



# Energie en de derde wereld

PROF. DR. L. J. EMMERIJ — DRS. M. F. KLATTER \*

## Inleiding

Tussen 1973 en 1979 stegen de energieprijzen op spectaculaire wijze. Het heeft tot aan het begin van 1983 geduurd voordat er van enige prijsdaling sprake was. Sinds kort lijken de prijzen zich te stabiliseren, zij het met nog steeds een lichte tendentie tot stijging. Veel is geschreven over de gevolgen van deze bruuske verhoging van het prijspeil voor de economieën der geïndustrialiseerde landen in het algemeen en de inflatie in het bijzonder. Meer algemene studies zijn gemaakt betreffende de gevolgen voor de ontwikkelingslanden met speciale referentie aan hun betalingsbalansproblemen. Er zijn eveneens een aantal op zich zelf staande studies verschenen over investeringen in alternatieve vormen van energiewinning als antwoord op de prijsstijgingen van de traditionele energiebronnen.

Er is echter geen systematische studie beschikbaar over onderzoek naar en gebruik van alternatieve vormen van energiewinning toegespitst op de ontwikkelingslanden. Dit artikel heeft de ambitie en eerste terreinverkenning op dit gebied te presenteren.

De energieconsumptie in de wereld is zeer ongelijk verdeeld: de rijke landen gebruiken ongeveer 70% van de beschikbare energie in de wereld tegen nog geen 14% dat door de arme landen wordt gebruikt, waarvan dan nog de helft in de vorm van traditionele energiebronnen, zoals hout en afval. Daar komt nog bij dat de derde-wereldlanden nu voor de opgave staan om hun economieën te ontwikkelen in een tijd van zeer hoge energieprijzen, terwijl tegelijkertijd hun exportinkomsten sterk zijn gedaald vanwege de wereldwijde economische crisis. Veel ontwikkelingslanden staan dan ook voor een zeer moeilijke keuze: de prijzen van hun import zijn geweldig gestegen door de hogere energieprijzen, maar ook door de zeer snel gestegen prijzen van industriële producten, terwijl hun exportinkomsten zoals gezegd drastisch zijn gedaald, niet alleen door de economische recessie maar ook door de gedaalde prijzen van grondstoffen. De uit dit alles resulterende betalingsbalansproblematiek spitst zich verder toe doordat de voedselproductie van de arme landen ook een stijgend beroep doet op geïmporteerde energie. Er is dus een duidelijke relatie tussen het energieprobleem en het voedselprobleem in de derde wereld.

Terwijl de huidige energiediscussie in de

(eerste) wereld bijna uitsluitend wordt gevoerd over olie, gas en kernenergie, bestaat de energiecrisis voor het overgrote deel van de mensheid uit een enorm tekort aan brandhout. O.a. vanwege het zo juist geschetste probleem van voedselproductie is hout een zeer belangrijke bron van energie in de arme landen. Traditioneel is dit altijd al zo geweest voor de bevolking op het platteland. Door de sterk gestegen prijzen van fossiele brandstoffen echter, wordt nu ook in de industrie en in de steden in toenemende mate gebruik gemaakt van hout en houtskool. Dit heeft geleid tot hoge houtprijzen en ontbossing op grote schaal met als gevolgen erosie en bodemverarming: een tweede omstandigheid dus waardoor de voedselvoorziening ernstig wordt geschaad. Het moet worden benadrukt dat de ontbossing niet alleen wordt bevorderd door het stijgende lokale verbruik, maar ook door de stijgende papierconsumptie, vooral in de rijke landen. Dit weerspiegelt zich in de activiteiten van grote bedrijven die systematisch aanzienlijke stukken bos in een aantal ontwikkelingslanden op commerciële schaal kappen.

In dit overzichtsartikel concentreren wij ons vooral op het presenteren van een kosten-batenanalyse, zowel in de enge als in de ruimere zin, van traditionele en alternatieve energiebronnen in en voor de derde wereld. Wij willen nagaan in hoeverre deze bronnen perspectieven bieden voor toepassing op ruime schaal in het licht van de mogelijke positieve en nuttige implicaties.

## Energie in de derde wereld

De meest gebruikte energiebronnen zijn olie, aardgas en steenkool (fossiele brandstoffen). De wereldvoorraden aan steenkool zijn zeer groot, veel groter dan olie en gas. De voorraden aan olie en gas zijn ongeveer gelijk. De voorraden aan fossiele brandstoffen, met name de olie- en gasvoorraden, zijn zeer ongelijk over de wereld verdeeld. Het potentieel van de olie-importerende ontwikkelingslanden aan olie en gas wordt gesteld op ongeveer 2%, en deze landen beschikken over ongeveer 10% van de wereldvoorraden aan steenkool<sup>1)</sup>. Het is overigens duidelijk dat de schatting van 2% aan de lage kant is en dat het potentieel aan olie en gas in de ontwikkelingslanden wordt onderschat, gezien de relatief grote gebieden waar olie- en gasvoorraden nog niet zijn geëxploreerd.

Fossiele brandstoffen hebben een groot aandeel gehad in de economische groei van het Westen. In de jaren vijftig en zestig werd steenkool in toenemende mate vervangen door olie en gas. De prijzen waren laag en er leek geringe noodzaak te zijn om extra zuinig met energie om te gaan, aangezien kernenergie werd geacht ruim voldoende in de toekomstige energiebehoefte te voorzien. Het olieverbruik nam enorm toe: in 1973 voorzag olie in 50% van de wereldbehoefte aan energie. Eind 1973 werd de wereld geconfronteerd met de oliecrisis en forse prijsstijgingen. Tussen 1973 en 1980 steeg de prijs van een vat olie met \$ 2 tot meer dan \$ 36. Bovendien en bijna tegelijkertijd kwam er steeds meer verzet tegen het gebruik van kernenergie. De wereld werd zich plotseling bewust — weliswaar op een nogal naïve en oneconomische wijze — van de eindigheid van de energievoorraden en van de monopoliepositie van de olie-exporterende landen, die zich hadden verenigd in de OPEC. Door de hoge olieprijsen neemt het aandeel van kolen in de totale energievoorziening weer toe. Problematisch is het transport en de verwerking van steenkool. Bovendien bestaan er grote problemen voor het milieu. De verwachting is dat in de komende jaren de steenkoolproductie sneller zal groeien dan de olieproductie. Ondanks deze nadelen is de vervanging van olie door steenkool een reële mogelijkheid voor de geïndustrialiseerde landen; vanwege de hoge exploratie-, productie- en transportkosten is dit voor de ontwikkelingslanden veel minder het geval, met uitzondering van China en India die belangrijke steenkoolproducenten zijn.

Een andere mogelijkheid is kernenergie. Kernenergie voorziet momenteel in ongeveer 2% van het elektriciteitsgebruik van de ontwikkelingslanden. De kostprijs van uranium is aantrekkelijk in vergelijking met olie, steenkool en gas. Aangezien de voorraden aan uranium niet zo groot zijn, zullen reactoren moeten worden gebruikt om kernenergie op te wekken. Vanwege de hoge kosten die dit met zich brengt en de benodigde „know how” is kernenergie alleen voor enkele grote semi-geïndustrialiseerde ontwikkelingslanden een reële mogelijkheid.

De import van de dure olie leidde voor de niet-olieproducerende ontwikkelingslanden tot ernstige tekorten op hun betalingsbalans. Gemiddeld besteden deze landen nu 25% van de exportinkomsten aan import van olie tegen 8% vóór 1975. In vele van deze landen wordt nu echter meer dan 40% van de exportinkomsten besteed aan de import van olie. Door de toenemende industrialisatie neemt het olieverbruik voortdurend toe. De Wereldbank verwacht dat het aandeel van de ontwikkelingslanden in het wereldenergieverbruik zal stijgen van 14% nu naar 18% in 1990.

\* Prof. dr. L. J. Emmerij is rector van het Institute of Social Studies te Den Haag; drs. M. F. Klatter verricht literatuuronderzoek aan hetzelfde instituut.

1) World Bank, *World Development Report 1981*, Washington DC, 1981.

De hoge energieprijzen treffen het armste deel van de bevolking het hardst. Kenmerkend voor de energiecrisis in de derde wereld is dat het commerciële energiegebruik van de grote massa van de bevolking zeer laag is, vooral op het platteland. Zo absorberen in Brazilië de hogere-inkomensgroepen (10% van de bevolking) te zamen 65% van het totale benzineverbruik en de 70% die tot de lagere-inkomensgroepen behoren slechts 6%. Deze groepen zijn aangewezen op brandhout, mest en afval. In landen als Tanzania, Nigeria, Uganda, Mali, Opper-Volta, Nepal en Haïti wordt meer dan 90% van het totale energieverbruik gewonnen uit brandhout. Van het totale houtgebruik in de ontwikkelingslanden wordt ongeveer 86% als brandstof gebruikt 2). Het tekort hieraan is zo nijpend geworden dat op grote schaal rooibouw wordt gepleegd op de bossen. De gevolgen zijn rampzalig. Vijftig jaar geleden bestond het totale grondgebied van Ethiopië nog voor 40 tot 50% uit bos, nu is dat nog slechts 4% ! Voor Thailand zijn deze cijfers 70% en 30%. De schaarste wordt nog acuter omdat door de sterk gestegen olieprijs en de betalingsbalansproblemen 3) die hiervan het gevolg zijn, ook in de industrie en in de stedelijke gebieden in toenemende mate gebruik gemaakt wordt van hout, waardoor de houtprijzen omhoog schieten. In een aantal Afrikaanse landen betaalt de plattelandsbevolking 35 à 40% van hun inkomen aan brandstof 4). De Wereldbank spreekt in dit verband over de „tweede energiecrisis” en schat dat over veertig jaar de meeste bosgebieden in de derde wereld zullen zijn verdwenen.

Volgens de FAO kampen vijftien Afrikaanse landen op het moment met een acute hongersnood; als voornaamste oorzaak wordt de voortschrijdende woestijnvorming genoemd, die onder meer wordt veroorzaakt door ontbossing. Door ontbossing zakt het grondwater, het land wordt droog en de woestijn breidt zich uit. Verder beperkt ontbossing het vermogen van de aarde om de kooldioxide die bij het verbranden van fossiele brandstoffen vrijkomt, te absorberen, waardoor klimaatsverandering kan optreden. De gemiddelde temperatuur stijgt en de regenval wordt minder. Herbebossing vindt nog veel te weinig plaats en vergt te veel tijd om het tempo van de ontbossing te kunnen bijhouden. De Wereldbank heeft berekend dat in de komende twintig jaar zo'n 20 tot 25 mln. hectare zou moeten worden herbeboost om in de stijgende vraag naar brandhout te voorzien. Herbebossing staat echter niet hoog op de prioriteitenlijst van internationale hulporganisaties. Slechts 1,4% van de hulpvelden zijn de afgelopen jaren besteed aan de aanplant van nieuwe bossen. Afgezien van een doelmatiger energiegebruik kunnen de z.g. „alternatieve” of „vernieuwbare” energiebronnen een belangrijke rol spelen om de schaarste te verlichten. De stijging van de olieprijs tussen 1973 en 1979 heeft het zoeken naar alternatieve vormen van energie gestimuleerd. Internationale en nationale instellingen hebben hun bijdragen ter financiering van alternatieve energieprojecten de laatste jaren aanzienlijk verhoogd. Olie voorziet nu in minder dan 40% van de wereldbehoefte aan energie, terwijl dat in 1973 nog 50% was. De algemene verwachting is dat dit

percentage tegen het eind van deze eeuw teruggelopen zal zijn tot 30% 5).

### Alternatieve energiebronnen

Aangezien de meeste derde-wereldlanden in veel ruimere mate beschikken over vernieuwbare energiebronnen zoals zonnestraling, waterkracht en biomassa dan over fossiele brandstoffen, kunnen deze een aantrekkelijk alternatief bieden om aan de energieproblemen het hoofd te bieden. Bovendien lenen deze energiebronnen zich voor kleinschalige en betrekkelijk goedkope toepassingen, hoewel de kostprijs voor zonne-energie nu nog relatief hoog ligt.

In tegenstelling tot fossiele brandstoffen (de z.g. „commerciële energiebronnen”) als steenkool, olie en gas, die uitputbaar of eindig zijn, zijn de vernieuwbare (of „niet-commerciële”) energiebronnen onuitputtelijk. Er wordt momenteel veel onderzoek verricht naar kleinschalige toepassing van alternatieve energie. Dit onderzoek betreft vooral de verschillende aspecten van zonne-energie en in mindere mate windenergie en biogas. De belangrijkste vernieuwbare energiebronnen zijn: zonne- en windenergie, waterkracht en biomassa.

### Zonne-energie

In tropische gebieden is het zonne-aanbod hoog 6): de gemiddelde hoeveelheid energie die de zon per dag kan leveren is ongeveer 6 kilowatt per m<sup>2</sup>. Om de wisselende intensiteit van zonnestraling optimaal te benutten, zijn opslagvoorzieningen noodzakelijk. Zonnestraling kan op *directe* en op *indirecte* wijze worden omgezet in energie.

*Indirect* wordt de straling met behulp van collectoren omgezet in warmte die wordt benut voor de productie van elektriciteit. Met behulp van fotovoltaïsche cellen wordt zonnestraling *direct* omgezet in elektriciteit. De speciale systemen die hiervoor nodig zijn, zijn flexibel, duurzaam, betrouwbaar en vergen weinig onderhoud. Fotovoltaïsche cellen worden al lang toegepast in de ruimtevaart en de telecommunicatie. Het belangrijkste probleem voor de toepassing van zonnecellen is momenteel de prijs. Er wordt in de Verenigde Staten, Europa (Internationaal Energie Agentschap, EG) en Japan veel onderzoek gedaan om het productieproces te vereenvoudigen en de technieken te verbeteren, zodat de kosten kunnen dalen. De kostencurve van fotovoltaïsche systemen vertoont een gemiddelde prijsdaling van ruim 50% per vijf jaar. Onlangs is de gemiddelde prijs van een fotovoltaïsch systeem tot onder de \$ 10 per kilowattpiek uur gezakt en volgens bepaalde bronnen ligt de prijs al op \$ 6 per kilowattuur. Maar daarmee is de fotovoltaïsche elektriciteit nog altijd vier- tot vijf maal zo duur als conventionele elektriciteit. Verdere kostenverlaging is dus essentieel. De verwachting is dat de komende vijf tot tien jaar de kosten met de helft zullen dalen. De kapitaalkosten van een fotovoltaïsch systeem (installatie, onderhoud e.d.) zullen dan ongeveer \$ 3.000 bedragen tegen zo'n \$ 5.000 à \$ 6.000 nu 7). De wereldproductie van zonnecellen is de

afgelopen vijf jaar toegenomen met meer dan 50%. Verwacht wordt dat deze toename zich in de komende jaren zal voortzetten en dat tegen het eind van deze eeuw zonnecellen één van de snelst groeiende energiebronnen zullen zijn. In 1982 werd ongeveer 8.000 kilowatt aan zonnecellen geproduceerd. Meer dan 20 landen beschikken nu over zonnecel-industrieën. Europa beschikt over 12 van dergelijke industrieën, de Verenigde Staten over 25, Japan over 15 en de ontwikkelingslanden over ongeveer 10.

Er wordt momenteel gemiddeld ongeveer \$ 200 mln. per jaar door regeringen uitgegeven aan de fotovoltaïsche industrie en door de particuliere ondernemingen ongeveer \$ 300 mln. De regeringssubsidie voor het ontwikkelen van fotovoltaïsche systemen is de afgelopen twee jaar in Japan met 140% toegenomen. In de Verenigde Staten daarentegen is dit met de helft verminderd. Het aandeel van de VS in de productie van zonnecellen liep terug van 80% in 1980 tot 55% in 1982 8). Werden aan het eind van de jaren zeventig de belangrijkste investeringen in de fotovoltaïsche industrie door de regering gedaan, nu gebeurt dit door de oliemaatschappijen.

In Japan en Europa is de elektronische industrie een belangrijke investeerder in zonnecellen. Aangezien het klimaat in Noordwest-Europa hoge eisen stelt aan zonne-installaties wat betreft de opbrengst, verloopt de marktontwikkeling daar vrij traag. De Europese industrie van fotovoltaïsche systemen is zo ver gevorderd dat die nu op commerciële basis worden geleverd. In Nederland zal de zonnecelindustrie voorlopig een bescheiden rol blijven spelen. Gebruik van zonne-energie voor ruimte- en waterverwarming biedt hier meer perspectief. Het marktpotentieel voor zonneboilers wordt geraamd op 450.000 tegen het eind van deze eeuw. Sinds 1974 zijn er in Europa ongeveer een kwart miljoen zonneboilers geïnstalleerd 9).

In de ontwikkelingslanden neemt het gebruik van fotovoltaïsche systemen steeds meer toe. Een voordeel van deze energiebron is dat opwekking op iedere gewenste plaats mogelijk is, evenals kleinschalige toepassing. In de Filipijnen, Zuid-Korea, Taiwan, Thailand, Mexico en Papua Nieuw-Guinea worden fotovoltaïsche systemen toegepast in

2) Idem.

3) In de olie-importerende ontwikkelingslanden stegen de uitgaven voor fossiele brandstoffen van 2,8 procent van het bnp in 1978 tot 5,3 procent in 1980.

4) *World Development Report 1981*.

5) Idem.

6) H. van den Berg, e.a., *Energie met beleid*, Groningen, De Vuurbaak, 1982.

7) J. P. Kenna, B. McNelis en P. Fraenkels, The Energy Connection (Intermediate Technology Development Group, Londen), *Development Forum*, jg. 11, 1983, nr. 1, blz. 10.

8) Photovoltaics, versatile and revolutionary (Worldwatch Institute, Washington), *Development Forum*, jg. 11, 1983, nr. 1, blz. 14.

9) Van den Berg e.a., op. cit.

de telecommunicatie en voor het oppompen van water. Dit gebeurt eveneens in India en Pakistan, vooral ten behoeve van kleinschalige landbouwprojecten. Het ontwikkelingsfonds van de Verenigde Naties (UNDP), de Wereldbank en de Wereldgezondheidsorganisatie financieren momenteel een aantal demonstratieprojecten.

Tinbergen voerde onlangs op een conferentie van de Evert Vermeer Stichting een pleidooi voor een sterke uitbreiding van het onderzoek naar de mogelijkheden van zonne-energie en voor een grotere rol van Nederland in dat onderzoek. Tinbergen wees erop dat zonnestraling nu slechts voor een klein deel (10 à 15%) kan worden benut. Door verder onderzoek kan dat worden opgevoerd. Als deze ontwikkeling voortschrijdt, zouden derde-wereldlanden in de toekomst energie-exporteur kunnen worden.

### Windenergie en waterkracht

Het opwekken van energie uit wind- en/of waterkracht is voorlopig nog goedkoper dan de toepassing van zonne-energie, waarbij vooral de opslag in zonnecollectoren nog vrij problematisch en duur is. De kapitaalkosten van een fotovoltaisch systeem (installatie, onderhoud, vervanging) bedragen momenteel ongeveer \$ 5 à 6.000 en voor een windgenerator is dit \$ 3 à 6.000, afhankelijk van de lokatie. Dit komt overeen met \$ 1,4 per kilowattuur. Voor een fotovoltaisch installatie (10) is dit ruim \$ 6.

Water en wind kunnen betrekkelijk eenvoudig worden omgezet in elektriciteit. Windmolens worden in vele ontwikkelingslanden toegepast om via het aandrijven van generatoren stroom op te wekken. Dit is echter alleen mogelijk als er genoeg wind is. De aanvoer van wind is sterk wisselend; niet alleen bij te weinig wind, maar ook bij te sterke wind kunnen windmolens niet functioneren.

Het potentieel aan waterkracht in de derde wereld is enorm groot, ongeveer de helft van het potentieel aan waterkracht waar de wereld over beschikt. Circa 25% van de totale productie van elektriciteit geschiedt met behulp van waterkracht (11). Kleinschalige waterkrachtinstallaties, zoals die bij voorbeeld bestaan in China, India en Nepal, zijn uitermate geschikt om het platteland van elektriciteit te voorzien. In Latijns-Amerika en Afrika zijn er een aantal projecten waarbij verschillende landen profiteren van waterkracht opgewekt uit gemeenschappelijke rivieren, zoals het Parana-project, dat Paraguay, Brazilië en Argentinië van stroom voorziet. Het Nangbeto-project in Togo en Benin en het Mano-project in Liberia en Sierra Leone bevinden zich in een experimenteel stadium. Rivieren die dezelfde mogelijkheden bieden zijn bij voorbeeld de Ganges en de Mekong-rivier.

### Biomassa

Energie uit biomassa kan worden verkregen door (plantaardig en dierlijk) afval te laten vergisten, waardoor methaangas (biogas) vrijkomt of door speciaal voor dat doel geteelde landbouwgewassen (bij voorbeeld suikerriet, cassave, mais), waarbij het

gistingsproces alcohol (ethanol) oplevert („energy farming”).

### Biogas

Door afvalstoffen onder zuurstofarme omstandigheden te laten gisten ontstaat methaangas (biogas). In verscheidene ontwikkelingslanden wordt al jaren met redelijk succes energie gewonnen uit organisch afval. Biogas, dat qua energiewaarde overeenkomstig vertoont met het Groninger aardgas, is een aantrekkelijke en goedkope energiebron voor het platteland en kan kleinschalig worden toegepast.

Een biogasininstallatie is eenvoudig in elkaar te zetten. In China zijn er nu 7,5 mln. in gebruik en men streeft ernaar dit getal in 1985 vertienvoudigd te hebben (12). Een biogastank levert 6–10 m<sup>3</sup> biogas per dag, voldoende om in de energiebehoefte van een aantal gezinnen te voorzien. Behalve brandstof levert een biogastank ook uitstekende mest. De prijs van één tank bedraagt ongeveer de helft van de prijs die men in China voor een fiets betaalt.

Ook in landen als Zuid-Korea, India, Nepal en Sri Lanka voorziet biogas in een deel van de energiebehoefte van het platteland, zij het met minder succes dan in China. Een verklaring hiervoor kan zijn dat de biogasininstallaties niet passen in de lokale situatie doordat geen gebruik is gemaakt van inheemse constructiemateriaal en arbeid. In China is dit wel het geval; daar zijn de tanks zo eenvoudig en goedkoop mogelijk geconstrueerd.

In een recent artikel in *World Development* achten Michael Santerre en Kirk Smith de mate waarin van lokaal materiaal en arbeid gebruik wordt gemaakt van doorslaggevende betekenis voor het succes van de biogasininstallaties (13). In het algemeen is de productie van biogas aanmerkelijk goedkoper dan de productie van ethanol.

### Energy Farming

Er zijn vele mogelijkheden om plantaardig materiaal om te zetten in brandstof. Hierboven is al aangegeven dat door het vergisten van bepaalde speciaal daartoe geteelde landbouwgewassen alcohol vrijkomt die als brandstof kan worden gebruikt. Dit wordt „energy farming” genoemd en wordt al enige jaren in een aantal landen toegepast. Brazilië's alcoholprogramma was het eerste en tot nu toe grootste experiment om ethanol te winnen uit landbouwgewassen. Ethanol kan zowel puur als in een bepaalde mengverhouding met benzine als motorbrandstof worden gebruikt. Om de afhankelijkheid van de olieimport te verminderen (14), besloot de Braziliaanse regering om alcohol te gaan destilleren uit suikerriet ter verkrijging van motorbrandstof. In 1975 werd met het alcoholprogramma gestart. De ethanolproductie steeg van 664 mln. liter in 1976/1977 tot 4,1 mrd. liter in 1980/1981. Het aandeel van ethanol in het totale energieverbruik steeg tussen 1975 en 1980 van 0,1 naar 2%. Verwacht wordt dat dit in 1985 5,4% zal zijn. Ethanol vervangt op het ogenblik 20% van het benzineverbruik. Hiervoor zijn echter enorme oppervlakten landbouwgrond nodig

die worden onttrokken aan de voedselproductie. De plannen van de Braziliaanse regering om in 1985 10,7 mrd. liter ethanol te produceren, zullen een oppervlakte van 3 mln. hectare landbouwgrond vereisen; dit is driemaal zoveel als in 1980 en 10% van het totaal beschikbare landbouwareaal. In totaal wordt er 65 mln. hectare grond gebruikt voor landbouw en veeteelt. Lester Brown heeft berekend dat voor een auto die op een mengsel van alcohol en benzine rijdt, gemiddeld 1,2 hectare landbouwgrond nodig is (15). Is dit een keuze tussen calorieën voor de benzinetanks van Brazilië's 7,3 mln. auto's of voor de naar schatting 21 mln. ondervoede Brazilianen?

De Braziliaanse Nationale Raad voor de Ontwikkeling van Wetenschap en Technologie wees er in een vertrouwelijk rapport in 1978 op dat het alcoholprogramma, in tegenstelling tot de gestelde doeleinden, grootschalige, gemechaniseerde landbouw bevordert, het landbezit concentreert en nadelig is voor de kleine boeren die primair voedselproducenten zijn.

De meeste auteurs wijzen er op dat de negatieve effecten van het alcoholprogramma op de voedselvoorziening, inkomensverdeling en concentratie van landbezit zich vooral op langere termijn zullen voordoen. Er zijn op het moment in het algemeen nog onvoldoende gegevens ter beschikking die een duidelijke conclusie rechtvaardigen. Wel is er een tendens in de richting van een slechter wordende voedselsituatie en toenemende ongelijkheid op het platteland waarneembaar. Daarentegen zijn er wel positieve effecten op de werkgelegenheid.

Behalve Brazilië, produceren ook India, Indonesië, Kenya, de Phillippijnen, Sri Lanka, Thailand en Zimbabwe alcohol voor industriële doeleinden. Ook in de Verenigde Staten wordt steeds meer landbouwgrond bestemd voor „energy farming”. Dit kan grote gevolgen hebben voor de voedselsituatie in de wereld. De doelstelling van de Amerikaanse regering om in 1985 7.570 mln. liter ethanol te produceren, kan de graanexport doen afnemen en de wereldgraanprijzen opdrijven.

Een onderzoek van de voedsel- en landbouworganisatie van de Verenigde Naties naar de globale gevolgen van „energy farming” toont aan dat de voedselproductie erdoor is teruggelopen en de voedselprijzen

10) Kenna, McNelis en Fraenkel, op. cit.

11) H. van den Berg e.a., op. cit.

12) Idem.

13) M. T. Santerre, K. R. Smith, Measures of appropriateness: the resource requirements of anaerobic digestion (biogas) systems, *World Development*, jg. 10, 1982, nr. 3, blz. 239–261.

14) In 1980 besteedde Brazilië meer dan de helft van de exportinkomsten aan de import van olie, waarvan 55 procent door het wegvervoer werd gebruikt. Zie D. Brauer, Fuel from alcohol; blessings and curses of a new technology, *Development and Cooperation*, jg. 12, 1980, nr. 1, blz. 11–13.

15) L. Brown, The energy cropping dilemma, *Ceres*, jg. 13, nr. 6, 1980, blz. 28–32.

zijn gestegen. Behalve op landbouwgrond legt „energy farming” ook beslag op de beschikbare landbouwkredieten en subsidies, kunstmest, water enz. 16).

### Kosten van alternatieve energiebronnen

De kosten van de meeste vormen van alternatieve energieopwekking (investering en productie, opwekkings-, operationele en onderhoudskosten) liggen nog boven die van conventionele bronnen (zie tabel 1), maar de vooruitzichten voor kostenverlaging zijn veelal gunstig. De kosten kunnen dalen naarmate de benodigde technologie op grotere schaal beschikbaar komt en wordt toegepast en er ook lokaal meer ervaring mee is opgedaan.

Het tempo waarmee alternatieve energiebronnen in gebruik worden genomen, hangt uiteraard samen met de prijsontwikkeling van traditionele energiebronnen. Misschien zijn er mensen die het werk en onderzoek betreffende alternatieve energiebronnen geen hoge prioriteit toedenken, omdat de moeilijkheden betreffende traditionele energiebronnen van voorbijgaande aard zouden zijn en er niet genoeg rekening wordt gehouden met de nog in grote hoeveelheden aanwezige reserves aan olie en gas (17). Hoewel het natuurlijk juist is, dat de aangetoonde reserves aan olie en gas een steeds verschuivende tijdshorizon omvatten van zo'n 25 jaar en dat er tot nu toe steeds op tijd weer nieuwe vondsten worden gedaan, houdt zo'n redenering echter geen rekening met de oplopende vraag naar energie, die het prijsniveau hoog zal blijven houden. Bovendien houdt deze redenering ook niet genoeg rekening met de specifieke problemen die de arme landen ondervinden. Ten slotte blijft het een feit dat de fossiele energiebronnen per definitie eindig zijn, terwijl zonne-energie, waterkracht en windenergie per definitie oneindig zijn.

In tabel 2 wordt een samenvatting gegeven van de verschillende alternatieve energiebronnen, die onderling worden vergeleken wat betreft de kosten op dit ogenblik, maar ook wat betreft de toekomstmogelijkheden.

Een voorzichtige conclusie die men uit deze tabel kan trekken, is dat zonne-energie op de langere termijn de beste combinatie vormt van kosten, ontwikkeling, betrouwbaarheid en mogelijkheden voor lokale fabricage. Dit komt overeen met de diagnose van een groot aantal deskundigen zowel op economisch als op technologisch gebied.

Tabel 1. Kostenvergelijking van energiebronnen

Brandstoftechnologie	Kosten (in \$ per vat of „oil equivalent”)	Stroomtechnologie	Kosten (in dollarcenten per kilowatt-uur)
Steenkool	} minder dan 30	Nucleair, lichte reactor	} minder dan 4
Aardgas		Waterkracht	
Vloeibaar gas	} 31-55	Elektriciteitscentrale (steenkool)	} 4,1-6,5
Methanol } uit biomassa		Elektriciteitscentrale (gas)	
Ethanol }		Nucleair, kweekreactor	
Alcohol → uit suikerriet		Elektriciteitscentrale (olie)	
		Biomassa	6,6-8
		Fotovoltaïsche systemen	} 8,1 en hoger
		Windenergie	
		Zonne-energie	

Bron: World Bank, 1981.

### Afhankelijkheid van het Westen

Zoals uit het bovenstaande blijkt, groeit de belangstelling om het potentieel van zon, wind, water en biomassa te benutten en wordt er in toenemende mate gebruik van gemaakt. De ontwikkeling en het gebruik van alternatieve energie wordt echter nog in hoge mate belemmerd door het ontbreken van infrastructuur, „know how”, marketingfaciliteiten e.d. Onderzoek en ontwikkeling van alternatieve technologie is in hoofdzaak in Westerse handen, met name van het particuliere bedrijfsleven. In de ontwikkelingslanden is het onderzoek naar en de ontwikkeling van alternatieve energiebronnen veel geringer en de productie en marketing ontbreekt bijna geheel. Kurt Hoffman vermeldt dat de productie van alternatieve energietechnologie in landen als de Verenigde Staten, Frankrijk en Duitsland voor een deel specifiek gericht is op het creëren van markten in de ontwikkelingslanden (18). De regeringen verstreken hiervoor speciale subsidies aan het bedrijfsleven.

Het Department of Energy in de VS heeft speciale programma's, vooral op het gebied van windenergie en biomassa, die specifiek gericht zijn op het ontwikkelen van technologieën voor de derde wereld. Particuliere ondernemingen die zich richten op het ontwikkelen van fotovoltatische zonnecellen zijn onder andere IBM, Texas Instruments, DOW-Corning Corporation. DOW-Corning specialiseert zich op één onderdeel van zonne-energie (productie van siliconen) en tracht zich daardoor een monopolie te verwerven in bepaalde delen van de derde wereld. De door de Franse regering gesubsidieerde firma Sofretes die gespecialiseerd is in zonnepompen, richt haar commerciële activiteiten primair op de ontwikkelingslanden. Sinds 1968 zijn er met speciale steun van de overheid een groot aantal pompen geleverd

aan landen als Brazilië, Mexico, Kameroen, Opper-Volta, Niger, Mali en India. Een bedrijf dat zich voornamelijk bezighoudt met het ontwikkelen van fotovoltatische systemen is Pompes-Guinard, dat o.a. aan Senegal levert. Ook in West-Duitsland werken overheid en particulier bedrijfsleven (AEG, Dornier) samen om een markt voor de Duitse alternatieve energietechnologie te ontwikkelen in de derde wereld. Zo worden zonnepompen o.a. geleverd aan Egypte, India, Iran, Jordanië, Mexico en Niger. Fiat in Italië heeft een door methaan aangedreven elektrische generator ontwikkeld, die geschikt is voor huishoudelijk gebruik. In samenwerking met de FAO worden mogelijke toepassingen in de ontwikkelingslanden bestudeerd (19).

Er is in Europa een bepaalde specialisatie in het ontwikkelen van alternatieve energiebronnen te constateren. Zo investeren Denemarken en Nederland vooral in windenergie, West-Duitsland en Frankrijk in zonne-energie en Engeland in golf-energie („wave-energy”). Hoffman wijst er op dat deze situatie belangrijke implicaties heeft voor de pogingen van de ontwikkelingslanden om alternatieve energiebronnen te ontwikkelen. De afhankelijkheid van Westerse technologie zal zich ook uitstrekken tot de alternatieve energietechnologieën. Lokale kennis en mogelijkheden krijgen weinig kans en de uit het Westen geïmporteerde technologie sluit veelal niet aan bij de lokale behoeften. Technieken die ontworpen zijn in het Westen, zijn over het algemeen te duur. Innovaties zullen voornamelijk de situatie in het Westen weerspiegelen in plaats van de situatie op het platteland in de derde wereld. Bovendien bestaat er de tendens dat Westerse firma's hun product als onderdeel van een heel systeem aanbieden, waardoor de kosten voor de koper veelal hoger uitvallen. Zo probeert Pompes-Guinard in Frankrijk haar pompen als

Tabel 2. Vergelijking van alternatieve energiebronnen

Energiebron	Kosten	Mogelijkheden voor kostenverlaging	Betrouwbaarheid	Onderhoud	Mogelijkheden voor lokale fabricage
Zonne-energie/Zonnecellen	hoog	goed	goed	laag	gematigd
Biomassa	gematigd	gematigd	goed tot gematigd	gematigd	verschillend
Biogas	laag	gematigd	goed tot gematigd	laag	goed
Windenergie	gematigd	gematigd tot goed	goed	laag	goed
Waterkracht	laag	miniem	goed	gematigd	goed

Bron: Kenna, McNeils en Fraenkel, The energy connector, *Development Forum*, jrg. 11, 1983, blz. 10.

16) J. P. Hrabovsky, The energy octopus, *Ceres*, jg. 13, nr. 6, 1980, blz. 15-20.

17) Zie bij voorbeeld P. R. Odell, Het Westerse belang bij OPEC, *Intermeditair*, jg. 19, nr. 4, 1983, blz. 1-5.

18) K. Hoffman, Alternative energy technologies, *Development and Change*, jg. 11, nr. 3, 1980, blz. 335-365.

19) K. Hoffman, op. cit.

deel van een „package” te verkopen, waarbij o.a. ook zonnepanelen dienen te worden aangeschaft die misschien elders goedkoper zijn.

Het is niet te vermijden dat de activiteiten op het gebied van alternatieve energietechnologie in de ontwikkelingslanden betrekkelijk gering zullen blijven in vergelijking met de geïndustrialiseerde landen. Daarom zouden de landen in de derde wereld een gecoördineerd beleid moeten voeren in dit opzicht en onderling moeten samenwerken om kennis te verwerven met betrekking tot aangepaste energietechnieken en de ontwikkelingen op dit gebied nauwlettend te volgen. Hoffman spreekt in dit verband over een „agressieve strategie” ter verwerving van buitenlandse kennis en technologie en om het onderzoek naar en de ontwikkeling van energietechnologie meer te richten op de problemen van de derde wereld (20). Belangrijk is dat de ontwikkelingslanden op de hoogte zijn van wat er in het Westen aan onderzoek en ontwikkeling van alternatieve energiesystemen wordt gedaan, zodat daar op kan worden ingespeeld en zij hun energiebeleid goed kunnen afstemmen.

### Een evenwichtig energiebeleid

Het zal inmiddels duidelijk zijn dat er geen eenduidige oplossing voor het energievraagstuk is. Dat zal van land tot land en van regio tot regio verschillen, afhankelijk van de mogelijkheden ter plaatse. De technologie die nodig is om het potentieel van zon, wind, water en biomassa om te zetten in bruikbare energie is nog in een betrekkelijk nieuw stadium. In de derde wereld ontbreekt informatie over nieuwe energietechnieken, veelal zijn er onvoldoende gegevens over het energieverbruik op het platteland en het lokale potentieel aan alternatieve energiebronnen. Onderzoek hiernaar vergt veel tijd en geld. Voor de mensen in de derde wereld is er voorlopig weinig alternatief voor brandhout, afval en mest. Een radicale aanpak is noodzakelijk om kleinschalige en gedecentraliseerde toepassing van diverse alternatieve vormen van energie — afhankelijk van de situatie ter plaatse — te bevorderen. Gericht onderzoek hiernaar en internationale en regionale samenwerking op dit gebied zijn belangrijke vereisten, vooral ook in de derde wereld. Het belang van inheemse kennis en technologie moet hierbij voorop staan.

Per land zou het potentieel aan alternatieve energiebronnen en lokale technieken moeten worden vastgesteld, evenals de mo-

gelijke bijdrage van iedere energiebron aan de energiebehoefte. In het licht van deze informatie kan dan een analyse worden gemaakt van het „optimale” pakket per regio, al naar gelang de toegangsmogelijkheden tot bepaalde energiebronnen van landen of regio's. Een zorgvuldig ontworpen energiebeleid zou moeten voorkomen dat alternatieve energiebronnen als „energy farming” concurreren met de voedselproductie en dat de alternatieve energieprojecten voornamelijk ten goede zullen komen aan de rijke(re) boeren en de bestaande ongelijkheid zullen versterken. Behalve daarvoor speciaal gekweekte landbouwgewassen zijn er ook andere mogelijkheden om plantaardig materiaal om te zetten in ethanol, zoals landbouwafval, bosproducten en cellulosemateriaal van agrarische herkomst. Een zorgvuldig ontworpen alcoholprogramma gebaseerd op dergelijk plantaardig afval zou moeten voorkomen dat alcoholprogramma's concurreren met de voedselproductie.

Het is evenzeer van belang dat veel doelmatiger met energie wordt omgegaan. Veel energie gaat verloren door inefficiënt gebruik, bij voorbeeld het koken op open vuren, slecht werkende irrigatiepompen enz. In rijke landen wordt veel meer energie gebruikt dan nodig is. Hoewel energiebesparing een belangrijke prioriteit is van de regeringen in het Westen, komt een rapport van de Europese Commissie voor Europa (ECE) van de Verenigde Naties (21) tot de conclusie dat de Verenigde Staten, Europa en de Sovjetunie hun toekomstige energiebehoeften met ongeveer een vijfde kunnen terugbrengen door volledig rekening te houden met het toepassen van besparingsmaatregelen die al beschikbaar zijn. Volgens de ECE zien de betrokken regeringen over het hoofd wat op dit punt de afgelopen jaren al is bereikt. Daardoor overschatten zij hun toekomstige energiebehoeften. Als de Amerikanen bij voorbeeld volledig zouden overschakelen op zuiniger auto's, verwarmingssystemen en industriële apparatuur, zouden zij in het jaar 2000 toe kunnen met 22% minder energie dan ze nu voorzien, en Oost- en Westeuropa met respectievelijk 20 en 19%.

Volgens het rapport zien de meeste landen hun successen op het gebied van energiebesparing als een tijdelijk verschijnsel. De opstellers van het rapport verwerpen dit en staan een meer samenhangende visie op de energietoekomst voor. In de industriële sector kan volgens het rapport 21% van de verwachte behoefte worden vermeden door de meest efficiënte technieken te gebruiken. De ECE suggereert dat de regeringen gezamen-

lijke gestandaardiseerde prognoses ontwikkelen van vraag en aanbod van energie, inzichten uitwisselen over energiebesparing en de handel in efficiënte technologie bevorderen.

Om de afhankelijkheid van de ontwikkelingslanden van het Westen te verminderen, zal moeten worden getracht de ontwikkelingslanden zoveel mogelijk te integreren in het internationale energie-onderzoek, evenals de activiteiten van de particuliere (multinationale) ondernemingen die een dominerende rol spelen in het onderzoek en de ontwikkeling van energietechnologie. Hiertoe zou een internationaal centrum opgericht dienen te worden dat speciaal ten doel heeft het onderzoek en de ontwikkeling van alternatieve energiebronnen in de ontwikkelingslanden te bevorderen. Hoffman suggereert dat een dergelijk centrum de producenten en de potentiële gebruikers van nieuwe energietechnologieën met elkaar in contact zou moeten brengen om te verzekeren dat juiste technologie geproduceerd wordt. Dit zal echter afhangen van de bereidheid van Noord en Zuid om samen te werken (22). Een creatief gebruik van alternatieve energiebronnen alsmede een doelmatig gebruik van fossiele brandstoffen en een beleid van energiebesparing zou deel moeten uitmaken van een evenwichtig energiebeleid in Noord en Zuid. Voorkomen moet worden dat een dalende olieprijs de prikkel tot energiebesparing en de noodzaak van onderzoek naar alternatieve energiebronnen wegneemt.

Zowel in Westeuropa als in de Verenigde Staten gaan stemmen op om de belasting op olie (fossiele brandstoffen) te verhogen als de olieprijs beneden de \$ 29—27 per vat komt. Door middel van een energiebelasting zouden de brandstofprijzen op het gewenste peil kunnen worden gehouden en een verdere teruggang van de wereldeconomie vermeden kunnen worden. Een dergelijke belasting zou tevens de ontwikkeling van alternatieve energiebronnen veiligstellen.

L. J. Emmerij  
M. F. Klatter

20) Idem.

21) *Trouw*, 10 maart 1983.

22) De gefrustreerde ervaring met de voorgestelde „energy facility” van de Wereldbank — getorpedeerd door de VS — doet het ergste vrezen.