz de France)</li> <li>Sustainable Hydrogen: Multidisciplinaire studie naar de mogelijkheden van duurzaam waterstof (€20 mln met oa. Shell, ECN, Gasunie, Nuon, TNO, BTG)</li> <li>Projectteam opgericht om nieuwe vormen van gasdienst te bestuderen (Pit Nieuw Gas)</li> <li>R&amp;D naar brandstofcellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Injectie en opslag CO<sub>2</sub> in aardgasvelden</li> <li>Kennis van opslag</li> <li>Enhanced Oil Recovery (injecteren van CO<sub>2</sub> in olieveld om extra oliewinning mogelijk te maken). In de VS wordt deze techniek al toegepast</li> <li>Opwekking waterstof uit aardgas (hoger rendement dan duurzame opwekking)</li> <li>Menging aardgas – waterstof (ecogas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opstart (demo)projecten (CRÛST door Gaz de France)</li> <li>Kennisdeling</li> <li>Stimuleren doorbraak brandstofcellen</li> <li>R&amp;D naar decentrale conversie van aardgas in waterstof</li> <li>Kennisdeling op het gebied van transport/infrastructuur</li> </ul>

Bron : Policy Research Corporation

Ook het Project Implementatie Transitie management (PIT)<sup>36</sup> van het Ministerie van Economische Zaken heeft een apart deelproject opgezet rondom de inzet van nieuwe gassoorten en gasdiensten in het transitieproces. Het project 'Nieuw Gas' heeft een vijftal transitiepaden benoemd waarbinnen concrete projecten uitgevoerd moeten worden: efficiencyverbeteringen, de virtuele centrale (aan elkaar gekoppelde micro-wkk systemen), rijden op aardgas, schoon gas en waterstof. Het is de bedoeling dat nog dit jaar een aantal haalbaarheidsprojecten worden uitgevoerd (daarvoor is een deel van de ongeveer € 2 miljoen voor geheel PIT beschikbaar), waarna eind 2004/begin 2005 een deel van de € 35 miljoen beschikbaar zal worden gesteld voor de realisatie van projecten. Aan het programma doen een aantal grote bedrijven mee, maar de betrokkenheid kan nog verder verbeterd worden.

---

<sup>36</sup> In 2001 heeft EZ ter uitvoering van de doelen in het Nationale Milieu Beleidsplan (NMP4) PIT opgezet om stappen te zetten die de transitie naar een duurzame energiehuishouding mogelijk moeten maken. Daartoe zijn vijf transitietrajecten gedefinieerd: Transitie biomassa, Nieuwe gasdiensten, Met energie naar duurzaam produceren (MEK II), R3, duurzaam ondernemen in het Rotterdamse Haven en Industrieel Complex, Beleidsvernieuwing.

## **IV. MOGELIJKHEDEN INZETTEN AARDGASBATEN TEN BEHOEVE VAN DE VOOR DUURZAME ENERGIE BENODIGDE INFRASTRUCTUUR**

Er bestaan ideeën om een deel van de economische baten van gaswinning de komende jaren in te zetten voor het realiseren van doorbraken in de ontwikkeling van een duurzame energiehuishouding (of breder: ten behoeve van een duurzame samenleving). Eén van deze ideeën is het opzetten van een transitiefonds voor duurzame energie. In gesprekken met experts op het gebied van duurzame energie, vertegenwoordigers van ministeries, milieuorganisaties en kennisinstellingen en bestuurders is gekeken voor welke doeleinden zo'n transitiefonds kan worden ingezet en op welke manieren een dergelijk fonds gevoed kan worden (zie *Bijlage 1*: voor het overzicht van de gesprekspartners). Hieronder worden de in de interviews genoemde ideeën hierover uiteengezet.

### **IV.1. MOGELIJKE DOELEINDEN VAN EEN TRANSITIEFONDS**

*Er bestaan verschillende ideeën over de manier waarop aardgasbaten ingezet kunnen worden ten behoeve van de realisatie van een meer duurzame energiehuishouding:*

- Opzetten van een nationaal research programma;*
- Investeren in projecten die bijdragen aan het behalen van de (post) Kyoto-doelstelling;*
- Het opzetten van maatregelen, projecten en initiatieven voor de duurzame ontwikkeling van het gebied waar het gas gewonnen wordt.*

Bij de gesprekspartners bestaan verschillende ideeën over de manier waarop de aardgasbaten ingezet kunnen worden ten behoeve van de realisatie van een meer duurzame energiehuishouding en samenleving. Er werden drie doeleinden benoemd:

- Het opzetten van een nationaal research programma duurzame energie;
- Het investeren in projecten die bijdragen aan het behalen van de Kyoto-doelstelling en het post-Kyoto tijdperk;
- Het opzetten van maatregelen, projecten en initiatieven die de duurzame ontwikkeling van het gebied waar gas gewonnen wordt ten goede komen:

- Investeren in behoud en versterking van natuurkwaliteit in het gebied waar gas gewonnen wordt;
- Investeren in verduurzaming van andere economische activiteiten.

Hieronder worden deze doeleinden verder toegelicht.

***a/ Oprichten van een nationaal research programma duurzame energie***

*Voorstel is in aanvulling op bestaande programma's bij universiteiten en kennisinstellingen een overkoepelend nationaal research urgentieprogramma samen te stellen en uit te werken. Het gaat erom fundamenteel onderzoek, toegepast onderzoek en proef/ demoprojecten vanuit het programma in samenhang met elkaar te stimuleren en uit te voeren. Daarin is betrokkenheid van het bedrijfsleven essentieel.*

In de huidige berichtgeving over klimaatverandering wordt veel aandacht besteed aan en discussie gevoerd over optredende milieu effecten zoals zeespiegelstijging, verdwijnen van dieren en planten, etc. Zo wordt middels het voorstellen van een 'doom-day-scenario' urgentie gevraagd voor verduurzaming van activiteiten. Communicatie over hoe tot een positiever toekomstbeeld te komen (welke acties benodigd zijn) en bevindingen uit wetenschappelijk onderzoek vinden minder plaats. Om dit om te draaien dient de technologie op het vlak van duurzame energie vergaand en versneld gestimuleerd te worden en dienen de resultaten breed naar buiten te worden gebracht.

Er is dringend behoefte aan technologische doorbraken. Een deel van de baten van aardgas zou gebruikt kunnen worden om een ambitieus nationaal research programma duurzame energie op te zetten met een lange termijn blik. Nederland zou door zo'n programma op een aantal gebieden een 'first mover' kunnen worden. Dit genereert voordelen voor Nederland op de lange termijn. Het opstellen van een research programma duurzame energie betekent:

- het vormgeven van een raamwerk dat de inhoud (wat wordt onderdeel van het programma en wat niet) en de doelstellingen (waarom en met welke ambitie) bevat;
- het zorgdragen voor betrokkenheid van het bedrijfsleven;
- het in samenhang met elkaar stimuleren en uitvoeren van fundamenteel onderzoek, toegepast onderzoek en proef/ demoprojecten.

Er moet een kennisnetwerk ontstaan dat vanuit een gemeenschappelijke visie opereert. Nu vindt reeds op de afzonderlijke universiteiten wetenschappelijk onderzoek plaats op het gebied van duurzame energie (waaronder ontwikkeling biomassa in Eindhoven, wind-energie in Amsterdam, energie efficiëntie in Delft), bij het Energie-



onderzoek Centrum Nederland (ECN) en het Energy Delta Institute (samenwerking tussen Gasunie en de Rijksuniversiteit van Groningen). In afstemming met de reeds bestaande programma's kan een ambitieus overkoepelend urgentie programma worden samengesteld en uitgewerkt.

***b/ Het investeren in projecten die bijdragen aan het behalen van de Kyoto-doelstelling***

*Om enerzijds het behalen van de kyoto-doelstellingen veilig te stellen en pro-actief invulling te geven aan het post-Kyoto tijdperk kan een deel van de aardgasbaten geïnvesteerd worden in projecten die hier een bijdrage aan leveren.*

De weg naar een meer duurzame energiehuishouding vergt grote inspanningen. Mondiaal is één van de belangrijkste uitdagingen het behalen van de kyoto-doelstellingen. Nederland moet in 2008-2012 zijn broeikasgas-emissies met 6% (gemiddeld over 5 jaar) hebben gereduceerd ten opzichte van 1990.<sup>37</sup> In de afgelopen jaren heeft Nederland de vooropgestelde doelen om te kunnen gaan voldoen aan de Kyoto norm niet behaald. Verwachting is wel dat met de extra ingezette maatregelen (waaronder het CO<sub>2</sub> reductieplan, het Joint Implementation mechanisme en het Clean Development mechanisme) het gat in het pad naar het behalen van de Kyoto-doelstellingen weer gedicht kan worden.

Er zijn nog extra inspanningen vereist voor het post-Kyoto tijdperk. Om enerzijds het behalen van de kyoto-doelstellingen veilig te stellen en pro-actief invulling te geven aan het post-Kyoto tijdperk kan met een deel van de aardgasbaten geïnvesteerd worden in projecten die hier een bijdrage aan kunnen leveren. Een concreet voorbeeld van een project is de export van schone technieken van gaswinning in Nederland naar het buitenland (bv. Rusland).

***c/ Investerings in de duurzame ontwikkeling van het gebied waar gas gewonnen wordt***

*Met de aardgasbaten kunnen maatregelen, projecten of initiatieven opgezet worden die de duurzame ontwikkeling van het gebied waar aardgas gewonnen wordt ten goede komen.*

Door gebruik te maken van gas uit kleine velden kan de productie en de lengte van het gebruik van de balansfunctie van het Groningenveld langer behouden blijven. Bovendien zorgt dit ervoor dat Nederland minder import afhankelijk zal zijn.

---

<sup>37</sup> De kyotodoelstellingen zijn vastgelegd in het Kyoto protocol dat in 1997 werd opgesteld als aanvulling op het klimaatverdrag. Industrielanden verbinden zich hierin om de uitstoot van broeikasgassen in 2008-2012 met gemiddeld te verminderen ten opzichte van 1990. Per land gelden uiteenlopende reductiepercentages. De Europese doelstelling is 8%.

Politiek en maatschappelijk gezien is er – ondanks de wettelijke verplichting van compensatie en vergoeding van schade en hinder – weinig tot geen draagvlak voor vergunningverlening voor gaswinning van nieuwe kleine gasvelden in en nabij gevoelige gebieden. Het draagvlak voor gaswinning in deze natuurgebieden ontbreekt ondermeer omwille van (de onzekerheid omtrent) de mogelijke gevolgen voor deze gebieden (met name bodemdaling en bodemtrillingen). Om te komen tot een groter maatschappelijk draagvlak en een bijdrage te leveren aan de ontwikkeling van een duurzame energiehuishouding kan een transitiefonds worden ingesteld waarvan de baten ten goede komen aan de regio waar het gas gewonnen wordt. Groter draagvlak voor gaswinning uit kleine velden is van belang voor het behoud van het kleine veldenbeleid.

Bij de opzet van een dergelijk fonds (bijvoorbeeld in de vorm van een stichting of het afsluiten van een convenant) dient rekening te worden gehouden met de volgende elementen:

- De overheid wijst een beperkt aantal gebieden aan die in aanmerking kunnen komen voor het duurzaamheidsfonds (bv. nationale natuurparken);
- De bijdrage bestaat uit een deel van de aardgasbaten van de productie van aardgas uit het betreffende gevoelige gebied;
- De hoogte van de bijdrage aan het fonds wordt bepaald door enerzijds de mogelijke impact van gaswinning op het milieu/ de omgeving en anderzijds door de aanwezige hoeveelheid gas dat gewonnen kan worden uit het kleine veld en de opportuniteitskosten;
- Er wordt een plafond vastgesteld, een maximale bijdrage vanuit het duurzaamheidsfonds;
- Een overkoepelende stuurgroep draagt zorg voor het opstellen van de criteria op basis waarvan de hoogte van de bijdrage en de bestedingswijze worden bepaald. Tevens zijn zij verantwoordelijk voor de uiteindelijke toewijzing van de gelden;
- Investerings moeten ten goede komen aan het gebied waar de winning plaatsvindt;
- In de stuurgroep zijn in ieder geval de overheid (EZ, LNV, VROM, FIN) en de betrokken mijnbouwmaatschappijen vertegenwoordigd;
- Er wordt een regionaal samenwerkingsverband opgericht dat plannen opstelt voor de besteding van het geld in de regio (adviezen over prioritaire projecten). Voorbeelden van investeringen kunnen zijn lokale werkgelegenheidsprojecten, versterken natuurkwaliteiten of de realisatie van een windpark;

- Voorkomen van een bureaucratische organisatie van het fonds.

Een aantal gesprekspartners heeft aangegeven een deel van de aardgasbaten te willen inzetten voor het versterken van de natuurwaarden in Nederland. Deze mogelijkheid kan aansluiten bij de hiervoor genoemde optie. Er kan een directe link gelegd worden tussen het gebied waar het gas gewonnen wordt en de plek waar de investeringen in behoud en versterking van de natuurkwaliteit plaatsvinden. De natuurwaarden kunnen er meer op vooruit gaan, dan wanneer er geen gas gewonnen zou worden.

Naar de mening van een aantal berokkenen kan de doelstelling en reikwijdte van een transitiefonds verder verbreed worden, door de middelen ook in te zetten voor de verduurzaming van andere economische activiteiten zoals bijvoorbeeld visserij, landbouw, toerisme. Daarbij dient dan gekeken te worden of naast aardgasbaten ook andere inkomstenbronnen vanuit andere economische activiteiten voeding kunnen geven aan het fonds. Een dergelijke opzet werd met name genoemd in het kader van gaswinning in gevoelige gebieden.

## **IV.2.**

### **FINANCIERINGSMOGELIJKHEDEN TRANSITIEFONDS**

*Het transitiefonds kan op drie manieren gevoed worden:*

- *Oormerken van een deel van de FES-gelden;*
- *Financiering uit de begrotingen van de ministeries;*
- *Financiering via een deel van de inkomsten uit aardgas van zowel de overheid als de sector.*

In de gesprekken zijn drie verschillende manieren genoemd waarop een transitiefonds gevoed zou kunnen worden:

- Financiering via het oormerken van een deel van de gelden uit het Fonds Economische Structuurversterking;
- Financiering vanuit de begrotingen van de ministeries (VROM, EZ, LNV, V&W);
- Financiering via een deel van de inkomsten uit aardgas van zowel de overheid als de sector.

#### ***a/ Oormerken FES gelden***

In 1995 is met de Wet Fonds Economische Structuurversterking het FES ingesteld. Het FES is een begrotingsfonds en heeft als doel het financieren van investeringsprojecten voor de economische structuur van Nederland. Het FES wordt beheerd door de ministers van Economische Zaken en Financiën en voor het grootste deel gevoed

door de opbrengsten van aardgasbaten.<sup>38</sup> Over de besteding van de FES-gelden adviseert de Interdepartementale Commissie voor Economische Structuurversterking (ICES). Het grootste deel van de ICES gelden worden besteed aan de ‘harde infrastructuurprojecten’ zoals de aanleg van spoorlijnen en wegen. Voor 2002 bedroegen de totale uitgaven van het FES € 2.4 miljard. Een deel van de FES-gelden wordt besteed aan versterking van de kennisontwikkeling in Nederland, de ICES/KIS gelden. Voor de periode 2003-2010 heeft het kabinet een bedrag van € 805 miljoen gereserveerd, waarvan ongeveer € 50 miljoen bestemd is voor projecten op het vlak van duurzame energie.<sup>39</sup>

De bijdrage vanuit het FES aan de transitie naar een duurzame energiehuishouding is nu nog zeer beperkt. Een mogelijkheid zou kunnen zijn een substantieel deel van de FES gelden te oormerken voor energie transitiedoelinden. Daarmee ontstaat er een directe relatie tussen aardgasbaten en benodigde investeringen voor de realisatie van een duurzame energiehuishouding. Deze investeringen kunnen liggen op het vlak van onderzoek en ontwikkeling of in de implementatie van concrete projecten. Bij een koppeling aan FES-gelden moet rekening worden gehouden met de onzekere voeding van de FES-gelden (prijs aardgas is gerelateerd aan de olieprijs). Daarnaast zijn tot 2010 de FES-gelden reeds toegewezen en vindt er op dit moment discussie plaats over de toewijzing van de gelden na 2010.

Voor een effectieve besteding van de gelden is het van belang een duidelijk eindbeeld te hebben van de transitie naar duurzame energie inclusief ambitieniveaus en een bijbehorend programma. Daartoe zou een speciale stuurgroep kunnen worden ingesteld. Belangrijk is de samenstelling van deze stuurgroep. Om een gemeenschappelijke visie en een effectief programma op te stellen zijn vertegenwoordigers uit de wetenschap, het bedrijfsleven, het bestuur en milieuorganisaties benodigd (vergelijkbare partijen zoals deze vertegenwoordigd zijn in de Overlegraad Olie en Gas).

---

<sup>38</sup> Voor het overige deel wordt het FES gevoed door opbrengsten uit rentebesparingen die plaatsvinden als gevolg van het in mindering brengen op de staatsschuld van vervreemdingen van vermogensbestanddelen van het Rijk.

<sup>39</sup> Projecten op het vlak van CO<sub>2</sub>-afvang, -transport en opslag, ‘large-scale windpower generation offshore’ en ‘chemistry and energy for sustainability’.

***b/ Financiering vanuit begrotingen***

Het gemiddelde budget van de rijksoverheid dat bestemd is voor de weg naar een duurzame energiehuishouding bedraagt tussen 2002-2008 ongeveer € 322 miljoen.<sup>40</sup> Een groot gedeelte van het budget loopt via de ministeries van EZ, VROM en LNV. Het Ministerie van V&W heeft een heel klein aandeel in het budget voor duurzame energie. Van 2003 tot 2008 zal het budget met 63% dalen, maar dit zal volgens RIVM niet leiden tot significante negatieve effecten. Het budget wordt besteed aan activiteiten op het gebied van energie-efficiency, duurzame energie en schoon fossiel. Bovendien is zo'n € 37 miljoen beschikbaar gesteld voor projecten in het kader van het PIT project van EZ (zie hoofdstuk III).

Er zijn een aantal gesprekspartners die aangeven dat de huidige inspanningen onvoldoende zijn om grote stappen zetten in de richting van een duurzame energiehuishouding. Het belang van grotere inspanningen zou hoger op de politieke agenda moeten staan. Door middel van een transitiefonds gefinancierd uit begrotingen wordt het belang van de transitie naar een duurzame energiehuishouding benadrukt en kan invulling worden gegeven aan een overkoepelend urgentieprogramma.

***c/ Financiering via een deel van de inkomsten uit aardgas van overheid en sector***

De Nederlandse Staat ontvangt belangrijke baten uit de winning van aardgas uit alle Nederlandse concessie en vergunningen. In 2002 ontving de Staat € 5.35 miljard aan aardgasbaten (41.5% van de aardgasbaten gaat naar het FES)<sup>41</sup>. Ook de mijnbouwmaatschappijen ontvangen belangrijke inkomsten uit de winning van aardgas. Door een aantal gesprekspartners wordt de mogelijkheid genoemd een deel van de inkomsten van zowel overheid als sector te gebruiken voor het opzetten van een transitiefonds.

---

<sup>40</sup> RIVM, Milieubalans 2003: Het Nederlandse milieubeleid verklaard, 2003

<sup>41</sup> Ministerie van Economische Zaken, Jaarboek Olie en Gas: Opsporing en winning, 2002

*De mogelijkheid tot een 'revolving fund' kan interessant zijn. Hierbij wordt de continuïteit van het fonds verbeterd doordat het geïnvesteerde geld terugverdiend kan worden.*

Bij de bovenstaande mogelijkheden is het interessant de mogelijkheden te bekijken van een 'revolving fund'. Dit houdt in dat het geld dat wordt geïnvesteerd in projecten terugverdiend kan worden. Het bevordert de continuïteit van een fonds en kan tevens bijdragen aan een verbetering van de samenwerking tussen kennisinstellingen en het bedrijfsleven.

## V. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

*In opdracht van de NAM heeft Policy Research een nota opgesteld over de rol van gas in de transitie naar een duurzame energiehuishouding.*

In opdracht van de NAM heeft *Policy Research* een nota opgesteld over de mogelijke rol van aardgas in de transitie naar een meer duurzame energiehuishouding. Doel van de nota is concrete ideeën over de bijdrage van gaswinning (en andere gasgerelateerde activiteiten) aan de transitie naar een duurzame energiehuishouding te inventariseren en concretiseren. Hierbij wordt voortgebouwd op de ideeën ontwikkeld binnen de Overlegraad Olie en Gas (OOG).

*In de transitiefase is voor gas een belangrijke rol weggelegd als ‘enabling energy source’:*

- a) *gas is de meest schone fossiele brandstof en daarnaast bij uitstek geschikt om de pieken en dalen in de opwekking van duurzame energie op te vangen;*
- b) *de aanwezige kennis en ervaring op het gebied van gas kunnen het gebruik van gas verder verduurzamen en een bijdrage leveren aan de ontwikkeling van duurzame energie;*
- c) *aardgasbaten kunnen een concrete bijdrage leveren aan de voor duurzame energie benodigde infrastructuur.*

Op basis van een inventarisatie van mogelijke raakvlakken tussen gas en duurzame vormen van energie en gesprekken met betrokken partijen (overheden, kennisinstellingen, onderzoeksbureaus, deskundigen, en milieuorganisaties) is een beeld gevormd over de mogelijke bijdrage van aardgas in de transitiefase. Daaruit is naar voren gekomen dat gas een belangrijke rol vervult als ‘*enabling energy source*’:

- a) gas is de schoonste fossiele brandstof in de ontwikkeling naar een duurzame energiehuishouding en daarnaast bij uitstek geschikt om de pieken en dalen in de opwekking van duurzame energie op te vangen;
- b) de aanwezige kennis en ervaring op het gebied van gas bieden mogelijkheden om het gebruik van gas verder te verduurzamen en een bijdrage te leveren aan de ontwikkeling van duurzame energie;
- c) aardgasbaten kunnen een concrete bijdrage leveren aan de voor duurzame energie benodigde infrastructuur.

*In Nederland vindt de winning van gas plaats onder strikte ecologische voorwaarden. Gas moet optimaal ingezet worden, omdat energie uit duurzame energiebronnen nog lange tijd onvoldoende beschikbaar is. Bovendien is aardgas uitstekend geschikt om de pieken en dalen van opwekking van duurzame energie op te vangen.*

*Door onder andere efficiënt energiegebruik, gasopwekking uit hernieuwbare bronnen en kennisoverdracht kan gas bijdragen aan energiebesparing, duurzame energie en schoon fossiel.*

#### *Gebruik maken van gas als meest schone fossiele brandstof*

Het aandeel van duurzame energiebronnen in het energieverbruik is klein en zal nog substantieel moeten groeien in de komende decennia. De meest optimistische verwachting gaat uit van een bijdrage van duurzame energie van 50% in 2050 aan de totale energievoorziening. Dit betekent dat nog tot in de verre toekomst fossiele brandstoffen benodigd zullen zijn om aan de groeiende energiebehoefte te kunnen voldoen. In de Nederlandse ondergrond zijn nog aanzienlijke aardgasreserves beschikbaar en er wordt onder zeer stringente ecologische randvoorwaarden gewonnen. Gas als schoonste fossiele brandstof dient dan ook zo breed mogelijk en optimaal te worden ingezet, mede ten behoeve van een betrouwbare energievoorziening. Gas is met name ook uitstekend geschikt om de pieken en dalen van opwekking van duurzame energie op te vangen (bijvoorbeeld als er te weinig wind is).

#### *Gebruik maken van de aanwezige kennis en ervaring van gas in Nederland*

Eén van de pijlers van een duurzame energiehuishouding is het verbeteren van de milieukwaliteit van energieopwekking en gebruik. Instrumenten hiertoe zijn energiebesparing, ontwikkeling van duurzame energiebronnen en mogelijk schoon fossiel. Op al deze drie terreinen kunnen de kennis en ervaring van de gassector worden ingezet om verdere ontwikkelingen te stimuleren. Op het gebied van energiebesparing kan de gassector meewerken aan warmtekracht toepassingen en kan kennis gedeeld worden over de omzetting van gas naar warmte, en het efficiënter maken van de energieketen van opwekking tot gebruik.

Ook in de verdere ontwikkeling van duurzame energiebronnen zoals biomassa, zonne-energie en windenergie liggen mogelijkheden voor een bijdrage van gas. De aard van de bijdrage van de gassector op deze terreinen kan uiteenlopen van het opzetten van proef/demoprojecten, het participeren in nieuwe initiatieven, het delen van kennis, tot het financieel ondersteunen van onderzoeken en projecten. Een selectie uit de geïnventariseerde raakvlakken is:

- biogas als duurzame brandstof uit afvalstromen en andere bio-fuels;
- kennisdeling over de opwerking van de kwaliteit van biogas en de inpassing in het aardgasnet;



- kennisdeling over offshore activiteiten (aanleg en onderhoud infrastructuur, materiaal-gebruik, MER-procedures) ten behoeve van offshore windprojecten;
- snelschakelbare gascentrales in combinatie met de inzet van wind- of zonne-energie ten behoeve van een constant leveringspatroon.

*De schone en efficiënte inzet van fossiele brandstoffen, aangeduid met schoon fossiel, is mogelijk een overbruggingsoptie naar een volledige duurzame energiehuishouding.*

De schone en efficiënte inzet van fossiele brandstoffen, aangeduid met schoon fossiel, is mogelijk een tussenoplossing of overbruggingsoptie naar een volledig duurzame energiehuishouding. Het gaat hier om het vermijden van emissies, het opslaan van CO<sub>2</sub> en de mogelijkheden van nieuwe energiedragers voor de toekomst, zoals waterstof. De aardgassector kan hier een belangrijke rol spelen in verband met de - voorlopig nog onvoldoende aanwezige - kennis over de afvang van CO<sub>2</sub> en de effecten en haalbaarheid van de opslag ervan in lege aardgasvelden of watervoerende lagen. Andere mogelijkheden liggen er op de volgende vlakken:

- een verdere verkenning naar benuttingsmogelijkheden van CO<sub>2</sub>. Hierbij kan gedacht worden aan CO<sub>2</sub> bemesting voor de glastuinbouw, gebruik van CO<sub>2</sub> om meer aardgas te kunnen produceren en de productie van methaangas uit steenkoollagen met behulp van CO<sub>2</sub>-injectie;
- mogelijkheden op het vlak van waterstof: op dit moment is productie van waterstof uit aardgas het meest haalbaar en is menging van aardgas en waterstofgas reeds mogelijk voor toepassing in huishoudens (cf. het project NATURALHY waarin aardgas wordt gemengd met waterstof en gedistribueerd wordt via het aardgasnet).

#### *Gebruik maken van een deel van de baten uit aardgas*

Bij een aantal gesprekspartners bestaat het idee een deel van de gasbaten in te zetten voor het realiseren van doorbraken in de ontwikkeling naar een meer duurzame energiehuishouding. De volgende doeleinden werden benoemd:

*Er bestaan verschillende ideeën over de manier waarop aardgasbaten ingezet kunnen worden ten behoeve van de realisatie van een meer duurzame energiehuishouding.*

- opzetten van een nationaal research programma;
- investeren in projecten die bijdragen aan het behalen van de (post) Kyoto-doelstelling;
- het opzetten van maatregelen, projecten en initiatieven voor de duurzame ontwikkeling van het gebied waar gas gewonnen.

- het opzetten van een **nationaal research programma (een urgentieprogramma) duurzame energie**. Doel is in aanvulling op bestaande programma's bij universiteiten en kennisinstellingen een overkoepelend urgentieprogramma samen te stellen en uit te werken. Het gaat erom fundamenteel onderzoek, toegepast onderzoek en proef/ demoprojecten vanuit het programma in samenhang met elkaar te stimuleren en uit te voeren. Daarin is betrokkenheid van het bedrijfsleven essentieel. Dit zou gecombineerd kunnen worden met een verdere uitbouw van het reeds bestaande Delta Energy Institute, wat nu nog voornamelijk

gericht is op onderwijs. Er zou onder meer een leergang duurzame energie ontwikkeld kunnen worden;

- het investeren in projecten op het vlak van duurzame energie die bijdragen aan het behalen van de **Kyoto-doelstelling** en die proactief invulling geven aan het post-Kyoto tijdperk;
- het opzetten van maatregelen, projecten of initiatieven die **de duurzame ontwikkeling van het gebied waar gas gewonnen wordt** ten goede komen. De gelden uit dit fonds kunnen deels worden ingezet voor de welvaart/het welzijn van de regio (bv. via werkgelegenheid, natuur, etc.) en deels voor projecten en research op het vlak van duurzame energie. De betrokkenheid van lokale partijen bij de toewijzing gelden is hierin essentieel. Twee alternatieve inzetmogelijkheden kwamen ter sprake:
  - o duurzame ontwikkeling van een gebied waar gas wordt gewonnen kan ook gerealiseerd worden middels het investeren in **behoud en versterking van de natuurkwaliteit**;
  - o naast investeringen in verduurzaming van energieactiviteiten ook **verduurzaming van andere economische activiteiten**. Bijvoorbeeld verduurzaming van de landbouw en visserijsector.

*Het transitiefonds kan op drie manieren gevoed worden:*

- *oormerken van een deel van de FES-gelden;*
- *financiering uit de begrotingen van de ministeries;*
- *financiering via een deel van de inkomsten uit aardgas van zowel de overheid als de sector.*

De financiering van bovengenoemde initiatieven zou tot stand kunnen komen via een zogenaamd 'transitiefonds'. Zo'n fonds zou naar de mening van een aantal geïnterviewden gevoed kunnen worden op verschillende manieren:

- het oormerken van een deel van FES-gelden voor de transitie naar een duurzame energiehuishouding. Daartoe dient een stuurgroep te worden opgericht die ambitieniveaus bepaalt en de inhoud van het uitvoeringsprogramma opzet. Bij een koppeling aan FES-gelden moet rekening worden gehouden met de onzekere voeding van de FES-gelden (prijs aardgas gerelateerd aan de olieprijs). Daarnaast zijn tot 2010 de FES-gelden reeds toegewezen en vindt er op dit moment discussie plaats over de toewijzing van de gelden na 2010;
- financiering vanuit de begrotingen van ministeries (VROM, EZ, LNV, V&W);
- financiering via een deel van de inkomsten uit aardgas van zowel de overheid als de sector; met name in 'gevoelige' gebieden zou overwogen kunnen worden dat alle economische activiteiten in zo'n gebied bij zouden moeten dragen aan de duurzame ontwikkeling ervan.

*De mogelijkheid tot een 'revolving fund' kan interessant zijn. Hierbij wordt de continuïteit van het fonds verbeterd doordat het geïnvesteerde geld terugverdiend kan worden.*

*Concrete en zichtbare acties, een goede communicatie van de resultaten en breed commitment en draagvlak voor de doelen zijn belangrijk voor het succes van het fonds.*

Bij de bovenstaande mogelijkheden is het interessant de mogelijkheden te bekijken van een 'revolving fund'. Dit houdt in dat het geld dat wordt geïnvesteerd in projecten terugverdiend kan worden. Het bevordert de continuïteit van een fonds en kan tevens bijdragen aan een verbetering van de samenwerking tussen kennisinstellingen en het bedrijfsleven.

Belangrijk voor het succes van een fonds zijn het uitvoeren van concrete en zichtbare acties, een goede communicatie van de resultaten en breed commitment en draagvlak voor de doelen van het fonds. Om de snelheid en daadkracht te waarborgen is het van belang het fonds zo min mogelijk bureaucratisch te organiseren (fonds dient los van 'Brussel' of 'Den Haag' te kunnen functioneren).

De bovengenoemde opties voor de vormgeving van een transitiefonds kunnen verder uitgewerkt en geconcretiseerd worden via workshops met de betrokken partijen.



## BIJLAGE 1: LIJST VAN GESPREKSPARTNERS

Hans Alders	Commissaris van de Koningin	Provincie Groningen
Ad van den Biggelaar	Algemeen Directeur	Stichting Natuur en Milieu
Frans Blanckenborg	Regiodirecteur Noord	Natuurmonumenten
Kornelis Blok	Managing Director	Ecofys
Pieter Boot	Directeur Directie Energiestrategie en Verbruik	Ministerie van Economische Zaken
Roel Cazemier	Burgemeester gemeente Dongeradeel	Raad voor de Wadden
Cees Daey Ouwens	Professor Sector Energy Technology - Department of Mechanical Engineering	Technische Universiteit Eindhoven
Rindert Dankert	Lid	Raad voor de Wadden
Ben Geurts	Senior Strategic Policy Advisor	Ministerie van Financiën
Wim Groenendijk	Senior Strategy Advisor	Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.
Floris Groenendijk	Director	Stichting de Noordzee
Menno Groeneveld	Coördinator Duurzaamheid	Gastransport Services
Luuk Heylman	Campagneleider Energie en Klimaat Milieudefensie	Milieudefensie
Barbara van der Hoek	Senior Advisor Sustainability	Nuon
Helma Kip	Manager Strategy Sustainable Energy	Essent Energie
Margriet Kuijper	Sustainable Development Coordinator Europe	Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.
Bertholt Leeftink	Plaatsvervangend Directeur	Ministerie van Financiën
Jip Lenstra	Afdelingshoofd Directie Klimaatverandering en Industrie - afd. Klimaat en Verzuring	Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ontwikkeling en Milieubeheer
Ingrid Plag	Senior Advisor Sustainability	Nuon
Frans Rooijens	Algemeen Directeur	CE
Jan Slump	Lid PIT Nieuw Gas	KPMG Ethics & Integrity Services
Wim Sinke	Adjunct Directeur	Energy Research Centre of the Netherlands
Tom Verboom	Senior Beleidsmedewerker Milieu	Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Ulco Vermeulen	Productmanager Strategie & Projectleider Energietransitie Nieuw Gas	Gasunie Trade & Supply
Frans Vlieg	Afdelingshoofd Directie Klimaatverandering en Industrie - afd. Energie en Voertuigtechniek	Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ontwikkeling en Milieubeheer
Chris Westra	Wind Energy Strategy Manager	Energy Research Centre of the Netherlands



## BIJLAGE 2: LITERATUURLIJST

- Bergsma, *Waterstof in aardgasland*
- Blok, *Enhanced policies for the improvement of electricity efficiencies*
- Blok, *Improving energy efficiency by 5% and more per year?* (2002)
- Boonekamp et al., *Besparingstrends: Besparing, instrumenten en effectiviteit* (2002)
- Boonekamp & Kets, *Trendanalyse: ECN Beleidsstudies* (2002)
- CBS & Novem, *Vermeden primaire energie door duurzame energie* (2002)
- CBS Statline, *Energie en Water* (2003)
- CCDM, *Emissie-monitor, Jaarcijfers 2000 en ramingen 2001. Rapportagereeks MilieuMonitor, nr.6. Coördinatiecommissie Doelgroepmonitoring* (2002)
- Dutch Wind Energy Statistics, *New Projects and General Developments* (2003)
- Energie Verslag Nederland, *Europese richtlijn promotie duurzame energie* (2001)
- Europese Commissie, *Op weg naar een Europese strategie voor een continue energievoorziening* (2000)
- De Gelderlander, *Windmolens vaker stil door gebrek aan wind* (2004)
- Gordijn et al., *Energie is ruimte* (2003)
- Ministerie van Economische Zaken, *Beleidsnotitie Schoon Fossiel* (2003)
- Ministerie van Economische Zaken, *Derde Energienota* (1995)
- Ministerie van Economische Zaken, *Jaarboek Olie en Gas: Opsporing en winning* (2002)
- Ministerie van Economische Zaken, *Investeren in energie, keuzes voor de toekomst: Energie-rapport 2002* (2002)
- Ministerie van Economische Zaken, *Project Implementatie Transitie management*
- Ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, *Een wereld en een wil: werken aan duurzaamheid, Nationaal Milieubeleidsplan 4* (2001)
- Novem, et al., *Duurzame energie in Nederland*
- RIVM, *Milieubalans 2003: Het Nederlandse milieubeleid verklaard* (2003)
- RIVM-MNP, et al. *Milieu- en Natuurcompendium*
- Rijkers et al., *Marktmonitoring warmtekrachtkoppeling in Nederland: periode 2001-2002* (2003)

