

Energie in de 21^e eeuw: een brandend vraagstuk (1)

De toekomst van de energievoorziening

HELEEN DE CONINCK EN MARC BEURSKENS

Honduras, 1998. Het land wordt getroffen door de orkaan Mitch, die een spoor van vernieling achter zich laat. Honduras, met een opbloeiende economie, heeft honderden doden te betreuren. Veel projecten die door Nederlandse ontwikkelingshulp zijn gefinancierd, worden vernield. Het land wordt jaren teruggeworpen in de ingezette economische ontwikkeling.

Noorwegen, 2003. Door een extreem koude winter werkt een groot gedeelte van de waterkrachtcentrales niet meer. Noorwegen leunt zwaar op elektriciteit uit duurzame waterkracht voor zowel de elektriciteitsvoorziening als voor de verwarming. In de geliberaliseerde elektriciteitsmarkt schieten de prijzen omhoog omdat veel elektriciteit moet worden geïmporteerd uit omliggende landen. Lagere inkomens komen in de problemen bij het betalen van de elektriciteitsrekening en komen letterlijk in de kou te zitten.

Peru, 2003. Zware rellen in de hoofdstad Lima. De regering liberaliseert de elektriciteitsmarkt, maar in tegenstelling tot gedane beloften stijgen de prijzen alleen maar, wat de energievoorziening van veel arme Peruanen in gevaar brengt. Overigens beschikken veel Peruanen überhaupt nog niet over een moderne energievoorziening

Over de auteurs Heleen de Coninck is verbonden aan het Energieonderzoek Centrum Nederland en Marc Beurskens aan het FOM Instituut voor Plasmafysica

Noten Zie pagina 23

— ze delen dit lot met meer dan eenderde van de wereldbevolking.

Een natuurramp en haar gevolgen, armoede en liberalisering van energiemarkten, een steenrijk land dat problemen heeft met de energievoorziening: de wereldwijde energieproblematiek heeft vele gezichten. Ze vormt, zo willen we in dit artikel duidelijk maken, één van de meest dringende politieke problemen van de toekomst.

Dat wordt vaak onvoldoende onderkend. Ten onrechte is onze toekomstige energievoorziening op dit moment geen belangrijk politiek thema, ook niet binnen de Partij van de Arbeid. De discussie over energiebeleid in Nederland is intern gericht. Ze betreft de organisatie van de markt (liberaliseren en privatiseren) en lijkt los te staan van de belangrijkste vraag naar de zekerheid van onze energievoorziening op de lange termijn.

In Nederland kunnen wij ook de komende decennia onze energiebehoefte niet dekken met de binnenlandse oplossingen. Daarnaast zal het wereldenergiegebruik de komende vijftig jaar sterk stijgen, terwijl tegelijk meer dan een miljard mensen zonder toegang tot een moderne energievoorziening zitten en het klimaat onherstelbaar lijkt te veranderen als gevolg van de huidige wijze van energieopwekking.

Achtereenvolgens zullen in dit artikel aan de orde komen: de aard van de energieproblematiek; de mogelijkheden van energiebesparing; de inzet van duurzame energiebronnen; en een effi-

Energie in de 21^e eeuw Heleen de Coninck en Marc Beurskens De toekomst van de energievoorziening

ciënter gebruik van fossiele brandstoffen. We sluiten af met een schets van de gewenste toekomstige energievoorziening en formuleren daarbij een aantal prioriteiten en aandachtspunten voor het te voeren beleid. De PvdA, zo zullen we daarbij vaststellen, heeft wel oog voor de urgentie van de energieproblematiek, maar de maatregelen die de partij voorstelt om een oplossing voor de verschillende dimensies van het vraagstuk (technisch, economisch, sociaal) te bieden, schieten tekort. In dit artikel worden concrete doelstellingen geformuleerd die wel het gewenste effect sorteren. Deze bijdrage is gebaseerd op een studie die binnen de Landelijke werkgroep Milieu en Energie van de PvdA is verricht.

DE ENERGIEPROBLEMATIEK IN KAART

Centraal in de energieproblematiek staan drie thema's: klimaatverandering, voorzieningszekerheid (en de daarmee samenhangende conflicten) en armoede.

De verbranding van olie, gas en kolen voor energieopwekking heeft een grote uitstoot van het broeikasgas koolstofdioxide (CO₂) tot gevolg, dat klimaatverandering veroorzaakt. Hiervoor wordt door veel wetenschappers al jarenlang aandacht gevraagd. Het is zeer waarschijnlijk dat klimaatverandering over de hele wereld economische schade en verlies van mensenlevens tot gevolg zal hebben. Nu al wordt vooral in ontwikkelingslanden de economische ontwikkeling geremd door weersextremen en hun negatieve invloed op de voedselzekerheid (zie het voorbeeld van Honduras). Maar ook in een land als Nederland, dat door de problematische waterhuishouding kwetsbaar is voor drastische veranderingen in het klimaat, zal de stijgende zeespiegel gecombineerd met meer neerslag tot grote problemen leiden.

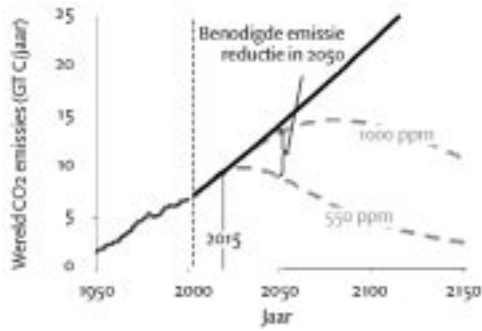
Om deze klimaatverandering te voorkomen, dient, zo meent de Europese Unie, de wereldwijde concentratie van CO₂ en equivalente broeikasgassen te worden gestabiliseerd op 550 deeltjes CO₂ per miljoen deeltjes lucht, ofwel 550

ppm¹. Voor de industriële revolutie was de CO₂-concentratie nog 280 ppm, nu is dat al 360 ppm. Klimatologen denken dat zo'n stijging gepaard zal gaan met een wereld temperatuurstijging van rond de 2 graden Celsius.

Als we met ons energieverbruik op dezelfde voet door gaan dan zou de CO₂-concentratie echter nog veel verder stijgen dan 550 ppm. Figuur 1 laat zien dat de antropogene CO₂ emissies, bij voortzetting van de huidige groei in het wereldgebruik van fossiele brandstoffen, de 'emissiebudgetten' van 550 en 1000 ppm overschrijden. Alhoewel de belangrijkste groei niet in de rijke landen plaatsvindt, maar in de zich snel ontwikkelende landen als India en China, staat voor deze landen economische ontwikkeling, en daarmee ontsnapping aan armoede, voorop. Uit een oogpunt van solidariteit kunnen we van deze landen niet verwachten dat ze in eerste instantie hun groeiende vraag naar energie en daarmee hun economische ontwikkeling gaan afremmen.

De verantwoordelijkheid voor emissiereductie ligt daarom bij de industrielanden die een veel groter aandeel in het klimaatprobleem hebben, en bovendien de middelen om emissies te reduceren. Voor Europa betekent dit dat in 2050 de CO₂ emissie met grofweg 50 tot 60% gereduceerd moeten worden ten opzichte van 1990.

De *voorzieningszekerheid* heeft meerdere kanten: ten eerste wil men zeker zijn van toevoer van energiedragers. In Nederland zitten we voor de komende decennia wel goed met onze gasbel (die overigens wel weer CO₂ uitstoot oplevert), maar het liefst willen we toch af van de explosieve olieafhankelijkheid van het instabiele Midden-Oosten. Europa is momenteel voor vijftig procent van haar totale energievoorziening afhankelijk van de import van fossiele brandstoffen, en verwacht wordt dat deze afhankelijkheid zal oplopen tot 70% in 2030. Het is overduidelijk dat deze eenzijdige afhankelijkheid kan leiden, en misschien al heeft geleid, tot mondiale politiek spanningen. Een bijkomend probleem is dat de wereldvoorraden goedkoop winbare brandstoffen, en met name voor olie en gas, binnen enkele decennia

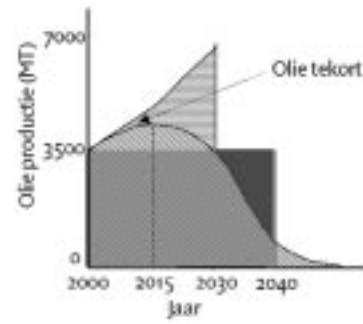


Figuur 1: Wereldwijde CO₂ emissies ten gevolge van menselijke activiteit (fossiel energiegebruik) van 1950 tot 2150 volgens een zogenaamd 'Business As Usual' scenario² (doorgetrokken lijn) en het emissiebudget (gestreepte lijn) waaronder de CO₂ concentratie op 550 en 1000 ppm zal uitkomen. Voor Europa betekent dat grosso modo een emissiereductie van 50 tot 60% in 2050.

een piek in productiecapaciteit zullen ondervinden. In een wereld waarin de energievraag alleen maar stijgt is het evident dat deze schaarste tot extra instabiliteit zal leiden.

Ten tweede is de voorraad olie en gas eindig, zoals aangegeven in Figuur 2. In officiële uitgaven³ wordt vaak gesteld dat er bij constante wereldproductie en consumptie nog voor 40 jaar voldoende olievoorraad is. Dit getal moet echter genuanceerd worden. Zoals Figuur 1 al liet zien zal de energievraag stijgen, en bij een toename van de energievraag van 2% per jaar raakt de olie al binnen 30 jaar op. Het is echter onwaarschijnlijk dat er over 30 jaar een abrupt einde komt aan de olie productie. Het is veel waarschijnlijker dat er al veel eerder problemen ontstaan met de productiecapaciteit, met alle spanningen van dien tussen olievraag en aanbod. In dit meer realistische scenario zal er al rond 2015 een piek optreden in de olieproductie.

Europa verkrijgt haar energie in de nabije toekomst dus van oprakende bronnen uit instabiele regio's. Het risico dat de voorzieningszekerheid in gevaar komt is daarmee niet onaanzienlijk, en een dergelijk risico zal de prijzen onvermijdelijk doen stijgen. Dit nog afgezien van de politieke



Figuur 2: verloop van de olieproductie voor de komende decennia. Volgens British Petrol (BP) is er nog genoeg olie voor 40 jaar tegen het huidige productieniveau (donkere gebied). De vraag gaat echter stijgen (horizontaal gestreept gebied), waardoor de voorraden eerder opraken. Daarbij komt dat de productiecapaciteit gelimiteerd is (diagonaal gestreept gebied), waardoor er al na 15 jaar een piek in de olieproductie kan komen en er al veel eerder een olietekort opdoemt.

en militaire conflicten die in en rond de betreffende regio's kunnen ontstaan.

Tenslotte is er het probleem van de *toegankelijkheid van energie* voor ontwikkelingslanden, en voor de armste bewoners van die landen in het bijzonder. Zelfs in ontwikkelingslanden die fossiele brandstoffen exporteren leeft een groot deel van de eigen bevolking zonder enige toegang tot een goede en betrouwbare energievoorziening, die juist zo essentieel is om een acceptabel niveau van welvaart te bereiken. Het verzorgen van toegang tot energie met het oog op het verminderen van armoede voor 1,6 miljard mensen die daar zwaar onder lijden is daarom van groot belang.

Gevolg daarvan zou echter zijn dat de eerder genoemde energieproblemen verder verergeren. Zo heeft het toegang geven tot betaalbare, betrouwbare en moderne energie meer CO₂ uitstoot tot gevolg, en zal het ook het opraken van fossiele brandstoffen versnellen.

DUURZAME ENERGIEBRONNEN

Om dit soort duivelse dilemma's (ontwikkeling of milieu?) op te lossen, is een drastische veran-

dering van de mondiale energiepolitiek noodzakelijk. Maar welke mogelijkheden staan ons daarbij op afzienbare termijn ter beschikking?

Centrale oorzaak van de energieproblematiek is energieverbruik dat leidt tot CO₂ uitstoot, tot verbruik van eindige energievoorraden en tot een onevenwichtige verdeling van de toegang tot energie. De logische eerste stap om CO₂ uitstoot te voorkomen en minder energieafhankelijkheid te worden is: minder energie gebruiken. Dit heeft twee componenten: minder verbruik (gedrag) en efficiënter (technisch) omgaan met de energie die gebruikt wordt. Ook de kosteneffectiviteit is gediend met vermindering van de CO₂ intensiteit en de afgelopen jaren is de energie-efficiënte van onze economie dan ook behoorlijk toegenomen.

Als gevolg van de gegroeide behoefte aan luxe en gemak (bijvoorbeeld een groter huis (meer verwarming en verlichting), meer huishoudelijke apparaten, de weggegooidcultuur) is het gemiddeld huishoudelijk energieverbruik echter toch toegenomen. Naar verwachting kan er in Nederland nog zo'n 25% worden bespaard op de huishoudelijke energievraag door maatregelen voor isolatie van huizen, zonneboilers voor warm water, efficiëntere apparaten, en door op de langere termijn naar een cultuur te streven waarin excessief energiegebruik geen vanzelfsprekendheid meer is, en mensen de vraag 'hoeveel energie kost dit?' verinnerlijkt hebben. Ook in de energie-intensieve industrie is er nog veel ruimte voor verbetering, met name in ontwikkelingslanden, Oost Europa en in de Verenigde Staten.

Gedragverandering is overigens een moeilijk punt in de energiediscussie. Het recht op individuele vrijheid van burgers staat bepaalde maatregelen (het verbieden van autogebruik als pleziervoertuig bijvoorbeeld) in de weg. Er is veel over gespeculeerd hoe mensen energiebesparend gedrag kan worden aangeleerd. Het lijkt erop dat het onvermijdelijk is dat mensen in de portemonnee worden getroffen, aangezien dat op dit moment de enige politiek haalbare wijze is waarop overbodig energieverbruik kan wor-

den aangepakt. Er is in het bijzonder voor de sociaal-democratie een taak weggelegd om dit zodanig vorm te geven dat juist de mensen met hogere inkomens en een grote luxebehoefte zullen moeten betalen voor hun beslag op het milieu en de energievoorziening.

Energie-efficiëntie is een goedkope manier om een stuk dichterbij een oplossing voor het CO₂ probleem te komen, maar brengt ons er niet. Behalve naar het gebruik van fossiele brandstoffen zullen we ook naar CO₂ vrije manieren van energieopwekking moeten kijken. Bij elektriciteit hebben we het dan vooral over de hernieuwbare bronnen, waarbij het woordje 'hernieuwbaar' impliceert dat de bron onuitputtelijk is.

Waterkracht wordt al grootschalig toegepast over de hele wereld. In zo'n 7% van de totale energievoorziening wordt op deze wijze voorzien. Dit is ruim 20% van de wereldwijde elektriciteitsvoorziening. Theoretisch kan de capaciteit van waterkracht nog met een factor drie worden verhoogd, maar het is de vraag of dat wel zo duurzaam is. Waterkracht heeft ook nadelen, waaronder voorzieningszekerheid (zie bijvoorbeeld Noorwegen) en de milieueffecten van de centrales zelf. In Nederland is er, vanwege het kleine verval in ons platte land, weinig potentieel voor waterkracht aanwezig. Kleinschalige toepassing, vooral decentraal in ontwikkelingslanden, heeft daarentegen nog erg veel potentieel en kan ook voorzien in behoefte van goedkope energie voor arme mensen aldaar.

Windenergie wordt ook veel genoemd als oplossing. Het is de snelst groeiende duurzame energiebron, met name in Europa, maar ook in India. Zo draait de Deense elektriciteitsproductie op windrijke dagen volledig op windenergie. Windenergie heeft echter ook weer nadelen. Enkele windloze dagen kunnen de elektriciteitsvoorziening danig bemoeilijken. Vanwege deze relatieve onbetrouwbaarheid is het aandeel windenergie in de elektriciteitsvoorziening begrensd. Als de opgewekte energie echter wordt opgeslagen, kan er meer met wind worden gedaan. Dit zal wel de kosten aanzienlijk verhogen.

Windenergie op land zonder opslag (onshore) kan al bijna concurreren met conventionele energiebronnen in termen van prijs: het is nog maar anderhalf tot twee keer zo duur (6-8 €/kWh) als elektriciteit opgewekt met kolen of gas (3-4 €/kWh). Het grote ruimtesbeslag, de geluidsoverlast en de lage maatschappelijke acceptatie van windmolenparken op land nopen echter tot het onderzoeken van de mogelijkheden van windenergie op zee, zeker in een dichtbevolkt land als Nederland. Elektriciteit van offshore parken is nu echter nog 3 tot 4 keer zo duur als de conventionele prijzen: 12-15 €/kWh.

Windenergie, zo kunnen we concluderen, kan in Europa een belangrijke bijdrage aan een CO₂ vrije elektriciteitsopwekking leveren, zonder afhankelijkheid van energiebronnen in instabiele landen, maar kent ook beperkingen in termen van potentieel, acceptatie en de kosten.

Een derde, veelgenoemde energiebron is *zonne-energie*. Er is op de wereld genoeg zon, het is gratis, en CO₂ vrij. Het theoretisch potentieel is dus enorm. Praktisch gezien is er echter nog een aanzienlijke inzet nodig op het gebied van ontwikkeling en marktintroductie — vanwege de prijs (momenteel kost zonne-elektriciteit in Nederland zo'n 100 €/ct/kWh⁴) en vanwege de technologie voor de omzetting van zonne-elektriciteit in voor ons bruikbare elektriciteit, die nog altijd veel problemen oplevert. De prijsdalingen van zonnestroom zijn echter veelbelovend: de kostprijs is de laatste 7 jaar (mondiaal) al gehalveerd. Voor de komende jaren wordt door sommigen een jaarlijkse kostprijsverlaging voorzien van ca. 10% per jaar, maar die gegevens zijn omstreven. Kernvraag voor het succes van fotovoltaïsche zonne-energie is of deze prijsreductie zich doorzet, en of deze bereikt moet worden middels massaproductie of innovatie.

Naast de huidige hoge prijs, is er nog een ander probleem: de hoeveelheid CO₂ die uitgestoten wordt als gevolg van het fabriceren van een zonnepaneel al even groot als het zonnepaneel in vier jaar gebruik vermindert (in Noordwest Europa). Deze 'CO₂-terugverdientijd' is essentieel voor een CO₂ vrije energiebron. Er zit echter wel

verbetering in: hij zal de komende tijd naar verwachting dalen tot minder dan 2 jaar⁵. Optimistische schattingen van de Europese Fotovoltaïsche Industrie Associatie (EPIA) geven aan dat zonne-elektriciteit in 2020 in 1% van de wereldenergievoorziening zou kunnen voorzien. Op de lange termijn kan dat aandeel stijgen, maar veel onderzoek is nodig om zonnestroom zowel op middellange als op lange termijn een rol van betekenis te laten spelen.

Het gebruik van zonnewarmte voor directe verwarming van water of ruimten is nu nog beperkt, maar heeft, ook in koudere streken, een aanzienlijk potentieel. Het technisch potentieel van thermische zonne-energie is zo'n 10% van het totale energieverbruik op de lange termijn.

Ook de belofte van zonne-energie levert dus niet de gewenste reductie van CO₂ in 2050, al kan ze er (mits er nu voldoende wordt geïnvesteerd in de technologie) op langere termijn wel fors toe bijdragen. De laatste duurzame energiebron die we onmiddellijk in zouden kunnen zetten, is biomassa. Energie uit biomassa is CO₂ neutraal, omdat bij biomassa die omgezet wordt ongeveer evenveel CO₂ vrijkomt als daarvoor uit de lucht is geabsorbeerd door planten, bomen of algen. Bio-energie kan variëren van directe verbranding van hout in elektriciteitscentrales tot het maken van biodiesel, methanol en ethanol uit hout of koolzaadolie, of het organisch gedeelte van huisvuil, bijvoorbeeld voor opslag of voor de transportsector.

De inzetbaarheid in de transportsector is belangrijk, omdat dat de snelst groeiende CO₂ uitstoter is, en door de diffuse aard van de CO₂ uitstoot een oplossing hiervoor niet eenvoudig te bedenken is. Novem schat dat bio-energie tussen de 5 en 100% van het wereldenergieverbruik zou kunnen dekken in 2050⁶. In Europa ligt dat anders omdat er minder biomassa beschikbaar is. Het meest waarschijnlijke getal ligt niet in het midden, maar hangt sterk af van het landgebruik dat voor andere zaken nodig is.

Om te voldoen aan het duurzaamheidscriterium is het noodzakelijk dat biomassa op verantwoorde manier geproduceerd wordt. Factoren

die de toepasbaarheid van bio-energie kunnen beïnvloeden zijn de doelmatigheid van wereldwijde voedselproductiesystemen, de haalbaarheid van gebruik van marginaal of braakland, productiviteit en duurzame oogstwinst van bossen. Als bijvoorbeeld de gehele wereldbevolking over zou gaan op een Westers dieet met overvloedige vleesconsumptie, zou er geen ruimte zijn voor bio-energie exploitatie⁷. Worden we echter allemaal vegetariër, dan is er geen ruimteprobleem.

Veel zal afhangen van de concurrentiekracht van bio-energie ten opzichte van andere duurzame bronnen en conventionele bronnen. Doordat grootschalige energieproductie met behulp van biomassa veel complexer is dan de huidige toepassingen, is het moeilijk een kostenschatting te maken.

Voor de toepassing van hernieuwbare energiebronnen moet de conclusie getrokken worden dat met zonne-elektriciteit op dit moment een dure optie wordt gekozen. De prijsreducties bieden wel perspectief, zelfs in een zon-arm land als Nederland. Voor waterkracht is bij ons het potentieel klein, maar dat ligt elders in Europa anders. Wind, bio-energie en zonthermische toepassingen zijn betere oplossingen, al zal veel biomassa vanwege ruimtegebrek moeten worden geïmporteerd. Zelfs met een forse energiebesparing, lijkt onze doelstelling voor CO₂ reductie in 2050 met deze opties echter nog buiten zicht.

KERNFUSIE EN KERNSPLIJTING

Hebben we nog iets achter de hand, als de huidige duurzame energiebronnen onze problemen niet oplossen? Er ligt een aantal nieuwe technologieën in het verschiet, waarvan kernfusie de meest bekende is. Bij fusie wordt energie opgewekt door twee varianten van waterstof samen te smelten tot helium, en dit levert grote beloften op.

Het proces is inherent veilig en de radioactiviteit van de reactor is na zo'n 50 jaar genoeg gedaald om het reactormateriaal te hergebruiken. Er is geen belasting van toekomstige generaties.

Fusie is als zodanig dus een duurzame energiebron. Bij het fusieproces wordt geen CO₂ uitgestoten, zodat het klimaat gespaard blijft. Verder is de brandstof voor fusie overal beschikbaar, zodat voorzieningszekerheid is gegarandeerd. Fusie werkt echter nog niet en experimenten zijn peperduur. Momenteel wordt op wereldwijde schaal gewerkt aan één experiment, ITER, dat over 15 jaar moet laten zien of met fusie netto energieproductie mogelijk is.

Een andere technologie waarvan men dacht

De komende generaties, hier en in de Derde Wereld, hebben recht op een stabiel klimaat, voldoende grondstoffen, en een toegankelijke energievoorziening

dat het de goedkope, oneindige energiebron zou worden, is kernsplijting. Daarbij bleken de nadelen toch groter dan de voordelen, en de kosteneffectiviteit bleek ook kleiner dan verwacht. Met enige terughoudendheid noemen we kernenergie als mogelijkheid voor CO₂ reductie. Het is wél een CO₂ neutrale energiebron, maar vanwege het langlevende radioactief afval en de risico's van ongelukken kan de huidige generatie kernsplijtingcentrales niet als duurzame energieopwekking beschouwd worden.

Onderzoekers boeken wel vooruitgang. Er wordt gewerkt aan nieuwe types centrales waarbij de levensduur van het grootste deel van het resterende radioactiviteit teruggebracht zou kunnen worden van honderdduizenden jaren naar enkele honderden jaren. Ook wordt er gewerkt aan inherent veilige centrales, zodat een ongeluk zoals in Tsjernobyl niet meer plaats kan vinden. Ook indien men er in slaagt om 'schonere' en veilige centrales te bouwen, blijven aan grootschalige toepassing van kernsplijting echter risico's kleven. Het veilig opbergen van afval, ook voor een paar honderd jaar, is geen sinecure en daarnaast is internationale verspreiding van

kernwapens, zelfs naar terroristische groepen, moeilijk te voorkomen.

Ook lijkt het er niet op dat kernsplijting financieel aantrekkelijk zal worden — vanwege de onzekere politieke inzichten zijn er weinig bedrijven die zonder overheidsgaranties een investering in een kerncentrale zouden willen doen. In Finland is men erin geslaagd de bouw van een nieuwe centrale te initiëren, waarbij de risico's van de lange termijn investeringen zijn verspreid over 18 private investeerders. Dit is echter een oud type kerncentrale; geen inherent veilige. De discussie over het bouwen van nieuwe kerncentrales, ook in Nederland, kan echter terugkomen, zeker als blijkt dat voor kernsplijting meer draagvlak is dan voor bijvoorbeeld gedragsverandering. Vooralsnog beschouwen we kernsplijting niet als een eerste optie, maar wel een optie die we open moeten houden voor het geval dat alle andere opties niet voldoen.

GEbruIK VAN FOSSIELE BRANDSTOFFEN

Wat zijn er voor alternatieven te bedenken, indien energiebesparing en gedragsverandering niet doorzetten, duurzame energiebronnen niet voldoende beschikbaar of te duur zijn, kernsplijting geen structurele oplossing blijkt te zijn en nieuwe doorbraaktechnologieën nog op zich laten wachten?

Er kan aan de opwekking van energie uit fossiele brandstoffen nog veel worden verbeterd, zowel door het gebruik van andere fossiele brandstoffen als door schone kolentechnologie. De CO₂ intensiteit van onze energie kan worden verminderd door het omschakelen van CO₂ intensieve bronnen zoals kolen naar CO₂ efficiëntere brandstoffen zoals gas. Leveringszekerheid op lange termijn kan daarbij echter een beperkende factor zijn — kolen zijn nog langer voorhanden dan gas. Het doel van de huidige elektriciteitsproductie is het bieden van voorzieningszekerheid tegen een lage prijs. Het beperken van de gevolgen voor het klimaat is daar geen onderdeel van. Het gebruik van fossiele brandstoffen

voor elektriciteit kan in termen van CO₂ emissies nog sterk worden geoptimaliseerd.

Door het inzetten van meer Warmte Kracht Koppeling (WKK) kan bovendien de restwarmte die bij elektriciteitsproductie vrijkomt worden gebruikt, waardoor het netto rendement zo'n 15% hoger ligt dan bij gescheiden opwekking. Dit is zowel het geval bij de industriële WKK bij de inzet van micro-WKK in huishoudens en in de tuinbouw. Op dit moment wordt bijna eenderde van de in Nederland geproduceerde warmte niet benut. Er kan actief worden gezocht naar combinaties van bedrijven, instellingen en woongebieden om dit enorme energieverlies te beperken.

Daadwerkelijke gebruik van restwarmte is vaak echter gelimiteerd door een gebrek in vertrouwen met betrekking tot de leveringszekerheid. Hoe kan bedrijf A er zeker van zijn dat bedrijf B altijd de benodigde restwarmte afstaat? Wat als bedrijf B failliet gaat? Slept het bedrijf A dan mee in de afgrond omdat bedrijf A de productie noodgedwongen stil moet leggen? Deze onzekerheden leiden er in de praktijk vaak toe dat bedrijven er toch voor kiezen hun eigen warmte op te wekken en dus een efficiency winst laten liggen.

Naast het efficiënter omzetten van fossiele brandstoffen in energie, kan de CO₂ die wordt geproduceerd worden afgevangen en opgeslagen in geologische structuren, diep in de ondergrond. CO₂ opslag is met name interessant als end-of-pipe maatregel voor kolencentrales, maar het kan ook bij gas. Kolen zijn de enige fossiele brandstof waarvoor we niet vrezin in de komende vijftig jaar een piek te beleven. Om CO₂ opslag effectief te doen, moet nog veel worden bereikt op het gebied van veiligheids- en opslag-eisen. Het theoretisch potentieel is erg groot, ook in Nederland, dat veel oude gasvelden, kolenlagen en waterhoudende lagen heeft. Van doorslaggevend belang voor de geschiktheid van deze optie zijn de kosten, de veiligheid en de maatschappelijke acceptatie.

Uiteindelijk moet er onvermijdelijk een volledig duurzame oplossing komen; een samenleving waarin geen fossiele brandstoffen meer ge-

bruikt worden. Maar om klimaatverandering te voorkomen, moet er meer worden gedaan dan het inzetten van de voorlopige mogelijkheden van hernieuwbare energiebronnen. Het is nodig om serieus naar maatregelen zoals CO₂ opslag te kijken. Gezien bovenstaande optelsom lijkt het nu waarschijnlijk dat het een rol van betekenis zullen gaan spelen, in ieder geval als overbruggingstechnologie naar een samenleving die stoelt op hernieuwbare energiebronnen. Het is daarbij zaak om er op toe te zien dat investeringen in CO₂ opslag de ontwikkeling en inzet van duurzame energiebronnen en besparing niet bemlemmeren.

Om met weersafhankelijke, intermitterende energiebronnen om te kunnen gaan, zijn er faciliteiten nodig die energie kunnen opslaan, zodat ze afhankelijk van de vraag kan worden ingezet. Bovendien moet de transportsector uiteindelijk CO₂-vrij gemaakt worden, wat niet mogelijk is als auto's op benzine blijven rijden. De meest genoemde duurzame energieopslagmethode is waterstof, waarbij de energie uiteindelijk weer vrijgemaakt wordt in een brandstofcel. Waterstof is in politieke kringen, tot en met de Verenigde Staten, bijna een toverwoord, bijna tot profetie verheven. Inderdaad is de verbranding erg zuiver en komt er alleen water bij vrij. Voor de nadelen moet verder stroomopwaarts in de productieketen worden gezocht: Hoe maak je waterstof eigenlijk?

Het kan met behulp van duurzaam opgewekte elektriciteit gedaan worden, maar dat is erg inefficiënt en voorlopig hebben we al ons potentieel voor duurzame elektriciteit hard nodig voor de elektriciteitsvoorziening zelf. Waterstof geproduceerd door duurzame bronnen in gebieden waar het aanbod van duurzame elektriciteit de vraag overschrijdt kan wel plaatsvinden, maar het kan ook efficiënter zijn het in te zetten als transportbrandstof. Een andere methode, die nu verreweg het goedkoopst is, is het omzetten van kolen of gas in waterstof en pure CO₂. In dat geval is er nog altijd afhankelijkheid van fossiele brandstoffen en komt er nog altijd CO₂ vrij. Er zit wel een lichtpuntje aan: het CO₂ dat uit een wa-

terstoffabriek komt, is erg zuiver en het is dus erg goedkoop om op te slaan. De weinig populaire end-of-pipe oplossing van CO₂ opslag zou dus nog wel eens aan de wieg van de waterstof-economie kunnen staan, omdat er voor klimaatneutrale waterstofproductie voorlopig geen goedkopere alternatieven zijn.

DE TOEKOMSTIGE ENERGIEVOORZIENING

Bovenstaande analyse van de technische mogelijkheden en beperkingen om tot een oplossing van de energieproblematiek te komen laat zien dat er geen enkele energieoptie is die in haar geheel de huidige rol van fossiele brandstoffen en kernsplijting over kan nemen. Elk van de overwogen opties heeft haar eigen specifieke problemen, voor- en nadelen, en beperkingen. Noodzakelijk is een mix van energieopties, die steeds verder verduurzaamd wordt. We kunnen het ons niet veroorloven om welke opties dan ook vooraf uit te sluiten.

We kunnen echter wel prioriteiten stellen. Wat ons betreft luiden die als volgt:

1. energiebesparing en efficiëntieverbetering
2. inzet van hernieuwbare energie
3. gebruik van schone fossiele oplossingen
4. de inzet van kernsplijting

Indien kernfusie implementeerbaar wordt, zou het op plaats 3) het gebruik van schone fossiele brandstoffen vervangen. Bij deze prioriteitstelling is rekening gehouden met de mogelijke introductie periode van een bepaalde technologie. We onderscheiden drie periodes tot 2100:

Heden-2030: In deze periode bewerkstellingen de commercieel beschikbare energietechnologieën de eerste reducties. Energiebesparing en efficiëntieverbetering spelen een grote rol en remmen de groei van de energievraag af. In de geïndustrialiseerde landen ontwikkelt de trend in productie en consumptie zich naar minder excessief energieverbruik. Commercieel haalbare hernieuwbare energiebronnen zoals windenergie, biomassa en thermische zonne-energie moeten krachtig ingezet worden.

Brandstofsubstitutie van kolen door gas, en vergroot gebruik van LPG in plaats van benzine of diesel in het transport leveren een grote bijdrage aan het verminderen van de CO₂ intensiteit van de economie. Waar mogelijk wordt CO₂ afvang en opslag ingezet op nieuwe elektriciteitscentrales en in de industrie. Er wordt stevig geïnvesteerd in de ontwikkeling en onderzoek van nog niet marktvolwassen, nieuwe technologieën zoals zonnestroom, energieopslag en kernfusie. Onderzoek naar kernsplijting wordt uitgevoerd, om, als bovenstaande tekortschiet, iets achter de hand te hebben.

Diffusie van bestaande schonere elektriciteitsopwekkingstechnologieën, zoals schone kolencentrales en hernieuwbare energie, naar ontwikkelingslanden is van groot belang in deze periode en zorgt daar voor een afname van de CO₂ intensiteit terwijl deze landen zich wel economisch kunnen ontwikkelen.

2030-2050: Meer duurzame energiebronnen (varianten op biomassa, windenergie en zonnestroom) worden commercieel haalbaar. Transitietechnologieën zoals CO₂ afvang en opslag kunnen een grotere rol spelen. Kernfusie moet in deze periode aantonen of het als energiebron kan functioneren. Onderzoek naar andere nieuwe technologieën moet doorgaan richting demonstratiefase. Verdere diffusie van groot-schalige energieopwekkingstechnologieën naar ontwikkelingslanden wordt doorgezet, maar de grote, relatief ontwikkelde landen als China en India zullen ook zelf nieuwe opties inzetten. In deze periode zal er meer duidelijkheid zijn over de rol die kernsplijting moet spelen, en kan de technologie eventueel volledig worden uitgefaseerd.

2050-2100: Nieuw ontwikkelde duurzame energiebronnen zullen radicale veranderingen in de energiemix veroorzaken, en het grootste deel van de energievoorziening zal CO₂ vrij zijn. Nieuwe energie- en elektriciteitsopslagsystemen maken het mogelijk dat weersafhankelijke energiebronnen zoals windenergie breder ingezet

worden. Elektriciteit uit zonne-energie is commercieel interessant en kan op grote schaal ingezet worden. Indien in de vorige periode is aangetoond dat elektriciteitsopwekking uit kernfusie mogelijk is dan gaat deze energiebron deel uitmaken van de energiemix. De prijs van kleinschalige, duurzame energiebronnen is inmiddels dusdanig gedaald dat ze ook voor de allerarmsten een haalbare energiebron betekenen.

HET ENERGIEBELEID VAN DE PVD A

In het voorgaande is een gewenst toekomstbeeld geschetst, dat stapsgewijs een energievoorziening laat zien die recht doet aan de problemen op het vlak van klimaatverandering, voorzieningszekerheid en armoedebestrijding. Maar hoe kan daaraan beleidsmatig vormgegeven worden en welke problemen en dilemma's dienen zich daarbij aan? We benoemen allereerst waar het PvdA-programma op het onderhavige terrein tekort schiet, en formuleren een aanzet voor een afdoende beleid.

Probleemerkennen en doelstellingen

Het huidige programma van de PvdA onderkent de bovenstaande problemen vaak onvoldoende of geeft geen serieuze oplossingsrichtingen:

- > De PvdA is sinds klimaatverandering op de internationale agenda kwam een voorstander van het voorkomen van gevaarlijke, antropogene klimaatverandering. De partij kijkt in het huidige programma echter niet verder dan het verdrag van Kyoto (dat Nederland een beperkte reductie van 6% oplegt in de periode 2008 tot en met 2012). Het klimaatprobleem strekt zich uit over de hele 21^e eeuw, zo ook de oplossingen. Lange termijn reductiedoelstellingen worden echter niet genoemd. Een consequente operationalisering blijft ook uit, en de link met ontwikkelingslanden wordt niet gelegd — een omissie die niet alleen kan leiden tot gevaarlijke klimaatverandering, maar ook ontwikkelingsdoelstellingen tekort doet.
- > Het probleem van de voorzieningszekerheid,

en de daarmee verbonden noodzaak van diversificatie van energiebronnen, blijft geheel onbesproken. Een mening over Irak is er natuurlijk wel, maar hoe Europa minder afhankelijk wordt van situaties zoals onlangs in Saoedi-Arabië, wordt niet genoemd.

- > Terecht, en voor de PvdA traditiegetrouw, is er een sluitend beleid voor ontwikkelingssamenwerking. Hoe dit echter op energiegebied invulling krijgt, en, belangrijker, hoe de spanning tussen milieu en ontwikkeling tegemoet moet worden getreden, blijft onbenoemd. Aan de relatie tussen energie en ontwikkeling, in toenemende mate in nationale en internationale bewegingen erkend, wordt geen aandacht besteed.

Operationalisering

Niet alleen de problematiek wordt onvoldoende serieus in doelstellingen omgezet; de operationalisering is ook onvoldoende of onvolledig. Er wordt voorgesteld om in 2020 10% van het elektriciteitsgebruik door duurzame bronnen te laten dekken. Dat betekent zo ongeveer een reductie in CO₂ emissies van 2% — dat zet niet de zoden aan de dijk die we tegen die tijd zouden willen zien. De voorgestelde energiebesparingsmaatregelen hebben vooral betrekking op de huishoudens (isolatie van huizen; het aantrekkelijker maken van het aankopen van energiezuinige huishoudelijke apparaten); de industrie, een van de grote uitstoters van CO₂ wordt in dit verband niet genoemd. Transport beslaat een apart hoofdstuk in het programma, maar wordt voornamelijk als een mobiliteitsprobleem opgevat, en in mindere mate als een milieuprobleem. Ten onrechte: wereldwijd is transport de grootste groeier in de uitstoot van broeikasgassen.

Beleidsinstrumenten

Als instrumenten om de — nogal zachte — doelstellingen op het gebied van energie en milieu te realiseren noemt het programma vooral de energieheffingen, in combinatie met een opwekverplichting van duurzame energie voor elektrici-

teitsproducenten. Het probleem van heffingen is echter dat het milieuvoordeel ervan uiterst onzeker blijft — zie de benzineprijs: men rijdt er niet minder om. Afnameverplichtingen kunnen werken, maar bieden vaak te weinig flexibiliteit voor het bedrijfsleven. In de huishoudens worden wat de PvdA betreft energiezuinige apparaten gesubsidieerd — verder wordt er niet veel voorgesteld. Een ander belangrijk instrument is consumentenvoorlichting. Concrete doelstellingen worden niet genoemd; ook niet voor de industrie, die de

Het oude socialistische ideaal 'iedere arbeider een auto' moet worden losgelaten. De heffing op de aankoop van een auto moet een barrière worden

grootste energiegebruiker van het land is. Voor beperking van de emissies van het autoverkeer wordt invoering van een kilometerheffing voorgesteld.

Het bovenstaande geeft aan dat de PvdA eigenlijk wel vindt dat ze iets aan de klimaatproblematiek moet doen, maar de noodzakelijke diepgaande ingrepen in de energievoorziening niet durft te doen. De voorgestelde maatregelen bieden wel wat soelaas voor de energieproblematiek die met het jaar in ernst groeit, maar brengen een oplossing nauwelijks dichterbij. De internationale solidariteit is geen criterium, en er wordt blijkbaar gedacht dat huishoudens met een zuinige koelkast die voor 10% op duurzame elektriciteit loopt een structurele stap zetten is naar een duurzame energievoorziening. De PvdA bepleit kruimeltjes terwijl we broden nodig hebben.

DOELSTELLINGEN, BEGINSLEN EN BELEID

Toetsen we de energieproblematiek aan de beginselen van de sociaal-democratie, dan moeten we constateren dat het raakt aan de fundamen-

ten van de PvdA. Een centraal begrip in de sociaal-democratie is solidariteit. Dat betekent solidariteit met landgenoten, zeker de zwakkeren, maar ook solidariteit in tijd en ruimte — met komende generaties en met mensen in andere landen. De komende generaties, hier én in de Derde Wereld, hebben recht op een stabiel klimaat, voldoende grondstoffen, en een toegankelijke energievoorziening.

Nu is het moment om de basis te leggen voor de energievoorziening van de 21^e eeuw. Wij bepleiten derhalve sterke, structurele stappen op het gebied van energie, die recht doen aan alle problemen, en een coherente, volledige dekking van de probleemsectoren bieden. Ook zou de PvdA heilige huisjes moeten durven afbreken. Nieuwe tijden kennen nieuwe problemen, en vragen om nieuwe oplossingen.

- > *Lange termijn doelstellingen:* een doelstelling voor CO₂ uitstoot voor bijvoorbeeld 2050 stimuleert de industrie en energieproducenten om tegen die tijd een plan te hebben om aan die doelstellingen te voldoen. Om een stabilisatieniveau van 550 ppm te bereiken (door de Europese Unie wordt dit als een acceptabel niveau gezien) moet Nederland samen met alle andere geïndustrialiseerde landen in 2050 zo'n 60% reductie in de uitstoot van broeikasgassen hebben verwezenlijkt.
- > *Een realistische invulling:* een afgewogen oordeel over de balans tussen onderzoek en implementatie en een prioriteitenlijst van energieopties die hout snijdt. Het is niet altijd zinvol om de implementatie van energieopties te subsidiëren als ze nog te onvolwassen zijn om te worden geïmplementeerd. Zo is het zwaar subsidiëren van zonnestroom behoorlijk duur in verhouding tot de milieuopbrengst. Zonnestroom is onder de meeste omstandigheden nog lang niet commercieel levensvatbaar en het lijkt dus beter om het onderzoek naar efficiëntere en goedkopere cellen en randapparatuur te stimuleren. Een zinvolle balans tussen onderzoek en implementatie-subsidie is noodzakelijk. Voor de ontwikkeling van nieuwe technologieën tot ze 'subsi-

dierijp' zijn is moet afdoende worden geïnvesteerd in onderzoek; dit staat in schril contrast met de afnemende energieonderzoeksbudgetten in Europa en vooral in Nederland. Helemaal taboe zou het moeten zijn om onderzoek te financieren of subsidie te verstrekken aan technische opties die al commercieel haalbaar zijn zoals subsidie op fossiele brandstoffen.

- > *Samenhang met andere beleidsterreinen:* te vaak grijpen maatregelen in op slechts een onder-

Toetsen we de energieproblematiek aan de beginselen van de sociaal-democratie, dan moeten we constateren dat het raakt aan de fundamenten van de PvdA

deel van het probleem. Het streven naar verbetering van de energie efficiëntie richt zich dan bijvoorbeeld alleen op huishoudens, en niet op de industrie, waar ook nog veel te bereiken is. De overheid zou het goede voorbeeld kunnen geven door op een nul-emissie-niveau te gaan draaien zowel qua transport als qua energiegebruik. Verder zijn de maatregelen die worden voorgesteld vaak eenzijdig en wordt er onvoldoende ingezet op maatregelen waarmee synergie kan worden bereikt. De beleidsterreinen energie en milieu worden al te vaak als beleidseilandjes opgevat. Met aandacht voor beleidsconsistentie kan het aantal regels worden verminderd, de beleidseffectiviteit worden verbeterd, en kunnen bovendien de handhaafbaarheid en de transparantie worden verbeterd. Een voorbeeld hiervan is de transportsector die niet als milieuprobleem, maar vooral als mobiliteitsprobleem wordt benaderd. Verder is er synergie te bereiken op innovatiebeleid.

- > *Een coherent en dekkend beleidsinstrumentarium:* het woord emissiehandel komt in het PvdA-programma niet voor, terwijl juist dat het be-

langrijkste en meest ingrijpende beleidsinstrument is van dit moment. Uitspraken over hoe dat aan te pakken — met name in het licht van de sociaal-democratische beginselen — zijn veel zinvoller dan weer een onrealistische heffing op de vaderlandse industrie te bepleiten. De PvdA pleit voor verantwoorde liberalisering van nutssectoren. Marktgebaseerde beleidsinstrumenten zoals emissiehandel horen juist bij die verantwoorde liberalisering en zouden een integraal onderdeel moeten zijn van de regulering van de markt. Emissiehandel stimuleert echter alleen innovatie in de markt als er lange termijn doelstellingen aan verbonden zijn. Alle sectoren (óók vervoer en huishoudens) zouden moeten worden betrokken bij de realisatie van CO₂-reductiebeleid.

- > *Het belang van onderzoek en ontwikkeling:* een essentiële bouwsteen van het beleidsraamwerk wordt gevormd door onderzoek en ontwikkeling, ook in eigen land. Voor een technologie subsidie- of marktrijp wordt, moet het in verregaande mate worden ontwikkeld in onderzoeks- of bedrijfslaboratoria. Dit kan goed uitpakken voor de kennisexport, de vaderlandse industrie en de werkgelegenheid als Nederland op den duur goed wordt in een duurzaam inzetbare energietechnologie, bijvoorbeeld zonnestroom, of brandstofcellen, en de productie ervan kan gaan leiden.
- > *Anders denken:* onorthodoxe maatregelen moeten worden ingezet, wanneer onderzoek daarvoor aanleiding geeft. Dat geldt bijvoorbeeld voor het verkeersbeleid. Zo blijkt dat het heffen van belasting op de aankoop van een auto meer effect heeft op de gereden kilometers dan het duurder maken van de brandstof. De heffing op de aankoop van een auto moet dus een barrière worden voor het aankopen van een oude of een nieuwe auto. Het oude socialistische ideaal 'iedere arbeider een auto' moet worden losgelaten. Ook de invulling van het door de PvdA gesteunde 'de vervuiler betaalt' principe gaat voor de energieproblematiek

slechts ten dele op. We moeten nu al rekening houden met de vervuilers van morgen — anders zijn we te laat met het voorkomen van klimaatverandering. Dat vergt een beter uitgedachte benadering van het probleem dan bij andere milieuproblemen, waar er een duidelijke één op één relatie bestaat tussen bron en effect.

In de tabel op de volgende pagina staan, naar aanleiding van bovenstaande, systematische invulling, de methode en de coherentie met andere gebieden aangegeven. De maatregelen maken deel uit van een 'beleidsbouwwerk' dat in elkaar stort als een van de pijlers ontbreekt. Het is goed te zien dat beleidscoherentie in veel gevallen al bestaat. Als in Nederland bijvoorbeeld betere energietechnologieën worden ontwikkeld, kunnen die op den duur worden geëxporteerd naar ontwikkelingslanden, waar ze armoede kunnen verminderen.

Het is onmogelijk om een volledig consistent beleid te ontwerpen zonder diep in andere beleidsterreinen te duiken. Echter, door minder in beleidshokjes te denken kan wel op vele terreinen synergie worden bereikt, dat zowel de kostenefficiëntie als de beleidseffectiviteit ten goede kan komen. Dit geldt vooral als meerdere problemen samenhangen met dezelfde sector.

Een continue punt van aandacht van de PvdA moet zijn dat het leven voor de minder kapitaalkrachten in onze samenleving niet te duur wordt doordat de energieprijzen stijgt als gevolg van CO₂ handel en duurzame energie-implementatie. Derhalve staan gratis openbaar vervoer en een inkomensafhankelijke energiesubsidie (die echter wel verbruikvermindering moet stimuleren!) in het beleidsinstrumentarium.

Uit bovenstaande tabel mag duidelijk blijken dat voorzieningszekerheid en het reduceren van broeikasgasemissies vaak hand in hand gaan. Het bestrijden van armoede daarentegen gaat vaak gepaard met tegenstrijdige belangen. Zo is het voor een ontwikkelingsland uit oogpunt van

snelle toegang tot moderne energie misschien wel een goed idee een goedkope kolencentrale te plaatsen. Vanuit milieuoogpunt is dat echter rampzalig omdat deze centrale relatief veel CO₂ zou uitstoten.

TOT SLOT

Tot zover onze schets van een mondiaal georiënteerd energiebeleid, met als uitgangspunten dat de uitstoot van broeikasgassen drastisch naar beneden moet; dat de voorzieningszekerheid verbeterd moet worden zonder de wereldvrede te bedreigen; en dat de verdeling van energie in de wereld rechtvaardiger wordt. We hebben in feite een soort 'Deltaplan Energie' nodig, dat duidelijkheid geeft over het toekomstig klimaatbeleid,

op de lange termijn investeert in bestaande en nieuwe technologieën waar dat moet, en marktgerichte stimulansen geeft waar dat al kan. Dit alles met inachtneming van ontwikkelingen als: een zich terugtrekkende overheid, een liberaliserende en globaliserende (energie)markt, een Europees emissiehandelsstelsel, en een groeiend bewustzijn dat Nederland door een innovatieve aanpak en inzet op dit terrein een economisch sterke positie kan gaan innemen.

Het is de taak van de geïndustrialiseerde wereld (wij dus!) om goedkope duurzame energiebronnen te ontwikkelen voor onszelf, tegen klimaatverandering, voor een goede voorzieningszekerheid en voor een schone reductie van energieverbruik.

Noten

- 1 ppm betekent parts per million — het aantal moleculen CO₂ per miljoen moleculen lucht.
- 2 Het 'Business As Usual' scenario gaat uit van wereldwijde gestage economische- en bevolkingsgroei en verdere ontwikkeling van ontwikkelingslanden. (Bron IIASA).
- 3 BP statistical review of world energy, June 2002.
- 4 Voorbeeld: voor Oceanium Diergaard Blijdorp; een netgekoppeld systeem van 5.500 m² aan zonne-energie (een geïnstalleerd vermogen van 550 kWp) komt de elektriciteitsprijs uit op ongeveer op 1,20 €/kWh.
- 5 EPIA, Sept. 2001: Solar Generation — solar electricity for over 1 billion people and 2 million jobs by 2020.
- 6 'Beschikbaarheid Biomassa voor energieopwekking', Novem GRAIN rapport 2GAV00.01-99.22.
- 7 J. Wolf et al, *Agricultural Systems* 76 (2003) 841-846, een studie van experts uit Wageningen en Washington.

Rapport 'Energieopties in de 21e eeuw'

Dit artikel is een samenvatting en toespitsing van een uitvoerig rapport, 'Energieopties in de 21e eeuw', dat de energieproblematiek in de komende decennia op mondiaal, Europees en nationaal niveau analyseert. Het rapport kan op de website van de Wiardi Beckman Stichting geraadpleegd worden (www.wbs.nl). Het is de eerste internetpublicatie die de WBS uitbrengt.

Het idee voor het rapport is ontstaan in de kring van de Landelijke werkgroep Milieu en Energie (LME) van de Partij van de Arbeid. Aan de publicatie zijn bijdragen geleverd door een twaalfstal deskundigen, waaronder een groot aantal natuurwetenschappers. De eindredactie was in handen van Egbert Boeker, oud-hoogleraar aan de Vrije Universiteit. In het najaar organiseert de WBS een conferentie over het rapport. Nadere informatie over de conferentie vindt u op de WBS-website.

	KLIMAATVERANDERING	VOORZIENINGSZEKERHEID	ARMOEDE
DOEL	550 ppm, dus 60% reductie CO ₂ in 2050	Stabiliseren energieafhankelijkheid tot 2050	Halveren aantal mensen zonder toegang tot moderne energie in 2015
INVULLING	<ul style="list-style-type: none"> > Besparing en ontmoediging gebruik in transport, industrie, huishoudens en elektriciteitssector > Meer opwekking van CO₂ vrije, maar vooral hernieuwbare energie > Verbetering van nieuwe energieopwekkingmethoden > Bewustwording consument 		<ul style="list-style-type: none"> > Stimuleren diffusie schone technologie > Ontwikkelingshulp op energievoorziening > Voorkeursbeleid voor schone energie
BELEIDSTRUMENTEN	<ul style="list-style-type: none"> > CO₂ emissiehandel met doelstellingen tot 2050 van 60% ten opzichte van 1990 > Door middel van productiesubsidies gecombineerd met aankoopverplichtingen en handel in groencertificaten 20% duurzame elektriciteit in 2020 > Verhoging nationale en Europese energieonderzoekbudgetten > Gratis openbaar vervoer op voor de hand liggende plekken > Meer belasting op het bezit van auto's, brandstofbelastingen handhaven en invoeren op internationaal lucht- en scheepsverkeer > Analooq aan de huursubsidie een 'energiebesparingsubsidie' voor huishoudens beneden een bepaalde inkomensgrens 		<ul style="list-style-type: none"> > Stimulering van publiekprivate partnerschappen op energiegebied, waarbij technologieoverdracht een expliciete voorwaarde is > Institutionele capaciteitsopbouw door middel van een participatieve benadering
COHERENTIE	<ul style="list-style-type: none"> > Verantwoorde toepassing van CO₂ handel met ontwikkelingslanden > Lesprogramma's voor scholieren, en onderzoek naar nieuwe technologieën > Labelen van producten voor consumenten met CO₂ verbruiksindex en 'development impacts index' <p>Met overig milieubeleid, met mobiliteitsbeleid, met innovatiebeleid, zowel in de industrie als in de wetenschap, met verminderen luchtvervuiling (en gezondheidsgevolgen), met Millennium Development Goals, met pragmativering van ontwikkelingsbeleid, met geopolitiek stabilisatiebeleid, met bevordering internationale concurrentiepositie en creëren nieuwe handelspartners</p>		