

## Lage energieprijzen, ander klimaatbeleid

### Auteur(s):

Lenstra, W.J.

Hoofd van de afdeling Energie bij het Directoraat Generaal Milieubeheer van het ministerie van VROM.

### Verschenen in:

ESB, 84e jaargang, nr. 4220, pagina 660, 17 september 1999

### Rubriek:

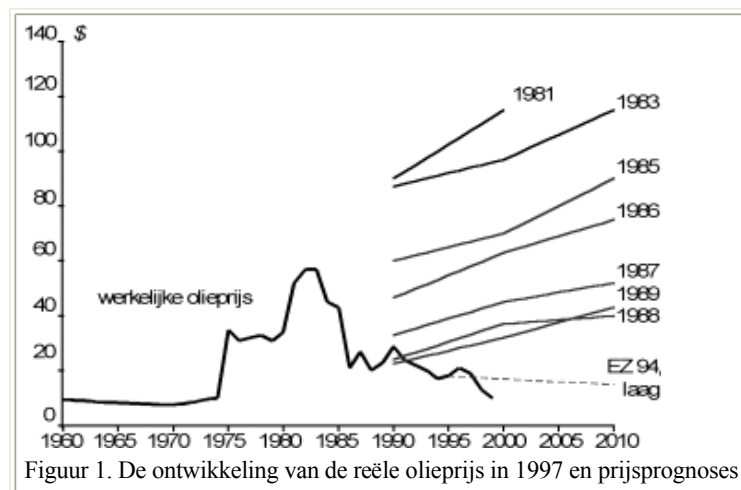
### Trefwoord(en):

*Het huidige beleid ter reductie van CO<sub>2</sub>-uitstoot berust op energiebesparing en gebruik van alternatieve energiebronnen. Het scheiden van CO<sub>2</sub> uit de uitstoot en het vervolgens opslaan, is een alternatief. Dat kost echter op zijn beurt brandstof. Nu de brandstofvoorraden veel groter en de olijeprijzen lager blijken dan verwacht, wordt dit alternatief aantrekkelijk.*

De olijeprijzen zijn het afgelopen jaar eerst sterk gedaald en daarna weer op een redelijk hoog niveau gekomen. Met name de zeer lage prijzen van begin 1999 waren geheel tegen de prognoses in. De goedkoop winbare voorraden hadden inmiddels uitgeput moeten zijn en de OPEC zou naar verwachting de productie steeds meer beperken. Uiteindelijk heeft de OPEC in samenwerking met Noorwegen en Rusland nog een succesvolle productiebeperking doorgevoerd. Toch zal het naar verwachting steeds meer moeite kosten om de dalende trend in de olijeprijzen te keren. De redenen hiervoor worden in dit artikel besproken. Daarna wordt ingegaan op de vraag wat de lage olijeprijzen betekenen voor het klimaatbeleid. Het klimaatprobleem ontstaat vooral door verbranding van fossiele brandstoffen; hierbij komt CO<sub>2</sub> vrij. Reductie van de uitstoot van CO<sub>2</sub> kan op verschillende manieren gerealiseerd worden. Welke manier de meest aantrekkelijke is, hangt samen met de olievoorraden en de olieprijs. De lage olieprijs maakt het beleid dat is gericht op besparing en hernieuwbare bronnen, relatief duurder terwijl opties zoals het schoonmaken van fossiele energie juist aantrekkelijker worden.

### Prijsprognoses

Sinds de oliecrises van de zeventiger jaren is het prognosticeren van olijeprijzen van belang geweest bij het bepalen van de beste koers van het energiebeleid en voor het schatten van de overheidsinkomsten uit de gasbaten. Na de grote olieprijzdalingen in de jaren tachtig en de daarmee gelijke tred houdende gasprijzen blijken de prognoses niet meer aan te sluiten bij de ontwikkelingen in de werkelijkheid. In [figuur 1](#) is dit geïllustreerd. Terwijl de olieprijzen in de werkelijkheid scherp dalen blijven de voorspellers stijgende prijzen voorzien. De olieprijs van begin 1999 van tien à vijftien dollar per barrel is slechts dertig procent van de prijs die tien jaar geleden werd voorzien (omgerekend naar de dollar van 1997).



Hoe is het toch mogelijk dat de prognoses er telkens zo naast zitten? En wat is eigenlijk de redenering achter de prijspaden? De redenering achter de olieprijsprognose is vooral gebaseerd op het uitgangspunt dat de voorraden fossiele brandstoffen eindig zijn en dat het OPEC-kartel zal blijven functioneren. Op grond van deze uitgangspunten wordt verondersteld dat de marginale kosten voor de exploitatie van de non-OPEC olie de prijs bepalen (de winningskosten van OPEC-olie worden verondersteld lager te zijn dan die van non-OPEC landen). Deze marginale kosten worden verondersteld te stijgen omdat de goedkoop winbare voorraden snel uitgeput zullen raken. Met dalende winningskosten door verbeteringen in de technologie wordt in die veronderstelling geen rekening gehouden. Ook wordt geen rekening gehouden met het beschikbaar komen van andere dan conventionele voorraden olie of gas. In [figuur 1](#) is te zien hoe de prognoses uitvallen indien met dalende winningskosten wordt gerekend. De prognose die daarin wordt aangeduid met 1994 is de onderkant van de bandbreedte die werd voorzien door het ministerie van Economische Zaken in 1994. Daarin werd rekening gehouden met een aanhoudende daling van de winningskosten.

## Onbeperkte voorraden, lagere winningskosten

Het idee dat de fossiele voorraden eindig zijn en binnen enige tientallen jaren uitgeput zouden raken is in de wereld gebracht via het rapport van de Club van Rome. Kort daarna ontstond er inderdaad een periode met door de OPEC aangezette extreme prijsstijgingen en de daarbij horende paniekreactions. Niet al te lang daarna heeft de wal het schip echter gekeerd en gingen de prijzen net zo snel omlaag als dat ze omhoog waren gegaan. Een belangrijke drijfveer voor deze daling was de snel verbeterende winningstechniek. Winning werd goedkoper en men kon meer winnen uit bekende velden door 'enhanced oil recovery'. Ook de exploratie werd goedkoper en beter waardoor er meer winbare voorraden werden ontdekt.

Van onconventionele olievoorraden zijn de winningskosten eveneens lager dan indertijd werd verwacht. Zo wint Shell nu in Canada (Alberta) olie uit teerzanden voor tien dollar per barrel. Dit is een halvering van de prijs van 1984. Syncrude Canada geeft vergelijkbare cijfers en voorziet bovendien een verdere daling van de productiekosten tot 7,5 dollar per barrel<sup>1</sup>. De omvang van de voorraad teerzanden in Canada is enorm<sup>2</sup>. De uit teerzanden gewonnen olie is overigens erg dik en waterstof-arm en moet daarom nog een aantal bewerkingen ondergaan zodat er nog zo'n zes dollar bij de prijs moet worden opgeteld.

Ontwikkelingen zijn er ook op het gebied van onconventioneel aardgas. In de Verenigde Staten heeft men het eerste aardgashydraatveld aangeboord. Zo'n veld bestaat uit methaangasvoorraden die ingesloten zitten in een soort ijsachtige kristalvorm van water die ontstaat bij lage temperatuur en grote druk zoals voorkomend op de bodem van de oceanen. In het Blake Ridge reservoir is bij een zeediepte van 2700 meter en vervolgens 600 meter diep in de oceanabodem een hoeveelheid aardgas aangetroffen die voldoende is om de vs meer dan honderd jaar van gas te voorzien<sup>3</sup>. Ter vergelijking: dat is ongeveer twintig maal de hoeveelheid gas die ooit in de Slochterenbel aanwezig was. Met deze boringen is ook ontdekt dat deze gasvoorraad zich waarschijnlijk voor meer dan de helft als vrij methaangas onder de hydraatlaag bevindt. Deze ontdekking is van groot belang omdat met seismisch onderzoek vele tientallen hydraatgasvoorkomens in de oceanabodem zijn opgespoord. Men schat de hoeveelheid aardgas in deze voorkomens op ongeveer tweeduizend maal de jaarlijkse totale wereldenergievraag<sup>4</sup>.

Al met al is de voorraad fossiele brandstoffen aanzienlijk groter dan gedacht. Ondanks een voortgaande groei van de vraag, ondermeer in de derde wereld, zal het dan ook niet tientallen jaren duren voor de fossiele voorraden uitgeput raken, maar honderden jaren. Bij een gelijkblijvende vraag zelfs duizenden jaren. Een overzicht van de fossiele voorraden wordt gegeven in [tabel 1](#).

**Tabel 1. De wereld-voorraden fossiele brandstof**

voorraden fossiele brandstoffen	Exajoule	aantal jaar wereldenergieverbruik
<i>Olie</i>		
winbare reserves conventioneel	6000	17
winbare reserves onconventioneel	7100	20
conventioneel, nog te ontdekken (50% prob.)	2500	7
onconventioneel, winbaar bij technische vooruitgang	9000	25
totaal	24600	68
<i>Gas</i>		
winbare reserves conventioneel	4800	13
winbare reserves onconventioneel	6900	19
conventioneel, nog te ontdekken (50% prob.)	4400	12
onconventioneel, winbaar bij technische vooruitgang	20000	56
totaal	36100	100
hydraatgas	800000	2222
<i>Kolen</i>		
winbare reserves conventioneel	25200	70
onconventioneel, winbaar bij technische vooruitgang	100000	278
totaal	125200	348
<b>totale voorraad (excl. hydraatgas)</b>	<b>185900</b>	<b>516</b>
<b>totale fossiele voorraad</b>	<b>985900</b>	<b>2739</b>

Bron: N.Nakicenovic, A.Grübles, T.Johansson, G.Marland, J.R.Moreira, H.Rogner, IPCC Energy Primer, *Climate Change* 1995, Cambridge University Press.

De technologische ontwikkeling lijkt ook steeds lagere winningskosten mogelijk te maken, zelfs als de winning steeds moeilijker wordt. De invloed van de technologie op de winningskosten kan ook op de lange termijn groter zijn dan de invloed van de uitputting van de voorraad. Net zoals dit de afgelopen periode het geval is geweest.

## Toekomstige olieprijs

In [tabel 2](#) wordt een beknopt overzicht gegeven van de belangrijkste elementen die de olieprijs beïnvloeden. Naast evidente zaken als oorlog, boycot en sterke toename van de vraag naar olie is het vooral de OPEC die een prijsverhogende invloed kan uitoefenen. De laatste jaren is dat niet gebeurd en voor de komende jaren is een sterke opec niet waarschijnlijk om de volgende redenen:

**Tabel 2. Overzicht van elementen die effect hebben op de olieprijs**

prijsverlagend effect    prijsverhogend effect

	aanbodzijde	
meer vrije markt		toename invloed opec-kartel
technologische ontwikkeling		oorlogen, boycots, enz.
van winning en exploratie van conventionele		
en onconventionele voorraden productie-		
toename uit goedkope velden		
<hr/>		
	vraagzijde	
aanpak klimaatbeleid		sterke economische groei in landen
technologische verandering		met een hoge olievraag
in gebruiksector (bijv. waterstof)		

» de politieke verhoudingen tussen belangrijke OPEC-leden, Saoedi-Arabië en Koeweit, en het Westen zijn door de Golfoorlog veranderd;

» de grootste OPEC-producenten hebben lange tijd niet meer als buffer gefunctioneerd, zij hebben in weerwil van de huidige lage prijzen hun productie opgevoerd. De golfstaten produceerden in 1998 ruim 27% meer dan vóór de Golfoorlog, tussen 1997 en 1998 groeide hun productie nog met 5,7%.

» de belangrijkste producent Saoedi-Arabië heeft zijn olieproductie tussen 1987 en 1997 meer dan verdubbeld.

Aan de andere kant blijken de prijsverlagende invloeden wél waarschijnlijk. De inspanning om tot lagere kosten te komen door technologische verbeteringen lijkt door lage prijzen gestimuleerd te worden. Landen met goedkope olie, zoals de voormalige Sovjet Unie en Irak, proberen voortdurend hun productie te vergroten. Onder invloed van het klimaatbeleid kan op langere termijn de introductie van brandstofceltechnologie in de transportsector voor aanzienlijke veranderingen zorgen in de vraag naar olie. Door de brandstofcel wordt het rijden op andere brandstoffen, bijvoorbeeld biologische, en waterstof gemakkelijker. Ook kan een stringente aanpak van het klimaatbeleid de vervanging van olie door aardgas bij niet mobiele installaties bevorderen.

De olieprijs kunnen dus nog geruime tijd onder een neerwaartse druk blijven staan. De hoeveelheid goedkoop winbare olie is waarschijnlijk aanzienlijk. Het lijkt aannemelijk dat de hoeveelheid olie die tegen relatief lage kosten kan worden geproduceerd genoeg is voor twintig tot dertig jaar. Rogner heeft de productiekosten van voorraden aardolie geïnventariseerd en op basis van zijn overzicht is [tabel 3](#) gemaakt <sup>5</sup>. Anderen geven aan dat de meeste olie in het Midden Oosten productiekosten heeft onder de vijf dollar per barrel <sup>6</sup>. In 1987 werd in het Verenigd Koninkrijk al 75% van de olie geproduceerd tegen dergelijke kosten. Uitgaande van de productiekosten zijn de komende decennia aanhoudend lage olieprijs goed mogelijk. Op grond van het beschikbare materiaal is een soort bodemprijs voor de korte termijn moeilijk te bepalen. Wel wordt aannemelijk dat deze lager kan liggen dan de tien dollar per barrel van begin 1999. In *The Economist* werd onlangs voorspeld dat de olieprijs langdurig rond de vijf dollar per barrel kan blijven <sup>7</sup>.

**Tabel 3. Hoeveelheid goedkoop winbare olie**

Winningskosten	Beschikbare hoev. olie	gebruiks- jaren niveau 1997
\$/barrel	barrel	
10	4200	30
15	8400	60
20	11760	84

## Actuele ontwikkelingen

Op 1 april heeft de OPEC een succesvolle productiebeperking doorgevoerd. Een aantal non-OPEC landen (Mexico, Noorwegen, Rusland) heeft deze productiebeperking gesteund. Kennelijk geschrokken door de almaar verder wegzakkende prijs lijken genoeg OPEC-leden zich dit keer redelijk aan de afspraken te houden. In [tabel 4](#) wordt dit duidelijk. Tegelijkertijd wordt duidelijk dat een beperkt aantal leden nauwelijks meewerkt aan de productiebeperking terwijl deze leden natuurlijk wel profiteren van de bereikte prijsstijging. Daarnaast speelt de groeiende productie van Irak een belangrijke rol. Al met al is de gezamenlijke productie van de landen in [tabel 4](#) sinds maart met vijf procent gedaald. Gezien de ongelijke verdeling van de gerealiseerde productiebeperking is het maar de vraag hoelang de betrokken landen dit productiebeleid kunnen volhouden.

**Tabel 4. OPEC-productie van ruwe olie**

	maart	april	mei	mutatie t.o.v. maart	quota	afwijking t.o.v. quota
1000 barrel per dag %						
Algerije	820	730	730	-	731	0
Indonesië	1320	1270	1303	-	1187	+9,7
Iran	3838	3520	3477	-	3359	+3,5
Irak	2450	2780	2710	+	-	-
Koeweit	2020	1840	1835	-	1836	0
Libië	1362	1315	1315	-	1227	+7,2
Nigeria	2030	1935	1950	-	1885	+3,4
Katar	700	630	600	-	593	+1,1

Saoedi-Arabië	8140	7500	7470	-	7438	+0,4
Ver. Arab. Emiraten	2150	2010	2010	-	2000	+0,5
Venezuela	2940	2780	2730	-	2720	+0,3
Totaal	27770	26310	26420	-	22976	-
Totaal excl. Irak	25320	23530	23420	-	22976	+1,9

Bron: Middle East Economic Survey (*Oil and Gas Journal*, 21 juni 1999).

## Klimaatbeleid

Wat betekent dit alles nu voor het klimaatbeleid? Het klimaatprobleem ontstaat voornamelijk door de verbranding van fossiele brandstoffen. Meestal wordt het probleem omschreven als onzeker. De vraag rijst echter wat onzekerder is, een schaarste aan fossiele brandstoffen en daardoor hoge energieprijzen of het klimaatprobleem. In ieder geval blijkt rond het klimaatprobleem voldoende zekerheid te bestaan om met een groot aantal landen een Klimaatverdrag te kunnen maken en dat stapje voor stapje tot uitvoer te brengen. Met het Kyoto-protocol is een eerste stap gezet ter vermindering van de emissies van broeikasgassen met ongeveer vijf procent voor de industrielanden. Dat is een eerste en bescheiden stap omdat het uiteindelijk gaat om de stabilisatie van de atmosferische concentraties. Dit betekent dat de emissie naar de atmosfeer uiteindelijk niet groter mag zijn dan de opname van met name CO<sub>2</sub> door de oceanen en de biosfeer. Dat doel wordt pas bereikt nadat de mondiale emissies van CO<sub>2</sub> met ongeveer vijftig procent zijn teruggebracht. Vanwege de enorme verschillen in de emissie per hoofd van de bevolking met de armere landen wordt meestal verondersteld dat rijke landen op den duur tachtig van hun CO<sub>2</sub>-emissies zullen moeten reduceren om te voorkomen dat de concentratie CO<sub>2</sub> in de atmosfeer zo hoog wordt dat er gevaar ontstaat voor de wereldvoedselvoorziening. Velen menen dat het tempo waarmee invulling gegeven moet worden aan deze doelstelling zodanig moet zijn dat deze tussen 2050 en 2100 wordt bereikt.

### Schoon fossiel

Hoe moet dit soort vergaande reducties worden bereikt? Een mogelijkheid is om te fossiele bronnen koolstofarm of koolstofloos te maken. Het ontkolen van fossiele energie is op twee manieren mogelijk. De meest aansprekende manier is de fossiele brandstof via vergassing en een zogenaamde 'shift-reactie' om te zetten in waterstof en CO<sub>2</sub>. Deze gassen worden vervolgens gescheiden. Deze technologie wordt industrieel toegepast om waterstof en ammoniak te maken. De waterstof kan als gasvormige brandstof worden toegepast als alternatief voor aardgas of motorbrandstof. Door toepassing van brandstofcellen is waterstof emissieloos in elektriciteit en warmte om te zetten. De CO<sub>2</sub> die nu nog in zuivere vorm wordt geïmitteerd, wordt opgeslagen. Zulke opslag is mogelijk in lege gas of olievelen of in diepe watervoerende lagen, zogenaamde aquifers. Voor het milieu vormt de opslag geen wezenlijk gevaar omdat CO<sub>2</sub> niet toxisch is en van nature in grote hoeveelheden in de aardkorst aanwezig is. Veilige opslag is daarom goed te realiseren, ook in het perspectief van een duurzame ontwikkeling.

De opslagcapaciteit is vooral te vinden in gebieden waar ook olie en gas wordt gevonden. Voor Europa is het relevant dat er onder het Noors-Britse deel van de Noordzee een aquifer ligt met een opslagcapaciteit die voldoende groot is om de eu-emissie van CO<sub>2</sub> gedurende tweehonderd jaar op te slaan. Ook onder Nederland bestaat een ruime capaciteit in gasvelen en in aquifers. Er kan naar eerste schatting twaalf GigaTon CO<sub>2</sub> onder het Nederlandse vaste land worden opgeslagen, dat is vijftig keer onze totale jaarlijkse emissie<sup>8</sup>.

Een tweede manier om fossiele bronnen koolstofarm te maken is om de fossiele brandstof op een conventionele manier om te zetten in bruikbare energie. De CO<sub>2</sub> wordt uit de rookgassen gefilterd met een absorberende vloeistof die vervolgens wordt geregenereerd. Dit soort installaties bestaat reeds op grote schaal en wordt voor tal van toepassingen in de industrie gebruikt. Op deze wijze is betrekkelijk eenvoudig CO<sub>2</sub>-loze elektriciteit te maken.

### Bezwaren

Het voornaamste bezwaar dat tegen 'schoon fossiel' wordt ingebracht is dat het extra fossiele energie kost en dus niet helpt bij de aanpak van het voorraadprobleem en daarmee de voorzieningszekerheid. Verder zou het duur zijn omdat er in tegenstelling tot besparing en hernieuwbare bronnen geen verdiensten in de vorm van uitgespaarde fossiele energie zijn. Hiervoor is reeds aangegeven dat het bestaan van een werkelijk voorraadprobleem niet kan worden aangetoond. Indien voor de aanpak van het klimaatprobleem dus extra inzet van fossiele energie nodig is vormt dat slechts een (beperkte) kostenpost maar geen versnelde uitputting van een beperkte voorraad of een bedreiging van de voorzieningszekerheid.

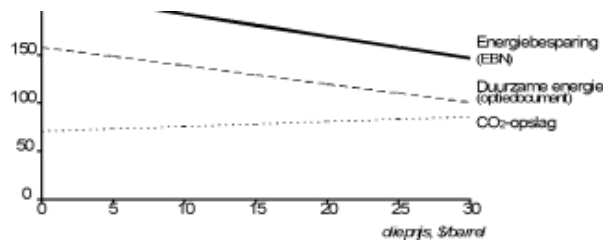
## Vergelijking van opties

We proberen nu de optie 'schoon fossiel' te vergelijken met andere mogelijkheden om te komen tot een reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot. De bekende opties zijn energiebesparing en inzet van hernieuwbare energiebronnen.

Door de lage energieprijzen van de laatste jaren en door de veel lagere prijsverwachting voor de toekomst, ligt de financiële verhouding van CO<sub>2</sub>-reductie-opties nu heel anders dan tot voor kort werd aangenomen. In het Optiedocument ter voorbereiding van de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid en in vele andere studies wordt bijvoorbeeld voor de periode tot 2020 uitgegaan van olieprijsen van 15 tot 28 dollar per barrel<sup>9</sup>. Hieruit worden vervolgens energieprijzen afgeleid en op basis daarvan wordt berekend wat een reductie-optie kost in gulden per gereduceerde ton CO<sub>2</sub>.

In dit artikel vergelijken we de kosten van de verschillende opties bij een variënde energieprijzen. We kunnen een grafiek maken waarin we op de horizontale as de olieprijs zetten en op de verticale as de kosten in gulden per ton CO<sub>2</sub> voor de verschillende CO<sub>2</sub>-bestrijdingsmogelijkheden. In [figuur 2](#) is dat gedaan voor energiebesparing, hernieuwbare bronnen en de schoon fossiele optie.





Figuur 2. Vergelijking van CO<sub>2</sub>-reductiekosten, afhankelijk van de energieprijis

Voor de mate van energiebesparing is uitgegaan van het pakket dat is voorgesteld in de *Nota Energiebesparing*. Voor hernieuwbare bronnen is de gemiddelde prijs genomen van de opties die nodig zijn om de tien procent-doelstelling van de Derde Energienota te realiseren, voornamelijk windenergie (op land) en de toepassing van biomassa en afval voor elektriciteitsproductie. Voor schoon fossiel tenslotte is een gasgestookte centrale met CO<sub>2</sub>-verwijdering gekozen. Om de kosten te berekenen wordt bij besparing en hernieuwbare energiebronnen eerst becijferd welk deel van de kosten terug wordt verdiend door de bereikte besparing op energiekosten. Het resterende deel van de kosten wordt gedeeld door de gerealiseerde CO<sub>2</sub>-reductie die rechtstreeks is af te leiden uit de bespaarde hoeveelheid fossiele energie. Aldus wordt een bedrag in guldens per ton CO<sub>2</sub> verkregen dat voor vergelijkingen kan worden gebruikt. De energieprijis waartegen de besparing plaatsvindt is gebaseerd op de importprijs voor de betreffende energievorm en voor de rendementseisen wordt de maatschappelijke invalshoek gekozen (relatief lage disconteringsvoet). We nemen aan dat de gasprijzen in Nederland met de olieprijs mee blijven bewegen zoals ze dat de afgelopen twintig jaar (mondiaal) hebben gedaan.

Wat in de grafiek opvalt is dat bij lagere olieprijsen de opties die ook op fossiele energie besparen relatief snel stijgen in kosten per vermeden ton CO<sub>2</sub>. De kosten van schoon fossiel daarentegen blijven redelijk constant. Reeds bij de huidige olieprijs is schoon fossiel voordeliger dan de in het beleid gekozen besparingsmogelijkheden en hernieuwbare bronnen.

## Conclusies

De prognoses van de olieprijs hadden de afgelopen vijftien jaar weinig realiteitswaarde. De voorspellende waarde is afwezig. Dit is grotendeels te wijten aan de gehanteerde uitgangspunten bij de methode van prognosticeren. Het eerste uitgangspunt is dat de snelle uitputbaarheid van de fossiele bronnen op termijn moet leiden tot hogere winningskosten. De voorraadcijfers laten echter een beeld zien waarbij we voor de komende eeuwen kunnen beschikken over genoeg fossiele energie. Fossiele energie blijkt naar menselijke maatstaven niet uitputbaar. Door de steeds verder voortschrijdende technologische verbetering bij de opsporing en winning dalen de winningskosten tot nu toe sneller dan dat de winbaarheid afneemt.

Het tweede uitgangspunt is dat van de grote (toekomstige) invloed van de OPEC. De werkelijkheid van nu is dat de OPEC aanmerkelijk minder invloed heeft op de productie van haar leden. Het is dan ook goed denkbaar dat de OPEC juist steeds minder invloed zal krijgen op de prijzen. Dit zou goed kunnen passen in de ontwikkeling naar een steeds vrijere wereldmarkt.

Nader onderzoek naar de prijsvorming van olie in een vrije markt is gewenst. Het beschikbare cijfermateriaal is nog beperkt. Ook is nader onderzoek naar de gerealiseerde en verwachte technologische verbeteringen gewenst om de toekomstige winningskosten beter te kunnen inschatten.

Bij het maken van klimaatbeleid leidt het hanteren van te hoge toekomstige prijzen voor fossiele brandstoffen tot te optimistische inschattingen van de effectiviteit van het beleid van energiebesparing en hernieuwbare energiebronnen. Een behoedzaam klimaatbeleid zou dan ook moeten uitgaan van lage prijzen voor fossiele brandstoffen. In de *Uitvoeringsnota klimaatbeleid* is hiermee een begin gemaakt [10](#).

De effecten van lage olieprijsen op het klimaatbeleid zijn groot. Besparing en hernieuwbare bronnen worden relatief duur in vergelijking met schoon fossiel. Dit is de toepassing van fossiele energie waarbij de vrijkomende CO<sub>2</sub> veilig wordt opgeslagen. Nederland beschikt geologisch gezien over een gunstige uitgangspunt om deze optie in de euvorm te geven. Het verdient aanbeveling om, net als in Noorwegen, Canada, Groot-Brittannië en de Verenigde Staten, meer aandacht aan de ontwikkeling van de koolstofloze of koolstofarme toepassing van fossiele energie te schenken. Gezien de mogelijkheid om fossiele energie zonder schadelijke emissies naar het milieu toe te passen en gezien de naar menselijke maatstaf onuitputbare voorraad fossiele bronnen, is 'schoon fossiel' een duurzame bron in de zin van duurzame ontwikkeling.

Zie ook:

H.R.J. Vollebergh, [Reactie: Diversificatie gewenst](#), *ESB*, 17 september 1999, blz. 664-665

1 E.P. Newell, Canada's oilsands industry comes of age, *Oil and Gas Journal*, 28 juni 1999.

2 P. de Wit, Olie graven in Canada, *Shell Venster*, januari/februari 1998.

3 G.R. Dickens, C.K. Paull, P. Wallace, Direct measurements of in situ methane quantities in a large gas-hydrate reservoir, *Letters to Nature*, *Nature*, 30 januari 1997.

4 T.S. Collett, V.A. Kuuskraa, Hydrates contain vast store of world gas resources, *Oil and Gas Journal*, 11 mei, 1998.

5 H. Rogner, *An assessment of world hydrocarbon resources*, IIASA, mei 1998.

**6** P.A. Boot (red.), *Van wereldmarkt tot eindverbruiker*, Ministerie van Economische Zaken, 1994.

**7** Drowning in oil, *The Economist*, 6 maart 1999.

**8** S. Holloway, J.P.Heederik et al, The underground disposal of carbon dioxide, EU-JOULE II, *British Geological Survey*, Keyworth, Nottingham, VK, 1996.

**9** *Optiedocument*, ECN en RIVM, 1999.

**10** Ministerie van VROM, *Uitvoeringsnota Klimaatbeleid*, juni 1999.