

# De ontwikkelingslanden, energie en het broeikas-effect

**Een belangrijke oorzaak van het broeikas-effect is de emissie van CO<sub>2</sub>. Dit artikel presenteert de kosten van een mondiaal energiewaarschuwingsscenario gericht op vermindering van de CO<sub>2</sub>-emissie met 30% in het jaar 2000. Het scenario is gebaseerd op een combinatie van energiebesparing, verschuiving in het gebruik van fossiele brandstoffen, toenemend gebruik van niet-fossiele brandstoffen en herbebossing.**

**PROF. DR. MR. C.J. JEPMA\***

Inmiddels bestaat in wetenschappelijke kring een redelijke mate van consensus over de kans dat vanwege de emissie van bij het verbruik van fossiele energie vrijkomende kooldioxyde, in combinatie met de uitstoot van andere zogenaamde broeikasgassen, zich de komende decennia een tendens zal voordoen tot klimaatveranderingen, een stijging van de gemiddelde temperatuur op aarde met ten minste enkele graden Celsius en een stijging van de zeespiegel met ten minste enkele decimeters.

Gegeven het grote tijdsverloop tussen de emissie van broeikasgassen en het eventuele effect op het klimaat, kunnen de genoemde effecten zich voordoen zelfs indien de emissie van broeikasgassen zich op het huidige niveau zou stabiliseren. De kans op klimaatveranderingen is al voldoende reden om een actief beleid te ontwikkelen. Dit biedt tevens de mogelijkheid tijd te winnen om de precieze aard en omvang van het broeikasverschijnsel vast te stellen. Men mag niet het risico lopen in de toekomst te laat te zijn met actie.

In de meeste projecties van het energieverbruik variëren, zulks uiteraard afhankelijk van de veronderstelde groei-voeten van het bnp, de energie-intensiteiten en de feitelijke beleidsaanpassingen op energiegebied, vooral in de geïndustrialiseerde wereld. De projecties geven aan dat het mondiale energieverbruik in 2000 zal variëren tussen 430 en 460 Exajoules, EJ, (thans circa 380 EJ) en daarna kan oplopen naar 500 EJ in 2010. Het aandeel van de ontwikkelingslanden (nu nog beneden de 30%) zal dan oplopen naar 40%. Indien men in deze landengroep niet tijdig energiebesparende technieken toepast en voortgaat met relatief veel gebruik van sterk vervuilende bruin- en steenkool en indien de verbranding van de tropische vegetatie niet vermindert, kunnen de ontwikkelingslanden over een jaar of tien al verantwoordelijk zijn voor circa de helft van de mondiale kooldioxide-uitstoot.

gebruik van minder bedreigende fossiele brandstoffen zoals olie en gas, de ontwikkeling van alternatieve energiebronnen, herbebossing en het stoppen van de ontbossing, en een verbod op de uitstoot van bepaalde agressieve broeikasgassen, zoals de CFK's. Daarnaast zal een beleid moeten worden ontwikkeld dat de gevolgen van de eventuele klimaatverschuivingen opvangt. Gevolgen, zoals het ontstaan van nieuwe droogtegebieden, verschuivingen in zeestromingen, het verdwijnen van laag gelegen eilandengroepen zoals de Maladiven, vergrote kans op overstromingen in kwetsbare delta's zoals Egypte, Bangladesh, Brazilië en delen van China, en enorme verschuivingen die zich kunnen gaan voordoen in de productie-omstandigheden in de landbouw.

Hoewel nog zeer weinig pogingen zijn gedaan om deze eventuele kosten voor de ontwikkelingslanden op integrale wijze zelfs maar ruwweg te benaderen<sup>1</sup>, zal hier toch een poging worden gedaan met als doel aan te geven dat het hier vermoedelijk gaat om een probleem van een dusdanige omvang dat men de toekomstige overdrachten van noord naar zuid in een wezenlijk ander perspectief zal moeten gaan zien.

Waar het gaat om de kosten van de maatregelen gericht op aanpassing aan de verwachte veranderingen variëren de verwachtingen nogal. Sommigen schatten dat mondiaal de agrarische produktie zo'n 10% geringer zal zijn dan bij dezelfde inspanning thans. Dit zou voor de ontwikkelingslanden overeenkomen met een verlies van zo'n 50 mrd. dollar per jaar (ongeveer in de orde van grootte van de jaarlijkse mondiale hulpinspanning). De aanpassingen in de landbouw die wellicht nodig zijn – sommigen denken aan de grootschalige introductie van eenvoudige op kas-teelt gebaseerde systemen in ontwikkelingslanden en een sterke uitbreiding van ziltwaterbeplanting en aquaculturen – zullen vermoedelijk bedragen in dezelfde orde van grootte vergen.

## Effecten van het broeikasverschijnsel

Over de omvang van de effecten van het broeikasverschijnsel in financiële zin bestaat nog grote onduidelijkheid. Veel zal tevens afhangen van het gevoerde beleid. Dit zal moeten bestaan uit een mix van energiebesparing, meer

\* De auteur is hoogleraar internationale economische betrekkingen, verbonden aan de Rijksuniversiteit Groningen en de Open Universiteit. Hij dankt drs. M.F.M. Wanders voor zijn assistentie bij de rekenexercitie.

1. Zie bij voorbeeld ook schattingen van het WorldWatch Institute als weergegeven in: J. MacNeill, Strategies for sustainable development, *Scientific American*, speciaal nummer, september 1988.

Tabel 1. *Mondiaal energiescenario*

	1988	2000	2010	2030
<i>CO<sub>2</sub>-reductie (in %)</i>	0	0	10	30
<i>CO<sub>2</sub> in mln. ton</i>				
Biomassa	1.701	1.361	1.089	544
Kolen	2.674	2.397	1.061	0
Olie	2.498	2.498	2.498	669
Aardgas	887	1.504	2.336	4.219
Totaal	7.760	7.760	6.984	5.432
<i>Energieverbruik (in EJ)</i>				
Biomassa	27,7	22,2	17,7	8,9
Kolen	99,4	89,1	39,5	0,0
Olie	126,8	126,8	126,8	33,9
Aardgas	64,3	109,0	169,3	305,7
Totaal fossiele brandst.	318,2	347,1	353,3	348,5
Niet-fossiele brandst.	60,7	86,5	116,3	210,1
<i>Totaal energieverbruik</i>	378,9	433,6	469,6	558,6
<i>Ontwikkelingslanden</i>				
Fossiele brandstof	93,7	152,8	204,2	252,3
Niet-fossiele brandstof	8,1	19,8	52,2	131,9
Totaal	101,8	172,6	256,4	384,2
<i>Industrielanden</i>				
Fossiele brandstof	224,5	194,2	149,1	96,2
Niet-fossiele brandstof	52,6	66,7	64,1	78,2
Totaal	277,1	260,9	213,2	174,4

Zou daarnaast sprake zijn van een produktiedaling van zo'n twee en een half procent in de overige sectoren, dan zou de schade ruwweg verdubbelen naar een niveau van ongeveer 100 mrd. dollar per jaar, overeenkomend met ongeveer vier procent van de totale produktie in deze regio's. Bij dit soort schade moet men niet alleen denken aan grootschalige herstructurering in landbouw en infrastructuur, zoals omvangrijke bedijingsprojecten die nodig worden, maar ook aan de kosten in verband met milieuvluchtelingen. Het WorldWatch Institute schat de aantallen hiervan voor het midden van de volgende eeuw op 10 tot 15% van de bevolking van enkele zeer bevolkingsrijke landen zoals Egypte en Bangladesh, indien althans geen serieuze maatregelen worden getroffen. Wat ook de juiste schattingen zijn van deze kosten, duidelijk lijkt dat vergeleken met de omvang van de traditionele hulpstromen het hier gaat om bedragen die deze stromen qua omvang wellicht zelfs kunnen gaan overtreffen.

Het probleem is dat vele ontwikkelingslanden in de praktijk vrijwel niet in staat zullen zijn deze kosten te dragen. Ter illustratie, het is duidelijk dat waterregulerings-systemen in landen als Bangladesh en China, miljardeninvesteringen zullen vergen. Indien de op zichzelf overzienbare investering die vereist is om Bangladesh serieus van binnen en van buiten tegen het water te beschermen – volgens op de Wereldbank circulerende schattingen ten minste \$ 6 mrd. – met een 10% rentedragende lening zou worden gefinancierd, kost dat het land jaarlijks circa 3% van zijn jaarinkomen, (vergelijk de jaarlijks ontvangen officiële hulp van \$ 1,5 tot \$ 2 mrd.).

## Projecties

Een globaal beeld dat uit de meeste energiescenario's naar voren komt is dat de uitstoot van kooldioxyde in 2000 zo'n 20% hoger ligt dan thans. Het is duidelijk dat men vrij algemeen een dergelijk scenario wil trachten te voorko-

men. Dit lijkt mogelijk indien men een combinatie van beleidsinstrumenten inzet, zowel in de geïndustrialiseerde als in de ontwikkelingslanden. Hierna is een eenvoudig scenario aangegeven waarin in veertig jaar tijd de mondiale kooldioxyde-emissie met zo'n 30% wordt teruggedrongen. Het betreft natuurlijk slechts een rekenexercitie; deze is gebaseerd op een combinatie van:

- energiebesparing in de geïndustrialiseerde landen;
- verschuiving in de samenstelling van het fossiele brandstofgebruik;
- een toeneming in het verbruik van niet-fossiele brandstoffen in de geïndustrialiseerde en ontwikkelingslanden;
- herbebossing.

Het scenario onderkent een toeneming van het energieverbruik in de ontwikkelingslanden van 4,5% per jaar in de jaren negentig, 4% in de tien jaar daarna en 2% tot 2030; in de geïndustrialiseerde landen daalt volgens het scenario het energieverbruik al in de jaren negentig met 0,5% per jaar en zelfs met 2% tussen 2000 en 2010 om uit te lopen op een daling van 1% daarna.

## Energiebesparing

Zijn de uitgangspunten van bovengenoemd scenario voor energiebesparing realistisch? Wat de ontwikkelingslanden betreft, hun energieverbruik nam gedurende 1972-1987 gemiddeld met 4,8% per jaar toe. De besparing die hier verondersteld is zal zich vooral na 2010 dienen te voltrekken. Dit lijkt mogelijk indien men bedenkt dat zo'n 40% van het energieverbruik (totaal zo'n 500 watt per hoofd per jaar) in de ontwikkelingslanden berust op de verbranding van hout voor de voedselbereiding, zulks met een zeer laag en gemakkelijk te verhogen warmterendement. Naast reeksen van andere opties voor een efficiënter energieverbruik in de sfeer van verlichting, isolatie, warmte/krachtkoppeling, enz., lijkt derhalve een stijging van het energieverbruik in deze landen in de orde van grootte van de groeivoet van de bevolking op lange termijn niet onrealistisch.

In de geïndustrialiseerde landen dient een duidelijk ambitieuzer energiebesparingsbeleid haalbaar te zijn. Ter illustratie, in de tien jaar na de oliecrisis van 1973 bleek het in de geïndustrialiseerde landen mogelijk om een 30% hogere industriële produktie te realiseren bij een zeer beperkte toeneming van het energieverbruik; terwijl in de Verenigde Staten de gemiddelde auto nog zo'n 15 liter benzine verbruikt op de 100 km, kan tegen een 10% hogere prijs een auto worden aangeschaft die voor dezelfde afstand slechts vier liter nodig heeft. Historisch gezien ligt de autonome jaarlijkse vermindering in de energie-intensiteit bij de produktie op een à twee procent. Het lijkt realistisch te veronderstellen dat in de geïndustrialiseerde landen met gerichte beleidsmaatregelen dit proces met maximaal één procentpunt per jaar versneld zou kunnen worden, zodat het energieverbruik per eenheid produkt over 15 jaar zo'n 40% lager ligt.

Dit resultaat is voor de ontwikkelingslanden, gezien hun achterstand en besluitvormingsstructuur naar alle waarschijnlijkheid niet haalbaar; wel mag men hopen dat het mogelijk is om het gemiddelde verbruik in de huishouding, nu zo'n 500 watt per hoofd, gemiddeld over dezelfde periode met zo'n 20% terug te brengen. Ook in de transportsector en industrie zouden vergelijkbare besparingen wellicht tot de mogelijkheden behoren, indien men afgaat op de gecombineerde informatie van het World Resources Institute, de Wereldbank, het Internationale Energie Agentschap en het International Institute for Environment and Development.

Daarbij dient tevens te worden bedacht dat de emissie van broeikasgassen per hoofd in de ontwikkelingslanden vaak erg hoog ligt. Nu al bedraagt volgens het World Resources Institute de uitstoot van broeikasgassen per hoofd van de bevolking (in carbon-equivalenten) in bijvoorbeeld Laos meer dan het driedubbele (10 ton) van het niveau in Nederland (2,9 ton); Ivoorkust (ontbossing) ligt op hetzelfde niveau als de VS (4,2 ton); Denemarken, het Verenigd Koninkrijk, Singapore en Costa Rica bewegen zich alle rond de 2,75 ton.

Bovengenoemd energiebesparingsscenario is uitermate ambitieus. Immers, per definitie is pas sprake van energiebesparing indien de daling in de energie-intensiteit per eenheid toegevoegde waarde die van de produktiestijging overtreft. In de geïndustrialiseerde landen is dit nog steeds niet het geval. In ontwikkelingslanden, waar men toch al vele malen verkwestender is dan elders, neemt de verkwesting nog steeds toe. Typische voorbeelden zijn China en India, waar de energie-intensiteit per eenheid toegevoegde waarde circa vier respectievelijk twee keer zo hoog ligt als in Nederland. In China, een land met een schier onuitputtelijk kolenreservoir ligt de prijs van kolen op een kwart van het internationale niveau en India beschikt na China over de grootste kolenreserves ter wereld. Het zal al een aanzienlijke inspanning vergen in dit soort landen de energie-intensiteit per eenheid toegevoegde waarde te stabiliseren op het huidige niveau.

## Energieverschuiving

Een verschuiving binnen het pakket van fossiele brandstoffen door op omvangrijke schaal en waar mogelijk ook in ontwikkelingslanden over te schakelen op het gebruik van olie en bij voorkeur aardgas in plaats van biomassa en kolen, kan soelaas bieden<sup>2</sup>. Per slot van rekening zijn de winbare reserves van aardgas al gelijk aan die van olie. Zou de produktie van aardgas gedurende de komende vijftien jaar ruwweg verdubbelen dan zou dit de geprojecteerde kooldioxyde-emissie met zo'n 10 tot 15% kunnen verminderen. De mondiale investeringskosten in verband met de winning en distributie (volgens geëxtrapoleerde gegevens van de Gasunie voor Nederland) van een mondiaal gasdistributiesysteem liggen tussen de 50 en 100 mrd. dollar per jaar, waarvan ongeveer 20 mrd. dollar in ontwikkelingslanden. De kosten per verminderde ton koolstofemissie bedragen hierdoor bij energieverschuiving ongeveer het dubbele van die welke geschat worden voor de energiebesparingsoptie.

Onder invloed van de oliecrises heeft zich wel een zekere spontane substitutie voorgedaan, maar deze heeft er in hoofdzaak toe geleid dat het aandeel van niet-fossiele brandstof steeg ten koste van olie. De overheersende positie van olie (en daarmee de macht van de Arabische leveranciers) is door de oliecrises van 1973 en 1979 echter nog steeds niet wezenlijk aangetast, niet in de laatste plaats door afwezigheid van een duidelijk internationaal energiebeleid en omdat de olieprijs (in dollar per barrel) in de periode 1986-1990 ongeveer de helft bedroeg van die gedurende een decennium daarvoor (bij een zwakkere dollar); evenmin is het aandeel van kolen gedaald of dat van aardgas toegenomen.

Neemt men de omvang van de reserves in ogenschouw dan lijkt het opnieuw onwaarschijnlijk dat men zonder intensief beleid een sterke vermindering van het aandeel van steenkool kan verwachten. Immers, het aangetoonde reservoir steenkool bedraagt meer dan 1.000 miljard ton tegen bewezen winbare reserves van ruim 120 mrd. ton olie en, qua omvang daarmee vergelijkbaar, 110 mrd. m<sup>3</sup> aardgas.

Tabel 2. Kosten van de verschillende energiebesparings-opties (in dollars per ton vermeden koolstofemissie)

Energiebesparing	20 à 30
'Fuel switch'	70
Alternatieve bronnen	100 à 120
Nucleaire optie	120
Herbebossing	2
Stoppen ontbossing	?
Verbod op CFK's	10

Bron: J. van Ettinger, T.H. Jansen en C.J. Jepma, *Climate, environment and development*, Achtergronddocument van de Ministersconferentie "Atmospheric pollution and climate change", Noordwijkerhout, 6-7 november, 1989.

Toch kan een forse verschuiving in de fossiele-brandstofsamenstelling (fuel switch) een belangrijke bijdrage leveren aan de oplossing van het broeikasprobleem. Het scenario laat immers zien dat als men deze switch extreem zou doorzetten (2030), zodanig dat vrijwel al het fossiele-brandstofverbruik zou neerkomen op het verbruik van aardgas, men bij een zelfde hoeveelheid door fossiele verbranding beschikbare calorieën mondiaal 30% minder kooldioxide-uitstoot zal genereren. Meer onderzoek naar een op aanzienlijk meer gasverbruik gebaseerde energietoekomst lijkt dringend gewenst<sup>3</sup>.

## Het gebruik van niet-fossiele energie

In vrijwel alle scenario's neemt het aandeel van niet-fossiele energie in joules verder toe, zoals ook gedurende de achterliggende periode sprake was een sterke toeneming daarvan, van 6% in 1973 naar 16% thans. Noch in de scenario's gepresenteerd tijdens de afgelopen World Energy Conference, noch in die van bijvoorbeeld een grote oliemaatschappij, gaat men uit van een aandeel boven de 20%, zelfs niet over 20 jaar. Technische, politieke en financiële obstakels maken een sterke toeneming van dit aandeel vooralsnog niet eenvoudig te realiseren. Dit geldt a fortiori voor toepassing in de ontwikkelingslanden.

De nucleaire optie is zonder twijfel van de alternatieve opties het riskantst, vooral wanneer het gaat om toepassingen in ontwikkelingslanden. Bovendien lijkt het aannemelijk dat onder realistische veronderstellingen de kosten per verminderde emissie van één ton koolstof, afhankelijk van de schaal waarop geproduceerd wordt, drie tot tien keer zo hoog liggen als die van energiebesparing. Vandaar dat het accent in de ontwikkelingslanden voor wat de alternatieve energiebronnen betreft zal moeten liggen op het gebruik maken van zonne-, wind- en getijdenenergie. Deze energievormen zijn tot nu toe om diverse redenen nog slechts in geringe mate tot ontwikkeling gekomen. In de eerste plaats zijn er de beleidsmatige obstakels. Voor zover in ontwikkelingslanden subsidies worden verstrekt op energie beperken deze zich bij voorbeeld meestal tot de traditionele energievormen. In het ontwikkelingsbeleid

2. Aardgas produceert bij opwekking van 1 miljard joules aan energie 14 kg CO<sub>2</sub>; olie en steenkool respectievelijk 20 en 24 kg. De bijdrage van de verbranding aan de koolstofemissie van snelgroeiende biomassa is afwezig, maar bij netto verbruik (ontbossing) is de uitstoot per verkregen eenheid energie zelfs nog groter dan bij gebruik van kolen.

3. Ook een recent scenario van een grote oliemaatschappij gaat ervan uit dat het huidige aandeel van aardgas (ten opzichte van kolen en olie) van ruim 30 procent zal moeten toenemen naar circa 50 procent in 2010. Het achterliggende mechanisme bij deze switch is overigens wellicht enigszins achterhaald doordat is uitgegaan van een sterke economische groei in de jaren negentig (3 à 3,5 procent) waardoor de vraag naar olie en dus de prijs ervan toeneemt, hetgeen een prikkel biedt over te schakelen naar gas.

Tabel 3. Totale kosten van een mondiaal energiebesparingsscenario

	Daling energie-verbruik (EJ/y)	Daling CO <sub>2</sub> -uitstoot (GTC/y) (% 88)		Investeringskosten per jaar	per ton koolstof minder
<i>Verbruik in 2000 zonder energiebesparing</i>	522,9	12,0	154		
Autonome energiebesparing	-63,5	-1,6	20	-	-
<i>Beleidsmaatregelen</i>					
- energiebesp.	-55,8	-1,3	17	40	30
- 'combustible switch'	-	-0,7	9	49	70
- alternatieve bronnen	-	-0,6	8	71	115
Subtotaal	-119,3	-4,2	54	-	-
<i>Verbruik in 2000 na beleidsmaatregelen</i>	403,6	7,8	100	160	83

wordt stelselmatig vrijwel geen aandacht besteed aan energiebesparing en de introductie van nieuwe energievormen en energiebesparende technieken. Ook het overgrote deel van de investeringen in de energiesector wordt aangewend in grootschalige traditionele energieproducerende systemen; vrijwel niets wordt gebruikt voor de ontwikkeling van kleinschalige alternatieve energiebronnen en energiebesparing. Een illustratie: in Afrikaanse landen is het vaak vele malen goedkoper om kerosine te importeren als brandstof voor het koken van voedsel dan gebruik te maken van hout op basis van herbeplanting. Toch wordt de laatste optie vaak kritiekloos grootschalig en met steun van donoren toegepast, zonder dat de eerste optie serieus wordt overwogen.

In de tweede plaats zijn er financiële obstakels: de kosten per verminderde emissie van één ton koolstof door alternatieve energiebronnen bedragen volgens schattingen gemiddeld meer dan 100 dollar.

Toch ligt in deze optie, te zamen met de nog onvoldoende ontwikkelde optie om met behulp van fotonvoltaïsche elektriciteit waterstof als energiebron te produceren, een aantrekkelijke lange-termijnoplossing. Zou men erin slagen over 15 jaar circa 40 hexajoules op deze wijze te produceren dan zou dit eveneens de geprojecteerde kooldioxyde-emissie ruim 10% verminderen. De kosten in de ontwikkelingslanden voor alle alternatieve energiebronnen te zamen zouden zo'n 50 mrd. dollar per jaar bedragen.

## Herbebossing

De ontbossing inclusief degeneratie van het bos bedraagt thans, volgens de meest recente (1987) gegevens van de FAO en het World Resources Institute 16 tot 20 miljoen hectare per jaar alleen al voor het tropische regenwoud, de helft meer dan men volgens de schattingen tot dusverre (1980) aannam. Omdat de herbebossing slechts circa 1 miljoen hectare bedraagt en een groot deel van het verloren gegane bos wordt verbrand zonder op gelijkwaardige wijze weer aan te groeien, is sprake van een belangrijke netto-bijdrage aan de mondiale kooldioxyde-emissie (zo'n 10%, maar wellicht zelfs meer). In het theoretische geval waarin men er in, zeg, 15 jaar in zou slagen om bruto 300 mln. ha. in de ontwikkelingslanden aan te planten – een optie die door weinig ontwikkelingsdeskundigen realistisch wordt geacht – zou tijdens het groeiproces weliswaar naar schatting twee gigaton koolstof per jaar worden

gebonden, maar zou bij een voortzetting van de afgelopen ontbossingstrends nog steeds geen sprake zijn van een positief netto-effect. Zolang men de oorzaak van het ontbossingsverschijnsel niet beter begrijpt, lijkt herbebossen dus veel op dweilen met de kraan open. Wel is de optie relatief 'goedkoop'; volgens schattingen van de Wereldbank bedraagt bij herbebossing de vereiste investering per verminderde emissie van één ton koolstof, slechts zo'n twee dollar.

## De kosten

Overziet men de diverse opties om een begin te maken met een internationaal beleid ten aanzien van het broeikasverschijnsel, dan rijst de onvermijdelijke vraag welke kosten gemoeid zijn met de verschillende opties om de kooldioxyde-emissie te verminderen. Tabel 2 toont een ruwe schatting van de gemiddelde kosten in dollars per verminderde emissie van één ton koolstof. De getallen zijn indicatief. De kosten zijn tevens afhankelijk van de stand van de techniek. De verschillen tussen de opties zijn echter dusdanig groot dat de precieze omvang minder relevant is.

Een aantal opties zal vermoedelijk bij een massale toepassing geconfronteerd worden met schaalnadelen. Herbebossing zal bij voorbeeld bij te omvangrijke toepassing in toenemende mate stuiten op verzet, onwil en tegenwerking of zelfs sabotage van de lokale bevolking of het binnenlandse bestuur. Ook zal men nadat men eenvoudige en gemakkelijk toepasbare besparingstechnieken in ontwikkelingslanden heeft geïntroduceerd, bij verdere toepassing op technische en maatschappelijke grenzen stuiten. Daarom ontkomt men er niet aan een pakket van maatregelen te treffen dat een mix bevat van bovengenoemde alternatieven. Ter illustratie is het bovengenoemde patroon om de kosten te reduceren losgelaten op het in tabel 1 weergegeven scenario, en wel vóór het jaar 2000. Daarbij is verondersteld dat de autonome energiebesparing geen extra kosten met zich mee brengt, dat de herbebossing de ontbossing compenseert, en dat het effect van een verbod op CFK's (een van de eerst internationaal toe te passen en vermoedelijk toegepaste opties) beperkt van omvang is. Tabel 3 laat zien dat de vereiste investering mondiaal gezien in de orde van \$ 160 mrd. per jaar ligt. Daar komen hooguit nog enkele tientallen miljarden per jaar bij in verband met een bebossings- en CFK-beleid, zodat een bedrag resulteert in de orde van \$ 150 tot \$ 200 mrd. per jaar. Dat is niet meer dan zo'n 20% van de mondiale jaarlijkse energiekosten.

Het punt is echter dat een belangrijk deel van deze investeringen in ontwikkelingslanden zal dienen plaats te vinden, omdat dit ofwel het meest kosteneffectief is, ofwel om fysieke redenen (herbebossing), of eenvoudigweg omdat deze landen anders binnen enkele decennia zeker verantwoordelijk zijn voor ten minste de helft van de mondiale kooldioxyde-uitstoot. Gezien de opstelling van de ontwikkelingslanden tot dusverre, dient men met oog op doeltreffend mondiaal beleid, dus ten minste evenveel aandacht te besteden aan de vraag hoe men de ontwikkelingslanden zover krijgt dat daar een dergelijk beleid van de grond komt, als aan de vraag hoe men een binnenlands beleid kan ontwikkelen dat gericht is op de vermindering van de kooldioxyde-uitstoot.

C.J. Jepma