

Energiescenario's vroeger en nu

Het is buitengewoon moeilijk voorspellingen te doen over de toekomst van de energievoorziening. Tegelijkertijd echter is er grote behoefte aan toekomststudies op dit gebied om belangrijke beleidsbeslissingen te onderbouwen. Er zijn in de loop der jaren dan ook vele energiemodellen, -prognoses en -scenario's verschenen. Wat is de waarde van al deze studies? Aan de hand van de ervaring van de laatste 35 jaar belicht de auteur wat zinvol is en wat niet in de modellenbouw ten behoeve van de beleidsvoorbereiding in de energiesector.

DR. A.A. DE BOER

De historie

De wiskundige economie en de econometrie dateren van voor de tweede wereldoorlog. In de jaren dertig probeerde de Duitse econoom A. Menge de vraag naar elektriciteit in Duitsland te voorspellen¹. Omdat hij zich geen langdurige groei kon voorstellen, verwachtte hij dat er een plafond zou zijn. Hij meende dat plafond te kunnen voorspellen door gebruik te maken van een logistische curve. Deze vertoont eerst een periode van bijna-exponentiële groei en buigt dan af naar een horizontale asymptoot. Deze curve wordt gegeven door:

$$y = p / (1 + e^{a-t})$$

De logistische curve blijkt voor y-waarden kleiner dan a nauwelijks af te wijken van een exponentiële groeicurve. Het is dus niet zo verwonderlijk dat de cijfers gedurende de periode van exponentiële groei goed bleken aan te sluiten bij de groeitak van de logistische curve. Menge dacht zo het plafond $y=p$ te kunnen voorspellen: hij verwachtte dat de groei tussen 1950 en 1960 al duidelijk zou stagneren. Dat kwam niet uit.

Als de verwachting van Menge juist was geweest, dan nog zou het plafond niet worden bepaald door de logistische curve die tijdens de groeiperiode aansluit bij de puntenwolk. Menge vergat dat de ligging van de punten in het diagram van de econoom in verschillende perioden kunnen worden beheerst door verschillende factoren. Zijn curve is een benaderende wiskundige beschrijving van empirisch bepaalde punten. Dat is het omgekeerde van wat in de natuurwetenschappen het geval is, waar de puntenwolk een benaderende weergave is van een causale relatie. Hier werd vergeefs getracht langs wiskundige weg een vooroordeel waar te maken, namelijk de vermeende onmogelijkheid van een langdurig voortgaande exponentiële groei. Ik heb daarom indertijd gesuggereerd deze vaak onjuist gehanteerde kromme 'tranquillizer curve' te dopen².

Na de oorlog, in 1952, publiceerde een commissie ingesteld door het Koninklijk Instituut voor Ingenieurs een toekomstverkenning voor de energiesector³. Daarin werd een simpel verband gelegd tussen energieverbruik en industriële productie. Die relatie klopte redelijk, maar de economische groei en dus ook de groei van het energieverbruik werden schromelijk onderschat. Aan de hand van cijfers en

verwachtingen ten aanzien van vraag en aanbod van de verschillende energiedragers werd de vrees uitgesproken dat er een invoerbehoefte zou ontstaan die niet door de beschikbare buitenlandse energiebronnen gedekt zou kunnen worden. Er werd dan ook aanbevolen ingrijpende noodmaatregelen te nemen.

De ramp bleef uit; de auteurs konden niet bevroeden dat een stroom goedkope olie de markt zou overspoelen. De onderschatting van de rol van de olie speelde in die tijd meer auteurs parten; slechts enkele economen – waaronder prof. dr. L.H. Klaassen – hielden rekening met de mogelijkheid van een omslag van de kostenverhouding olie/kolen en een snelle vervanging van kolen door olie.

Dat voorspellen zijn grenzen heeft drong onvoldoende door. Dat bleek in 1957, toen er een nota verscheen van het Ministerie van Economische Zaken⁴ waarin de mogelijke toekomstige rol van kernenergie in Nederland werd begroot. Men wilde iets zeggen over de ontwikkeling van de vraag naar energie c.q. elektriciteit. Omdat de groei van de vraag naar energie nogal schommelde, had men moeten volstaan met het globaal aangeven van de grenzen waar tussen het energieverbruik in 1975 zou liggen of met een simpele extrapolatie. Op basis van het vigerende groeitempo van ongeveer 5% per jaar zou de index voor het energieverbruik op ongeveer 265 (1955=100) uitkomen.

EZ gaf echter de voorkeur aan een 'wetenschappelijker' benadering. Men berekende voor twee perioden (1900-1955 en 1948-1955) vier relaties tussen energieverbruik en nationaal inkomen respectievelijk industriële productie, die in de tijd werden uitgezet met behulp van een prognose voor de economische ontwikkeling. Zo kreeg men acht waarden voor de index voor het energieverbruik in 1975, variërend van 142 tot 192⁵. Dat was nog niet nauwkeurig genoeg; er werd daarom een gedetailleerde prognose uitgevoerd, die was gebaseerd op de ook nu nog wel gehoor-

1. A. Menge, *Entwicklungsmöglichkeiten der deutschen Energiewirtschaft*, 1932.

2. A.A. de Boer, Energy forecasts and planning, *Euronuclear*, december 1965 en januari 1966.

3. *Rapport van de Commissie voor de bestudering van het vraagstuk van de toekomstige energievoorziening in Nederland*, Koninklijk Instituut van Ingenieurs, 1952.

4. *Nota inzake de kernenergie*, Tweede Kamer, zitting 1956-1957, 4727.

5. CPB, *Schatting van het energieverbruik in het jaar 1975*, Den Haag, 1957; bijlage bij de in voetnoot 5 genoemde nota.

de stelling dat men de totale vraag naar energie beter benadert door sommeren van een groot aantal sectoriële prognoses, met alle daaraan verbonden onzekerheden, dan door een globale benadering.

Het nauwkeurige getal voor de index, 174, en de daarmee heen gedrapeerde gedetailleerde energiebalans voor 1975 gaven eigenlijk geen relevante informatie. De index voor het energieverbruik kwam in 1975 uit op 250, dus niet in de buurt van de nauwkeurig berekende waarde; zij viel zelfs niet binnen de berekende vork. Bovendien moest het tentatieve programma voor de bouw van kerncentrales al in 1960 worden ingeslikt, omdat het gebaseerd was op kostenverhoudingen die in een paar jaar ingrijpend waren gewijzigd.

Voorspellen

In het algemeen kan men zeggen dat de structuur van de energievoorziening wordt bepaald door factoren die één of meer decennia tevoren nog geheel onbekend waren. Dit geldt zowel de techniek als de economische randvoorwaarden. Er is een globale relatie tussen het energieverbruik en het nationale produkt, maar de structuur van de huidige energiehuishouding is niet afhankelijk van de groeipatronen in de jaren dertig of veertig of van de prijs van huisbrandnootjes en stadsgas in die periode. Die structuur wordt bepaald door factoren die nog niet zo lang geleden volstrekt onbekend en onvoorspelbaar waren, zoals de oprichting en het optreden van de OPEC, de energiecrisis, de opkomst van en de oppositie tegen de kernenergie, de ontwikkeling van nieuwe technieken op het gebied van zonne- en windenergie, de opkomst van de Nederlandse aardgasproductie en de ontwikkeling van het continentaal plat. Zo is ook de toekomstige energiehuishouding in de eerste plaats afhankelijk van onbekende factoren.

De kern van een goede toekomstverkenning wordt gevormd door een technische en economische analyse van verschillende energiedragers en -technieken. Die studies kunnen eenvoudige kostenvergelijkingen zijn. Zij kunnen ook de vorm aannemen van nuttige modellen en scenario's, waarbij de onvoorspelbare economische randvoorwaarden kunnen worden gevarieerd om hun effect op de haalbaarheid van een nieuwe energiebron te beoordelen of inzicht te verschaffen ten aanzien van de technische en economische karakteristieken van bepaalde structuren binnen de energiehuishouding. Bij beide categorieën moeten enkele kanttekeningen worden geplaatst.

In feite is iedere vergelijking tussen de kosten van twee produktiemethoden al een klein scenario. Een vergelijkende rentabiliteitsberekening voor twee produktiemethoden is gebaseerd op factoren die tijdens de levensduur ingrijpend kunnen veranderen. De onverwachte duik van de olieprijs heeft ons nog eens met dit probleem geconfronteerd: duurzame energiebronnen verloren van de ene dag op de andere hun economische aantrekkelijkheid. Verder zijn er nogal wat misverstanden over de vergelijking van kosten op basis van de reële rente. Als deze 'kosten' voor twee projecten gelijk zijn, worden zulke projecten in vele studies als gelijkwaardig beschouwd. Maar in de tijd gezien kan het kostenpatroon voor twee projecten heel verschillend zijn. Dat kan heel goed betekenen dat het kapitaalintensievere project uit commercieel oogpunt aantrekkelijker is dan het andere⁶.

Modellen en scenario's zijn zinvol als zij de problematiek doorzichtig maken. De vraag hoeveel zon en wind of bepaalde fossiele reserves onder bepaalde voorwaarden kunnen bijdragen tot onze toekomstige energievoorziening kan worden beantwoord door eenvoudige berekeningen. Andere modelstudies kunnen inzicht verschaffen over deelproblemen. Een voorbeeld is de optimalisering van op-

slagsystemen⁷. Voor voorspellingen is zo'n model onbruikbaar, maar de wiskundige analyse brengt een merkwaardige *economy of scale* aan het licht die leert dat de fout in bepaalde studies vaak ligt in de keuze van een te grote omvang van het opslagsysteem⁸. Ook de berekening van de optimale combinatie van twee produktiemiddelen met een verschillende kostenstructuur leidt tot een model dat bepaalde merkwaaardigheden aan het licht brengt, maar daarom nog niet gehanteerd kan worden om de verhouding te voorspellen waarin die twee produktiemiddelen moeten worden toegepast. Zo zijn er vele voorbeelden te noemen van nuttige modellen zonder prognostische waarde, die bijdragen aan de kennis en het inzicht, nodig om ons een beeld te vormen van de energievoorziening tot, laten we zeggen, het jaar 2000.

De komende decennia

De komende twintig, vijftig jaar liggen in redelijke mate binnen ons gezichtsveld. De situatie wordt weliswaar ten dele beheerst door onzekerheden, maar er zijn ook vrij zekere factoren, zoals bestaande plannen en reeds genomen investeringsbeslissingen, bestaan de en aangekondigde leveringscontracten in de olie- en gasector en dergelijke. Voor een studie over de situatie in het jaar 2010 is het een bruikbaar gegeven dat een scenario van het CPB⁹ komt tot een totaal energieverbruik in 2010 in de orde van grootte van 3.000-4.000 PJ; ook voor de onderverdeling naar energiebronnen geeft dit scenario redelijke indicatieve marges, maar niet meer dan dat. Iedere verdere detaillering van de cijfers moeten we met een forse korrel zout nemen.

Net als in de jaren vijftig liggen er gedurende deze periode adders onder het gras. Naarmate men verder in de toekomst tracht te kijken, is de kans groter dat zij te voorschijn komen. Eén ervan is het sprookje van de steeds stijgende reële prijs van aardgas, blijkbaar nog steeds een verplicht onderdeel van prognoses en modellen. Het zou in het begin van de volgende eeuw wel eens wreed verstoord kunnen worden.

In het algemeen gesproken meen ik de laatste jaren een neiging te bespeuren om voor een verwachte reële prijsstijging van grondstoffen te hoge waarden aan te nemen. Nominale prijsstijgingen werken door in de economie, roepen reacties en compensaties op en hoeven niet altijd in aanmerkelijke reële prijsstijgingen te resulteren. Als men alle prognoses in de grondstoffensector bij elkaar zou nemen, zouden er gigantische reële prijsdalingen in andere sectoren nodig zijn om de resultante op nul te brengen.

In de energiesector is deze tendens in extreme mate aanwezig. In de jaren vijftig onderschatte men de rol van de olie. In de jaren zestig dacht men dat olie goedkoop zou blijven. Sinds de olieprijs is ingestort is het bon ton aan te nemen dat de olieprijs op langere termijn blijvend reëel zal stijgen. Prognoses met reële prijsstijgingen van 5 tot 10% over periodes van 10 tot 20 jaar zijn de laatste jaren geen uitzondering.

Bovendien dreigt het gevaar dat wij weer de ogen sluiten voor een mogelijke wending in de prijsverhoudingen. Men meent vaak dat de aardgasprijs de veronderstelde voortdurende stijging van de olieprijs blijvend zal volgen. Ook dat is onjuist. Het is zeer wel mogelijk dat er op een

6. A.A. de Boer, Het juiste gebruik van kostenberekeningen I, II en III, *Energiespectrum*, september 1981, mei 1982 en juni 1982.

7. A.A. de Boer en J.Smit, Energy storage, economics and fuel conservation, *Energy Conservation*, jg. 18, blz. 121, 1978.

8. A.A. de Boer, Het plan-Lievense, terug naar af, *ESB*, 12 augustus 1981, blz. 763.

9. Centraal Planbureau, *een drietal scenario's voor het energieverbruik van Nederland tot 2010*, Den Haag, augustus 1986.

bepaald moment gedrang ontstaat op de afzetmarkt van aardgas en dat er daarna een ingrijpende verandering optreedt in de prijsverhoudingen. Of dat zo is, hangt af van de vraag hoe producenten als de Sovjetunie en Noorwegen de komende jaren op de markt zullen opereren. Noorse onderzoekers signaleerden deze mogelijkheid al in 1984 in een studie waarin met name de politieke en economische aspecten van de ontwikkeling werden geanalyseerd¹⁰. De gedetailleerde cijfers laat ik buiten beschouwing; waar het op neer kwam was dat er in het jaar 2000 een zeer grote ruimte zou zijn tussen de hoeveelheden gas die de Sovjetunie en Noorwegen beschikbaar zouden kunnen stellen voor export, al naar de economische en politieke keuzen die in deze twee landen zullen worden gemaakt.

Als beide landen een poging doen de markt te veroveren, is de mogelijkheid van een kopersmarkt niet uitgesloten. Een onafhankelijke prijsvorming voor aardgas en een relatieve prijsdaling zijn dan zeker niet meer onmogelijk. Dit is belangrijk, want de economische perspectieven van duurzame energiebronnen in vergelijking met aardgas worden sterk geflatteerd in scenario's waarin een hoge aardgasprijs wordt aangenomen of voorspeld.

Behalve onvoorspelbare economische factoren kan de technische ontwikkeling tot ingrijpende wijzigingen leiden. Deze kondigen zich op een bepaald moment aan, maar hebben dan enige tijd nodig om uit te kristalliseren. Er zijn legio voorbeelden, als de recente doorbraak op laboratoriumschaal op het gebied van supergeleiding, een natuurkundig verschijnsel dat van betekenis kan zijn in de elektrotechniek. Deze doorbraak was over de hele wereld voorpaginieuws en er is al heel wat afgelustigd en gefantaseerd over de revolutionaire gevolgen. Voorlopig kan men hierover alleen maar vage uitspraken doen. Het woord is nu aan de technici, die in het kader van het onderzoekbeleid de gelegenheid moeten krijgen aan het werk te gaan op basis van nog vrij beperkte informatie. Of er sprake zal zijn van een doorbraak hangt af van vele onbekenden, al kan op sommige punten wel iets gezegd worden over mogelijke kostenbesparingen¹¹.

Deze opmerkingen leiden tot een voorlopige conclusie. Wie iets wil zeggen over de eerste decennia van de volgende eeuw, moet de fundamentele onbekendheid van een aantal bepalende factoren als uitgangspunt nemen. Verkenningen, binnen de grenzen van het mogelijke, van de verschillende markten en technische ontwikkelingen zijn zinvoller dan pogingen om aan de onvoorspelbaarheid voorbij te gaan en bij voorbeeld in detail de energiebalans te berekenen voor een jaar dat nog decennia van ons verwijderd ligt.

De verdere toekomst

Wat er na een periode van twintig, vijftig jaar gebeurt is uiteraard aan nog veel grotere onzekerheden onderhevig dan de ontwikkeling gedurende die periode. Inzicht in de ontwikkeling tot ver in de 21e eeuw is geen digitale, maar een verbale aan gelegenheid. De kracht van Leonardo da Vinci en Jules Verne lag in het feit dat zij niet pretendeerden te kunnen berekenen *hoeveel* onderzeeboten er in de twintigste eeuw gebouwd zouden worden of wat een ruimtevaartuig zou kosten.

Niet alleen zijn kwantitatieve peilingen tot ver in de 21e eeuw per definitie volstrekt willekeurig, maar bovendien verliest een vergelijking van cijfers van vandaag met fictieve cijfers in een toekomstig jaar haar betekenis naarmate de omspannen periode langer is. Gezien de hardnekkigheid waarmee zulke vergelijkingen in het kader van modelstudies steeds weer opduiken, lijkt het wenselijk er even bij stil te staan.

De energieprijs anno 2040 in guldens van vandaag is

een even zinledig gegeven als de prijs van een radio van vandaag zoals men die vijftig jaar geleden zou hebben berekend in guldens van 1937. Een krant uit dat jaar leert dat een geneesheer-directeur van een ziekenhuis mocht rekenen op een inkomen van f 8.000 per jaar en Philips adverteerde in dezelfde krant met een radio van f 245. Hoeveel centen van toen een radio van vergelijkbare geluidskwaliteit in 1988 zou kosten, zou toentertijd, zelfs al had men het kunnen voorspellen, geen informatie hebben verschaft over de rol van de radio en verwante apparatuur in het consumptiepatroon in 1988. De prijs van een radio in 1937 is een gegeven dat thuishoort in een volstrekt andere sociale, technische en economische context dan die waarin de videorecorder en de CD-speler thuishoren.

Hetzelfde geldt voor de energiesector. In 1939 waren de steenkoolkosten per kWh elektrische energie 0,5 cent, op de totale produktiekosten van 1,5 cent per kWh¹². De kosten van huisbrandnootjes en stadsgas heb ik niet zo gauw bij de hand, maar zij zijn natuurlijk volstrekt irrelevant voor welk aspect van de energiesituatie van vandaag dan ook. Wie vandaag meent iets zinnigs te kunnen zeggen op grond van de prognose of hypothese dat aardgas over dertig of veertig jaar in guldens van vandaag per gigajoule (GJ) f 13,75 bedraagt, verliest drie fundamentele dingen uit het oog. De gasprijs is onvoorspelbaar en kan dus net zo goed f 8 als f 20 bedragen. Die prijs zegt niets over de kosten omdat ze moet worden geplaatst in een ons volstrekt onbekende economische context en zij zegt niets over de structuur omdat wij technisch gesproken over de opbouw van het energieproductiesysteem en de plaats daarin van het aardgas over zoveel jaar niets zinnigs kunnen zeggen.

Recente publikaties

In het verleden heeft men deze logica niet altijd in het oog gehouden. Helaas is er wat dat betreft niets veranderd; de geschiedenis herhaalt zich ten goede en ten kwade. Ik neem de laatste publikaties uit 1987 ter hand waarin getracht wordt iets te zeggen over de toekomst met de bedoeling lijnen aan te geven voor het onderzoekbeleid. De ene beslaat de komende decennia, de andere strekt zich uit tot ver in de 21e eeuw.

Hoe men kan vermijden in de valkuil van de falende prognose te tuimelen leert een recent advies van de AER¹³. Hierin worden aanbevelingen gedaan voor het beleid ten aanzien van het energie-onderzoek. Daartoe heeft men onder meer de al eerder genoemde kengetallen die het CPB heeft opgesteld met betrekking tot de energievoorziening in 2010 als referentie gebruikt.

Er wordt in het AER-advies gewaarschuwd dat men de gegevens uit zo'n model met voorzichtigheid moet hantieren, omdat er nogal wat veronderstellingen aan ten grondslag liggen ten aanzien van de ontwikkeling van de wereld-economie, prijsverhoudingen en wisselkoersen en de invloed daarvan op de Nederlandse energiehuishouding. Verder wordt gewaarschuwd tegen een mechanisch gebruik van gegevens die op basis van veronderstellingen zijn berekend. Voorspellingen over de kostprijs van nieuw te ontwikkelen systemen zijn te onzeker om te worden gehanteerd als criterium om enige optie op voorhand uit te

10. H.O. Bergesen en R. Malnes, *Norge som oljeland*, Universitets forlaget, Oslo, 1984. 11. A.A. de Boer, H.H. Boswinkel, W.M.P. Franken en J.A. Roeterdink, *Keramische supergeleiders, inventarisatie van toepassingen in de energiesector*, ECN-rapport ECN-PB-87-9, oktober 1987.

12. J. Muysken, *Het voortbrengen van energie*, Servire, Den Haag, 1946.

13. *Energie-onderzoek en lange termijn-energiebeleid*, Advies van de Algemene Energie Raad, november 1987.

sluiten. Logischerwijs beperkt men de tijdshorizon voor de kwantitatieve beschouwingen tot de periode tot 2010.

Het andere uiterste is de studie *Duurzame energie* die is uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken¹⁴. In het kader van deze studie is een groot aantal deelstudies verricht over onder meer de perspectieven van de verschillende energiedragers. Inhoudelijk ga ik hier niet op in. Belangrijk is dat de studies niet als zodanig zijn gebruikt voor het brainstormen over de toekomst. Zij dienen om cijfermateriaal te leveren voor een omvangrijk rekenprogramma dat zich uitstrekt tot het jaar 2050 en waarvan de resultaten de basis vormen voor de conclusies.

Dit rekenprogramma bestaat uit twee delen. Eerst heeft men aan de hand van een groot aantal veronderstellingen een drietal exogene scenario's berekend die voor 2050 de economische kengetallen vastleggen. Men kan de karakteristieken van deze drie 'exosets' in eerste benadering beschrijven als groei bij een groeiende bevolking, stagnatie bij een stagnerende bevolkingsgroei en economische groei bij stagnerende bevolkingsgroei. Voor deze drie scenario's zijn de belangrijkste kengetallen weergegeven in de tabel.

Tabel. De drie opties van de studie *Duurzame energie*^a

| | 1990 | A | 2050 B | C |
|-------------------------------------|------|-------|-----------|-------|
| Bevolking (mln.) | 14,7 | 19 | 11 | 11 |
| Ontwikkeling economie/hoofd (index) | 100 | 159 | 103 | 130 |
| Export in % van binnenlands product | 58 | 70 | 30 | 58 |
| Reële rente in % | 5 | 4 | 3 | 2 |
| Aardgasprijs f/GJ | 7,50 | 15,80 | 22,70 | 18,40 |
| Kolengasprijs f/GJ | 9,90 | 9,00 | 14,70 | 11,90 |
| Netto vraag naar energie in PJ | 2125 | 2921 | 993 | 1425 |

a. De bedragen zijn uitgedrukt in guldens van 1990.

Vervolgens heeft men voor elk van deze exogene scenario's drie varianten doorgerekend, één waarbij het beleid vooral gericht is op lage kosten, één waarbij de zekerheid vooropstaat en één waar bij het beleid gericht op het verminderen van het gebruik van fossiele brandstoffen zonder uit te wijken naar de kernenergie. Dit leidt tot negen scenario's. Voor elk van die scenario's zijn de bijdragen van de verschillende energiedragers in 2050 berekend, naast een aantal andere gegevens zoals de verdeling van het verbruik over de verschillende sectoren en de gemiddelde energie prijs over de periode tot 2050. Het aandeel van de duurzame energiebronnen is eveneens berekend; hun totale bijdrage varieert in 2050 van 1 tot 20% van het totale energieverbruik.

De auteurs concluderen onder andere dat er een verschuiving zal optreden van energie-intensieve naar energie-extensieve bedrijvigheid. Zij verwachten dat aardolie en aardgas te schaars zullen worden voor gebruik op grote schaal. Steenkool zal volgens hen juist een toenemende rol zal spelen en uranium zal niet tegen steenkool kunnen concurreren.

Commentaar

Het is niet de bedoeling inhoudelijk in te gaan op de conclusies uit deze twee documenten, maar wel commentaar te geven op de wijze waarop men tracht ten behoeve van de beleidsvorming iets zinnigs te zeggen over de toekomst.

Het advies van de AER heeft uiteraard geen enkele pre-

tentie om een wetenschappelijk scenario te geven voor de jaren tot 2010. Men tracht voor ieder deel van de problematiek informatie te geven binnen de grenzen van het mogelijke. Voor *Duurzame energie* ligt de zaak anders. Tendensen zoals hierboven weergegeven zijn in het algemeen gesproken af te leiden uit gedetailleerde bestudering van de energiehuishouding, alleen uiteraard niet voor wat langere periodes, laat staan voor een periode van ruim 60 jaar. De scenario's kunnen daarin geen verandering brengen; zij leveren geen relevante informatie. Kostencijfers voor aardgas en kolengas anno 2050 en soortgelijke getallen zoals die in de tabel zijn gegeven, zijn zinloos. De structuur van de energievoorziening in het jaar 2050 wordt bepaald door technische en economische ontwikkelingen in de eerste helft van de volgende eeuw en daarover tasten wij in het duister.

Het lijkt mij dan ook duidelijk dat de scenario's uit *Duurzame energie* en de daaruit getrokken conclusies geen enkele informatie geven. De enige betekenis van de negen scenario's is dat zij door hun heldere presentatie expliciet laten zien waar de fout zit bij dit type studies, ook als het gaat om scenario's voor kortere perioden. Die fout is meestal verborgen en dat bemoeilijkt de discussie.

Het uitgebreide materiaal dat is verzameld in de deelstudies is gebruikt als bron voor *cijfers* die worden ingepast in een groter macro-economisch geheel. Hoe ze ook tot stand zijn gekomen en welke fictieve mechanismen er ook in de modellen werkzaam zijn, de combinaties van parameters als de 'exosets' in de tabel, geven geen beter beeld van de onvoorspelbare werkelijkheid van het jaar 2010, 2020 of 2050 dan de overige ontelbare denkbare combinaties. Door het inbedden van de energiegegevens in één of enkele scenario's *elimineert* men een aantal keuzemogelijkheden. De exosets fungeren als strakzittende corsetten die hier zijn geëxpliciteerd, maar in vele andere, ondoorzichtige scenario's onder de kleren verborgen blijven. Zij stellen grenzen aan de mate waarin men binnen de energiehuishouding met de cijfers kan spelen. De vraag is, welke de economische perspectieven zijn van duurzame energiebronnen bij verschillende realistische aannamen ten aanzien van relevante factoren als de prijzen van brandstoffen, alternatieven en kapitaal. Het model echter houdt zich bezig met de vraag hoe de situatie is als men zich beperkt tot drie combinaties van telkens één (hoge) aardgasprijs, één kolengasprijs, één reële rentevoet en één waarde voor een aantal andere grootheden. Kapitaalintensieve duurzame energiebronnen maken economisch gesproken de meeste kans bij hoge aardgasprijzen en lage rente, maar de vraag wat er gebeurt als de aardgasprijs laag is en de rente hoog, komt in het stuk niet voor, omdat die combinatie al door de computer is uitgesloten.

Conclusie

Willen wij iets over de toekomst weten, dan moeten wij er rekening mee houden dat onze horizon beperkt is. Die beperktheid en het daarmee verband houdende ontbreken van berekenbare wiskundige relaties zou men in biologische termen kunnen vertalen: de toekomstige energievoorziening wordt weliswaar op korte termijn bepaald door erfelijkheid, maar daarna vooral door mutaties die optreden over de gehele breedte van het energiegebeuren. Dat kunnen technische ontwikkelingen, politieke beslissingen, geologische ontdekkingen zijn of fundamentele veranderingen in de prijsverhoudingen die *niet* zijn te voorspellen door berekeningen. Zij schermen de toekomst af van het heden, zoals zij het heden van het verleden afschermen,

14. *Duurzame energie, een toekomstverkenning*, Krekel van der Woerd Wouterse BV, juli 1987.

en wel in sterkere mate naarmate de beschouwde periode langer is.

Verder krijgt men geen extra informatie door de energiehuishouding te integreren in grotere modellen, omdat men dan het aantal keuzemogelijkheden minimaliseert. Men spant dan het paard achter de wagen, omdat men over de verschillende opties juist slechts een zinnig oordeel kan geven als men de vrijheid heeft op doorzichtige wijze zonder beperkingen met alle relevante factoren te manipuleren. Daarom is het onjuist zich te laten verleiden door de mogelijkheden die de computer biedt om steeds ingewikkelder combinaties door te rekenen van macro-economische parameters, fictieve prijspaden en even fictieve vervangingsmechanismen en zo te suggereren dat men kwantitatieve informatie kan geven. Voor een goed energiebeleid is het juist essentieel dat men de onvoorspelbaarheid van de economische parameters en hun invloed op de ontwikkeling als *uitgangspunt* neemt, in plaats van de wereld wijs te maken dat men de onvoorspelbaarheid kan omzeilen met behulp van ondoorzichtige computermodellen.

Het gebruiken van onverantwoorde scenario's brengt gevaren met zich mee voor het beleid. Aan computermodellen wordt vaak ten onrechte wetenschappelijke waarde gehecht, die de beleidsmaker lijkt te ontslaan van een beleidsdiscussie. Het gevaar van een computertechnocratie waarin de modellenbouwer zijn vooringenomen standpunt onder wetenschappelijke vlag aan de beleidsmaker ver-

koopt is niet denkbeeldig; ik heb dit eerder in dit tijdschrift getracht aan te tonen¹⁵.

De wiskunde is een nuttige taal die de discussie over de toekomst van de energievoorziening grote diensten kan bewijzen. Thans is er echter sprake van wildgroei: steeds grotere modellen die onze kennis overwoekeren, geen werkelijke informatie opleveren en de beleidsvoorbereiding schaden. Het is, dacht ik, de hoogste tijd om hier tegen te waarschuwen. Sommige experts zullen aarzelen deze les ter harte te nemen uit angst voor het verwijt dat zij dan journalistiek bezig zijn. Men moet echter één ding bedenken. Vele gespecialiseerde journalisten die na de energiecrisis en na de prijsval van de olie hun veldwerk verrichtten, leverden een zinvoller bijdrage tot de informatie ten behoeve van het beleid dan diegenen onder de modellenbouwers die hun modellen gingen bijstellen om de onverwachte ontwikkelingen achteraf toch nog te kunnen voorspellen.

A.A.de Boer

15. A.A.de Boer, De technologie van de nieuwe schaarste, *ESB*, 12 maart 1980, blz. 312.