



*Bezinningsgroep Energie
Symposiumbundel, ter gelegenheid van
het 35-jarig jubileum*

De Vergeten Kernvragen in het Energiedebat

Essaybundel

Dit symposium wordt gesponsord door:

Shell Nederland, GasTerra en WNF

INHOUD

Voorwoord	3
Eric-Jan Tuininga, voorzitter Stichting Energie & Samenleving	
Inleiding	4
Debat klimaatverandering mist breedte en scherpte	6
Sible Schöne, Klimaatbureau HIER	
Internationale energie politiek en de terugkeer van \$100 + olie	13
Lucia van Geuns en Aad Correlje, Clingendael International Energy Programme	
Energiepolitiek en Klimaatpolitiek - Tweedeling of dubbelslag?	19
Simon Kalf, Peakoil Nederland	
Gas4sure	26
Hans Overdiep, GasTerra	
De lange horizon van aardgas	28
Ewald Breunese en Rob van 't Wel, Shell Nederland	
Is een Nederlands energie innovatiebeleid zinvol en hoe kan het meer opleveren?	34
Pieter Boot, Planbureau voor de Leefomgeving	
Lange termijn energieplanning en de rol van innovatie	40
Erik Lysen en Ernst Worrell, Universiteit Utrecht	
Is een Nederlands energie innovatiebeleid zinvol en hoe kan het meer opleveren?	42
Persoonlijke reactie op het essay van Pieter Boot, Bert Stuij, Agentschap NL	
Energiebesparing tussen de oren	44
Kornelis Blok, Universiteit Utrecht/Ecofys, en Donald Pols, WNF	
Energiebesparing, lessen voor echte verlaging van het brandstofverbruik	47
Frans Rooijers, CE Delft	
Plan B: noodzakelijk maar onzeker	53
Jip Lenstra, ECN, bijdrage op persoonlijke titel	
Noodscenario voor de periode na 2020	61
Pier Vellinga, Wageningen Universiteit	
De transitiefanfare	62
Energiebeleid voor een goed klimaat, of klimaatbeleid voor energietransitie?	
Jan Paul van Soest, De Gemeynt	



Voorwoord

De Bezinningsgroep Energie is één van die merkwaardige informele clubs die het Nederlandse leven zo speciaal maken. Ieder keer als ik in het buitenland kom probeer ik uit te leggen hoe wij als “boys and girls in the backroom” het energiebeleid kritisch volgen en soms daarover naar buiten treden.

Zo ook nu weer met dit symposium over enkele ‘verwaarloosde’ thema’s in de huidige energiediscussie.

Al vanaf 1973 bestoken wij de beleidsmakers met suggesties waarbij duurzame energie en energiebesparing centraal staan. Het doet bijna pijn dat 30 jaar na ‘Het vergeten scenario’ en 15 jaar na onze notitie “Energie als kans voor NL” ons land steeds verder achterop gaat lopen.

Nu na China ook Duitsland een nieuwe duurzame energie strategie gaat ontwikkelen is meer reden dan ooit om ons te bezinnen op de (achter)stand van onze energie plannen.

Ooit begonnen als critici van kernenergie willen wij nu vooral verder meedenken over de noodzakelijke stappen in het licht van het klimaatprobleem en de dreigende achterstand op het gebied van energie innovatie.

Eric-Jan Tuininga, voorzitter Stichting Energie & Samenleving

Dit symposium wordt gesteund door WNF, GasTerra en Shell Nederland. Zij vinden het maatschappelijk debat over het energie- en klimaatbeleid belangrijk, en steunen daarom deze activiteit van de Bezinningsgroep Energie.



Inleiding

In het maatschappelijke debat over de toekomst van de energievoorziening is een aantal thema's vaak onderbelicht. Het gaat daarbij met name om de vraag welk probleem we willen oplossen, de vormgeving van het innovatiebeleid, de mogelijkheden van energiebesparing en tot slot de vraag hoe het klimaatprobleem effectief kan worden aangepakt.

De Bezinningsgroep Energie wil in deze publicatie ingaan op deze vier vragen.

Allereerst de vraag welk probleem we willen oplossen. Het antwoord op deze vraag is veel minder duidelijk dan vaak wordt gedacht. Het antwoord is bovendien bepalend voor het te voeren beleid. Sible Schöne (HIER Klimaatbureau) gaat in op de urgentie van de klimaatproblematiek. Simon Kalf (Peak Oil Nederland) schetst het Peak Oil perspectief en pleit voor een snelle overschakeling op duurzame bronnen, Lucia van Geuns en Aad Correlje (Clingendael) betogen dat de bewezen reserves nog aanzienlijk zijn en dat de problemen vooral te maken hebben met de aard van de mondiale energiemarkt. Ewald Breunese en Rob van 't Wel (Shell Nederland) en Hans Overdiep (GasTerra) pleiten voor een veel grotere rol voor gas.

Op basis van deze bijdragen kunnen we in feite drie verschillende motieven voor energiebeleid onderscheiden:

1. Het streven naar een betrouwbare en betaalbare energievoorziening
2. De aanpak van het klimaatprobleem en de noodzaak tot snelle en vergaande CO₂-reductie
3. De noodzaak tot een snelle overschakeling naar een duurzame energievoorziening

Een verbindend element in alle drie motieven is de noodzaak tot innovatie. Ook het huidige kabinet heeft energie tot een van de speerpunten van haar innovatiebeleid gemaakt. Pieter Boot (PBL) analyseert de effectiviteit van het huidige innovatiebeleid. Eric Lysen en Ernst Worrell (Universiteit Utrecht) en Bert Stuij (Agentschap NL) geven hierop een reactie.

Energiebesparing is in het klassieke energiebeleid vooral een instrument dat bij stijgende prijzen wordt ingezet. Bij dalende prijzen zakt dit beleid meestal weer grotendeels weg. Met name voor de aanpak van het klimaatprobleem en het streven naar een duurzame energievoorziening schiet dit besparingsbeleid te kort. Als we kijken naar de verschillende scenario's voor de aanpak van het klimaatprobleem en het streven naar een duurzame energievoorziening speelt vergaande energiebesparing de hoofdrol. In beide gevallen is extra energiebesparing goed voor ongeveer tweederde deel van de oplossing. Dit zien we niet allen bij de studies van het Wereld Natuur Fonds en Greenpeace, maar bijvoorbeeld ook in het 2 °C scenario van het Internationale Energie Agentschap.

In de praktijk is het succes van energiebesparing echter beperkt. Kornelis Blok (Universiteit Utrecht/Ecofys) en Donald Pols (WNF), en Frans Rooijers (CE Delft) gaan in op dit cruciale maar vaak vergeten vraagstuk.

Tot slot gaat Jip Lenstra (ECN) in op de vraag hoe een effectief klimaatbeleid eruit kan zien, als we ervan uitgaan dat de komende jaren niet veel meer gebeurt als de verschillende landen na Kopenhagen hebben toegezegd. Welke mogelijkheden zijn er als er in het tweede helft van dit decennium wel internationale bereidheid ontstaat om een effectief klimaatbeleid te voeren. Hoe kunnen we hier zinvol op anticiperen? Pier Vellinga (WUR) gaat hier in een korte reactie op in.



Jan Paul van Soest gaat in zijn slotbeschouwing in op de drie eerder genoemde motieven voor energiebeleid en geeft aan dat er naast overeenkomsten ook grote verschillen zijn, in urgentie, schaalniveau en de technologische keuzes.

In deze publicatie gaan we niet in op de discussie over kernenergie. De Bezinningsgroep Energie is indertijd opgericht vanuit een pleidooi tot bezinning over kernenergie. En uiteraard komt dit thema in de discussies nog met enige regelmaat terug. Binnen de Bezinningsgroep Energie zijn voorstanders en tegenstanders van kernenergie. De meeste leden kiezen daarbij voor een zakelijke benadering, waarbij wordt aangegeven aan welke randvoorwaarden deze techniek moet voldoen. Daarbij gaat het niet alleen om de problematiek van het radioactief afval. Velen zien dit als een beheersbaar probleem. Er is debat of bij de discussie over veiligheid de klassieke risicobenadering acceptabel is of dat moet worden gekozen voor inherent veilige centrales, waarbij grote ongelukken fysisch onmogelijk zijn. Daarnaast zijn er grote zorgen over de proliferatieproblematiek. Het is de vraag of verdere verspreiding van kernwapens kan worden voorkomen als kernenergie een serieuze rol gaat spelen bij de mondiale aanpak van het klimaatprobleem.

Wij hopen dat deze publicatie bijdraagt aan de noodzakelijke verbreding van het debat over energie en klimaat.

Sible Schöne
Voorzitter Bezinningsgroep Energie



Debat klimaatverandering mist breedte en scherpte

Sible Schöne, Klimaatbureau HIER

De maatschappelijke aandacht voor klimaatverandering is na de grotendeels mislukte klimaattop in Kopenhagen sterk gedaald. De aandacht voor klimaatsceptici is weer helemaal terug. Er wordt nauwelijks nagedacht over de ernst van de problematiek en de vraag wat er echt nodig is om het probleem aan te pakken. Voor zover er discussie is, beperkt deze zich tot het aanbod van met name elektriciteit: kolen, kernenergie, biomassa, zon en wind. De thematiek is echter wezenlijk breder.

Voor een zorgvuldige discussie over de risico's dient allereerst opnieuw de vraag te worden gesteld welke temperatuurstijging nog acceptabel is. Is een temperatuurstijging van 2 °C, die de internationale gemeenschap in Kopenhagen heeft onderschreven, een veilige grens? Daarnaast is er de vraag wat er nodig is om de mondiale temperatuurstijging te beperken tot 2 °C of minder. En hoe kan Nederland bijdragen aan een effectieve mondiale aanpak van het probleem. Tot slot is het van belang om niet alleen te kijken naar de gemiddelde voorspellingen, maar ook naar de risico's van zeer ingrijpende veranderingen in het klimaat.

De maatschappelijke discussie over klimaatverandering moet worden gebaseerd op een betrouwbaar overzicht van de stand van de wetenschap. Daarvoor is de Klimaatcommissie van de VN verantwoordelijk, het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). De belangrijkste conclusies van het IPCC zijn dat de concentraties van broeikasgassen snel stijgen als gevolg van menselijk handelen en dat het klimaat op aarde snel verandert. De temperatuur is de afgelopen eeuw gestegen met 0.74 °C en overal op aarde is sprake van grootschalige veranderingen in neerslag en extreem weer, zoals droogtes en hittegolven. Het IPCC komt tot de conclusie dat de menselijke invloed op het klimaat is aangetoond en dat bij ongewijzigd beleid de temperatuur op aarde door blijft stijgen tot 2 tot 6 °C boven het pre-industriële niveau. De grote marge wordt met name veroorzaakt door onzekerheid over de mondiale uitstoot en onzekerheid over de klimaatgevoeligheid. Zie voor het IPCC-rapport http://www.knmi.nl/cms/content/10152/ipcc_i_meer_bewijs_menselijke_bijdrage_aan_klimaat_verandering

Een temperatuurstijging van 0.74 °C lijkt bescheiden, maar is al substantieel. Zoals gezegd leidt de huidige temperatuurstijging overal op aarde al tot grootschalige veranderingen in neerslag en extreem weer. We zien een afname van de landbouwproductie in kwetsbare gebieden als gevolg van droogte, extreme regenval en onvoorspelbaar weer. Ook in de natuur zijn de gevolgen van klimaatverandering overal zichtbaar.

Neem het afgelopen jaar als voorbeeld. 2010 was een van de drie warmste jaren ooit. Er was een recordsmelt van ijs op Groenland, de hoeveelheid zee-ijs op de Noordpool bereikte een nieuw laagterecord, in de Amazone was sprake van een droogterecord met naar schatting 8 Gton extra CO₂-uitstoot als gevolg – ter vergelijking de totale mondiale uitstoot bedraagt ongeveer 40 Gton/jaar -, we zagen extreme hitte en droogte in Rusland en tal van uitzonderlijke overstromingen, met Pakistan als meest dramatische voorbeeld. Deze extremen kunnen met enige terughoudendheid worden toegeschreven aan klimaatverandering omdat de kans erop in het huidige klimaat aanzienlijk groter is dan in het klimaat van pakweg 40 jaar geleden. En ook beginnen er zichtbare sociale gevolgen te komen. Zo noemde de FAO klimaatverandering een van de factoren die een rol speelde bij de mondiale voedselschaarste.

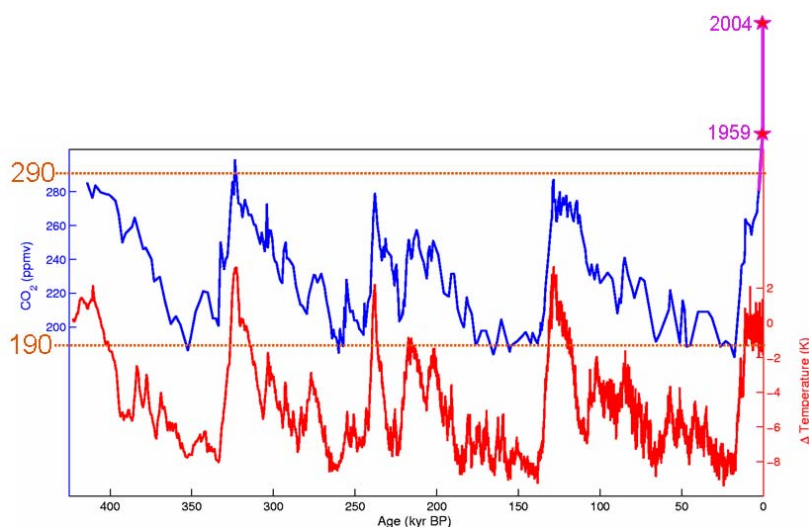
Bij een temperatuurstijging van 2 °C krijgt de wereld volgens deel II van het IPCC-rapport te maken met nog veel extremere droogten, regenval en (zeer waarschijnlijk) meer orkanen die tot maximale kracht uitgroeien). Het aantal mensen met ernstige waterproblemen zal



toenemen met honderden miljoenen. Groenland gaat verder afsmelten, de landbouwproductie komt op tal van plaatsen onder zeer grote druk. Overal in de wereld zullen grote kosten worden gemaakt voor veiligheid, infrastructuur en waterbeheer. En ecologen verwachten dat het voortbestaan van 30% van de soorten wordt bedreigd. De meeste koraalriffen zullen niet overleven. En ook het ecosysteem dat afhankelijk is van het zee-ijs op de Noordpool verdwijnt.

De verwachte gevolgen bij een temperatuurstijging van 3 - 4 °C zijn nog veel dramatischer. Het IPCC houdt er rekening mee dat het aantal mensen met ernstige waterproblemen toeneemt tot boven de 5 miljard. De wereldvoedselproductie zal naar verwachting met zo'n 30% dalen. Een zeespiegelstijging van vele meters wordt onvermijdelijk. Het voortbestaan van 40 - 70% soorten op aarde wordt bedreigd. Stern verwacht een enorme economische schade, vergelijkbaar met de schade na de eerste wereldoorlog.

De risico's van klimaatverandering zijn groter. Het gaat niet alleen om de gemiddelde verwachtingen. Klimaatverandering hoeft niet een geleidelijk proces te zijn. Onderstaande grafiek over de relatie tussen de mondiale CO₂-concentratie en de temperatuur op aarde tijdens de laatste vierhonderdduizend jaar, illustreert dit. De grafiek laat zien dat klimaatverandering een snel en grillig proces kan zijn en dat de overgang tussen ijstijden en perioden met het huidige klimaat relatief snel kunnen verlopen. De grafiek laat ook zien dat de huidige CO₂-concentratie in de atmosfeer zeer uitzonderlijk is en gaat leiden tot een klimaat dat de aarde in honderdduizenden jaren niet heeft gekend.



Er is bovendien in de wetenschap groeiende zorg over mogelijke omslagpunten in het klimaat. We zien bijvoorbeeld nu al dat het zee-ijs op de Noordpool in korte tijd smelt. Ook de permafrost kan snel smelten. De moesson kan stilvallen. De Amazone kan verdrogen en veranderen in een woestijn. Bij hogere temperaturen kan de warme golfstroom stilvallen of kunnen zelfs de enorme gasvoorraden in de diepe oceaan (gashydraten) vrijkomen. Al deze omslagpunten komen aan de orde in het IPCC-rapport, maar omdat over deze onderwerpen nog veel wetenschappelijke discussie is, komen ze in de samenvatting voor beleidsmakers nog nauwelijks aan de orde. Deze samenvatting bevat met name de onderwerpen waar brede consensus over is. Voor de maatschappelijke discussie over de risico's van klimaatverandering is het echter wel degelijk belangrijk dat ook deze risico's op dramatische veranderingen in het klimaat worden meegewogen.

Het snelle smelten van het landijs op Groenland illustreert de discussie over omslagpunten. Er bestaan meerdere wetenschappelijke opvattingen over Groenland, die allemaal juist kunnen zijn. De eerste is dat de periode van betrouwbare metingen veel te kort is voor

verantwoorde uitspraken. De tweede is dat het landijs op Groenland met ongeveer 2 – 3% per eeuw smelt en dat daarom rekening moet worden gehouden met 10 – 20 cm extra zeespiegelstijging. De derde is dat het landijs kan desintegreren en veel sneller in de zee kan verdwijnen. Dit proces kan zichzelf grotendeels stoppen, zodat de afkalving beperkt blijft. Maar het is ook denkbaar dat het verdwijnen van het landijs op Groenland een kwestie van een paar eeuwen is. Als dit gebeurt en er gebeurt mogelijk hetzelfde met de ijskap van West-Antarctica dan gaat het plotseling om vele meters zeespiegelstijging per eeuw.

De schattingen van mondiale zeespiegelstijging zijn sinds het laatste IPCC-rapport naar boven bijgesteld van ongeveer een halve meter naar 0.9 – 1.6 meter in 2100. (Zie SWIPA 2011: <http://www.amap.no/swipa/SWIPA2011ExecutiveSummaryV2.pdf>). Naar verwachting is dit nog maar het begin. De huidige temperatuur op aarde is vergelijkbaar met de temperatuur tijdens de piek in het Eemien, 125.000 jaar geleden, toen de zeespiegel 4 – 6 meter hoger was dan nu. Bij een temperatuurstijging van 2 °C wordt de temperatuur vergelijkbaar met die tijdens het Plioceen een paar miljoen jaar geleden, toen de zeespiegel 15 – 25 meter boven het huidige niveau lag. (Zie http://www.columbia.edu/~jeh1/mailings/2011/20110505_CaseForYoungPeople.pdf)

Er is ook groeiende zorg over het risico van zogenaamde zichzelf versterkende terugkoppelingen, zoals veranderingen in de albedo van de aarde door het smelten van het zee-ijs op de Noordpool of het vrijkomen van extra hoeveelheden CO₂ en methaan als de toendra ontdooit of de oceanen opwarmen. Deze positieve terugkoppelingen (versterkende factoren) kunnen ertoe leiden dat de temperatuurstijging substantieel groter wordt dan de 2 °C behorend bij het huidig veronderstelde stabilisatieniveau van broeikasgas concentraties van 450 ppm (CO₂-equivalenten).

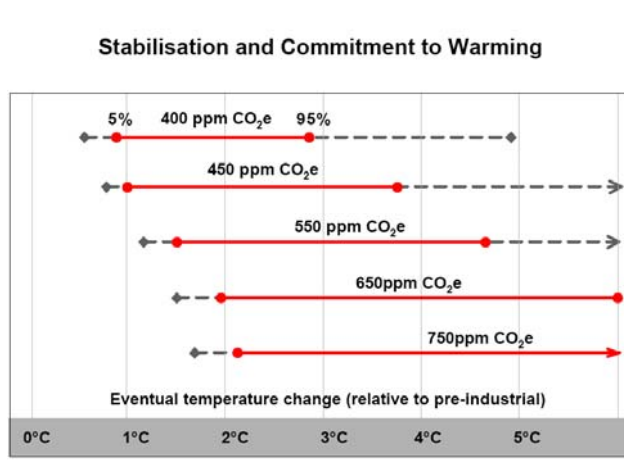
Op basis van bovenstaande punten moet de conclusie worden getrokken dat een temperatuurstijging van 2 °C onverantwoord is. De verwachte gevolgen van een dergelijke temperatuurstijging zijn daarvoor te ingrijpend. Bovendien bestaat het risico dat bij een dergelijke temperatuurstijging al tal van onomkeerbare processen plaatsvindt en dat deze temperatuurstijging vanwege een aantal terugkoppelingen in het systeem onvermijdelijk leidt tot een nog veel grotere temperatuurstijging. Een doelstelling van 1 - 1.5 °C is meer verantwoord.

Van temperatuurdoelstellingen naar beleidsdoelstellingen

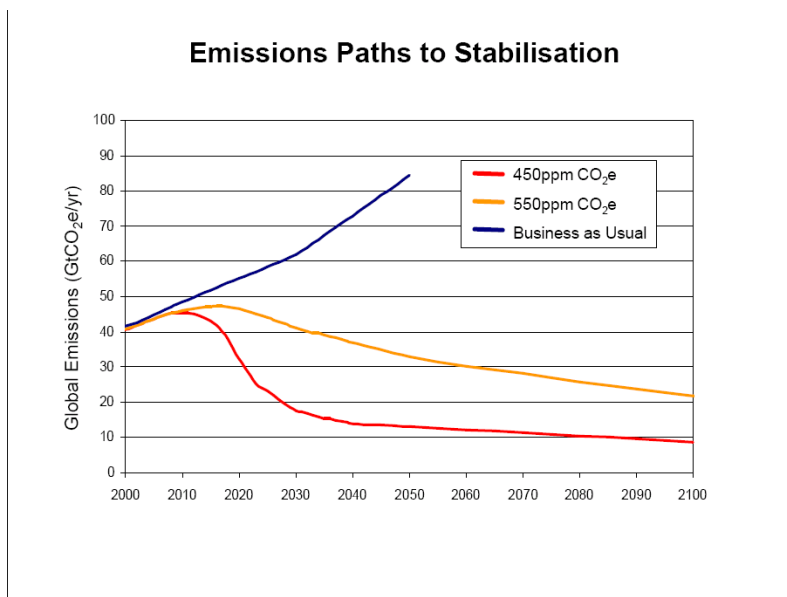
Onderstaande grafiek uit de Stern Review laat de relatie zien tussen de verwachte temperatuurstijging op aarde en een gegeven concentratie broeikasgassen in de atmosfeer. De bovenste rode lijn in de grafiek laat zien dat een concentratie van broeikasgassen in de atmosfeer van 450 delen per miljoen (ppm) leidt tot een temperatuur van 1 °C tot 3 °C. (CO₂e betekent CO₂ equivalent: de concentratie van de andere broeikasgassen is vertaald naar een CO₂-concentratie.) Uit de grafiek blijkt dat er ruim 50% kans is dat de mondiale temperatuurstijging onder de 2 °C blijft als de concentratie van alle broeikasgassen samen 450 delen per miljoen is (en van CO₂ rond de 400). De CO₂-concentratie bedroeg in 2010 389 ppm en stijgt met bijna 2 ppm per jaar.

Daarbij moet de kanttekening worden gemaakt dat het hier om een evenwichtssituatie gaat. Het duurt naar verwachting tientallen jaren voordat deze temperatuurstijging ook daadwerkelijk optreedt. Dit punt is van belang voor de politieke discussie omdat het de mogelijkheid opent om de temperatuurstijging onder de 2 °C te houden, terwijl de concentratie broeikasgassen gedurende een periode van tientallen jaren boven de 450 delen per miljoen ligt. De 2 °C doelstelling is bijvoorbeeld nog haalbaar (met 50% zekerheid) als de concentratie in 2040 rond de 480 delen per miljoen ligt en rond 2060 weer op 450.



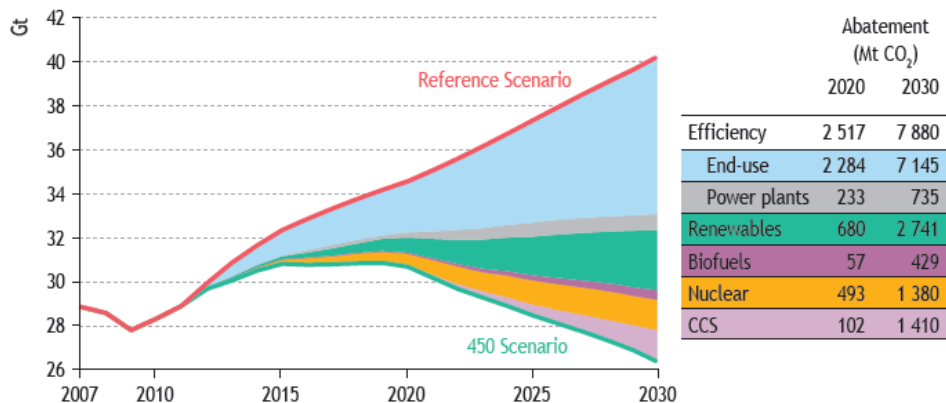


Onderstaande grafiek uit de Stern Review laat zien hoe de wereldwijde emissies van broeikasgassen zich moet ontwikkelen om te bereiken dat de concentratie van broeikasgassen in de atmosfeer wordt gestabiliseerd op 450 delen per miljoen. Het komt erop neer dat een dergelijke doelstelling alleen nog haalbaar is als de uitstoot van broeikasgassen binnen vijf jaar piekt en daarna zeer snel omlaag gaat. In deze scenario's wordt geaccepteerd dat de concentratie broeikasgassen gedurende zo'n 50 jaar boven de 450 ppmv ligt.

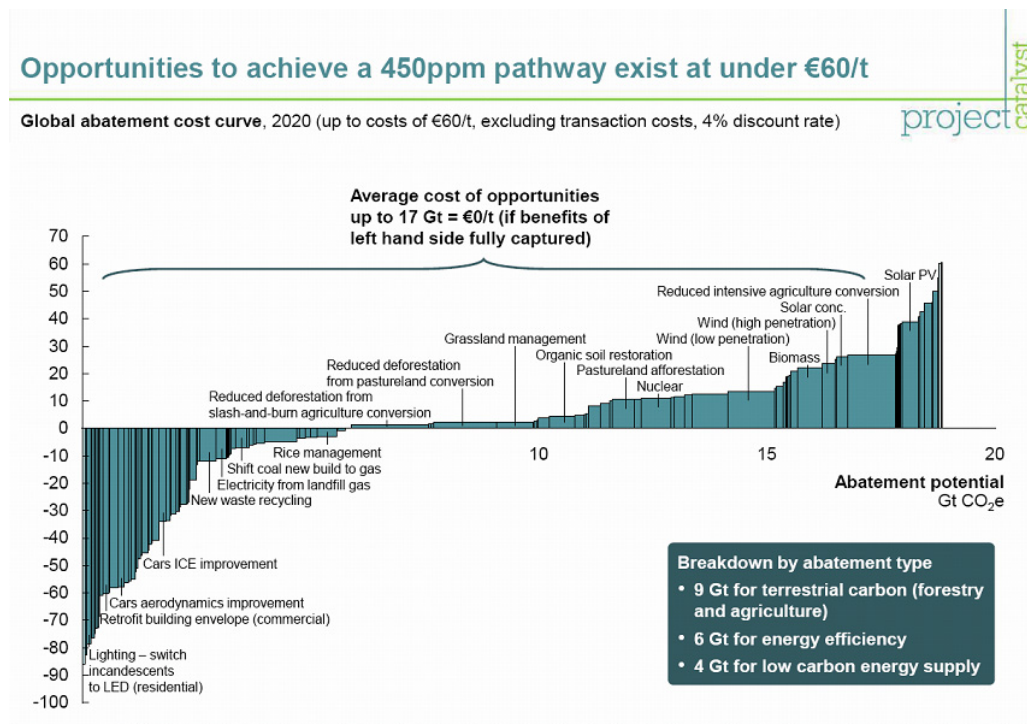


De twee volgende grafieken laten zien op welke wijze een dergelijke doelstelling kan worden bereikt. Het IEA heeft in haar Green Energy Scenario een uitwerking gegeven voor de energiesector, in het kader van het project Catalyst heeft McKinsey in kaart gebracht hoe in de periode 2010 – 2020 de eerste stappen kunnen worden gezet.

Figure 5.8 • World energy-related CO₂ emission savings by policy measure in the 450 Scenario



(World Energy Outlook 2009, pagina 213)



McKinsey, Project Catalyst 2010

De grafiek van McKinsey illustreert scherp het punt dat de oplossing van het klimaatprobleem niet alleen moet worden gezocht in de energiesector, maar ook in de biosfeer (bosbescherming en bosherstel, herstel koolstofopslag in bodems). Samen kunnen deze beide opties de komende tien jaar voor ongeveer de helft (!) van de benodigde reductie zorgen.

De twee grafieken maken duidelijk dat het debat over de aanpak van het klimaatprobleem niet kan worden beperkt tot de aanbodzijde van de energievoorziening. Beide studies laten zien dat het belang van energiebesparing ongeveer twee maal zo groot is.



De geschetste benaderingen zijn onvoldoende om de temperatuurstijging met grote zekerheid te beperken tot maximaal 1.5° C. Om dergelijke doelstellingen te bereiken moet eerder worden gedacht in termen van stabilisatie op een niveau van 350 CO₂-eq. Om dit te bereiken moet bij wijze van spreken worden gedacht aan 100% emissiereductie in 2030 in combinatie met grootschalige CO₂-opslag door (her)bebossing van grote delen van de aarde, grootschalige CO₂-opslag afkomstig uit biomassa, extra opslag van biomassa in de biosfeer en oceanen (zonder de verzuring te vergroten) en mogelijk maatregelen die tot doel hebben de stralingsbalans van de aarde te beïnvloeden. Deze laatste opties staan ook wel bekend als geo-engineering.

De werkelijkheid is dat de uitstoot en de concentratie van broeikasgassen steeds sneller stijgen. Als we kijken naar de CO₂-uitstoot, het belangrijkste broeikasgas, verwacht het Internationale Energie Agentschap geen daling, maar een forse groei. Het energieverbruik zal in 2030 zonder aanvullend beleid naar verwachting 50% hoger liggen dan nu. Als alle commitments die door de verschillende landen naar aanleiding van Kopenhagen zijn gedaan worden gerealiseerd, koerst de wereld volgens de World Energy Outlook 2010 af op een concentratie van broeikasgassen van 650 ppm, hetgeen overeenkomst met een temperatuurstijging van ruim 3.5 °C

Wat maakt de oplossing van het klimaatprobleem zo moeilijk?

Er zijn meerdere factoren die een effectieve aanpak van het klimaatprobleem in de weg staan.

- De eerste reden is dat de ernst en de enorme urgentie van het probleem niet zijn te zien. Dat komt vooral omdat de opwarming van de aarde met een vertraging van zo'n veertig jaar tot stand komt. De opwarming die we nu zien, is niet veroorzaakt door onze uitstoot van vandaag, maar van de uitstoot tot pakweg 1970. De meeste problemen moeten dus nog komen. Onze waarneming misleidt ons. Alleen de wetenschap kan deze situatie doorbreken.
- Het wetenschappelijk debat wordt gekenmerkt door grote en waarschijnlijk fundamentele onzekerheden over de ernst van de problematiek. Het gaat om risico's. De praktijk leert dat de politiek slecht met risico's om kunnen gaan. En ook de media vinden het een stuk interessanter om meningsverschillen uit te vergroten dan om de consensus weer te geven.
- De tweede reden is dat er geen simpele technologische oplossing is, zoals bijvoorbeeld bij het gat in de ozonlaag. De twee belangrijkste opties, energiebesparing en bosbescherming, zijn in de praktijk moeilijk realiseerbaar. Over de belangrijkste aanbodopties (biomassa, kernenergie, CO₂-opslag) bestaan grote meningsverschillen. De opties voor een 1.5 °C scenario zijn in feite nog niet beschikbaar.
- De derde reden is het mondiale karakter van de problematiek. Het huidige anti-internationale politieke klimaat in Europa vormt een deel van de verklaring van de dalende aandacht voor het klimaatprobleem. Maar het probleem is fundamenteel. Grootmachten als de Verenigde Staten en China bepalen zelf hun doelstellingen en laten zich niet leiden door politieke druk van buiten. Dat heeft de Klimaatop van Kopenhagen opnieuw in alle scherpere laten zien. Het maximum dat mondiaal kan worden bereikt is de optelsom van nationale, niet verplichtende, doelen met een aantal mechanismen om deze doelstellingen flexibel en meer kosteneffectief te kunnen realiseren.
- De vierde reden is dat het probleem niet eenvoudig met een aantal politieke maatregelen kan worden opgelost. Dit komt met name omdat de rol van de consument in het klimaatprobleem groot is. Meer dan de helft van de CO₂-uitstoot in het rijke westen is het directe gevolg van particulier gebruik van aardgas, benzine,



stroom en vliegreizen. Tel daarbij op het gebruik van dierlijk eiwit – vlees, kaas – dan heb je het over zo'n zestig procent deel van de totale uitstoot in de rijke landen. Het is niet eenvoudig om vele miljarden besluiten van consumenten effectief te beïnvloeden.

Conclusies

- Gezien de traagheid van het klimaatprobleem zal de wetenschap nog vele jaren de belangrijkste motor blijven van politieke besluitvorming. Het is daarom essentieel om te investeren in wetenschappelijk onderzoek. Verbetering van het inzicht in de klimaatgevoeligheid, positieve terugkoppelingen en onomkeerbare processen zijn daarbij belangrijke prioriteiten
- De huidige aanpak (plan A) moet uiteraard worden voortgezet. Het is verstandig om door te werken aan een zwak internationaal klimaatverdrag en beleid te voeren dat mede uit andere overwegingen, zoals voorzieningszekerheid, leveringszekerheid, kostenbesparing en lokale luchtvervuiling tot stand komt. Tegelijkertijd is evident dat deze aanpak onvoldoende is.
- Het is belangrijk om daarnaast in te zetten op plan B. Doel hiervan is een effectieve aanpak te ontwikkelen om de 2 °C te bereiken, uitgaande van de veronderstelling dat er rond 2015 consensus ontstaat over de noodzaak van een dergelijke aanpak en implementatie van dergelijk beleid rond 2020. Bij een dergelijk plan moet al snel worden gedacht aan pakweg 5% mondiale reductie van broeikasgassen per jaar. Naar verwachting zal CO₂-afvang en opslag een sleutelrol moeten spelen in een dergelijke aanpak, omdat dit de enige techniek is die – zeker in combinatie met biomassa – tot snelle reducties kan leiden.
- Het is tot slot belangrijk om het denken te starten over plan C, gericht op de doelstelling om de mondiale temperatuurstijging te beperken tot maximaal 1.5 °C. In feite kan dit doel alleen worden bereikt door een combinatie van plan B met geo-engineering, die enerzijds is gericht op grootschalige extra koolstofopslag in oceanen en de biosfeer en anderzijds beïnvloeding van de stralingsbalans en de albedo van de aarde.



Internationale energie politiek en de terugkeer van \$100 + olie¹

Lucia van Geuns en Aad Correlje, Clingendael International Energy Programme
www.clingendael.nl/ciep

Inleiding

Hoge olieprijsen, een stijgende vraag, teruglopende oliereserves en uitputting en een toenemende afhankelijkheid van instabiele producenten bepalen momenteel de beeldvorming rond de oliemarkt. Internationale organisaties, nationale overheden, consultants en onderzoeksinstituten, oliemaatschappijen en lobbyorganisaties suggereren een waaier aan strategieën om het hoofd te bieden aan de problemen op de oliemarkt. Bekende voorbeelden zijn de vervanging van olie door biobrandstoffen, wind of kernenergie, energiebesparing, meer marktwerking of meer overheidsinterventie, voorraadvorming, diversificatie van leveranciers, vraag- en aanbodsturing door hogere of juist lagere heffingen, en dialogen tussen consumenten en producentenlanden. Meestal worden combinaties van maatregelen voorgesteld.

Deze rapporten en aanbevelingen leren ons dat er een fiks probleem bestaat in de huidige analyse van de oliemarkt en de daaruit voortvloeiende keuze van de maatregelen. In veel gevallen worden los van elkaar staande symptomen gebundeld tot een doemscenario met betrekking tot de beschikbaarheid en de prijs van olie. Gegeven dit scenario lijkt de oplossing gevonden te kunnen worden in het zo snel mogelijk onafhankelijk worden van olie.

Wij betogen in dit essay dat een analyse van de oliemarkt expliciet onderscheid moet maken tussen, enerzijds, vraag- en aanbodaspecten die vooral te maken hebben met de huidige marktomstandigheden en, anderzijds, ontwikkelingen die pas op langere termijn echt relevant zullen worden. De keuze van geschikte maatregelen en strategieën aan zal moeten sluiten op de aard van de problemen op de oliemarkt en oog moeten hebben voor de termijn waarop ze spelen. Als deze analyse niet duidelijk gemaakt wordt, kunnen maatregelen een negatief effect hebben en zelfs problemen veroorzaken.

De Olieprijs

De prijs van ruwe olie² is in de eerste maand van 2011 de grens van 100 dollar per vat³ gepasseerd. De laatste keer dat dit gebeurde was drie jaar geleden in januari 2008. We zijn een mondiale financieel-economische crisis verder en betekent deze hogere olie prijs wederom een vertraging van de wereld economie? De huidige situatie op de wereld oliemarkt is niet echt vergelijkbaar met die van 2007/2008. De opmars van de olie prijs tot 147 dollar in juli 2008 had te maken met een combinatie van factoren: de sterke vraag uit opkomende economieën (m.n. China), investeringsgedrag van olie producerende landen en oliemaatschappijen, de rol van OPEC⁴ en de financiële markten (speculanten en de waarde van de dollar). In het najaar van 2008 liep de vraag naar ruwe olie terug door de financieel-economische crisis die mondiaal doorbrak. De olieprijs zakte dramatisch tot onder de \$40 hetgeen OPEC er toe bewoog om de productie te verlagen. OPEC kon zo weer werken aan het opbouwen van buffer capaciteit ('*swing capacity*') hetgeen aanzienlijk was geslonken in

¹ Dit essay is grotendeels gebaseerd op: Aad Correlje en Lucia van Geuns 'Signalen uit de oliemarkt: De juiste strategie op het juiste moment', in: *Internationale Spectator*, jaargang 60 – nr 4 – april 2006, p. 171-174; 'Zoeken, vinden en winnen: Een analyse van de drijvende krachten achter de beschikbaarheid van energiedragers olie, gas, kolen en uranium' CE Delft, CIEP, Maart 2007; Lucia van Geuns 'Oorzaak en gevolg hoge olie prijs', in: *Energie+*, nr 2, april 2011.

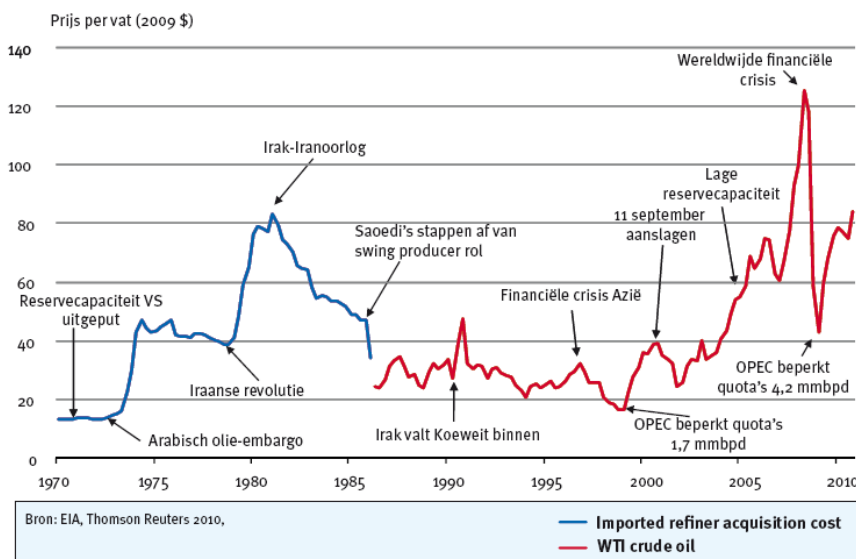
² Europese Brent olie; de Amerikaanse West Texas Intermediate (WTI) noteerde in februari 2011 \$19 lager dan Brent vanwege de grote voorraden in Cushing, USA. Brent olie reflecteert de wereldwijde oliemarkt prijs het beste.

³ Een vat ruwe olie is 159 liter

⁴ De Organisation for Petroleum Exporting Countries (OPEC) - Islamic Republic of Iran, Iraq, Kuwait, Saudi Arabia, Venezuela, Ecuador, Qatar, Socialist People's Libyan Arab Jamahiriya, the United Arab Emirates, Algeria, Nigeria and Angola – kent als doel het maximaliseren van de inkomsten uit de verkoop van olie voor haar lidstaten door het voeren van een actief aanbodbeleid. OPEC-lidstaten krijgen een exportquotum opgelegd, die OPEC in staat stelt de aanbod van olie op de wereldmarkt, en zodoende ook de prijs, te sturen. In essentie legt OPEC met haar aanbodbeleid een vloer in de olieprijs.



de aanloop naar juli 2008⁵. In 2009/2010 is OPEC uitgegaan van een \$70-80 per vat als een 'eerlijke' olieprijs: de financiering van OPEC's overheidsbudgetten zijn zo gegarandeerd, de wereldeconomie wordt niet geschaad en nieuwe investeringen voor het vinden en produceren van olie kunnen doorgaan. Deze strategie lijkt OPEC nog steeds aan te hangen gegeven de uitkomst van de 2010 OPEC vergaderingen. Echter in de loop van 2010 is de vraag naar olie flink aangetrokken door de economische groei van met name de opkomende landen. Het internationale energie agentschap (IEA) stelde maandelijks de olie consumptiegetallen naar boven bij. In februari 2011 voorspelde het IEA een toename van de wereld olie consumptie van 1,5 miljoen vaten per dag: van 87,8 (2010) naar 89,3 miljoen vaten/dag in 2011. Deze toename is voornamelijk gedreven door niet-OESO⁶ landen en betere economische vooruitzichten voor OESO Noord Amerika. Daarnaast speelt sinds begin 2011, de onrust in Noord Afrika en het Midden Oosten een belangrijke rol voor een hogere prijs van ruwe olie. De onlusten leiden tot zorgen over de toevoer en doorvoer van ruwe olie hetgeen tot uiting komt in een extra risicopremie van bijna 10 dollar bovenop de marktprijs. De landen in deze regio zijn per slot van rekening verantwoordelijk voor 36% van de mondiale ruwe olie productie en daarnaast bezitten zij meer dan 60 % van de bewezen oliereserves⁷.

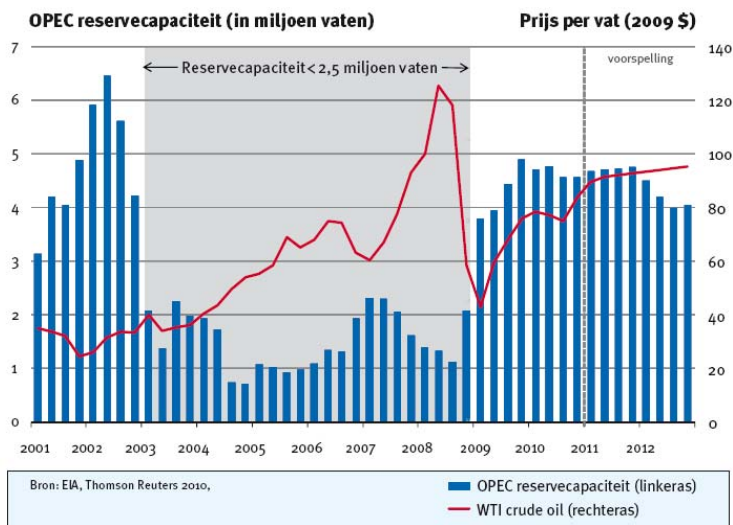


Reactie olieprijs op geopolitieke en economische gebeurtenissen.

⁵ OPEC is traditioneel een zogenaamde *swing producer* (m.n. Saoedi-Arabië), die de markt kan beïnvloeden omdat het over voldoende reserve productiecapaciteit beschikt.

⁶ OESO/OECD OESO staat voor Organisation for Economic Co-operation and Development (OESO) en lidstaten van deze organisatie zijn voornamelijk afkomstig uit de Westerse wereld.

⁷ Volgens de BP Statistical Review of Energy, 2010



OPEC's buffercapaciteit was laag van 2003 tot 2008

Productie verhoging

De druk van de olieconsumerende landen op OPEC voor productie verhoging neemt toe gezien de hogere olieprijsen en de angst dat het fragiele economische herstel hieronder gaat lijden. De standaard reactie van OPEC in 2010 was dat de marktverhoudingen tussen vraag en aanbod gezond zijn: de korte termijn voorraden zijn goed gevuld en de OPEC heeft de laatste jaren geïnvesteerd in reserve capaciteit om als buffer te dienen tijdens prijsschokken. Het zijn voornamelijk de financiële markten (speculanten) die de olieprijs doen laten stijgen, zegt OPEC. Het productie beleid van de OPEC is vrij gedisciplineerd geweest het afgelopen jaar. OPEC levert bijna 30 miljoen vaten aan de internationale olie markt. Daarnaast heeft het iets minder dan 4,5 miljoen vaten onbenutte capaciteit. Echter sinds het wegvallen van de Libische olie export in februari 2011 heeft Saoedi Arabie zich genoodzaakt gezien om extra te produceren zodat de 1.2-1.5 miljoen vaten per dag kunnen worden gecompenseerd. Dit heeft de markt enigszins gerustgesteld, maar de angst dat de onrust zich verder uitbreidt naar andere olie exporterende landen in de Arabische regio is nog groot en heeft effect op de prijsvorming. Daarnaast slinkt de OPEC buffer capaciteit en blijft het onzekere vooruitzicht op investeringen in het vinden en winnen van nieuwe bronnen. Natuurlijk heeft het IEA nog altijd de strategische voorraden achter de hand mocht het tot echte problemen in de olietoevoer komen. Het IEA heeft het equivalent van 2 miljoen vaten per dag productie achter de hand dat twee jaar stand kan houden.

Importafhankelijkheid

Analyse van de oliemarkt vraagt om een onderscheid tussen de korte termijn vraag- en aanbod aspecten en de ontwikkelingen die op een langere termijn belangrijk zullen worden. *Waar komt de ruwe olie op de lange termijn vandaan?* Het staat nagenoeg vast dat de wereld op termijn steeds afhankelijker gaat worden van olie dat wordt gewonnen in een beperkt aantal regio's in voornamelijk OPEC landen, Centraal Azië en Rusland. *Wat is het investeringsgedrag van oliemaatschappijen in nieuwe capaciteit?* Internationale olie bedrijven (IOCs) hebben beperkte mogelijkheden om te investeren daar ze slechts toegang hebben tot 20% van de oliereserves (voornamelijk niet OPEC reserves) Daarnaast passen IOCs hun strategie en investeringsbeleid zo aan dat zowel de aandeelhouder als het (nationale) beleid worden gehonoreerd. De (semi-) staatsbedrijven uit olie producerende landen (NOCs) hebben een overheidstaak om energie reserves te ontwikkelen en te zorgen voor export inkomsten. Voor deze landen is de zekerheid van de vraag naar olie een belangrijke politieke en economische drijfveer. Een aantal OPEC lidstaten heeft echter

moeite om te investeringen in nieuwe productiecapaciteit omdat ze enerzijds geen buitenlands kapitaal willen toelaten en anderzijds hun oliegeduld anders besteden zoals subsidies voor de bevolking en wapens. Nieuwe internationale grootmachten als China en Rusland laten zien dat door bilaterale afspraken tussen landen eenieder probeert een zo groot mogelijk aandeel in de mondiale productie veilig te stellen Dit meer staats-georiënteerd handelen, waar politiek regeert, co-existeert naast het ons bekende marktsysteem, waar de economie bepalend is. Internationaal handelsbeleid speelt een belangrijke rol om concurrentievervalsing tegen gaan. Daarnaast is het van belang om dialogen aan te gaan tussen producenten en consumenten om de markt beter af te stemmen.

Zijn er nog genoeg winbare reserves?

De omvang en kwaliteit van energie voorkomens in de wereld is niet exact bekend. Een voorkomen wordt als reserve getypeerd wanneer de mate van waarschijnlijkheid van de aanwezigheid hoog genoeg is en de ontginning ervan, economisch gezien, interessant is. Beide factoren evolueren in de tijd, in relatie tot technische vooruitgang en ontwikkelingen op de energiemarkt. Voorraden zijn in de toekomst mogelijk commercieel winbaar, tegen de dan geldende marktprijzen. Deze zijn in omvang minder goed bekend dan de reserves. De bewezen reserves voor kolen olie, gas en uranium zijn aanzienlijk en tenminste toereikend voor vele tientallen jaren, zelfs bij een sterk toenemende vraag wereldwijd. De additionele voorkomens zijn nog veel groter. Toch betekent dit niet automatisch dat de komende tientallen jaren de gewenste energiedragers beschikbaar zullen zijn. Het probleem ligt enerzijds in de omvang van de winning- en verwerkingscapaciteit en anderzijds in de geopolitieke verhoudingen tussen de energieconsumerende landen en de landen waar de winning van de energiedrager plaatsvindt. Daarin liggen de echte onzekerheden. Het IEA voorspelt bijvoorbeeld dat tenminste tot 2035 de vraag naar olie blijft toenemen, maar dat de productie moeite zal hebben dit bij te houden. Zonder verdere geopolitieke spanningen is de middenlange termijn verwachting dat de extra productie vooral zal moeten komen uit de OPEC landen (zoals Irak) en de technisch moeilijker winbare olie (diepe offshore, zware olie en oliezanden). Als dat niet gaat lukken dan wordt de markt weer krappere, met als gevolg een oplopende olieprijs.

Uiteindelijk winbare voorkomens en 'Peak Oil'

Twee perspectieven kunnen gehanteerd worden met betrekking tot de uiteindelijk winbare voorkomens (de ultimately recoverable resources). De Peak oil beweging voorspelt dat de olieproductie - bijna - zijn hoogtepunt bereikt heeft en daarna alleen nog kan afnemen, terwijl de andere 'school' olie reserves als een dynamisch fenomeen benaderen, waarvan de omvang bepaald wordt door vraag, aanbod en technologische ontwikkeling. Deze school is optimistischer over de uiteindelijk produceerbare hoeveelheden olie en gas.

Peak oil, gaat uit van de gedachte dat er langzamerhand een einde komt aan de mogelijkheden van de olieindustrie om voldoende olie te produceren om aan de vraag te voldoen. De in omvang belangrijkste voorkomens worden geacht inmiddels ontdekt en in productie genomen te zijn. Toevoegingen aan het productiepotentieel zullen daarom kleiner van omvang zijn, een kleinere capaciteit hebben en duurder zijn, waardoor het steeds moeilijker is om aan de steeds verder stijgende vraag te voldoen. Sommigen zien duurzame energiebronnen dan de rol van olie innemen. Pessimisten voorzien echter een ineenstorting van de wereldeconomie en felle een strijd om de nog beschikbare fossiele energie bronnen.

Organisaties als het International Energy Agency (IEA), stellen dat de sterke prijsstijging de oliemaatschappijen in OPEC en non-OPEC-gebieden ertoe aan zal zetten om te gaan investeren. De hogere olieprijs zou ook het zoeken en produceren van olie in diep water en verder afgelegen, moeilijke, gebieden rechtvaardigen. Daarmee zal er op termijn voldoende olie beschikbaar blijven tegen een hogere prijs dan in het verleden, maar onder het huidige niveau. In principe genereert een significante vraag tegen een hoge prijs investeringen.

Het statisch perspectief

Lange tijd hebben de wereld oliereserves een kleine maar gestage groei gekend, wat betekende dat de ontdekking en waardering van nieuwe reserves in gelijke pas verliep met de winning van bestaande reserves. De meeste geologen gaan uit van het concept van een vrijwel vaste omvang van voorkomens van fossiele energie, die afnemen zodra er winning plaatsvindt. Met betrekking tot olie wordt gesteld dat er maar weinig nieuwe velden zijn ontdekt sinds het midden van de jaren '70s en dat de meeste opwaarderingen in reserves het gevolg zijn van opwaardering en aanpassing van voordien ondergewaardeerde bestaande reserves en verbeterde winningstechnieken.



De veronderstelde logica bestaat eruit dat, ten eerste, de piekproductie een aantal tientallen jaren achterloopt op de ontdekking van de piekvoorkomens midden jaren '60 en, ten tweede, dat de grootste velden het eerst ontdekt zijn en dat alle velden daarna steeds kleiner zullen zijn, zodat er sprake is van een afnemende meeropbrengst in de exploratie. Velden zijn steeds kleiner en moeilijker vindbaar en uiteindelijk zullen alle voorkomens gevonden en uitgeput zijn. Ongeveer 90% van de huidige olieproductie komt uit velden die meer dan 20 jaar oud zijn. Cumulatieve productie wordt een goede benadering geacht voor geologische kennisontwikkeling door toenemende ervaring met exploratie. Deze feiten zouden er allemaal op wijzen dat de productiepiek snel nadert.

Het dynamisch perspectief

Economen zien olie en gasreserves als een aandeel van het totale voorkomen aan fossiele energie in de aardkorst. Het volume van dat aandeel wordt bepaald door kennis en technologie op het gebied van exploratie, evaluatie van voorkomens en de productie en het transport van de olie en het gas en door de bereidheid te investeren in deze activiteiten. Deze bereidheid tot investeren vloeit voort uit het uitzicht op voldoende winsten, gegeven een bepaald kostenniveau en de zekerheid van voldoende vraag op langere termijn. Simpelweg gezien gaat het hier dus om het langere termijn uitzicht voor de prijs van ruwe olie op de wereldmarkt, als functie van de vraag naar olie en energie. Daarnaast wordt er in het dynamische perspectief ook vanuit gegaan dat, als olie steeds duurder wordt, andere energiebronnen zullen worden ingezet. Moeilijk winbare olie, tegen hogere prijzen zal dus een daling van de vraag tot gevolg hebben en uiteindelijk leiden tot een situatie waarin olieproducten alleen nog worden gebruikt waar er echt geen alternatieven bestaan.

Investeringen en geopolitieke verhoudingen

Uit de historische ontwikkelingen valt af te leiden dat investeringen in exploratie en winning veelal met enige vertraging reageren op de verhoging van de prijzen. Op grond daarvan moet worden verwacht dat de recente prijsstijgingen ook zullen resulteren in een vernieuwde zoektocht naar nieuwe voorraden. Als de prijs hoog genoeg is komen ook steeds meer marginale bronnen binnen bereik. Voor verbruikers heeft dit weinig gevolgen, de producten zullen in grote lijnen hetzelfde blijven, net als de overgang naar offshore Noordzeeolie geen invloed gehad heeft. Wel worden zij met hogere nominale prijzen geconfronteerd.

Het is echter de vraag of in de huidige omstandigheden marktpartijen bereid zijn te investeren in nieuwe winningcapaciteit. De internationale energiemaatschappijen bevinden zich meer dan ooit in een delicate balans tussen de korte termijn belangen van hun aandeelhouders, de variërende belangen van de overheden van landen waar olie wordt gewonnen, de inwoners van die landen en de consumenten en de overheden van de afzetlanden. Bij nieuwe investeringen in exploratie en productie is terughoudendheid dan ook duidelijk merkbaar.

Gegeven de zich ontwikkelende vraag- en aanbodverhoudingen is het waarschijnlijk dat geopolitieke overwegingen een steeds grotere rol gaan spelen in de energiemarkt. Eén van de gevolgen hiervan is dat overheden van consumentenlanden de voorzieningszekerheid van energie expliciet als doel gaan hanteren, waar dat in het recente verleden aan de markt werd overgelaten. Dit geeft aanleiding tot een situatie waarin in toenemende mate geconcurrereerd wordt tussen afnemers rond dezelfde energievoorkomens en aanbieders met de nodige argwaan bekeken worden.

Energiebeleid

Een beleidsmatige reactie, qua keuze van maatregelen en lange termijn strategie, zal het best uitwerken wanneer deze aansluit op de aard van de problemen op de energiemarkt en oog heeft voor de termijn waarop deze spelen.

Op korte termijn zijn veel van de factoren die vraag en aanbod bepalen relatief statisch van aard, waardoor variaties in vraag en aanbod vooral leiden tot veranderingen in de prijzen. Op de middellange termijn wordt het aanbod bepaald door de investeringen van energiemaatschappijen in de winning van bekende reserves, en in geologische studies, proefboringen en productieschattingen om nieuwe reserves te creëren, gedreven door verwachte prijsontwikkelingen. Op de langere termijn treden verschuivingen op tussen verschillende energiedragers en verandert de energie-intensiteit van de economie.

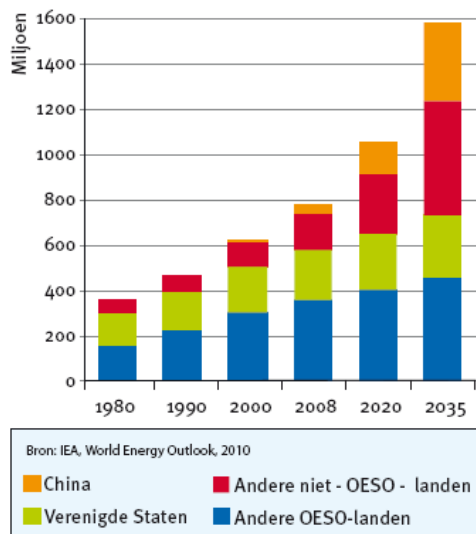
Voor het beleid betekent dit dat het op de kortere termijn internationaal gezien vooral van belang is maatregelen te treffen die, enerzijds, effectief zijn in het bevorderen het investeringsklimaat en, anderzijds, korte termijn aanvoerproblemen, zoals in Libië, kunnen oplossen. Op termijn zullen de prijseffecten van de schaarste en afhankelijkheid vanzelf



meer drijvende krachten gaan vormen. Om op de middenlange termijn de marktprikkels in de gewenste richting uit te laten werken zullen de mondiale en lokale milieu- en afhankelijkheidseffecten zichtbaar gemaakt moeten worden in de kosten en prijzen van de energie. Op de lange termijn kunnen zowel de uiteindelijke beschikbaarheid van fossiele energiedragers en uranium als de inzetbaarheid daarvan, vanuit het perspectief van duurzaamheid, een serieus probleem gaan vormen.

Duurzaamheid als uitdaging

De westerse afhankelijkheid van grote olieproducerende landen zal onvermijdelijk groeien en geopolitieke belangen zullen een steeds grotere rol gaan spelen. Een te grote afhankelijkheid is niet wenselijk en verlangt een snelle overgang naar een duurzame en efficiënte energievoorziening. Olieproducten worden voornamelijk gebruikt in de transport sector en de petrochemische industrie. De voorspelling is dat er in 2035 bijna 2 miljard auto's zullen rijden tegenover 900 miljoen nu. Een deel van dit wagenpark zal mogelijk elektrisch worden aangedreven maar het overgrote deel zal nog steeds afhankelijk zijn van olieproducten. Doorbraak technologieën zullen olieproducten op termijn gaan vervangen maar wanneer dit gaat gebeuren is onzeker. Hernieuwbare alternatieven zijn nog steeds duurder dan fossiele energie en hun ontwikkeling vraagt subsidies en/of belasting- en accijnsvoordelen. Deze problematiek is afhankelijk van (inter)nationaal beleid en strategische sturing voor de middellange termijn. Wanneer zullen alternatieven voor olieproducten goedkoper worden? Het moment van het volledig doorberekening van milieukosten voor fossiele energievormen, schaalvergroting van en dalende kostencurven van alternatieven zullen hierbij een belangrijke rol spelen.



Wereldwijd blijft het aantal auto's toenemen



Energiepolitiek en Klimaatpolitiek - Tweedeling of dubbelslag?

Simon Kalf, Peakoil Nederland

Energiecrisis en Klimaatcrisis: twee termen die kunnen rekenen op grote naamsbekendheid. Overall, in de media, de politiek en de wetenschap, wordt er over gepraat en geschreven, en de meningen zijn divers. Soms, te vaak, wordt er een tegenstelling tussen de twee gesuggereerd, waar in werkelijkheid deze crises én hun oplossingen hand in hand gaan.

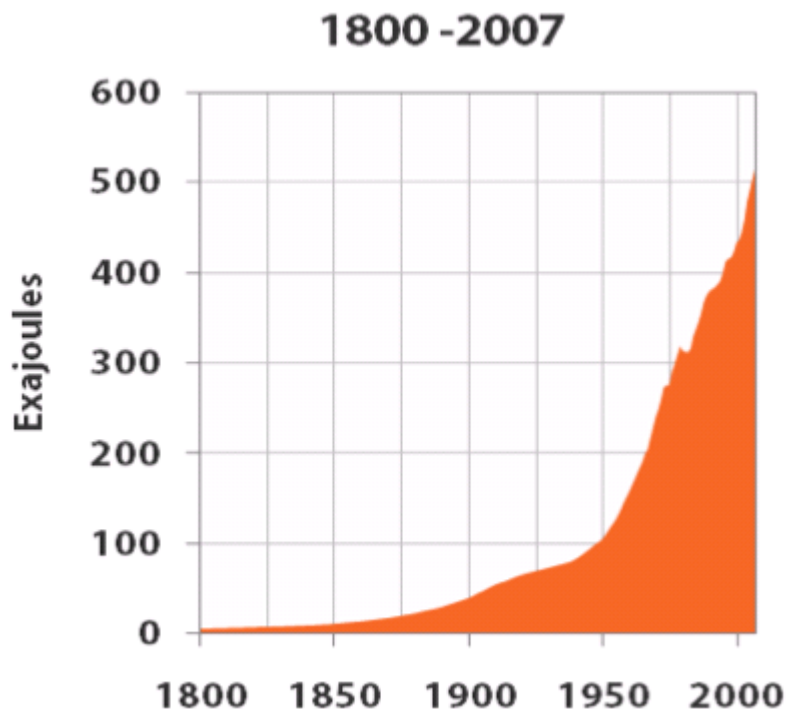
De redenering: Energie = Economie en Klimaat = Milieu creëert zo'n (valse) tegenstelling. De eerste vraag die gesteld moet worden: "Is die redenering houdbaar?". Het antwoord daarop is even simpel als stellig: "Nee". Niemand kan volhouden dat de klimaatverandering geen economische gevolgen heeft noch dat onze manier van energiegebruik, met name door de verbranding van fossiele brandstoffen, geen invloed op het klimaat heeft. Niemand, behalve dan klimaatsceptici, aan wie ik hier verder geen aandacht zal besteden.

Dat de twee aankomende crises, energie en klimaat, een ernstige bedreiging vormen voor de samenleving, ja zelfs de potentie hebben deze te vernietigen, is steeds meer gemeengoed. Dat er een versterkende wisselwerking tussen die twee bestaat, is dat in veel mindere mate. Om deze wisselwerking goed te doorgronden zullen de beide begrippen eerst los van elkaar geanalyseerd moeten worden, om ze na de analyse weer samen te voegen. Dan zal blijken dat er een dubbelslag gemaakt kan worden bij het matigen van de gevolgen van beide crises. Dat gaat dan om het drastisch ingrijpen op ons energieverbruik. In kwantitatieve zin door het sterk beperken van het verbranden van fossiele brandstoffen; in kwalitatieve zin door een fundamentele verandering van de energiemix. Geen kolen meer, maar wel duurzaam opgewekte elektriciteit en gas als transitiebrandstof. Olie zal al zo snel minder beschikbaar zijn dat beperking vanzelf optreedt. Maar daar geldt, dat het niet langer primair als brandstof gezien moet worden, maar als grondstof voor de petrochemische industrie.

De Energiecrisis

Een energiecrisis ontstaat door een gebrek aan energie, kwantitatief en kwalitatief, over een langere tijd, zonder dat er direct een oplossing voorhanden is. Dit kan een lokaal fenomeen zijn, dat is voor dit verhaal niet relevant, maar het kan ook mondiaal optreden. De vraag is of er op dit moment sprake is van zo'n mondiale energiecrisis en zo nee, of we dat kunnen verwachten. Wanneer is het zover, wat is de intensiteit en wat is er aan te doen?...

De ontwikkeling van het wereldwijde energieverbruik over de laatste 200 jaar laat een zeer sterke exponentiële groei zien. Hiervoor zijn twee factoren verantwoordelijk: enerzijds de groei van de wereldbevolking, anderzijds de groei van de energieconsumptie per capita. Deze periode valt samen met de industrialisatie van een groot deel van de wereld, geheel gebaseerd op fossiele brandstoffen. Eerst op kolen, toen op olie en tenslotte op gas. Alternatieve bronnen, zoals water, wind en zon speelden een verwaarloosbare rol. Binnen die periode van 200 jaar zijn de groeipercentages zeer verschillend. Van 1800-1900, de kolenperiode, groeide het wereldenergie verbruik van 3 naar 30 Exajoules per jaar. Van 1900 -1950, de overgang van kolen naar olie, was de groei van 30 naar 100 EJ en de laatste 60 jaar, de olie en gas periode, was de groei van 100 naar 550 EJ (zie figuur 1).



Bron: Peak Oil NL.

De wereldbevolking is in diezelfde periode gegroeid van 1 miljard in 1800, via 2,5 miljard in 1950, naar 6,7 miljard nu, slechts 60 jaar later. Demografen (UN) verwachten dat de wereldbevolking in 2050 van 6,7 naar 10 miljard mensen gestegen zal zijn, een gelijke groei als in de afgelopen 50 jaar. Dat zou het energieverbruik met tenminste 300 EJ doen toenemen, maar met de toenemende groei van het verbruik per hoofd van de bevolking zal dit, in dat geval waarschijnlijk 400 EJ bedragen.

Op dit moment komt 85% van alle energie uit olie, gas en kolen, ieder goed voor ruwweg 1/3. Bij ongewijzigd beleid, dezelfde energiemix en de voorspelde groei, zou de wereld in 2050 per jaar 57 miljard vaten olie nodig hebben (nu 33 miljard), 5.800 miljard m³ gas (nu 3.200 miljard) en 15 miljard ton kolen (nu 8 miljard). Dat is onmogelijk, om de doodeenvoudige reden dat de winbare reserves daarvoor niet aanwezig zijn...

De gerapporteerde oliereserves zijn 1.200 miljard vaten, terwijl het totale verbruik in de periode 2010-2050, bij ongewijzigde omstandigheden, 1.800 miljard vaten olie zou zijn. Dat is dus 1,5 maal de reserves. De gasreserves zijn numeriek ongeveer gelijk aan het verbruik van 2010-2050, maar bedacht moet worden dat de structurele afname al ver voor 2050 begint. De productie gaat daarna wel door, ook voorbij het jaar 2050, maar is volstrekt onvoldoende om aan de vraag in de jaren na de piek te voldoen. De exacte kolenreserves zijn minder goed te duiden, maar het is aannemelijk gemaakt door de Duitse Energy Watch Group, dat de piek rond 2025 plaats zal vinden.

Kostprijs en prijselasticiteit

Er wordt regelmatig door experts gesteld dat, als de prijs maar hoog genoeg is, er ruim voldoende voorraden (resources) fossiele brandstoffen zijn, zelfs tot ver na 2050.

Voor olie bijvoorbeeld, worden resources aangenomen ter grootte van 3.000 miljard vaten, maar dat zijn vooral teerzanden en bitumineuze olie. De winning hiervan is moeilijk, gaat gepaard met een enorme milieubelasting en de raffinagekosten zijn zeker een factor 2 hoger dan van conventionele ruwe olie. Voor kolen geldt dat antraciet, met een energetische waarde van 30 MJ/kg, feitelijk op is en de resources voornamelijk uit bitumen en bruinkool

bestaan, met soms maar 5MJ/kg. Hoe lager de kwaliteit, hoe kostbaarder het gebruik, want hoe lager de energetische waarde van de grondstof, hoe meer je ervan moet gebruiken. Dat alles leidt ertoe dat hoeveelheid energie die in het productieproces omgaat, in relatie tot de energie die geproduceerd wordt (EROI, Energy Return on Energy Invested), 1:1 dreigt te worden. Een goed voorbeeld daarvan is het zogenaamde Schaliegas, een hype in de USA. Er wordt (schijnbaar) veel gas geproduceerd, maar het winningproces is zeer energie-intensief. Echte booming business is het voor de aandeelhouders dus nog niet. Een ander voorbeeld zijn de teerzanden waar de EROI veelal 1:2 is en waar de schoonste fossiele brandstof (aardgas) gebruikt wordt om de smerigste fossiele brandstof te winnen (Bitumineuze olie =Teer).

De makkelijk winbare voorraden olie van hoge kwaliteit (Conventional Crude Oil) zijn inmiddels vrijwel uitgeput ofwel bereiken binnen 5 jaar hun piekproductie. De achteruitgang van de productie door deze bronnen bedraagt gemiddeld 6% per jaar. Dat moet dus gecompenseerd worden door moeilijker te exploiteren bronnen van veel lagere kwaliteit. Was de kostprijs van oliewinning in 2002 nog gemiddeld \$20 per vat, in 2010 is dit volgens een recent rapport van Barclays gestegen naar \$80 per vat. Deze marginale kosten zullen alleen maar toenemen. Betekent dat dan ook direct schaarste? Of gaat alleen maar de kostprijs omhoog?

Ook dit is een valse tegenstelling. Fossiele brandstoffen zijn de basis van onze geïndustrialiseerde wereld. Hogere prijzen sluiten hele groepen consumenten (en producenten) uit van deelname aan het economisch verkeer. Die ervaren dat zeker als schaarste. Veel van wat vroeger als vanzelfsprekend werd ervaren is niet langer mogelijk, of niet meer bereikbaar. Fysieke schaarste van olie, althans die van conventionele olie, komt echter wel erg dichtbij. In 2020 zullen er zeker 30 miljoen vaten minder conventionele crude oil per dag geproduceerd kunnen worden. Dat is veel als je bedenkt dat de dagelijkse productie nu 68 miljoen vaten is. En aangezien crude oil voorlopig (10-15 jaar) de enig mogelijke grondstof voor diesel en kerosine is, zal het vrachtverkeer en de luchtvaart daar zwaar onder gaan lijden. Met alle desastreuze economische gevolgen van dien. De oorverdovende stilte rondom dit effect is op zijn minst vreemd te noemen. Het is onverantwoord!

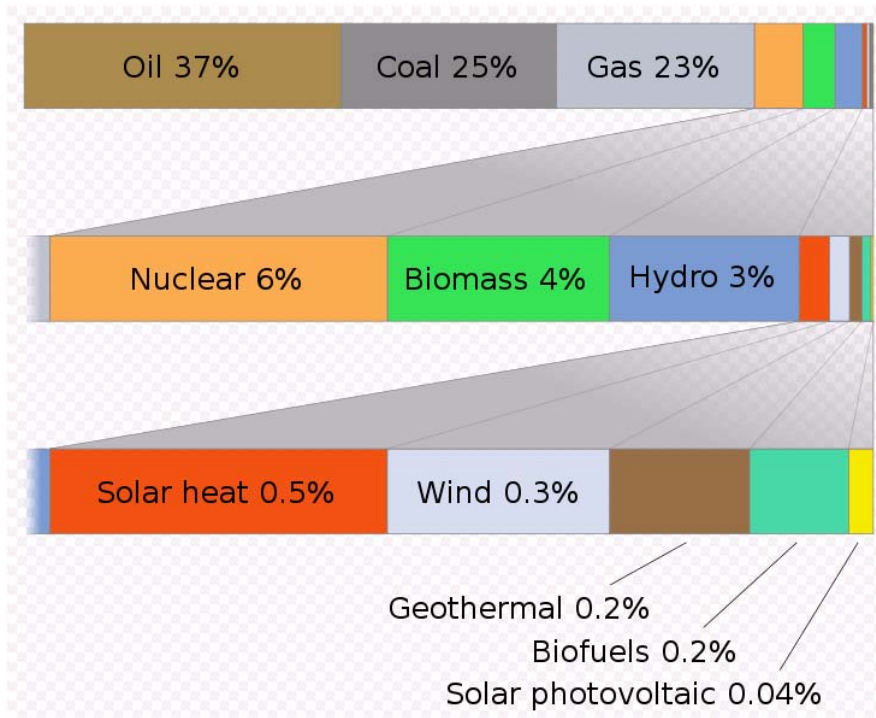
Natuurlijk zal er sprake zijn van vraaguitval- en verschuivingeffecten, maar dat lost het totale probleem van de schaarste aan crude oil niet op. De prijselasticiteit van het aanbod is immers vrijwel nul. Twee factoren spelen hierbij een rol. De reserve capaciteit is lager dan 2% en het in productie nemen van nieuwe bronnen, zo die er al zijn en ook nog groot genoeg zijn, kost veelal meer dan 5 jaar. En onconventionele olie is geen geval een oplossing. Noch kwantitatief, noch kwalitatief. En zeker niet op de termijn waarop dit speelt.

De technologieën van opsporing en winning zijn de laatste dertig jaar, door toepassing van micro-elektronica, enorm toegenomen: elke nieuwe toevoeging zal een marginaal effect hebben. Datzelfde geldt aan de verbruikskant. Een moderne combined-cycle gascentrale bereikt een rendement van meer dan 65%, veel beter kan en wordt het niet. Een moderne LED TV verbruikt 90% minder energie dan een oudere plasma TV. Veel minder kan het niet. Voor auto's valt wel nog een wereld te winnen, maar dan moet het aantal pk's (waarschijnlijk tegen de zin van de consument!) drastisch verminderen. Zo zijn er op meerdere terreinen tal van mogelijkheden te noemen, maar ook hier komt het punt van "Peak-Technology" nabij. Alleen een fundamentele technologische doorbraak kan hier verandering in brengen, maar de "time-to-market" van dergelijke doorbraken bedraagt al snel twintig jaar en grootschalige implementatie nog eens minstens tien. Dan is het te laat om de geschetste schaarste-problematiek op te lossen.

De niet-fossiele bronnen - water, wind en zon - komen nu in beeld. Van water valt niet veel groei meer te verwachten, een paar extra dammen kunnen het verschil niet maken. Op wind en zon wordt hoog ingezet, maar dit heeft nog een lange periode van zeer grote



investeringen te gaan. Figuur 2 laat zien dat volledige vervanging van fossiele brandstoffen een inspanning van epische omvang zal vergen.



Bron: Wikipedia.

Het is dus onontbeerlijk dat er per direct een beleid wordt ontwikkeld dat gericht is op het grootschalig ontwikkelen van die alternatieve energiebronnen. En dus op elektrificatie van de samenleving. Maar ook dan zal het zeker twintig jaar duren alvorens een significante hoeveelheid alternatieve energie beschikbaar komt, nog afgezien van de beschikbaarheid van zeldzame, maar voor de productieprocessen noodzakelijke, grondstoffen als neodymium, lanthaan en lithium. Zelfs koper wordt, bij het huidige niveau van gebruik, op middellange termijn een schaarse grondstof. Bij versnelde elektrificatie wordt dat punt eerder bereikt. Dat betekent dus ook nog een enorme uitdaging voor metallurgen. Maar ook een significante schaarstefactor, die tot nog hogere prijzen leidt. De vraag is dus of het tekort aan fossiele brandstoffen in 2050, bij een wereldbevolking van 10 miljard zielen en een ongewijzigd consumptiepatroon, ooit met wind en zon opgevangen kan worden. Zelfs grootschalige inzet van CSP (Woestijnstroom) gaat dat niet redden. Er staat ons dus meer te doen...

Daarnaast is er nog een interessant punt dat vaak in de discussie over fossiele brandstoffen wordt vergeten. Van alle olie en gas wordt 20 tot 30% gebruikt door de petrochemische industrie. Die industrie is onder andere verantwoordelijk voor kunststoffen, medicijnen en kunstmest. Deze producten zijn op dit moment van olie en gas afhankelijk. Een alternatief waar hard aan gewerkt wordt is het gebruik van bio-grondstoffen, maar met de verwachte uitbreiding van de wereldbevolking naar 10 miljard zielen, die veel meer landbouwproductie noodzakelijk maakt, is dat alternatief problematisch.

Het zal duidelijk zijn, dat de verschillende toepassingen van bio-grondstoffen niet alleen een eigen dynamiek kennen, maar ook zodanig in onderlinge concurrentie zullen raken, dat hier een keuze gemaakt zal moeten worden. Gelijktijdige, ongebreidelde uitbreiding van de productie kan eenvoudig niet.

We staan dus voor een keuze: of onze energieconsumptie gaat drastisch omlaag, of het aantal aardbewoners gaat drastisch omlaag. Speculatie over dat laatste is nog steeds een heikel taboe, dus we moeten het hebben van de energieconsumptie per capita. Prijsontwikkelingen spelen hier de grootste rol, maar ook de verdelingsproblematiek valt niet te onderschatten. De schaarste zal op een evenwichtige manier, via drang en dwang (rantsoenering?) over iedereen verdeeld moeten worden. Gebeurt dat niet en ieder gaat voor zich, dan zal de wereldbevolking in rap tempo, op een gewelddadige manier afnemen en zal de werkelijkheid het taboe alsnog inhalen.

De Klimaatcrisis

In de "fossiele periode" zoals hierboven beschreven, van 1800 – 2010, is er door verbranding van die fossiele brandstoffen een sterke stijging van de hoeveelheid CO₂ in de aardse atmosfeer ontstaan. Van 283 parts per milion (ppm) naar 389 ppm. Daarbij is het belangrijk te weten dat de stijging van 1800-1900 10 ppm was, maar van 2000-2010 20 ppm. Dus een dubbele stijging in tien in plaats van in honderd jaar!

Dit heeft tot gevolg gehad dat de gemiddelde temperatuur op aarde met 0,8 °Celsius is gestegen. De meest recente analyses van het VN klimaatpanel laten zien dat als gevolg van na-ijlings effecten, die 0,8 °C vanzelf doorstijgt naar 2 °C, zelfs als per direct alle CO₂ uitstoot gestopt zou worden. Maar dat laatste gebeurt niet, en de verwachting is dat in 2020/25 een waarde van 450 ppm bereikt wordt en daarmee een temperatuurstijging met nog 0,5-1 °C. Een stijging tot 4 °C per 2040 lijkt dan onvermijdelijk. Binnen honderd jaar! Een nanoseconde in geologische termen... Paleontologisch klimaatonderzoek heeft overduidelijk aangetoond dat dit een desastreus effect zal hebben op het klimaat op aarde. Grote verschuivingen van klimaatzones, extreme weersomstandigheden en versnelling van de uitstervinggolf van flora en fauna, die nu al aan de gang is. Met als gevolg van dit alles ingrijpende migratiestromen. Het voortbestaan van de mensheid binnen de kaders van het ontwikkelingsmodel van de laatste twee millennia is in gevaar. Een totale ineenstorting is verre van denkbeeldig.

Hoe dit te voorkomen? Is er een klimaatpolitiek te ontwerpen die afdoende zal zijn? Ja, maar dat kan niet zonder een ingrijpende energiepolitiek. Het fossiele energiegebruik is immers de voornaamste boosdoener van dit alles.

De Dubbelslag

Het drastisch en op zo snel mogelijke manier een einde maken aan het verbranden van fossiele brandstoffen is de enige weg die ons rest. De motivatie daartoe is in eerste plaats de klimaatverandering door CO₂-uitstoot en niet zozeer de schaarstedreiging, de olie uitgezonderd. Die is weliswaar reëel, maar dat gaat niet snel genoeg. Vóór 2030 zullen de effecten van die schaarste op de CO₂-uitstoot niet voldoende zijn om een klimaatramp te voorkomen. Dus is er een energiepolitiek nodig die zich richt op CO₂-uitstoot. Overigens niet alleen op CO₂, maar ook op CH₄ (methaan), dat in onverantwoord grote hoeveelheden vrijkomt bij de productie en vervoer van vloeibaar aardgas, schaliegas en vergassing van steenkool.

Helaas is er geen wondermiddel voorhanden, dus we moeten het hebben van een optelsom van verschillende maatregelen. De twee meest voor de hand liggende zijn:

1. Energiebesparing door minder verbruik en hogere efficiency van dat verbruik. Te denken valt aan rantsoenering van alle vormen van energie voor iedereen en een absoluut verbod van verspilling, zoals het lozen van restwarmte. Ook verplichtende, normen ten aanzien van energiegebruik door alle apparaten, van auto's tot vliegtuigen zijn onafwendbaar. Vliegen zal sowieso sterk beperkt worden, door nijpend gebrek aan kerosine.



2. De grootste bronnen van uitstoot binnen enkele jaren sluiten.

Dan gaat het over kolencentrales, ook als die nog lang niet afgeschreven zijn, te vervangen door combined-cycle gascentrales, die een rendement hebben dat twee keer hoger ligt en de helft minder CO₂ uitstoten. En dus zeker niet toestaan dat er nieuwe kolencentrale bij gebouwd gaan worden.

Daarbij dienen op grote schaal off-shore windparken en concentraties van zonnepanelen aangelegd te worden, evenals enige duizenden CSP centrales - de eerder genoemde woestijnstroom. De noodzaak van smartgrids – intelligente energienetwerken- , ook voor energiebesparing van huishoudens en kleine industrie, staat buiten kijf. Aanvullend hierop zijn technieken als CCS (een manier om de CO₂ op te vangen) maar die hebben ook zo hun beperkingen.

*) In Nederland en omgeving is die 2° volgens de laatste inzichten van het KNMI inmiddels al bereikt!

Immers, afvangen van CO₂ kan alleen maar bij grootschalige niet-mobiele verbruikers als elektriciteitscentrales, ertsverwerkende industrieën en olieraffinaderijen. CO₂-uitstoot door vliegtuigen, auto's en verwarming van de bebouwde omgeving kan nu eenmaal niet afgevangen worden. Afvangbaar is hoogstens 30% van de totale uitstoot mits de opslagproblematiek wordt opgelost. En het kost bovendien nog eens 30% extra energie.

Uitfasering van de verbranding van olie en –op termijn- gas heeft als bijkomend voordeel dat er voor langere tijd genoeg overblijft als grondstof voor de petrochemische industrie. Uiteindelijk zal blijken dat verbranding van een grondstof eigenlijk een slecht idee is als er zoveel andere nuttige toepassingen voor zijn. Dat geldt in optima forma voor de experimenten met vliegtuigkerosine uit algen. Een sterk groeiende wereldbevolking zal diezelfde algen als grondstof voor voedsel en medicijnen namelijk veel harder nodig hebben.

Conclusie

Een energiecrisis lijkt onafwendbaar. Niet omdat olie, gas en kolen opeens op zijn, maar omdat de productie ervan structureel gaat afnemen, bij een structureel stijgende vraag. Dat punt is voor olie inmiddels vrijwel bereikt, voor gas zal dat over maximaal tien jaar het geval zijn en voor kolen over vijftien jaar. Daarbij zijn het de schaarste en de stijgende productiekosten die tot een situatie leiden dat energie letterlijk onbetaalbaar wordt. Alternatieve vormen van energieopwekking zijn technisch zeer wel mogelijk, maar de implementatie duurt te lang en kost teveel om op afzienbare tijd een crisis te kunnen voorkomen. Grootschalige en drastische bezuiniging door minder primair verbruik en sterk verhoogde efficiency is bittere noodzaak. Beleid dat hierop gericht is duldt geen uitstel.

Ook een klimaatcrisis lijkt onontkoombaar. De huidige CO₂-uitstoot zal, wat er ook besloten wordt, op middellange termijn blijven groeien. Erger nog, als we op wereldschaal nu per direct zouden stoppen met CO₂-en CH₄-uitstootstoppen met doen wordt kritische grens van 2 graden C temperatuurstijging binnen afzienbare tijd bereikt gaat worden. Om dan nog een klimaatbeleid te starten dat verdere opwarming tegen gaat is mosterd na de maaltijd...

Bij de pakken neer gaan zitten lost ook niets op. Met ons Slochteren kapitaal kunnen we een voorbeeld stellen. Want het is geen typisch Nederlandse uitdaging. Versneld overstappen op die transitie mogelijkheid, kan de olieafhankelijkheid van bijvoorbeeld Rusland en OPEC voor onze olievoorziening sterk beperken. Elektrisch vervoer op basis van combined-cycle gascentrales is 3 keer meer efficiënt dan met de huidige interne verbrandingsmotor, met zijn overall efficiency van rond 20%. Dat is een grote bijdrage aan onze handelsbalans. Nederland “exporteert” nu netto 23 miljard Euro naar genoemde landen, in feite voor een groot deel een onnodige export van welvaart.



Extra kolencentrales hebben wij voor eigen energievoorziening zeker niet nodig, in ieder geval niet als er serieus ingezet gaat worden op zon en wind. Het intermitterende karakter daarvan kan door genoemde gascentrales zeer veel beter opgevangen worden, dan door kolengestookte centrales.

Kortom, een beleid gericht op vermindering van uitstoot is zowel klimaatpolitiek als energiepolitiek. Ze gaan hand in hand. Alleen focussen op CO₂ (door bijvoorbeeld de CCS route -mythe?- te volgen) of alleen focussen op schaarste (extra inzet van vervuilende bronnen) is contraproductief, gevaarlijk en zonde van onze kostbare tijd. Wanneer nu niet gehandeld wordt, worden we geconfronteerd met een Voorspelbare Verassing. Zoals 9/11 en de Financiële Crisis dat waren. Dan zal ongetwijfeld terug gegrepen worden op de Shock Doctrine, van uit het BAU paradigma. En dat brengt ons alleen nog maar verder van huis!.



Gas4sure

Hans Overdiep, GasTerra

De milieuschadelijke emissies verbonden aan het gebruik van fossiele energiebronnen zullen ten gevolge van de klimaatverandering de komende decennia sterk gereduceerd moeten gaan worden. Daarbij is er juist voor aardgas een relatieve groei mogelijk door deze schoonste fossiele energiebron slim in te zetten.

Door de toename van onze welvaart zal de vraag naar energie blijven groeien. Daarom is het noodzakelijk om met heel veel maatregelen (isolatie, procesvernieuwing in de industrie, minder mobiliteit door elektronisch verkeer) de vraag naar energiedragers te beperken. Het gebruik van hernieuwbare energiebronnen zal gemaximaliseerd moeten worden (wind, zon, getijden, bodemwarmte, etc). Door efficiënte installaties (microWKK, grote WKK) zal met een zo hoog mogelijk rendement, elektriciteit en warmte uit de fossiele brandstoffen moeten worden gehaald. Als we dat allemaal doen hebben we in Nederland veel minder fossiele energie nodig dan nu nog geprognostiseerd in de energiescenario's van de overheid (Global Economy en Strong Europe). Alleen het energiescenario van de vak- en milieuorganisaties Green4sure past in dat beeld. Het blijkt dat aardgas dan een relatief belangrijke rol speelt.

Door strenge eisen aan emissies van onze energiehuishouding ontstaat het onderstaande beeld voor de komende 40 jaar dat realistisch en afwijkend is van de overheidsscenario's. Er is een rol voor aardgas als transitiebrandstof, Gas4sure. De rol van aardgas zal wel gaan veranderen ten opzichte van de afgelopen decennia. De twee **belangrijkste veranderingen** vinden plaats in de gebouwde omgeving en bij de productie van elektriciteit.

Figuur 1 Toekomstige rol (2050) aardgas, hernieuwbaar en overig fossiel per sector (met CO₂-opslag)

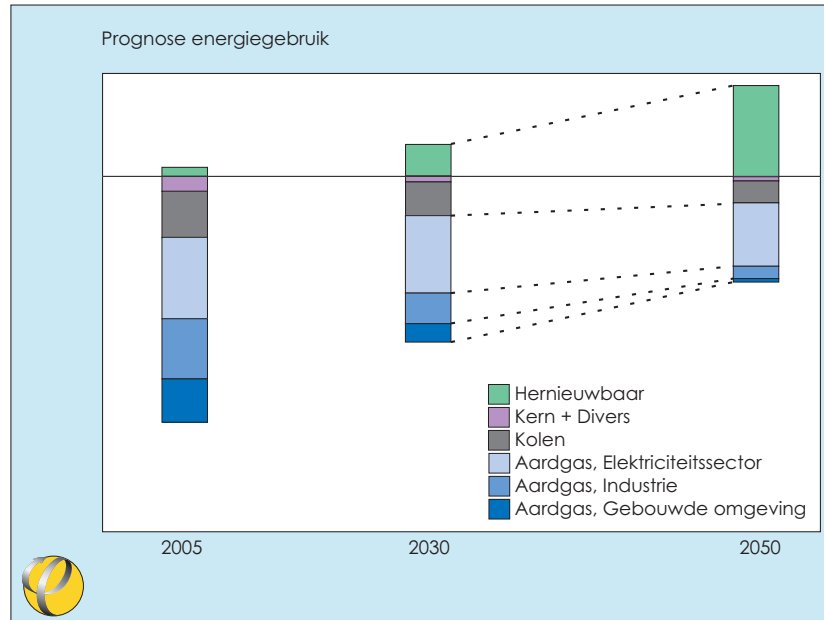
Verandering 2005	Gebouwde Omgeving	Transport	Industrie	Elektriciteit
▲▲	<ul style="list-style-type: none"> • Zuinige gebouwen • Hernieuwbaar 	<ul style="list-style-type: none"> • Zuinige auto's 	<ul style="list-style-type: none"> • Efficiënte processen 	<ul style="list-style-type: none"> • Aardgas in zuinige centrales en WKK bij
▲		<ul style="list-style-type: none"> • Hernieuwbaar (2^e gen) 		<ul style="list-style-type: none"> • Hernieuwbaar (wind en
—		<ul style="list-style-type: none"> • Beperkte rol aardgas 	<ul style="list-style-type: none"> • Hernieuwbaar • Aardgas 	
▼	<ul style="list-style-type: none"> • Aardgas 	<ul style="list-style-type: none"> • Overig fossiel 	<ul style="list-style-type: none"> • Overig fossiel 	
▼▼				<ul style="list-style-type: none"> • Overig fossiel

In de **gebouwde omgeving** bestaan de grootste kansen voor gebruik van hernieuwbare bronnen (zon, wind, groen gas) in combinatie met zuinige apparaten en zuinige gebouwen. Daardoor zal hier stapsgewijs aardgas in de komende 40 jaar verdwijnen, eerst in de nieuwbouw en als laatste in de bestaande bouw.



Voor de **productie van elektriciteit** zal aardgas een belangrijkere rol gaan innemen in STEG-centrales en WKK-installaties bij de industrie. Dit gaat ten koste van het gebruik van kolen.

Figuur 2 Aardgas in de verschillende sectoren in 2005, 2030 en 2050



Aardgas zal een belangrijke rol vervullen om de vraag naar energie, en dan met name elektriciteit op elk moment te kunnen voldoen, met name bij een groot aandeel hernieuwbare energie. Het levert de **flexibiliteit** om hernieuwbare energie maximaal in te zetten

De Nederlandse **gasvoorraad** is nog ruimschoots voldoende om de transitie naar een schone energiehuishouding, met aardgas als transitiebrandstof, mogelijk te maken. Daarnaast zijn er grote voorraden in Rusland, het Midden-Oosten en Noord-Afrika.

De overheid zal een belangrijke rol moeten spelen om de transitie mogelijk te maken. Door de juiste prikkels (belonen van zuinig en beprizen van vervuilende emissies) zullen gastoeepassingen als vanzelf een belangrijkere plaats innemen in de elektriciteitsproductie en door belonen/verplichten van hernieuwbaar als vanzelf afnemen in de gebouwde omgeving.

GasTerra zal ook zijn rol moeten spelen door zuinige technieken helpen te ontwikkelen en door nieuwe gassen (groen gas, syngas) te gaan inkopen en verkopen. En bij de overheid te pleiten voor de juiste prikkels voor schonere energie.

De lange horizon van aardgas

Ewald Breunese en Rob van 't Wel, Shell Nederland

Nog altijd wordt Shell in het dagelijks gebruik een oliemaatschappij genoemd. Het is een hardnekkig gebruik dat meer zegt over het verleden van het bedrijf en de industrie dan de toekomst. Het is een term die op z'n best nog maar de helft van de lading dekt. Dit jaar, 2011, zal zeker voor de helft van de geproduceerde energie uit aardgas bestaan – en dat percentage zal naar verwachting de komende jaren verder oplopen. “Shell een oliemaatschappij?”, vroeg Shell-ceo Peter Voser begin 2011 in een interview zich hardop af, “ik hou het voorzichtigshalve maar op een energiemaatschappij, dan zit ik altijd goed.”

De gestage groei van de gasproductie bij de van oorsprong Nederlands-Britse “energiemaatschappij” is geen uit de hand gelopen hobby. Het stijgende belang van gas reflecteert het alsmear groeiende belang van aardgas voor de energieverzorging van de wereld. Die rol zal de komende jaren steeds verder groeien, zo is de verwachting van deskundigen van zowel binnen als buiten de industrie.

De uitkomst van de verwachting is terug te vinden in de op 6 juni 2011 door het Internationaal Energie Agentschap (IEA) gepubliceerde studie “Are we entering a Golden Age of Gas?”. Het belang van aardgas wordt ten opzichte van eerdere IEA-scenario's stevig naar boven bijgesteld. “De laatste maanden hebben we opmerkelijke ontwikkelingen gezien in de aardgasmarkt”, zei IEA-topman Nobuo Tanaka bij de presentatie van de studie in Londen. “Gas kan een grotere rol gaan spelen en de wereldwijde gasmarkt kan gediversifieerder worden en de energie zekerheid verhogen.”

Mondiale markt

De mondiale gasmarkt zal naar verwachting van de energiedenk tank jaarlijks met 1,8% tot 2% gaan groeien. Dat is meer dan waar het IEA in eerdere toekomstprojecties rekening hield. De wereldwijde gasconsumptie zal omhoog veren van 3,3 Tcm nu naar 5,1 Tcm in 2035. Dat betekent een toename van 600 Bcm ten opzichte van het eerder door het Agentschap gepubliceerde New Policies-scenario. Met die groei neemt het belang van aardgas in de energiemix stapsgewijs toe van 21% tot 25% in 2035. Op dat moment, zo stelt het IEA-scenario zal gas steenkool ook zijn gepasseerd als fossiele energiedrager.

De groei zal met name gedreven worden door de scherp gestegen vraag in de non-OESO-landen. Zij nemen volgens het Golden Age of Gas-scenario 80% van de groeiende vraag voor hun rekening. Om te kunnen voldoen aan de mondiaal groeiende vraag zal de jaarlijkse gasproductie toenemen met 1,8 Tcm, wat overeen komt met ongeveer drie maal de huidige productie van Rusland.

China speelt volgens het IEA in die groei een meer dan belangrijke rol. Voor wat betreft de vraag naar gas zal de sector rekening moeten houden met het “China-effect”. Met als startpunt het huidige gasverbruik dat overeenkomt met het gasverbruik van Duitsland in 2010, zal de Chinese vraag in 2035 overeenkomen met driemaal het verbruik van de gehele Europese Unie. In 2008 nam aardgas nog maar 3,8% van de primaire energiebehoefte voor zijn rekening. In 2015 zal dat percentage al 8,3% zijn. In die periode zullen de Chinese gasimporten oplopen van 20 Bcm in 2010 naar 110 Bcm in 2015. De helft daarvan, zo verwacht het IEA, komt voor rekening van LNG.

Dat betekent overigens niet dat China rust in de rol van importeur. Naar verwachting zal de Chinese gasproductie in de periode eveneens scherp stijgen. Ongeveer de helft van de voorziene Chinese gasconsumptie in 2035 (600 Bcm) zal uit eigen Chinese bronnen komen, voornamelijk onconventionele gasvoorraden.

Toch zal conventioneel aardgas zal naar verwachting van het IEA wereldwijd op dat moment nog altijd het grootste deel van de vraag voor verzorgen. Maar onconventioneel gas – gas dat opgesloten zit in poreuze steen en kleilagen – zal een toenemende rol gaan spelen als

fossiele brandstof. Het zal naar verwachting meer dan 40% van de toenemende vraag voor zijn rekening nemen. De productiegroei die in eerste instantie in de Verenigde Staten plaatsvindt, zal ook op ander plaatsen in de wereld worden gevolgd.

Voor de uitstoot van CO₂ zal de sterke toename van vraag en gebruik geen grote gevolgen hebben, zo meent het IEA. Dat is op het eerste gezicht raar. Veel van het nieuwe gas wordt immers gebruikt voor de opwekking van elektriciteit, waar eerder nog gebruik gemaakt werd van steenkool. Een gasgestookte elektriciteitscentrale stoot 50% tot 70% minder CO₂ per kWh uit dan een kolencentrale. Die milieuwinst gaat echter in het scenario van het IEA op aan het gelijktijdig verdwijnen van kerncentrales. De organisatie verwacht dat, in de nasleep van de problemen met de kerncentrale in het Japanse Fukushima, de rol van kernenergie voor de opwekking van energie veel kleiner zal zijn dan eerder gedacht.

“Hoewel aardgas de schoonste fossiele brandstof is”, aldus IEA-chef Tanaka, “is en blijft het wel een fossiele brandstof. Een toename van het gebruik van aardgas is dus geen wondermiddel als het om klimaatverandering gaat.”

Energie scenario's

De uitkomsten van het Golden Age of Gas-scenario van het IEA komen dicht in de buurt bij wat Shell eerder aan toekomstprojecties uitsprak. Shell maakt en publiceert al bijna veertig jaar scenario's. Daarin staan ook de structurele trends beschreven die ten grondslag liggen aan de uiteindelijke groeiprognoses van bevolking, economische groei en energieverbruik. Het meest recente onderliggende raamwerk wordt uitgebreid beschreven in de in 2008 gepubliceerde Shell-energiescenario's, *Scramble* en *Blueprints*. Beide worden gekenmerkt door drie 'harde waarheden': een sterke toename van de vraag naar energie, het aanbod zal moeite hebben om de vraagontwikkeling bij te houden en de druk op milieu en klimaat blijft. De vraagtoename is een regelrecht gevolg van de toename van de wereldbevolking en de stijgende welvaart. Zo gaan de jongste bevolkingsprognoses van de Verenigde Naties eerder uit van 10 miljard wereldburgers in 2050 dan de oorspronkelijke raming van 9 miljard. De opkomende landen zoals China en India zitten in de meest energie intensieve fase van hun ontwikkeling: de opbouw van hun fysieke infrastructuur. Tegen deze achtergrond stellen 'energy concerned citizens' de volgende vragen: 1. Is er voldoende energie beschikbaar ('*Abundant*'), 2. Is het betaalbaar ('*Affordable*') en 3. Is het acceptabel ('*Acceptable*')? In de energie scenario's leiden deze 3 A's tot verschillende keuzen.

In het *Scramble* scenario draait het vooral om leveringszekerheid om de eigen economie niet te schaden. De energiepolitiek is nationaal gericht en stimuleert energiebesparing en productie vanuit eigen bronnen. Impopulaire maatregelen worden zoveel als mogelijk uitgesteld of vermeden. Het spiegelbeeld van het reactieve scenario *Scramble*, is het anticiperende *Blueprints* scenario.

Ook daarin speelt energiebeschikbaarheid een rol, maar wordt het opgelost in het vooruitzien van de behoeften en het organiseren van het aanbod via samenwerkingsverbanden (*Blueprints*) en open markten. De acceptatie van de verschillende energiebronnen wordt ingegeven vanuit milieu- en klimaat, maar ook veiligheid en esthetische aspecten. *Blueprints* maakt het tevens mogelijk om op economisch rendabele wijze CO₂ af te vangen en op te slaan – als resultante van een goed werkend emissiehandelssysteem met een CO₂-prijs die dat mogelijk maakt. Onder meer door voortgaande elektrificering van de samenleving, ook in het verkeer en vervoer, wordt CO₂ geconcentreerd bij grote bronnen zoals elektriciteitscentrales. Shell heeft voor het eerst in zijn lange scenario traditie, zich uitgesproken voor een bepaald scenario, namelijk *Blueprints*. De reden is dat dit anticiperende scenario het beste uitgangspunt biedt om de energie- en klimaatuitdaging aan te kunnen gaan.

Signals & Signposts

Begin 2011, drie jaar na de publicatie van *Scramble* en *Blueprints*, is een update verschenen: '*Signals & Signposts*'. Immers, de kredietcrisis, de economische recessie en de schuldencrisis van landen hebben aanzienlijke invloed gehad op tal van ontwikkelingen. *Signals & Signposts* beoogt aan te geven welke wegwijzers richting *Scramble* en welke richting *Blueprints* wijzen. De krantenkoppen ('bovenstroom') laten een spoor zien richting *Scramble*: energiezekerheid en -politiek vanuit een Chinees en Amerikaans perspectief, vertraging van klimaatwetgeving in de VS. Tegelijkertijd is er een minder zichtbare 'onderstroom' met *Blueprints* signalen aanwezig: 'minilateralisme' is het idee om met het kleinst mogelijke aantal landen de grootste mogelijke impact te realiseren. Groene steden, feed-in tarieven voor duurzame elektriciteit, een elektriciteitsnetwerk voor wind op de Noordzee en regionale initiatieven om de CO₂-voetafdruk te verminderen zijn voorbeelden hiervan.

Signals & Signposts veronderstelt een zeer volatiele wereld – op economisch, politiek, milieu en demografisch gebied – met een zone van buitengewone kansen of tegenvallers. Deze zone wordt aangegeven door een potentieel gat tussen vraag en aanbod bij een normale te verwachten groei van beide. Dit gat kan alleen worden opgevangen door buitengewone groei van het aanbod en/of buitengewone matiging van de vraag. De demografische transitie waarin tegen 2050 zo'n driekwart van de wereldbevolking in verstedelijkte omgevingen woont, biedt enorme kansen voor een veel efficiënter energiesysteem. Immers, transport en elektriciteitsopwekking verliezen de helft of meer van hun energie in warmte. Elektrificering van stedelijk vervoer en elektriciteitscentrales met een nuttig gebruik van hun restwarmte – bijvoorbeeld stadsverwarming – biedt een groot potentieel voor energiebesparing. Een mooi voorbeeld van de 3 A's is de E.On gasgestookte centrale midden in de gebouwde omgeving van Rotterdam: schoon, veilig en efficiënt.

Scenario robuust

Maar wat betekent al dat denkwerk voor investeringsbeslissingen? Hoe vertaal je al die theoretische bespiegelingen in de dagelijkse praktijk? Voor Shell heet een belangrijk deel van de uitkomst: aardgas. De redenering die daaraan ten grondslag ligt stoelt op de verwachtingen uit de scenario's gecombineerd met de wetenschap dat aardgas overvloedig aanwezig, maatschappelijk en milieutechnisch aanvaardbaar en commercieel betaalbaar te produceren valt.

De overvloedigheid van de fossiele brandstof is een gevolg van de nieuwe vondsten en productietechnieken die onconventioneel aardgas beschikbaar hebben gemaakt. Als gevolg daarvan bedragen de gasreserves in Noord-Amerika nu 100 jaar, waar twee tot drie jaar geleden nog werd uitgegaan van afnemende reserves. Samen met de nieuwe mogelijkheden van *tight* en *shale gas* tot in China aan toe en we hebben, uitgaande van het huidige productieniveau, genoeg aardgas voor 250 jaar.

De ontsluiting van die nieuwe reserves is ook nog maatschappelijk aanvaardbaar omdat aardgas de laagste CO₂-uitstoot van fossiele brandstoffen geeft als het gaat om opwekking van elektriciteit. Voor heel veel landen geldt dat ze aan hun milieudoelstellingen zouden kunnen voldoen als ze voor hun stroomopwekking over zouden schakelen op aardgas.

De ontwikkeling van de aardgasreserves kan bovendien op een betaalbare manier voor de consument worden ontwikkeld. Elektriciteit opwekken met gas is namelijk veel minder kapitaalintensief dan met kolen of kernenergie. Of neem de vergelijking met offshore opgewekte windenergie. Deze energiebron vergt drie tot vier keer meer kapitaal dan gas - zelfs indien alle technologische verbeteringen die nog moeten worden bereikt in de windsector worden doorgevoerd. Tenslotte kunnen aardgasgestookte centrales een belangrijke back-up faciliteit vormen voor hernieuwbare energiebronnen die niet constant kunnen leveren, zoals wind- en zonne- energie.



'Mega structures'

De overtuiging van Shell in de toekomst van aardgas blijkt in 2011 uit twee mijlpalen voor het energieconcern: de ingebruikname van het Pearl-complex in Qatar en het investeringsbesluit voor de bouw van FLNG, de drijvende LNG-fabriek die voor de kust van Australië gas gaat produceren en vloeibaar maken. De twee megaprojecten gebruiken totaal verschillende technieken, richten zich op verschillende afzetmarkten, hebben ieder verschillende onderdelen die zo in het *Guinness book of records* zouden kunnen worden vermeld. Maar de twee totaal verschillende gasprojecten hebben wel gemeen dat ze grote gasvoorraden ontsluiten die voorheen te ver van de afzetmarkt lagen om economisch rendabel geproduceerd te kunnen worden.

Pearl GTL

Het miljardenproject Pearl GTL in Qatar – gepubliceerde ontwikkelingskosten van \$18 tot \$19 mrd - ontsluit de enorme reserves van het North Field, het grootste gasveld van de wereld. De bron van het hele project gaat meer dan dertig jaar terug naar Amsterdam waar Shell-onderzoekers aan de oever van het IJ begonnen aan de zoektocht naar een technische en economische manier om aardgas om te zetten in vloeibare brandstoffen. Op die manier zouden, zo was de gedachte, nieuwe markten kunnen worden ontsloten en de afhankelijkheid van aardolie worden verminderd. Nadat de technische haalbaarheid voldoende was bewezen werd eind vorige eeuw besloten tot de bouw van een fabriek in Bintulu, Sarawak met een verwerkingscapaciteit van 14.700 vaten olie-equivalent per dag. Daar werd op commerciële basis gewerkt aan het omzetten van *Gas to Liquids* (GTL), van waxen tot verschillende typen transportbrandstoffen. Het is een Shell-procedé en afkorting die aan de basis ligt van het megacomplex in Qatar.

De kennis en ervaring die daar is opgedaan leidde samen met partner Qatar Petroleum tot de investeringsbeslissing in het Pearl-GTL-project, waarvan de bouw in juli 2006 is gestart. Op het hoogtepunt van de bouw werkte er 52.000 arbeiders aan de bouw van de installaties. Iedere maand werd er op de bouwplaats voldoende staal en pijpen verwerkt om 2,5 Eiffeltorens in elkaar te sleutelen.

In de loop van 2011 is de productie gestart. Eind mei werd de eerste GTL-wax in Qatar geproduceerd. In de zomer van 2011 word de eerste GTL-brandstof verscheept naar de afnemers overal op de wereld. De installatie, waarin de 3500 Shell-patenten op het gebied van GTL zijn verwerkt, zal uiteindelijk genoeg transportbrandstoffen maken om dagelijks 160.000 vaten te vullen. En ieder jaar zal de fabriek genoeg synthetische olie maken om 225 miljoen auto's van smeermiddelen te voorzien. Pearl GTL zal eenmaal vol in bedrijf in 2012 goed zijn voor 8% van de mondiale productie van Shell.

Floating LNG

Verder weg in de toekomst ligt de productie van de drijvende LNG-installatie FLNG voor de kust van Australië. Ook daar liggen onder de zeebodem grote gasreserves in het 2007 ontdekte het Prelude-velde. Dat gasveld zal nu door grensverleggende technologieën ontwikkeld kunnen gaan worden. FLNG betreft de bouw van de eerste drijvende LNG-installatie ter wereld. Aan het besluit om FLNG te realiseren zijn ruim tien jaar onderzoek en ontwikkeling voorafgegaan.

Het investeringbesluit voor het vaartuig, dat zesmaal meer water verplaatst dan het grootste vliegdekschip ter wereld, werd medio mei 2011 genomen. Het gevaarte wordt ver op zee verankerd, op ongeveer 200 kilometer van het dichtstbijzijnde Australische vasteland. De LNG-installatie zal gas uit offshore-velden gaan produceren en vloeibaar maken door het aan boord af te koelen.

Volledig toegerust en met volle opslagtanks weegt het schip ongeveer 600.000 ton. Het vaartuig heeft een lengte van 488 meter, wat gekanteld hoger is dan bijvoorbeeld de Petronas-torens in Kuala Lumpur. Door de schaalgrootte zou je bijna vergeten dat de installatie viermaal kleiner is dan vergelijkbare LNG-installaties op het vasteland.



Shell gaat het Prelude FLNG-project in hoog tempo uitvoeren. De eerste LNG-productie wordt zo'n tien jaar na de ontdekking van het veld in 2017 verwacht. De installatie blijft naar verwachting 25 jaar lang permanent bij het Prelude-gasveld verankerd en gaat in latere ontwikkelingsfasen produceren uit andere velden waar Shell belangen in heeft.

Het aan boord vloeibaar gemaakt gas, dat is afgekoeld tot - 162 °C en daardoor 600 maal in volume is afgenomen – zal samen met andere producten door LNG-zeetankers worden afgehaald. Tot nu toe moest offshore-gas altijd per pijpleiding naar een installatie op het vasteland worden getransporteerd om daar vloeibaar te worden gemaakt.

Europa

Een oude wijsheid zegt dat je niet al je eieren in één mandje moet leggen. Wat betekent die stille gasrevolutie voor ons dichtbij huis? Europa is dichtbevolkt, heeft een hoge levensstandaard en is een grote importeur van energie. Leveringszekerheid staat hoog op de lijst. De potentiële energiebronnen zijn weliswaar zeer divers, maar een aantal wordt als minder acceptabel beschouwd of bereikt nog geen groot marktaandeel vanwege het aspect betaalbaarheid. Diversificatie kan op verschillende manieren worden gerealiseerd: zoveel mogelijk verschillende soorten energie inschakelen, of gebruik maken van een goede spreiding van de herkomst van bijvoorbeeld aardgas. Pijpleidingen en LNG terminals bieden een ruime keuze om aardgas uit vele herkomsten in de Europese infrastructuur naar de klanten te brengen. Maar ook lokale methaanproductie uit rest- en afvalstromen, het zogeheten 'groene gas' past vrijwel naadloos in de infrastructuur. GTL is een diversificatie voor vloeibare energiedragers, zoals diesel en Jet-fuel. In de afgelopen decennia is in Europa een indrukwekkende aardgas infrastructuur aangelegd die nog lang tegen aantrekkelijke economische condities is te gebruiken. Dit verschaft op macroniveau de investeringsmiddelen om een geleidelijke overgang naar hernieuwbare energievormen.

Nederland

Aardgasland bij uitstek, met 98% van alle gebouwen aangesloten op het net. Hoewel NAM staat voor Nederlandse Aardolie Maatschappij, is verreweg hun grootste productie aardgas. Het grote Slochterenveld, maar ook de kleinere velden, produceren inmiddels al over een tijdvak van ruim 50 jaar en zullen dat de komende decennia blijven doen. Maar er is veel meer: de Energy Valley Groningen is een prachtig voorbeeld waar aardgas wordt geproduceerd, opgeslagen, gedistribueerd en verhandeld door toonaangevende bedrijven als NAM, Gasunie en Gasterra; kortom de 'Gasrotonde' van Noordwest Europa. Daarnaast vindt er research plaats, toegepast en ook wetenschappelijk aan de Universiteit van Groningen. Bovendien komen via Groningen innovaties op de markt zoals de HRe ketel die naast warmte ook elektriciteit produceert. In feite een warmte-kracht systeem voor de woning. Nederland heeft al een groot decentraal opgesteld vermogen aan gasgestookte WKK-systemen in bijvoorbeeld de tuinbouwsector. De dynamiek is zo groot dat de Energy Valley veel breder is geworden dan aardgas, zoals energie uit biomassa – en met het groene gas daar uit, is de cirkel weer rond. Samengevat is de Nederlandse uitgangspositie op het punt van kennis van aardgastechnologie en -marketing zeer gunstig om deze verder te verzilveren in een mondiaal groeiende markt.



Future Energy mixer

Het Energietransitiemodel, een partnerschap van energiebedrijven in Nederland met ontwikkelaar Quintel Intelligence, biedt de mogelijkheid om scenario's voor de Nederlandse energiehuishouding te maken. Als Shell doen wij graag mee in dit partnerschap. Vanuit opinieonderzoek door Shell gehouden, blijkt dat ongeveer de helft van de Nederlandse bevolking betrokken is bij de toekomst van energie – de *energy concerned citizen*. Teneinde hen nog meer bij toekomstige energiekeuzen te betrekken, is de Future Energy mixer ontwikkeld. Dit is een energiewijzer waarin burgers een achttal vragen beantwoorden over hun inschattingen en met name ook voorkeuren voor bepaalde keuzen. De uitkomst leidt tot een gewenste energiemix, de CO₂-afdruk, het aandeel duurzaam, de bio-voetafdruk, de import-afhankelijkheid en de jaarlijkse kosten. Het doel is om op een objectieve wijze toegankelijke informatie te geven, daarmee het kennisniveau te vergroten en beter gefundeerde keuzen voor de toekomst te kunnen maken.

Stel zelf uw optimale energymix samen en maak deze kenbaar op het web:

http://www.shell.nl/home/content/nld/environment_society/future_energy/



Is een Nederlands energie innovatiebeleid zinvol en hoe kan het meer opleveren?

Pieter Boot, Planbureau voor de Leefomgeving⁸

Het Nederlandse energie- en klimaatbeleid is aan het veranderen. Waar de ambities van het kabinet Balkenende IV erg hoog waren, wil het huidige kabinet zich beperken tot het meelopen in de Europese pas. Maar dat vraagt om precisering. Is 2020 het laatste zichtjaar of wil Nederland zich ook inzetten voor een stevig lange termijn doel? En zo ja, welke eerste stappen passen daarbij? De invalshoek van deze bijdrage is de rol die innovatie daarbij kan spelen. In het beleid is deze vraag steeds relevanter geworden. Het creëren van kansen voor Nederlandse bedrijven is nu een vierde pijler van het energiebeleid, naast het aloude nastreven van een betaalbare, betrouwbare en schone energievoorziening. We gaan daarbij in op vier vragen:

- Is het voldoende om naar de aanbodzijde te kijken of dienen we 'pull' en 'push' factoren te combineren?
- Is extra aandacht voor onderzoek, ontwikkeling en demonstratieactiviteiten (RD&D) terecht?
- Op welke energie-deelgebieden is de Nederlandse economie relatief sterk en mogen we veel verwachten van meer aandacht daarvoor?
- Zijn er goede voorbeelden in het buitenland – waarbij we een blik op de aanpak in Denemarken zullen werpen.

Deze komen achtereenvolgens aan de orde, waarna met enkele conclusies wordt afgesloten.

Push en pull: aanbod en vraag is nodig

De wetenschappelijke literatuur is er vrij uitgesproken over dat een aanpak gericht op economisch voordeel door innovatiebevordering inzake energie alleen kans van slagen heeft door een zorgvuldige combinatie van 'push' en 'pull' factoren (Boot en van Bree 2010). Met 'push' wordt dan de *aanbodzijde* van op innovatiebevordering gerichte aanpak bedoeld (bijvoorbeeld met onderzoek, ontwikkeling en publiek gefinancierde demonstratieactiviteiten, het formuleren van speerpunten daarin, betere afstemming tussen onderzoek en bedrijfsleven). Beleids 'pull' – naast die vanuit bijvoorbeeld prijsstijging van alternatieven – betekent dat in de markt zelf 'trekkracht' georganiseerd moet worden, zodat er behoefte aan de nieuwe producten of processen ontstaat. Voor de klant gaat het er immers om dat een ruimte warm of koel is en het licht brandt – alle vernieuwing upstream maakt niet zoveel uit, behalve bij zeer decentrale opwekking die de gebruiker het gevoel geeft het heft in eigen hand te nemen. Dit is anders dan bij bijvoorbeeld ICT of telecom waar nieuwe producten zelf markt vraag creëren. Die 'trekkracht' ontstaat bijvoorbeeld door normen die toepassing van energie efficiency noodzakelijk maken, door het invoeren van CO₂-belasting of andere wijze van beprijzing van vervuilende alternatieven, of het zelfs verbieden van de meest vervuilende apparaten.

Er zijn eigenlijk geen voorbeelden bekend van landen met een geslaagde, op innovatie gerichte aanpak zonder dat van 'marktpull' sprake was. Wellicht de enige uitzondering is de Chinese industrie van zonnepanelen (zon-PV) die in enkele jaren een grote productie realiseerde zonder omvangrijke eigen markt (Zhao 2011). Dit lukte alleen door grootschalige aanpak met strikte focus op comparatieve voordelen (lage arbeidskosten, schaalvoordelen), die in Nederland minder relevant lijkt.⁹

⁸ Dank aan Ton Manders, Jan Ros en Herman Vollebergh voor suggesties bij een eerdere versie.

⁹ In deze concurrentieslag zullen Nederlandse bedrijven het van hun kennisintensiteit moeten hebben. Dat zien we aan de concurrentie tussen Duitse en Chinese bedrijven bij zon-PV. De Chinese bedrijven hebben die bij PV-cellen en modules al gewonnen, maar nog niet bij de kennisintensiever productie van materialen en wafers. De R&D intensiteit van Duitse bedrijven is met 2 – 5% van de omzet nog steeds hoger dan de Chinese (0,5 – 0,8%). Zie de la Tour 2011.

Anders gezegd, de voorbeelden van een succesvol energie innovatiebeleid bevatten altijd een combinatie van push en pull. Een mooi voorbeeld geeft de analyse van Noailly en Batrakova die laten zien hoe in 7 Europese landen een versterking van isolatie standaarden tot een duidelijke vergroting van de kans op patenten inzake energie efficiency leidde, terwijl ook meer overheids R&D een klein positief effect had (Noailly en Batrakova 2010). Hoe instabieler het beleid in een land was, des te minder innovaties vielen er waar te nemen – en zelfs dan is niet altijd duidelijk of er van betrekkelijk eenmalige kansen sprake was die niet makkelijk gekopieerd kunnen worden. Bijvoorbeeld:

- De Deense windindustrie en hoogwaardige efficiency technologie (door stapsgewijze opbouw, wisselwerking tussen RD&D en industrie, aandacht voor niet-economische factoren zoals draagvlak bij de bevolking; langdurige 'uitrolsubsidies' of strakke regels). Later kom ik op de Deense aanpak terug.
- De Duitse zon-PV industrie die een belangrijke factor is in de steun voor het Duitse duurzame energiebeleid, maar tegelijk enorm veel subsidiegeld heeft gekost.
- De Europese emissiehandel, die wellicht enige invloed heeft op innovaties (met name CCS)(Rogge en Hoffmann 2010), maar waarvan ook aannemelijk is dat zonder het 'dichten van de gaten'(zoals CDM in opkomende landen) en een meer op lange termijn gerichte inspanning (doel van 20 naar 30% reductie in 2020, doortrekken van de ambities naar 2050) de invloed op innovatie gering zal blijven. In algemene zin is er nog te weinig empirisch materiaal om echt te kunnen beoordelen wat de bijdrage van ETS aan innovaties kan zijn.

In alle gevallen waar er van (kleine) successen sprake is, is de op innovatie gerichte aanpak ingebed in een langere termijnstrategie met bijbehorende beleidsinstrumenten. Dit impliceert dat een beleidsperspectief nodig is voor de hele innovatiecyclus. Dit gaat van een initieel brede aanpak – R&D gericht op vele nieuwe toepassingen – naar focus en massa wanneer de markt in zicht komt. Daarvoor moet men heel globaal weten welke brandstofmix in 2030 en 2050 gewenst is: niet omdat dat beeld gerealiseerd zal worden, maar omdat er niches kunnen ontstaan die perspectief hebben op groei. Zo'n beeld van de brandstofmix is uiteraard onderdeel van de Europese roadmap die in ontwikkeling is, maar alleen Nederlandse partijen kunnen daarin op het Nederlandse belang letten.

Aandacht voor RD&D zinvol

De innovatieliteratuur inzake energie maakt gebruik van 'leercurves'. Leercurves laten in eerste instantie zien hoe een grotere omvang van een bepaalde technologie empirisch samenhangt met lagere kosten. Wanneer er meer RD&D plaatsvindt en meer schone technologie wordt ingezet, wordt deze mogelijk uiteindelijk goedkoper dan de 'vieze' technologie, temeer als die door regels of prijsvorming wordt afgestraft.

Er wordt hierbij een onderscheid gemaakt in kostendaling door meer kennis (RD&D) en door ervaring (capaciteitsuitbreiding), ofwel 'learning by searching' en 'learning by doing'. Op het niveau van individuele technologieën zoals wind of zon-PV is geschat welke factor de grootste bijdrage levert. Klaassen c.s. (2005) concluderen dat bij windenergie in Denemarken, Duitsland en Engeland publieke R&D ongeveer een tweemaal zo groot effect op de leercurve heeft dan capaciteitsuitbreiding. Nemet en Baker (2009) stelden dat bij zon-PV de effecten van 'learning by doing' en 'learning by searching' van vergelijkbare orde grootte kunnen zijn.¹⁰ Zij maken ook aannemelijk dat RD&D een veel grotere kans heeft tot uiteindelijk lagere kosten van een schone technologie te leiden dan 'uitrolsubsidies'. De uitrolsubsidies zorgen ervoor dat een schone technologie eerder wordt toegepast en vormen een 'hedge' voor het geval RD&D onsuccesvol is. Maar alleen risicovolle – en daarom grotendeels publiek gefinancierde - RD&D leidt mogelijkerwijs tot de echte doorbraken en heeft een hogere opbrengst bij efficiencyverbetering van bijvoorbeeld organische zon-PV cellen die nodig is om kosten drastisch te reduceren. Daarbij is wel belangrijk dat de RD&D in grote mate wordt aangestuurd door private bedrijven, dat er als al gesteld ruimte is voor

¹⁰ Op grond van een heel andere aanpak kwamen Ek en Soderholm (2010) tot een vergelijkbare conclusie.

niche markten en helder zicht op de 'pull' factoren. Al eerder hadden Jacobs en Theeuwes (2004) er op gewezen dat de effectiviteit van het R&D beleid waarschijnlijk groter is door 'PPS constructies' toe te passen dan subsidies te verstrekken, maar ook dat als overheid en private sector gezamenlijk investeren empirisch is te onderbouwen dat dit tot op zekere hoogte succesvol kan zijn.

Het JRC van de Europese Commissie heeft geïndiceerd in welke mate een op de Europese SET (Strategic Energy Technology Plan) aanpak geïnspireerd mondiaal RD&D beleid tot kostenverlaging van schone technologie kan leiden: als wereldwijd de SET inspanning zou worden gekopieerd, zou dat tot een 4 – 13% kostenreductie van investeringen in 2020 in schone technologie kunnen leiden (Wiesenthal, 2010). Het Internationaal Energie Agentschap schatte hoeveel RD&D binnen het kader van een brede, geïntegreerde aanpak er extra nodig is om bepaalde klimaatdoelstellingen te realiseren. De 'spending gap' is vooral groot bij elektrische auto's, energie efficiency, carbon capture en storage, windenergie en intelligente netten. Aan onderzoek naar kernenergie wordt mondiaal *meer* uitgegeven dan nodig is als bijdrage aan het behalen van een ambitieus lange termijn klimaatdoel (IEA 2010). In het verlengde hiervan deed de Europese Commissie zijn oproep om de energie RD&D inspanning in 2012 te verdubbelen en in 2020 te verviervoudigen.

Nogmaals, de literatuur indiceert niet dat meer of slimmere RD&D of innovatie inspanningen inzake energie als *zelfstandige* beleidsinterventie substantieel effect zal hebben. Maar ingebed in een zorgvuldige combinatie van 'push' en 'pull' is er een kans dat het tot blijvende kostenverlaging van schone technologie leidt. Het CPB heeft er daarbij op gewezen dat niet aannemelijk is dat meer aandacht voor RD&D voor schone energie altijd nodig is, maar maakt wel aannemelijk dat dat *momenteel* zo is (CPB 2010).¹¹

Ik suggereer daarbij niet dat RD&D de essentie moet zijn van een innovatie-aanpak. Naast de al genoemde aandacht voor 'push' en 'pull' zijn cruciale factoren bijvoorbeeld goede scholing van degenen die het werk moeten realiseren, standaardisering van componenten, intensieve contacten tussen bedrijven en kennisinstellingen en goed zicht op de niet-economische barrières van innovaties. Daarover is veel literatuur beschikbaar, die van grote invloed is geweest op de aanpak van de Nederlandse energietransitie (vgl. Energie innovatieagenda 2008). Het gaat er ook niet om dat ondersteuning van 'uitrol' niet belangrijk zou zijn om leereffecten te bereiken. Maar ik vermoed wel dat de verhouding van overheidsmiddelen die ingezet wordt voor 'schone' energie RD&D en de te verwachten trend daarbij (plm. 150-200 miljoen € per jaar die de komende jaren *omlaag gaat*) en voor de 'uitrol' van duurzame energie (900 miljoen, *oplopend* tot 1,4 miljard € per jaar) niet optimaal is – zowel niet voor de invloed op kostendaling van schone technologie als voor de mogelijke positieve invloed op het Nederlandse bedrijfsleven. Een bezwaar tegen een wijziging van deze bedragen is uiteraard dat de extra kosten voor duurzame energie nodig zijn om de Europese doelstelling te halen. Een oplossing daarvoor zou kunnen zijn om de RD&D inspanning mee te wegen bij de beoordeling of het doel bereikt wordt (analoog aan de wijze waarop met elektrische auto's rekening wordt gehouden bij de beoordeling van de verplichting tot menging van biobrandstoffen).

¹¹ Hierbij moet heel precies gedefinieerd worden wat 'vieze' en 'schone' technologie is waarvoor een sterke case bestaat deze te stimuleren. Indien we stellen dat schone technologie CO₂ arm moet zijn en nog een leertraject moet afleggen, dan vallen fossiele brandstoffen (incl. efficiencyverbetering van opwekking daarvan) en kernsplijting (geen leercurve meer) af. In de publiek gefinancierde RD&D in Nederland in de jaren 2005-9 is dan plm. 90% 'schoon', mondiaal is dat veel minder. (Decisio 2010).

De Nederlandse economie

Een nieuw onderdeel van het energiebeleid is dat het zich meer moet richten op industriële kansen. Deze nieuwe economische benadering zou zelfs het fundament van het energiebeleid moeten worden (Ecorys 2010)¹² Nu is het altijd beter een beleidsuitdaging als kans dan als bedreiging te formuleren. Ook is het zeker nuttig het verdienpotentieel te vergroten. Maar er zijn ook wel enkele kanttekeningen te maken:

Allereerst moet de comparatieve kracht van Nederland inzake duurzame energie nog bewezen worden en is er soms de neiging de kracht van de gasector te veronachtzamen.. De al genoemde, diepgaande, studie van Ecorys beargumenteert bijvoorbeeld dat Nederland de meeste kansen heeft bij zon-PV, biomassa en offshore wind. Is dat zo evident? De kennispositie is sterk en zoeken naar niches is altijd goed. Maar er is weinig geld om de komende vier jaar een thuismarkt voor duurzame energie te creëren. We hebben relatief weinig fysieke ruimte en dat is nu net het zwakke punt van duurzame energie. De industriële kaarten van zon-PV en windenergie zijn grotendeels geschud. Het aandeel 'schone energietechnologie' in de Nederlandse export is relatief zeer laag, de helft van het Europees gemiddelde (DI Energibranchen 2010). Zelfs als het exporttaandeel van de duurzame energieketen zou vertienvoudigen, zouden we van 0,1 naar 1% van de export gaan¹³.

Anderzijds is Nederland waarschijnlijk het sterkste gasland van Europa: we produceren het, hebben een lange termijnvisie (de Gasrotonde), een goede wisselwerking tussen kennis en bedrijfsleven (EDGAR), maatschappelijke support en een traditie van innovaties. Geen enkele andere energietechnologie in ons land beschikt over deze combinatie van factoren. Tenminste in een langdurige overgangperiode zal gas belangrijk blijven. The Brattle Group heeft aannemelijk gemaakt dat binnen het kader van een bredere Gasrotonde strategie een blijvende R&D inspanning bij gas, die zich geleidelijk naar biogas verplaatst, een zeer aanzienlijke extra opbrengst aan patenten kan genereren. Gecombineerd met CCS zou gas ook op langere termijn een ideale bondgenoot van duurzame energie kunnen blijven.

Ten tweede is opmerkelijk dat energie efficiency niet bij de kanshebbers wordt genoemd. Opmerkelijk, omdat het een van de weinige opties is die uiterst robuust is in verschillende scenario's (bij welke doelstelling ook hebben we meer efficiency nodig), die in meerdere opzichten voordeel biedt (bij de juiste ambitie en instrumentarium bijdrage leverend aan betaalbaar, betrouwbaar en schoon) en aansluit bij meerjarige prioriteiten in het Nederlandse RD&D beleid (het aandeel op efficiency gerichte RD&D is hier altijd relatief groot geweest). Het zal hierbij relatief meer om demonstraties gaan, zoals nu bijvoorbeeld in het concept van de 'energieneutrale kas' wordt toegepast. De werkgelegenheid is groter. Door een veelheid van elkaar afwisselende instrumenten en weinig beleidsambitie (wellicht afgezien van de industriële MJA's) zijn hier kansen nog niet benut.

Ten derde moeten in het nadenken over comparatieve voordelen ook institutionele factoren worden betrokken. Die zijn in niet zoveel opzichten in Nederland per se gunstiger dan in andere Europese landen. We zijn dicht bevolkt en hebben, afgezien van gas, geen goede traditie in consistent energiebeleid. Hierop is echter een uitzondering: de sterke positie van onafhankelijke netwerkbedrijven. Institutioneel (qua financiële middelen, ambitie, lange termijn gerichtheid) is de positie van Nederlandse netbedrijven veel sterker dan elders. Daarmee kan het innovatiebeleid rekening houden.

¹² In het verlengde hiervan vindt Ecorys dat het opstellen van een industrievisie zelfs de hoogste prioriteit heeft bij de nieuwe aanpak. Bij nadere beschouwing wijkt de omschrijving van deze industrievisie echter niet zoveel af van wat ik bedoel met 'lange termijnbeeld van de brandstofmix', zij het dat er het formuleren van een economisch doel zoals het scheppen van 'groene banen' aan is toegevoegd. Ook Ecorys stelt dat dit alleen zinvol is wanneer het in concrete beleidsinstrumenten is uitgewerkt.

¹³ Hetzelfde beeld krijgen we als bijdrage aan de bedrijvigheid. Productie van duurzame energietechnologie en energie efficiency heeft in Nederland een omvang van 1,8 miljard €, 0,3% van het BNP. In Denemarken is dat 3%. De omzet van deze technologie groeide in ons land in 2008-10 met 15% tegen wereldwijd met 31% volgens een schatting van Roland Berger (Financieele Dagblad, 10 mei 2011).

Denemarken

Een interessant voorbeeld van een relatief geïntegreerde aanpak biedt Denemarken. Het Deense energie- en klimaatbeleid heeft enkele opvallende trekken. Al vanaf de jaren zeventig is gewerkt aan decentralisatie, vooral door de aanleg van stadsverwarming. Het werd verboden om nieuwe elektriciteitscentrales te bouwen zonder de warmte nuttig te benutten. Het aandeel collectieve verwarming – nog steeds vaak met kolenstook – is daardoor nu zeer hoog. Aandacht voor draagvlak bij de bevolking was ook reden voor een heel eigen aanpak bij windenergie. De eerste windmolens waren eigendom van boeren en lokale coöperaties, waardoor wind op land breed werd gedragen. In de jaren tachtig en negentig werd dit krachtig door het centrale beleid ondersteund – niet zozeer door veel geld, maar vooral door faciliterende regelgeving – wat bijdroeg aan een florerende windindustrie. Na een snelle groei van het windvermogen op land stagneerde deze echter vanaf 1995.

Meer energie-efficiency was altijd de belangrijkste doelstelling. Dat is vrij succesvol geweest. Sinds 1980 is het totale energieverbruik niet meer gegroeid, bij een economische groei van zo'n 80 procent. Waarschijnlijk is Denemarken daarmee het eerste land ter wereld waarin de economische groei absoluut is ontkoppeld van het energieverbruik. Dat kwam niet zozeer door enorme de-industrialisatie, maar werkelijk door een toename van efficiency. Mulder en de Groot (2011) lieten zien dat deze toename in de jaren 1995-2005 bijvoorbeeld anderhalf maal zo groot was als in Nederland. De oorzaak daarvan ligt in goed volgehouden, stabiele beleidsinstrumenten. Noailly en Batrakova (2010) gaven aan dat in Nederland in 15 jaar vier maal zoveel verschillende beleidsinstrumenten werden gebruikt als in Denemarken. Men prefereert er een beperkt aantal instrumenten die in opzet niet vaak veranderen. Die aanpak lijkt te werken. Onderdeel daarvan zijn relatief strenge besparingsnormen voor bouwmaterialen en eisen aan renovatie bij bestaande bouw. Ook werkt men er al lang met een besparingsverplichting voor energiebedrijven ('witte certificaten').

Een jaar of vijf geleden stelde de Deense minister-president er naar te streven dat het land op termijn geen fossiele energie meer zou gebruiken. Dit werd politiek breed omarmd, vorig jaar uitgewerkt in een adviesrapport over klimaatbeleid en in februari geconcretiseerd in de Energiestrategie 2050. Er komen enkele tenders voor offshore en near shore windparken, de windturbines op land worden vergroot en de kolengestookte stadsverwarming vervangen door biomassa. De bouwnormen en verplichtingen van energiebedrijven inzake besparing worden verder aangescherpt. Steden krijgen middelen om de regionale opwekking van energie – vooral biomassa – te bevorderen. Regels ontmoedigen het gasverbruik in woningen, terwijl warmtepompen worden gestimuleerd. Het innovatiebeleid krijgt meer middelen en focus, vooral door demonstratieprojecten en testvelden. Financiering vindt plaats door een extra belasting op fossiele brandstoffen, verplichte inzet van financiële middelen van energiebedrijven en een heffing ten behoeve van duurzame energie. De Deense overheid verwacht dat dit voor een gemiddeld huishouden over een termijn van tien jaar budgettair neutraal uitpakt. Grote bedrijven worden uit concurrentieoverwegingen ontzien. Denemarken presenteert deze strategie niet als een nationaal project, maar als bijdrage aan de Europese transitie. De transmissielijnen met omliggende landen worden verzaamd en deze EU-lidstaat gaat uit van een aanscherping van Europese emissiehandel en het Europese onderzoeksbeleid.

Conclusies

Innovaties zullen een onmisbare bijdrage leveren aan het realiseren van energie- en klimaatdoelen, zowel op de middellange als lange termijn. Een combinatie van 'push' (RD&D) en 'pull' (normen, prijzen, afspraken) is daarbij nodig, ingebed in een Europees afgestemd beeld van de Nederlandse brandstofmix. De huidige verhouding van publieke middelen voor RD&D en uitrol van duurzame energie en zeker de trend daarin is daarbij niet optimaal – we zouden meer op RD&D kunnen inzetten. Dat zou niet alleen meer bijdragen aan een verdere verlaging van de kosten van schone technologie, maar ook aan de

gewenste versterking van de Nederlandse bedrijvigheid inzake energie. Bij zo'n versterking hoort de aandacht niet alleen naar duurzame energie uit te gaan, maar ook naar andere opties waarop de Nederlandse comparatieve voordelen waarschijnlijk groter zijn, zoals gas en innovaties in netten, en opties die in meerdere opzichten goed in het lange termijnbeeld passen, zoals energie efficiency. Denemarken is een interessant voorbeeld van een relatief geslaagde geïntegreerde aanpak.

Literatuur

- Boot, P.A. en B. van Bree, A zero-carbon European power system in 2050: proposals for a policy package, ECN CPB (2010), Innovatief klimaatbeleid, CPB Notitie
- Decisio (2010), Monitoring van publiek gefinancierd energieonderzoek 2009, Amsterdam
- DI Energibranchen e.a. (2010), Energy Industry Analysis 2009
- Ecorys (2010), Versterking van de Nederlandse Duurzame Energiesector, Rotterdam
- Ek, K. en P.Soderholm (2010), Technology Learning in the Presence of Public R&D: The Case of European Wind Power, paper voor International Energy Workshop, Stockholm
- EnergieTransitie (2008), Innovatie agenda Energie, Utrecht
- International Energy Agency (IEA)(2010), Energy Technology Perspectives, Paris
- Jacobs, B. en J.J.M. Theeuwes (2004), Innovatie in Nederland, Preadviezen Koninklijke Vereniging voor de Staathuishoudkunde
- Klaassen, G. e.a. (2005), The impact of R&D on innovation for wind energy in Denmark, Germany and the United Kingdom, Ecological Economics 54
- Mulder, P. en H.L.F. de Groot (2011), Energy Intensity across Sectors and Countries, CPB Discussion Paper 171
- Nemet, G.F. en E. Baker (2009), Demand Subsidies Versus R&D: Comparing the Uncertain Impacts of Policy on a Pre-commercial Low-carbon Energy Technology, The Energy Journal 30, 4
- Noailly, J. en S. Batrakova (2010), Stimulating energy-efficient innovations in the Dutch building sector: Empirical evidence from patent counts and policy lessons, Energy Policy 38
- Rogge, K.S. en V.H. Hoffmann (2010), The impact of the EU ETS on the sectoral innovation system for power generation technologies – Findings for Germany, Energy Policy 38
- The Brattle Group (2010), Economic Impact of the Dutch gas Hub Strategy, London
- De la Tour, A. e.a.. (2011), Innovation and international technology transfer: The case of the Chinese photovoltaic industry, Energy Policy 39
- Wiesenthal, T. e.a.. (2010), Quantitative Assessment of the Impact of the Strategic Energy Technology Plan on the European Power Sector, JRC Seville
- Zhao R. e.a. (2011), Present status and prospects of photovoltaic market in China, Energy Policy 39



Lange termijn energieplanning en de rol van innovatie

Erik Lysen en Ernst Worrell, Universiteit Utrecht

Reactie Universiteit Utrecht op bijdrage Pieter Boot

Ambitie gewenst

Het is onze stellige overtuiging dat Nederland, op dezelfde wijze als Denemarken dat gedaan heeft, de ambitie moet uitspreken om op de lange termijn naar een volledig duurzame energievoorziening te streven. Recente studies geven aan dat voor Europa of zelfs de hele wereld dat in 2050 mogelijk zou moeten zijn [1], [2], [3]. Die algemene ambitie kan daarna vertaald worden naar concrete doelstellingen voor de tussenliggende jaren. Dat geldt in het bijzonder voor 2020, waarvoor Europese eisen zijn geformuleerd, maar is ook van belang voor de middellange termijn, 2030 en 2040. Daarmee kan beter richting worden gegeven aan het handelen en de investeringsplannen van alle betrokken actoren, en kunnen de kansen voor het Nederlandse bedrijfsleven beter worden ingeschat en gepland.

Push en pull

Over de noodzaak van een zorgvuldige balans tussen Push en Pull factoren kunnen we kort zijn: die is zeker nodig. Het klopt grotendeels dat voor de gebruiker de innovaties upstream weinig uitmaken, als hij maar licht en warmte heeft, hoewel de keuze van de opwekkingstechnologie voor steeds meer gebruikers wel degelijk van belang is ("geen kernstroom"). Bij decentrale opwekking, vooral zon PV, geldt overigens dat het om meer gaat dan "het gevoel het heft in eigen handen te nemen", zoals Boot stelt. Als binnenkort 'grid parity' wordt bereikt voor de consumenten, zal de installatie van zonnepanelen simpelweg financieel voordeel voor hen gaan opleveren, mits de overheid de distributiebeprijvingen toestaat te salderen binnen redelijke grenzen.

De Nederlandse economie

Zoals Boot uit eigen ervaring weet is er in Nederland altijd een spanning geweest tussen energiebeleid en industriebeleid. Na de RSV affaire was industriebeleid een tijd uit den boze, maar door keuzes bij het energiebeleid werden impliciet keuzes gemaakt ter ondersteuning van bepaalde industrietakken en dat gold zeker voor wind en zon-PV. Het lijkt er nu echter op dat de industriële kansen voor Nederland met het huidige kabinetsbeleid (ook de zgn. Topsectoren) vooral bepaald worden door de export mogelijkheden voor de industrie, omdat er geen thuismarkt zou zijn. Boot noemt daarbij dat "de beperkte fysiek ruimte in Nederland nu net het zwakke punt is van duurzame energie". Even wat getallen voor elektriciteit: met een wind offshore potentieel van tenminste 50 GW kan 155 TWh/jaar worden opgewekt, dat is meer dan het volledige huidige elektriciteitsverbruik. Op de Nederlandse daken kan 100 GW aan zon-PV worden geplaatst, levert 85 TWh. Het punt is dat bij deze vermogens de fluctuaties eenvoudig te groot zullen zijn voor het elektriciteitsnet, en dat dus omzetting in andere energiedragers en opslag noodzakelijk zal zijn (met de bijbehorende verliezen). Gas zal overigens nog lang de rol van transitiebrandstof vervullen, daar zijn we het met Boot eens.

Ons pleidooi is om ook naar de thuismarkt te kijken, en zeker voor gebouwgebonden toepassingen zoals zonnewarmte en zonnestroom liggen daar grote kansen. Samen met de broodnodige efficiency maatregelen en warmte-koude opslag kunnen deze zonne-opties de gebouwde omgeving volledig energieneutraal en mogelijk zelfs energie-onafhankelijk maken.

Voor de industrie is de beschikbaarheid van een duurzaam alternatief voor de fossiele grondstoffen (nu 650 PJ in Nederland) van eminent belang en daar zijn nu juist de plannen voor een bio-based economy op gericht.



Technologische Innovatie Systemen

De beleidsdoelen rond duurzame energie technologie zijn langs twee dimensies te bepalen: 1) de bijdrage aan het terugdringen van CO₂-uitstoot en 2) de bijdrage aan economische groei in Nederland. Uit analyses van technologische innovatiesystemen (TIS) van duurzame energietechnologieën blijkt dat een aantal factoren van groot belang zijn om tot een succesvolle innovatie te komen:

1. Continu en lange-termijn beleid is een van de sleutelfactoren, waarin Nederland de afgelopen decennia ernstig tekort heeft geschoten.
2. Het is ook gebleken dat technologie zonder (zicht op) een markt, maar slechts ondersteund door publieke onderzoeksgelden niet tot de gewenste resultaten leidt.
3. Innovatie leidt slechts dan tot resultaten bij samenwerking van alle 'stakeholders'.
4. Heldere doelstellingen dienen neergelegd te worden die tegemoet komen aan de verschillende dimensies van beleidsdoelen.

Pieter Boot demonstreert in zijn essay dat Nederland in al deze vier aspecten gefaald heeft. Een 'stoplichtbeleid' met continu wisselende doelstellingen en beleidsinstrumenten heeft tot een onzeker klimaat geleid voor investeerders, waardoor er mede wantrouwen is ontstaan. Hierdoor blijven private investeringen in kennisontwikkeling en productie uit. Uiteindelijk worden hierdoor geen van de doelstellingen gehaald.

De voorbeelden van Denemarken (lokale biomassa, windenergie), Duitsland (zonne-en windenergie), maar ook recentelijk het Verenigd Koninkrijk (energie efficiency in de gebouwde omgeving) laten zien hoe een overheid een stabiel lange-termijn beleid kan bewerkstelligen, wat tot succes leidt op het gebied van een duurzame energiedoelstellingen alsmede de opbouw van een internationaal toonaangevende industrie. Overigens is dit succes deels te danken aan beleidsinstrumenten te ontwerpen die tot een goede marktorganisatie leiden (o.a. Denemarken, Duitsland), zonder dat de overheid regelmatig de spelregels verandert of ingrijpt in deze markt.

Gegeven de kennispositie van Nederland, stelt Pieter Boot, terecht voor dat energiebesparing hier veel te weinig aandacht heeft gekregen, ondanks dat het consequent opduikt in verschillende analyses van kansrijke sectoren voor Nederland. Energiebesparing heeft niet alleen het grootste potentieel in de komende decades om tot een reductie van CO₂-emissies te komen, ook hebben we een goede kennis op dit gebied opgebouwd, en bestaat er reeds goede samenwerking van vele partijen in deze markt. Duidelijke beleidsformulering, gebaseerd op de geleerde lessen van innovatiesysteem-analyses, kan net dit handje helpen om tot een sterke sector te komen. Aan de Universiteit Utrecht wordt veel onderzoek verricht, zowel naar leercurves in het bijzonder, als naar innovatieprocessen in het algemeen. Junginger, van Sark en Faaij hebben de bestaande wereldwijde kennis op het gebied van technologisch leren in de energiesector recent bijeengebracht in [4]. Zij beschrijven de verschillende mechanismes achter technologische verandering en kostenreducties en trekken lessen voor beleidsmakers en industrie.

Referenties:

- [1] Roadmap 2050, European Climate Foundation, April 2010
- [2] 100% renewable Electricity: a roadmap to 2050 for Europe and North Africa, PWC, 2010
- [3] The Energy Report, 100% renewable energy by 2050, WWF, April 2011.
- [4] M. Junginger, W. van Sark, A. Faaij, *Technological Learning in the Energy Sector*, Edward Elgar Publishing Ltd, UK, 2010



Is een Nederlands energie innovatiebeleid zinvol en hoe kan het meer opleveren?

Persoonlijke reactie op het essay van Pieter Boot, Bert Stuij, Agentschap NL

Pieter Boot heeft een uitstekende beschouwing over energie innovatiebeleid geschreven. Hij is daar ook goed voor geplaatst. Als EZ directeur Energie en Duurzaamheid was hij enkele jaren geleden nauw betrokken bij het vormgeven van de 'maatschappelijke innovatie agenda energie' – waarvan we nu als AgentschapNL het laatste deel in uitvoering hebben. In zijn tijd bij het Internationaal Energie Agentschap heeft hij de innovatie aanpakken van vele landen met elkaar vergeleken. Uit zijn essay blijkt dat er aanpakken zijn die hem zelfs nog meer aanspreken dan die van Nederland. En in zijn huidige functie bij het Planbureau voor de Leefomgeving kijkt hij zowel naar de effecten van vigerend beleid als naar de potentie die innovatie voor de toekomst schept. Mogelijk maakt hij zich de grootste zorgen vanuit zijn huidige rol. Zijn de effecten van het innovatiebeleid eigenlijk al zichtbaar? Zijn we duurzamer dan we zonder innovatiebeleid zouden zijn geweest? En zorgen de innovaties en het innovatiebeleid van dit moment dat we op weg zijn naar een profijtelijke en schone toekomst? Pieter is te diplomatiek om daarover te somberen. Ik denk eerder dat hij bouwstenen en overwegingen noemt om de kans daarop zo groot mogelijk te maken. In mijn korte bijdrage wil ik er daar een paar van onderstrepen.

Pieter wijst er op dat innovaties zowel onderzoek en ontwikkeling vergen, als een verwelkomende markt. Gebalanceerd energiebeleid steunt beide. Het marktbeleid is daarbij maatschappelijk veel kostbaarder. Soms omdat er publiek geld wordt gebruikt om verduurzaming te 'kopen'. Dat gebeurde bij de SDE. Soms omdat er aan marktcondities gesleuteld wordt door wet en regelgeving. Dat gebeurt bijvoorbeeld bij energie prestatie eisen aan gebouwen – waarbij het aan samenleving en eigenaren is om de investering te doen en te betalen. Soms doordat geldstromen worden 'verlegd' – dat gebeurt bijvoorbeeld bij de SDE+; energiegebruikers betalen extra voor energie, en met dat geld wordt duurzame energie productie gefinancierd. Hoe het ook zij – er ontstaat een markt van miljarden. Het lijkt mij essentieel dat we deze miljarden gebruiken om een innovatief klimaat te scheppen. De markt die we creëren moet verbonden worden met kansen voor bedrijven, juist ook innovatieve bedrijven. Bij de inrichting van het marktinstrumentarium moet daarmee – en misschien wel vooral daarmee – rekening gehouden worden. Een en ander laat onverlet dat er ook naar de financiële balans gekeken moet worden. Pieter betoogt overtuigend dat O&O essentieel is voor het innovatieklimaat. Dat moet dan ook voldoende gefinancierd zijn om haar rol te kunnen spelen. Desnoods – als de balans uit het lood is – enigszins ten koste van het marktbeleid.

Een interessant perspectief dat Pieter opbrengt is de rol van publieke energiebedrijven. We denken dan aan Tennet en de regionale netwerkbedrijven. Maar evenzeer gaat het om de Gasunie en het olie- en gas participatiebedrijf Energie Beheer Nederland. De winst van deze bedrijven wordt bepaald door regulering en interne bedrijfsvoering. De sterke positie die deze bedrijven in de Nederlandse context hebben zou meer dan nu gebruikt kunnen worden om innovatie aan te jagen en te financieren. Dat vergt wel een reguleringskader dat ruimte schept voor deze bedrijven, en publieke aansturing waarin het niet alleen gaat om laagste kosten of maximale winst, maar ook om vernieuwing en verduurzaming. Dat is nog niet zo eenvoudig, maar ik denk dat de kracht en professionaliteit van deze bedrijven nog beter kan worden benut. Ze hebben een maatschappelijke taak, zijn publiek bezit, zijn feitelijk of in potentie uitstekend gefinancierd, en zouden een sleutelrol moeten spelen bij de transitie naar een innovatief en duurzaam energiesysteem.

Wat mij ook aanspreekt is de breedte van het energie innovatiedomein die Pieter bepleit. Hij plaatst kanttekeningen bij enkel 'duurzaam' als innovatiespeerpunt. Inderdaad frustreert het

wel eens dat de Nederlandse ligging en situatie gunstiger voor 'fossiel' lijken, dan voor 'duurzaam'. We kregen een enorme gasbel in de schoot geworpen, de kust is handig voor de aanlanding van kolen en de zee kan centrales koelen, we hebben een fijnvertakte en zeer geavanceerde gas-infrastructuur, via onze havens gaan olie en kolen naar het Europese achterland, en als vanzelf ontstonden bij die havens dan ook de raffinaderijen en de chemische bedrijven. Dan valt het niet mee, met de transitie naar duurzaamheid. Toch is dit de realiteit. Gas, olie, kolen en 'fossiele' chemie zullen er zeker in Nederland nog lange tijd zijn. In die tijd zullen ze schoner moeten worden, en waar mogelijk moeten ze ook componenten worden in een steeds duurzamer energiesysteem. Geen belemmeringen, maar katalysatoren. Hoe dat moet is niet evident, en vergt denkkracht, innovatie en marktsturing. Innovatie kan niet alleen over duurzame energie gaan, het totale energiecomplex moet worden meegenomen. Met, inderdaad, ook royaal aandacht voor efficiency en energiebesparing.

Een laatste opmerking die ik wil maken gaat over onze huidige positie, en de economische betekenis van innovatie en verduurzaming. Ik heb het gevoel dat Pieter zich daar iets te bescheiden toont. Onze startpositie en mogelijkheden zijn volgens mij beter dan vaak wordt gedacht. Ik leid dat af uit het enorme aantal innovatieve energieprojecten dat de laatste jaren gerealiseerd is. Alleen al in de portefeuille van Agentschap NL zitten er bijna 1200. We hebben die projecten in een jaar of vier met meer dan 500 miljoen euro ondersteund. Belangrijker is misschien nog dat de markt daar meer dan vijf keer zo veel bij heeft gelegd. Er is dus in Nederland in relatief korte tijd meer dan 3 miljard in energie innovatie geïnvesteerd. Een flink aantal projecten loopt trouwens nog. Het zijn projecten die de hele innovatieketen afdekken – van werkelijk vernieuwend onderzoek tot grootschalige demonstratieprojecten. Ook inhoudelijk is het een breed en bont palet; én duurzame energietechnologie zoals zon, wind en biomassa, én besparingsinnovaties voor gebouwen en industrie, én CCS. Veel projecten gaan over specifieke technieken, andere projecten gaan over geïntegreerde systemen. In alle gevallen kunnen projecten opmaat zijn voor méér bedrijvigheid, en méér verduurzaming. Dit is zeker de oogst van het energie innovatiebeleid van de afgelopen jaren, maar meer nog is het het 'zaaigoed' voor de energietransitie die we door willen maken.

Dat lijkt mij meteen een van de belangrijkste uitdagingen voor de komende tijd. Hoe zorgen we er met elkaar voor dat de enorme investering van markt en overheid in energievernieuwing van de laatste jaren nu gaat groeien en renderen. Ik ben er van overtuigd dat dat kan. De markt heeft al een grote investeringsbereidheid getoond, en zal dat blijven doen. En ook al heeft de overheid minder geld ter beschikking, mogelijkheden om de markt zodanig te beïnvloeden dat vernieuwingen renderen en barrières worden opgeruimd zijn er nog erg veel. Hoe we dat precies voor elkaar gaan krijgen is nog niet duidelijk. Maar perspectief is er zeker.

En cruciaal daarbij is dat een vernieuwd O&O beleid – waarover het topteam energie zich nu buigt – zorgt dat het zaaigoed ook in de toekomst blijft komen.



Energiebesparing tussen de oren

Kornelis Blok, Universiteit Utrecht/Ecofys, en Donald Pols, WNF

We zijn het er allemaal over eens: energiebesparing is belangrijk. Elk rapport, of het nu van het Intergovernmental Panel on Climate Change is, van het Internationale Energieagentschap of van McKinsey, komt steeds weer met dezelfde boodschap. Energiebesparing is de belangrijkste optie als het gaat om het beperken van de uitstoot van broeikasgassen. Zeker op korte termijn moet de helft van de reductie hiervandaan komen. Maar energiebesparing is ook belangrijk om de kwetsbaarheid van onze energievoorziening minder groot te maken. Het is ook nodig om de uitputting van goed toegankelijke fossiele energievoorraden te beperken. En – ook niet onbelangrijk – het is een belangrijk middel om de kosten en de kostenrisico's van de energievoorziening te beperken.

Energiebesparing is altijd al belangrijk geweest

Energiebesparing definiëren we hier in de strikte zin als het verbeteren van de energie-efficiëntie: het beperken van het energiegebruik per eenheid activiteit, bijv. per gereden autokilometer, of per vierkante meter verwarmd kantoorgebouw. Energiebesparing is altijd al heel belangrijk geweest. Een mooi voorbeeld daarvan is de productie van ijzer: dat kost per ton een factor 20 minder energie dan 2 eeuwen geleden. Meestal hebben we niet zulke lange tijdreeksen beschikbaar. Maar voor bijna alle soorten energiegebruik kunnen we laten zien dat de efficiëntie de afgelopen decennia flink is verbeterd. Soms wordt wel eens over energiebesparing gesproken als 'the sleeping giant'. Dat is niet terecht. Energiebesparing heeft altijd, maar zeker ook de laatste decennia een belangrijke bijdrage geleverd aan het beperken van de groei van het energiegebruik.

De mogelijkheden voor energiebesparing worden waarschijnlijk nog onderschat

In de jaren zeventig hebben een aantal wetenschappers in de Verenigde Staten een schatting gemaakt van de totale gemiddelde efficiëntie van het energiegebruik in hun land. Ze kwamen tot een verbijsterend laag getal: 2%. Zoals we al aangaven is het inmiddels flink verbeterd. Als we dezelfde berekeningsmethode volgen zullen we nu op zo'n 3% uitkomen. Nog niet indrukwekkend!

Er is dus nog heel veel te besparen. Zowel op korte als op lange termijn.

Er is heel veel verspilling. De voorbeelden dicht bij huis kent iedereen. Inmiddels hebben nieuwe TV's niet of nauwelijks een standby-verbruik meer. Maar er worden nieuwe apparaten geïntroduceerd, zoals de settop-boxen voor digitale TV, en het spel begint weer opnieuw. Deze settop-boxen, inmiddels geplaatst in meer dan de helft van de Nederlandse huishoudens, gebruiken tussen de 10 en 20 Watt. Op jaarbasis meer dan 100 kWh per jaar. Een ander voorbeeld zie je bij kantoren. In kantoren wordt tussen de 20 en 70% van de elektriciteit buiten kantooruren gebruikt. Daar zal een stukje nuttig gebruik bij zitten, zoals een server en een alarminstallatie. Maar het meeste wordt domweg verspild, verlichting die brandt terwijl er niemand is, of – minder zichtbaar – pompen en ventilatoren die maar blijven doordraaien.

Wat we in dit verband bemoedigend – maar ook eigenlijk wel verbijsterend - vinden is het voorbeeld van Electrolux. Dit bedrijf definieerde in 2005 een doelstelling om het eigen gebruik van energie in 2009 met 15% te beperken. Dit doel werd in 2008 gehaald, en men besloot om tot 2012 er nog maar eens 15% bovenop te doen. Het gaat hier om een absolute reductie van het verbruik, in dezelfde periode groeide de productie. Vergelijkbare voorbeelden zijn ook te geven van de deelnemers aan het Climate Savers programma van WWF zoals Coca-Cola, Johnson&Johnson en IBM. Idem voor het Energy Star programma van U.S. EPA..

Bij dit soort prestaties steken onze nationale discussies of 2% verbetering van de energie-efficiëntie per jaar misschien wel haalbaar is wel wat schril af! De besparingspotentiëlen die nu nog gehanteerd worden gaan veelal nog terug op primaire studies uitgevoerd in de jaren negentig, bijv. door AEA Technology, Fraunhofer en onszelf. Een grondige update zou wel eens verrassende resultaten kunnen opleveren.

Beperkt effect van prijzen, groot effect van normstelling

Dit is allemaal heel mooi, is de standaardreactie, maar wat nu te doen. We weten een paar dingen. Verhogen van de energieprijzen is op zich niet verkeerd, maar leidt niet tot forse besparingen. De prijselasticiteit van energie is daarvoor te klein.

Wat wel werkt is normstelling. Op dit moment is er een systeem van normen in opbouw in de Europese Unie. Energiegebruikende apparaten worden genormeerd door de Europese Unie in het kader van de zgn. Ecodesign-richtlijn. Personenauto's moeten voldoen aan CO₂-emissie-eisen van 130 g per km in 2015 en waarschijnlijk 95 gram per km in 2020. In feite is dit laatste bijna gelijk aan een energie-efficiëntie-eis. En tenslotte geldt voor nieuwbouwwoningen een near-zero energie-eis vanaf 2020. De vertaling van die eis in concrete normen moet overigens nog gemaakt worden. Efficiëntie-normen zijn niet alleen in gebruik in de EU, maar ook in de Verenigde Staten en Japan. Veel andere landen zijn bezig met het instellen van energie-normen. Normstelling heeft in de afgelopen decennia al een enorme besparing opgeleverd.

Maar er is meer nodig

Deze normen gelden echter alleen voor nieuwe apparaten en alleen voor het ontwerp van bijv. een gebouw. En dat is wel een beperking. Uit onderzoek van TNO bleek een paar jaar geleden bijvoorbeeld dat twee gebouwen met op papier dezelfde energieprestatie in de praktijk wel een factor twee verschil in energiegebruik kunnen hebben. Nu is het denkbaar het systeem van normstelling nog wel uit te breiden.

Maar wat er in feite moet gebeuren is dat energiebesparing bij iedereen "tussen de oren" komt. En dan bedoelen we letterlijk bij iedereen, bij alle consumenten en andere gebruikers van energie. Het gaat vooral om de professionals: de ontwerpers van apparatuur, de mensen verantwoordelijk voor onderhoud van installaties, bouwbedrijven, projectontwikkelaars, woningbouwcorporaties, de installateurs. Dat zal niet vanzelf gaan, er zal heel wat moeten gebeuren om zover te komen. Een paar voorbeelden van activiteiten die daarbij behulpzaam kunnen zijn:

- Laat energie-efficiënt ontwerp en beheer een veel grotere rol spelen in de technische opleidingen, met name ook op HBO- en MBO-niveau.
- Voer benchmarking in, bijv. voor kantoorgebouwen, scholen, etc.
- Zorg ervoor dat energiemonitoringsystemen gemeengoed worden in gebouwen die al een gebouwbeheersysteem hebben.
- Zorg voor goede criteria die het mogelijk maken om total-cost-of-ownership te minimaliseren.
- Organiseer processen van kennisdeling en kennisuitwisseling.
- Ontwikkel handboeken voor het energie-efficiënt inkopen van ICT-apparatuur.

Meer van dit soort aanbevelingen zijn opgenomen in een vorig jaar uitgebracht advies *Electriciteitsbesparing – urgent action required*¹⁴.

En tenslotte, en misschien wel het belangrijkste: energiebesparing moet ook financieel vertaald worden. In eerste instantie binnen bedrijven zelf. Dit is in de praktijk gebracht bij het Belgische postbedrijf De Post - La Poste. Het koppelen van de bonussen van de technische managers van de sorteercentra leverde – uiteraard ingebed in een totaalpakket aan activiteiten - in het eerste jaar meteen een besparing van 10% op. Een variant hierop is

¹⁴ Te downloaden via: <http://www.energietransitie.nl/nieuws/rapportage-%E2%80%98elektriciteitsbesparing-%E2%80%93-urgent-action-required%E2%80%99>.



geïmplementeerd door Elopak, deelnemer aan het WWF Climate Saver programma. Dit bedrijf maakt de helft van de financiële waarde van een energiebesparingsmaatregel over aan de werknemer die het voorstel tot besparing heeft aangedragen.

Een andere vorm is het klimaatbewust inkopen, in Nederland geïntroduceerd door Prorail, en nu ondergebracht bij de Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden en Ondernemen (SKAO). De opdrachtnemer krijgt hierbij een premie op de biedingsprijs als hij aan bepaalde criteria voldoet om de beperking van de uitstoot van broeikasgassen in zijn bedrijfsvoering op te nemen. Dit soort incentives zijn uiteindelijk nodig om energiebesparing echt bij iedereen tussen de oren te krijgen.



Energiebesparing, lessen voor echte verlaging van het brandstofverbruik

Frans Rooijers, CE Delft

CE Delft is rond dezelfde tijd tot stand gekomen als de Bezinningsgroep Energie. Onze naam was toen Centrum voor Energiebesparing. De vraag waar wij op ingaan is daarom welke lessen we kunnen trekken uit 35 jaar energiebesparing.

De belangrijkste les is dat energiebesparing het klimaatprobleem en het hoge fossiele brandstofverbruik niet kan oplossen omdat energiebesparing slechts leidt tot minder meer, in plaats van echt minder. De energie-efficiency neemt toe voor de meeste sectoren, maar bij een toenemende energievraag. Per saldo blijft het brandstofverbruik ongeveer gelijk. Dat is contra-intuïtief voor milieumensen en voor veel politici. Wat gebeurt er? Het brandstofverbruik is de resultante van de functionele vraag naar energie (de comfortbehoefte) gedeeld door het rendement van de apparaten en installaties, en van de efficiency van voertuigen en gebouwen. Het idee is dat als de efficiency toeneemt dat dan het brandstofverbruik dus daalt. Maar wat blijkt in de praktijk: niet het verbruik daalt, maar de comfortvraag neemt toe. Burgers verwarmen een groter deel van hun huis als ze een zuinige CV hebben (met een kachel met laag rendement wordt vaak alleen de woonkamer verwarmd), met spaarlampen is de buitenverlichting drastisch toegenomen, en dat zien we nu ook weer met LED-verlichting.

Is energiebesparing dan onzin? Nee natuurlijk niet, we hebben het nodig om minder brandstof te verbruiken, maar het is verre van voldoende.

Feiten en ervaringen

EU-doelen

Enkele belangrijke Europese doelen op energiegebied voor 2020 zijn 20% CO₂-reductie en 20% hernieuwbare energie. Voor de periode na 2020 is vastgesteld dat de CO₂-emissie met 80-95% in 2050 moet zijn gedaald. Dat is een forse opgave voor de hele energiesector en voor alle energiegebruikers in Europa. Energiebesparing kan een belangrijke rol spelen bij het behalen van elk van de doelen. De EU-doelen zijn niet vrijblijvend en kunnen gepaard gaan met sancties vanuit de Europese Commissie als lidstaten deze niet halen.

Emissiefactoren

Voor de omvang van de CO₂-emissie is zowel de omvang van het energiegebruik van belang als de emissiefactor van de gebruikte energiedragers. Deze emissiefactor is de hoeveelheid CO₂ die wordt uitgestoten per eenheid benutte energie; in kg CO₂/GJ. Bij aardgas is dit 56 kg/GJ (1,78 kg per m³). Elektriciteitsverbruik veroorzaakt een emissie van circa 165 kg/GJ (0,6 kg per kWh). Aan warmte in stadsverwarmingprojecten wordt een CO₂-emissie toegerekend tussen 0 en 60 kg/GJ. Voor benzine is de factor 70 kg/GJ. Voor echte groene stroom is de emissiefactor gelijk aan nul. Daarnaast spelen zaken een rol zoals de energieverliezen die optreden bij de conversie en distributie van energie en CO₂-afvang en -opslag. Meerdere zaken zijn dus van invloed op de emissiefactor van energiedragers.

Determinanten van energiegebruik

Het energiegebruik van apparaten, voertuigen, gebouwen en installaties wordt bepaald door hun efficiëntie én het gebruik. Bij bijvoorbeeld het gebouwgebonden energiegebruik zijn de inhoud van het gebouw, de isolatiegraad, of het al dan niet gestapelde bouw betreft, etc. van belang, maar ook de wijze waarop het gebouw wordt gebruikt. Het comfortniveau dat wordt verwacht is in de loop van de jaren gestegen. In 1960 was het gewoon alleen de woonkamer te verwarmen, tegenwoordig het hele huis en soms ook al het terras.



Dit leidt tot de volgende drie hoofddeterminanten die direct bepalend zijn voor de omvang van het energiegebruik en de CO₂-emissie:

- De comfortbehoefte en het gebruiksgedrag;
- De efficiëntie van installaties, voertuigen, gebouwen;
- De CO₂-kwaliteit van de energiedragers.

Enkele daaruit voortvloeiende mogelijkheden om het energiegebruik te beperken zijn gegeven in Tabel 1 (niet uitputtend).

Tabel 1 Overzicht CO₂-reductiemaatregelen in gebouwde omgeving

Aangrijpingspunten voor CO ₂ -reductie	Enkele mogelijke maatregelen
Verandering behoeften (comfort) en verandering gebruiksgedrag	Warme trui Lagere stooktemperatuur Minder apparaten Kleinere koelkast Lager lichtniveau Lagere mobiliteitsbehoefte Beter stookgedrag (instellen thermostaat) Beter rijgedrag (het Nieuwe Rijden) Apparaten buiten gebruik >> uit Licht uit in ongebruikte ruimtes
Verhoging efficiëntie installaties en apparaten	HR-ketel, Micro warmtekracht (gas)Warmtepomp Isolatie Zuinige voertuigen, Zuinige apparaten (label A) Zuinige verlichting (LED, TL) Gebruik zonne-energie (boiler, PV)
Verbetering milieukwaliteit energiedragers	Groengas, biobrandstoffen Groene elektriciteit CO ₂ -vrije elektriciteit (schoon fossiel en hern. bronnen) Warmte met lage CO ₂ -index

Vele indirecte (tweede of derde orde) determinanten beïnvloeden de directe determinanten. Zo bepaalt het aankoopgedrag van een bedrijf/huishouden het type auto of apparaat dat wordt aangeschaft en hun capaciteit en efficiency. Het werk- of leefpatroon van de mensen bepaalt hoe vaak het apparaat /voertuig gebruikt wordt. Hun leefstijl bepaalt ook of zij op milieuaspecten letten, of juist op kosten, of op status en daar hun geld aan uitgeven. Ook de CO₂-kwaliteit van de diverse energiedragers is afhankelijk van indirecte factoren.

Uit meerdere studies, ook van CE Delft, blijkt dat er in veel sectoren op rendabele wijze ongeveer 25% energie is te besparen met zuinige apparaten, isolatie van gebouwen, zuinigere voertuigen etc. Toch gebeurt dat niet, of in onvoldoende mate.

Gewoontegedrag en weerstand

Vele consumenten, bedrijven, woningcorporaties, installateurs en wagenparkbeheerders doen niet of nauwelijks aan energiebesparing, terwijl er vaak wel geld aan te verdienen is. CE Delft heeft onderzoek verricht naar de oorzaken daarvan. Daarbij hebben we op basis van sociologische en psychologische gedragsmodellen geanalyseerd of de knelpunten vooral liggen op het vlak van het willen, op het vlak van het kunnen of op het vlak van weten. Uit de analyses bleek in grote lijnen dat gewoontegedrag en imitatie veel meer bepalend zijn voor investeringsbeslissingen dan aandacht voor het energiegebruik. Maar zelfs bij afgewogen beslissingen blijkt dat in de keuzes rond energiebesparende maatregelen, naast de directe kosten en baten, ook andere factoren een rol spelen, zoals de benodigde tijd, moeite en (tijdelijke) overlast. CE Delft heeft dit effect - mede aan de hand van de bestaande gedragsmodellen - vertaald in de begrippen 'beperkte rationaliteit' en 'weerstand'.

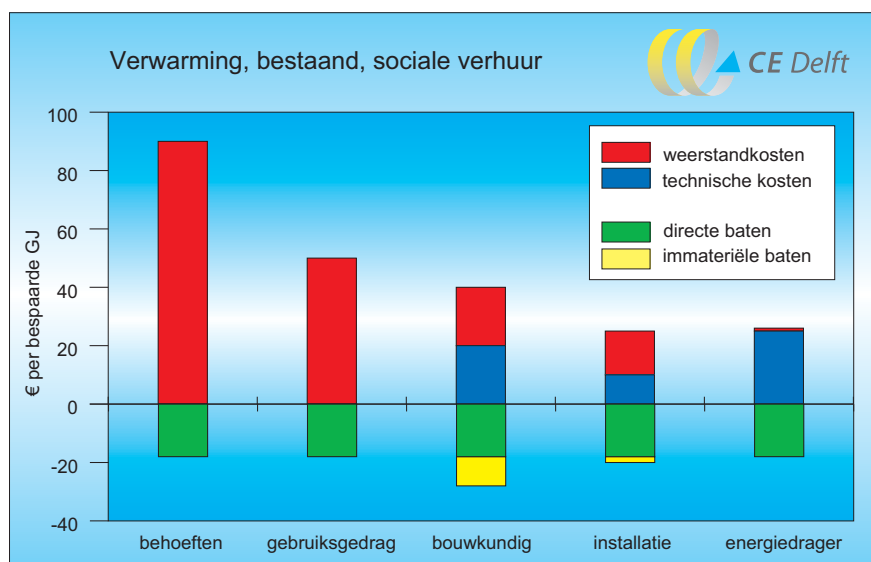


Om de complexiteit beheersbaar te houden maken mensen gebruik van simplificaties en imitatie. Het resulterende gedrag wordt bestempeld als gedrag met begrensde rationaliteit. Gevolg is dat vooral toekomstige baten niet worden beschouwd bij de investeringsbeslissing. Ook belemmeren allerlei praktische zaken het treffen van maatregelen, zoals verbouwingsoverlast, subsidieaanvragen, aannemerselectie, etc. Al deze niet financiële belemmeringen worden door CE Delft samengevat onder de term 'weerstand'. Eén van de manieren om de invloed van deze niet-financiële belemmeringen mee te nemen in een kosten-baten-afweging is door middel van de integrale kostenbenadering.

Bij de integrale kostenbenadering worden alle materiële en immateriële kosten en baten van de besparingsmaatregelen in beschouwing genomen. De kosten bestaan uit technische kosten en weerstandskosten. De baten bestaan uit directe baten en immateriële baten, zoals een verhoogd comfort bij isolatie.

Figuur 1 toont dat bij veel typen maatregelen de directe kosten lager zijn dan de uit te sparen brandstofkosten, maar door de weerstandskosten worden veel rendabele maatregelen toch niet getroffen. De weerstand is sterk verschillend per type reductiemaatregel en per type energiegebruiker. Bij bouwkundige maatregelen om energie te besparen liggen de directe kosten vaak sowieso al in dezelfde orde van grootte als de uit te sparen brandstofkosten en daar komen de weerstandskosten dan nog bovenop.

Figuur 1 Grove schatting van weerstandskosten in relatie tot werkelijke kosten



Reboundeffecten

Natuurlijk zijn ook veel besparingsmaatregelen wel degelijk getroffen. Deze leiden echter vaak niet tot het berekende lagere brandstofverbruik. Dit komt doordat, zowel burgers als bedrijven, de beschikbare subsidies hebben gebruikt om hun comfortniveau te verhogen en niet zozeer om hun energiegebruik te verlagen. Buitenverlichting is sterk gestimuleerd met de komst van de spaarlamp en met de LED-verlichting zien we een nieuwe explosie van creatieve verlichtingsdecoratie ontstaan. Ook dit is een bekend psychologisch verschijnsel. Technenuten bedenken mooie oplossingen die leiden tot nieuw gebruik.

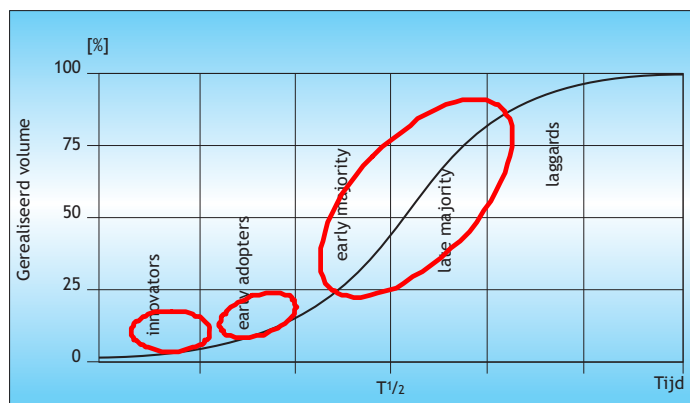
Een voorbeeld zijn de besparingen die bereikt kunnen worden door woningen met een G-label verplicht op te waarden tot label C of B. Het blijkt dat die besparingen in de praktijk lager zijn dan berekend omdat het startverbruik van waarvan werd uitgegaan hoger was dan het werkelijke verbruik. Om verschillende redenen gebruiken bewoners van G-labelwoningen minder energie dan verwacht; mensen stemmen hun warmtevraag af op de kwaliteit van de woning. In een slecht geïsoleerde woning worden niet alle ruimtes verwarmd, zodra de woning wel is geïsoleerd gebeurt dit wel.

Aantasten comfort niet bespreekbaar

Het verlagen van de CO₂-emissie en/of het brandstofverbruik door een lagere comfortvraag te stimuleren is onbespreekbaar. De vraag wordt geopperd op of de overheid zich mag bemoeien met waarvoor burgers en bedrijven energie gebruiken. Toch wordt hier een kans gemist, want er zijn wel degelijk overheidsinstrumenten die de comfortvraag kunnen terugdringen zonder dat dit als betuttelend wordt ervaren. Het verhogen van de energieprijz (via het invoeren van energiebelasting) is daarvan een voorbeeld. Deze maatregel is één van de weinige generieke instrumenten uit de afgelopen decennia die een echt neerwaarts effect heeft op het brandstofverbruik, doordat alle eerder genoemde factoren (comfortbehoefte en gebruiksgedrag, efficiëntieverbetering en de milieukwaliteit van energiedragers) worden aangesproken. Het effect is echter beperkt, omdat de energiebelasting vooral is ingevoerd in sectoren die niet zo prijsgevoelig zijn en deze tot een minimum is beperkt in sectoren waar de prijsgevoeligheid groter is.

Beperkt effect van innovatie

De overheid heeft in de afgelopen decennia naast de stimulering van specifieke besparende technieken ook de innovatie van schone en zuinige technieken gestimuleerd. Traditionele technieken en fossiele energiebronnen zijn vaak veel goedkoper dan schone en zuinige technieken. Het is een misvatting dat door innovatie duurzame technieken zoveel goedkoper worden dat vanzelf marktvraag ontstaat en de schone en zuinige technieken worden geïmplementeerd. De directe kosten worden niet lager en er is geen oplossing voor de weerstandskosten.



Lessen voor beleid

De centrale les uit het voorgaande is dat de overheid aan moet sturen op het treffen van maatregelen zonder dat hiermee tegelijk de comfortvraag wordt gestimuleerd. De overheid kan hier op effectieve wijze voor zorgen via emissieplafonds, via normen voor zuinige technieken en voor het aandeel hernieuwbare energie en via beprijzing van fossiele brandstoffen. Deze instrumenten zijn niet-techniekspecifiek en laten veel vrijheid voor de markt om de aantrekkelijkste en goedkoopste oplossingen te kiezen om de doelen te halen.

Op welke wijze de markt voor nieuwe technieken het best kan worden gestimuleerd hangt af van de fase waarin nieuwe producten zich bevinden. Als er voldoende technieken zijn die al enigszins zijn ontwikkeld om de doelen m.b.t. duurzaamheid te realiseren, dan kan er vrij generiek worden gestuurd. Consumenten en producenten kunnen kiezen uit een groter aantal verschillende technieken. Als er nog weinig technieken zijn zullen er alternatieven ontwikkeld moeten worden en geïntroduceerd moeten worden op de markt, waar het concurrentienadeel tijdelijk moet worden ondervangen.

Elke fase kent zijn eigen instrumenten. Omdat voor het tijdig halen van de duurzame doelen én voor het substantieel bijdragen aan nieuwe bedrijvigheid, grootschalig volume nodig is zal de markt uiteindelijk gecreëerd moeten worden met generieke overheidsinstrumenten.

Tabel 2 Overzicht ontwikkelfasen

Fase	Instrumenten
Innovatie (techniek-specifiek)	Subsidies Convenanten Prijsvragen (vooral in de VS staat er regelmatig een flinke bonus op het realiseren van en techniek X of Y)
Introductie (deels techniek-specifiek)	Subsidies inclusief fiscale stimulering Belemmerende regelgeving wegnemen Normen ontwikkelen, eventueel met tijdelijke extra stimulering van specifieke technieken (EPC, voertuigefficiëntie, e.d.)
Implementatie (niet techniek-specifiek)	Heffingen (energiebelasting, accijnzen e.d.) Normen/caps (ETS, leveringsplicht aandeel hernieuwbare energie, e.d.)

De overheid is de partij bij uitstek die een grootschalige vraag naar duurzame technieken in Nederland zal moeten creëren. Het bedrijfsleven wil graag zuinige en schone technieken leveren en kan deze ontwikkelen en aanbieden als er voldoende marktvraag is.

De overheid is bij uitstek de partij die voor grootschalige vraag kan zorgen. Dat hoeft niet veel geld te kosten. Er zijn interessante en belangrijke voorbeelden van een goede marktcreatie door de overheid die goed was voor milieu en voor bedrijvigheid:

- De Wet verontreiniging oppervlaktewater zorgde eind jaren 70 voor een krachtige impuls voor het Nederlandse bedrijfsleven waar de waterwereld nog steeds mondiaal de vruchten van plukt. Tegelijkertijd is de kwaliteit van het oppervlaktewater sterk verbeterd. De essentie hiervan was een heffing op de lozing van vervuild water op het oppervlaktewater waardoor het financieel aantrekkelijk werd om het afvalwater te zuiveren. Dit leverde een innovatieprikkel op die leidde tot economisch aantrekkelijke producten om industrieel afvalwater te reinigen.
- De EPC (energieprestatiecoëfficiënt voor nieuwe gebouwen), ingevoerd in 1995 als onderdeel van het Bouwbesluit. Elk nieuw gebouw moest voldoen aan eisen m.b.t. het energiegebruik. De eisen zijn geleidelijk aan aangescherpt en het doel is nu om in 2020 gebouwen te realiseren die per saldo geen extern energiegebruik meer hebben.

De rol van de overheid is om niet-techniekspecifiek beleid te ontwikkelen en de markt de beste technieken te laten ontwikkelen die leiden tot energiebesparing en hernieuwbare energie. De uitkomsten van onderzoeken van CE Delft naar het meest geschikte instrumentarium voor de volumefase worden onderschreven vanuit wetenschap en bedrijfsleven: de beste aanpak ligt in generiek beleidsmaatregelen (zie bijv. Manifest Markt&Milieu, Green4sure, Halvering CO₂-reductie gebouwde omgeving, Klimaatneutrale motorbrandstoffen en andere bevindingen op www.ce.nl).

Een laatste les is de opbouw van het volumebeleid niet vooruit te schuiven, maar er nu mee te beginnen. Versterk dit via een 'start and strengthen-aanpak' met een strak gedefinieerd tijdpad. Dat levert vertrouwen op bij het investerende bedrijfsleven en helpt mee aan het creëren van marktvraag. De hierna beschreven routekaart geeft een mogelijke invulling.

Routekaart naar grootschalige activiteit en effect

Om te laten zien dat het voorgaande concreet kan worden ingevuld benoemen wij een aantal maatregelen die een plaats kunnen krijgen op een routekaart naar volumevraag.

- Tijdelijk
 - De SDE+ wordt tijdelijk voortgezet
 - Verplichting transport op 10%
 - Verplichting voor aandeel hernieuwbaar gas en elektriciteit per 1-1-2016
 - Geldt voor levering aan kleinverbruikers (internationale industrie ontzien)
 - Groengas: 2% in 2016, 5% in 2020
 - Elektriciteit: 20% in 2016, 35% in 2020
 - Na 2015 alleen SDE+ voor innovatieve technieken
 - Duurzaamheid van biomassa is verplicht gesteld
 - Het eindbeeld is:
 - Verplichting aandeel hernieuwbaar voor alle energieleveranciers
 - 100% in 2030 voor het kleinverbruik
 - Stapsgewijze verlaging van de CO₂-plafonds voor de ETS-sectoren tot -80% in 2050
 - Actieve opstelling NL-overheid om dit binnen EU voor elkaar te krijgen
- Dit levert veel nieuwe bedrijvigheid op (zie o.a. Green4sure)

Toelichting op de genoemde maatregelen

De SDE+ zal gebruikt worden om tot 2015 nieuwe technieken te helpen ontwikkelen. Tegelijkertijd wordt een systeem van verplichtingen ontwikkeld dat na 2015 het stokje overneemt. De meerkosten van hernieuwbare energie kunnen worden doorberekend aan de klanten omdat alle energieleveranciers aan de plicht moeten voldoen (analoog aan het bestaande beleid voor transportbrandstoffen). Parallel worden dan nog innoverende technieken bevorderd die tijdelijk extra hoge kosten vergen.

De plicht zal rusten op de levering aan energiegebruikers die geen of beperkt last ondervinden van hogere energieprijzen voor hun internationale concurrentiepositie, m.n. kleinverbruikers.

De plicht zal niet alleen gelden voor transportbrandstoffen, maar ook voor gas, warmte en elektriciteit. Het eindbeeld is 100% hernieuwbare energie voor de kleinverbruikers in 2030. De industrie zal via het (aangescherpte) ETS zuiniger met energie omgaan, maar de ETS-prijzen zullen nog onvoldoende zijn om hiervoor energie uit hernieuwbare bronnen te gebruiken.

Deze route geeft een duidelijke marktpositie voor zowel energiebesparing als hernieuwbare energie, waarbij marktpartijen de slimste en goedkoopste oplossingen kunnen leveren en waarbij in ieder geval vanaf het begin geregeld is dat het gebruik van biomassa aan eisen van duurzaamheid voldoet (NTA 8080, commissie Corbey). Dit zal gelden voor alle toepassingen (biofuels, elektriciteit en gas) waarbij ook ongewenste competitie met andere sectoren (voedsel, hout en papier) wordt voorkomen.

Doordat energie substantieel duurder wordt (elektriciteit 5 ct per kWh, gas 25-50 ct per m³) dan nu wordt er een extra impuls worden gegeven aan energiebesparing doordat de terugverdientijden sterk afnemen. Ook dan zullen nog niet alle rendabele maatregelen worden getroffen, maar dat leidt niet meer tot een groter klimaat-effect en fossiel brandstofverbruik omdat alle energie uit hernieuwbare bronnen komt en daarmee CO₂-vrij is.



Plan B: noodzakelijk maar onzeker

Jip Lenstra, ECN, bijdrage op persoonlijke titel

In het artikel van Sible Schöne is uitgelegd waarom er een grote kans is dat de wereld de 2 graden doelstelling gaat overschrijden. Ik denk dat deze inschatting nog optimistisch is. Ik ben bang dat wij in Europa en in Nederland in het bijzonder, te veel denken dat de rest van de wereld onze moraal zal volgen. Het milieubewustzijn van Nederland en van Europese burgers is groter dan dat van veel Amerikanen en Chinezen. Het is mijn indruk dat de Republikeinen in de VS en de Chinese leiders pas iets substantieels aan klimaatverandering willen doen als de klimaatschade in de papieren gaat lopen. Schade in arme landen zal daarbij minder zwaar wegen dan de schade in het eigen land. Ik verwacht dat substantieel klimaatbeleid pas op gang komt nadat de temperatuur onaanvaardbaar hoog is opgelopen. Wanneer dat is weet niemand. Maar dat het dan te laat is om met Plan A de temperatuurstijging voldoende te beperken is in de bijdrage van Sible Schöne helder toegelicht. Met stevig reductiebeleid kan na enige tientallen jaren de concentratie broeikasgassen in de atmosfeer gestabiliseerd worden. De temperatuur zal in dat geval nog vele jaren doorstijgen. In deze situatie moet ook Plan B uitgevoerd worden.

Wat moet Plan B doen?

Als de klimaatschade onacceptabel groot wordt dan is het verlagen van de broeikasgasconcentratie in de atmosfeer het enig mogelijke. Voorkomen dat de concentratie hoger wordt (emissiereductie) is noodzakelijk maar helpt onvoldoende. Plan B moet dus broeikasgassen aan de atmosfeer onttrekken en ergens anders bergen. Omdat je hier te laat aan begint zou je willen dat dit bovendien heel snel gaat. Dus het zoeken is naar technieken die snel grote hoeveelheden broeikasgas aan de lucht kunnen onttrekken en elders opslaan. Bij voorkeur moet dit zo gebeuren dat de concentratie CO₂ in de oceanen ook omlaag gaat om de dreigende verzuring van het oceaانwater tegen te gaan. Het moet om grote hoeveelheden gaan want je wil ten opzichte van reductie een duidelijke versnelling maken. Met zo'n plan zou de concentratie broeikasgassen een paar % per jaar moeten dalen. Aan het eind van de 21^{ste} eeuw kunnen we daarmee weer een veilig klimaat hebben.

Ruwweg zijn er 3 manieren om CO₂ uit de atmosfeer te halen:

- Biomassa omzetten in energie en de vrijkomende CO₂ afvangen en opslaan (BECCS);
- Biomassa omzetten in koolstof en opslaan in de cultuurgronden voor landbouw of bosbouw;
- CO₂ uit de atmosfeer of uit oceaانwater binden aan mineralen of naar de bodem van de oceaان laten zakken.

Welke technieken bestaan er?

De meest genoemde en de meest voor de hand liggende techniek is de combinatie van Biomassa Energie en CO₂-opslag (BECCS). De teelt van biomassa wordt gebruikt voor het onttrekken van CO₂ aan de atmosfeer en CCS wordt gebruikt om de CO₂ na gebruik van de energie buiten de atmosfeer op te slaan. Biomassa bevat relatief veel koolstof per eenheid energie. Dus bij de processen om nuttige energie uit biomassa te halen komt veel CO₂ vrij. Als je deze afvangt en opslaat dan krijgt de biomassa-energie een negatieve emissie. Er wordt netto CO₂ aan de atmosfeer onttrokken. De biomassa moet bij productie niet of weinig emissies van broeikasgassen hebben veroorzaakt, anders wordt de werking natuurlijk minder. Dat stelt wel eisen aan de duurzaamheid van de teelt.



Voorbeelden van BECCS zijn:

- Biomassacentrales met CCS
- Afvalverbrandingsovens met CCS
- Biomethaanproductie met CO₂-scheiding aansluiten op CO₂-opslag
- Bij bioethanolproductie CO₂ afvangen en geschikt maken voor opslag

Bij een aantal toepassingen wordt de CO₂ al gescheiden en zullen de extra kosten van opslag beperkt zijn als de schaal voldoende groot is. Bij centrales moeten de kosten van biomassa(bij)stook en CCS bij elkaar worden geteld.

Als BECCS een belangrijke rol gaat spelen in Plan B wordt de druk op het biomassapotentieel enorm groot. Biomassa is al aantrekkelijk om de bestaande energiedragers te vervangen en door de combinatie met CCS wordt de optie nog aantrekkelijker.

Een andere techniek, die ook is gebaseerd op biomassa, is het vergroten van het koolstofgehalte van de bodem. Door landbouw, met name door het ploegen en door het jaarlijks oogsten van gewassen, wordt veel koolstof aan de bodem onttrokken. De aanwezige koolstof oxideert langzaam tot CO₂ of verrot en wordt CH₄. Na verloop van tijd blijft een koolstofarme akker over waar je overigens nog best goed gewassen op kunt telen. Maar door deze praktijk wordt een belangrijk natuurlijk koolstofreservoir uitgeput. Er bestaan technieken om hier wat aan te doen. Voor de hand liggend is het onderploegen van landbouwresidu (bijvoorbeeld graanstoppels) maar dat werkt weinig efficiënt. Beter is het om de landbouwresiduen om te zetten in stabiele koolstof (biochar) en die in de bodem te brengen. Dat omzetten moet met behulp van pyrolyse op een temperatuur van meer dan 400 °C. Er zijn sterke aanwijzingen dat de toepassing van biochar de landbouw op arme gronden een stuk duurzamer kan maken. Er treedt minder stikstofverlies op en er wordt meer water vastgehouden waardoor droogte een kleinere impact krijgt. De emissie van lachgas (N₂O) wordt ook substantieel lager.

Bezwaar is wel dat biochar ook een beroep doet op het begrenste potentieel aan biomassa.

Tot zover de min of meer normale technieken. Andere technieken die in Plan B een rol kunnen spelen worden vaak gerangschikt onder geo-engineering. De soort geo-engineering die CO₂ uit de atmosfeer haalt wordt in dat vakgebied CDR genoemd (Carbon Dioxide Removal). Een bekende optie is het binden van CO₂ aan mineralen zoals bijvoorbeeld voorgesteld door Schuiling. Hierbij wordt olivijn of een vergelijkbaar mineraal zeer fijn gemalen en blootgesteld aan CO₂ uit de lucht. Na verloop van tijd wordt CO₂ permanent gebonden aan het mineraal. Onder normale omstandigheden gaat dit proces te langzaam voor nuttige toepassing. Maar er kunnen omstandigheden zijn waaronder dit proces in enige jaren plaats heeft en dan wordt deze optie een interessante mogelijkheid in Plan B.

Ook wordt vaak voorgesteld om de oceaan te gebruiken als CO₂ vanger. Je moet dan de microalgen die in de oceaan aanwezig zijn tot groei stimuleren met speciale meststoffen. De algenbloei ontrekt snel CO₂ aan het water en de lucht er boven. Daarna sterven de algen en zinken ze langzaam naar de bodem waarbij ze de opgenomen koolstof meenemen. Onderweg kan er echter CH₄ en N₂O ontstaan waardoor het netto-effect van de optie afneemt. Ook wordt er aanzienlijke ecologische nadelen verwacht.

Wat zijn de beperkingen?

Het zal duidelijk zijn dat de opties in Plan B nog niet erg volwassen zijn. Er is nog veel onderzoek nodig om het realiteitsgehalte van de voorstellen te toetsen. Een belangrijke beperking is het biomassapotentieel. Dat is al een knelpunt vanwege de food or fuel discussie die is losgebarsten. In de context van klimaatverandering wordt deze discussie nog moeilijker omdat voedselschaarste in delen van de wereld één van de meest pregnante effecten zal zijn van klimaatverandering.



Los van de biomassadiscussie is het noodzakelijk dat de mondiale landbouw duurzamer wordt gemaakt. Dat moet ook gebeuren als we geen biomassa zouden gebruiken. Bij dit duurzamer maken kan biochar een belangrijke rol spelen. De voorstanders van biochar claimen ook dat toepassing van biochar onvruchtbare gebieden geschikt kan maken voor landbouw. Daarmee zou dan het mondiale areaal uitgebreid kunnen worden.

Klimaatverandering kan ook helpen bij het uitbreiden van het landbouwareaal. Grote delen van Rusland en Canada worden geschikter voor landbouw en bosbouw.

Het uitbreiden van het biomassapotentieel kan ook door het gebruik van zeeën en oceanen als teeltgebieden. De teelt van zeewier wordt in veel landen al onderzocht en de vooruitzichten zijn veelbelovend. Het onderzoek voor Plan B zou snel uitgebreid moeten worden van de zeeën naar de oceanen. Daar kunnen echt grote hoeveelheden zeewierbiomassa worden geproduceerd waarbij CO₂ aan de oceanen wordt onttrokken en aan de atmosfeer. Het zeewier kan worden ingezet als grondstof voor biobrandstoffen en biopolymeren.

Het opslaan van de CO₂ uit de atmosfeer gaat om een grote extra hoeveelheid ten opzichte van de fossiele toepassing van CCS. De geologische formaties waar CO₂ in kan worden opgeslagen zijn niet zeldzaam, maar er zal toch meer onderzoek nodig zijn om de goede plekken te vinden. Ook zal gekeken moeten worden of minder geschikte plekken geschikt gemaakt kunnen worden. Er bestaan bijvoorbeeld veel “gesloten” aquifers waar het formatiewater letterlijk in de weg zit voor de CO₂. Het wegpompen en bergen van het formatiewater zou het opslagpotentieel aanmerkelijk kunnen vergroten.

Specifiek voor de mineraaloptie is het vinden van voldoende geschikte ruimte voor het verspreiden van het materiaal. Schuiling heeft voorgesteld om daar de stranden voor te gebruiken. Het is de vraag of dat voldoende is en of de huidige gebruikers van de stranden daar aan willen meewerken. Onderzoek zou moeten kijken naar goedkope verspreidingstechnieken in niet gebruikte gebieden zoals woestijnen en oceanen.

Wat zijn de beleidsmatige mogelijkheden van Plan B?

Plan B lijkt beleidsmatig vergelijkbaar met Plan A. Gewoon de regels verder aanscherpen en dan gaan de actoren vanzelf over tot de opties met negatieve emissies. Maar dan zouden we een paar aantrekkelijk kansen voor het beleid laten liggen. Reductie (Plan A) is een soort preventie. Plan B is sanering van historische emissies. Dat is een belangrijk verschil. Bij sanering kan namelijk meer gekeken naar de veroorzakers van de historische emissies.

Als aan een serieuze aanpak van Plan A wordt begonnen rond 2020 zullen de opkomende landen al zo'n groot deel van de emissies veroorzaken dat de ruimte voor “burden sharing” er feitelijk niet meer is. Ook zij zullen dus stevig moeten reduceren terwijl ze historisch gezien recht zouden hebben op een “common but differentiated” benadering. In deze scheve situatie kan het van belang worden als de rijke landen het voortouw nemen bij het saneren met Plan B.

Een ander aspect van Plan B is dat schuld uit het verleden op een later tijdstip vereffend kan worden. Een afwachtend land kan uiteindelijk gedwongen worden om de emissies uit het verleden weer uit de atmosfeer te halen. De beloning op uitstel en vertraging vervalft hierdoor.

Economische aspecten van Plan B

Los van wie de kosten van Plan B moet dragen is er nog een ander economisch aspect dat besproken moet worden. Saneren is meestal duurder dan preventie en bestrijding van milieuverontreiniging. Ook bij de emissie van broeikasgassen is dit dat aan de orde. Het zal goedkoper zijn om te voorkomen dat CO₂ in de atmosfeer komt dan om het er weer uit te moeten halen. Het introduceren van een Plan B zal de druk op plan A daarom vergroten. Het hebben van een uitgewerkt en economisch onderbouwd Plan B zal voor de politiek duidelijk



maken wat de kosten van verder uitstel van klimaatbeleid zijn. Het wachten tot er meer zekerheid is (of andere excuses) gaat ineens geld kosten.

Aan de andere kant zal Plan B ook een plafond leggen in de kosten voor Plan A. Zodra preventieve maatregelen aanmerkelijk duurder blijken dan saneringsmaatregelen, klopt er iets niet. Te dure reductie opties die nu nog het draagvlak voor klimaatbeleid bedreigen, moeten door introductie van Plan B een andere motivatie zoeken dan die van de dreigende klimaatverandering.

Hoe veilig wordt de wereld als we een Plan B zouden hebben?

Plan B zou in staat moeten zijn om de concentraties van CO₂ aan het eind van de eeuw weer op een veilig niveau te hebben. De temperatuur zal daardoor minder oplopen en aan het eind van de eeuw zelfs weer dalen. Klimaatproblemen die een langere tijdschaal hebben zullen daardoor waarschijnlijk voorkomen kunnen worden. Dat zijn er veel en daar zitten een aantal heel gevaarlijke bij. Dus Plan B helpt enorm. Maar er blijven nog problemen die getriggerd kunnen worden over een korte tijdschaal. Ook deze zijn moeilijk voorspelbaar, maar we weten wel dat ze zonder vertraging reageren op de temperatuur op aarde.

- Problemen met de voedselvoorziening. Landen met een beperkte aanpassingsmogelijkheid in de landbouw (kennis, geld, techniek) kunnen onvoldoende in staat zijn om de veranderingen in hun klimaat op te vangen met andere teelttechnieken en gewassen. Hierdoor kan lokaal, maar ook mondiaal schaarste aan (bepaalde) soorten voedsel ontstaan.
- Problemen door onvoorspelbare extreme weersverschijnselen. Dat er extremer weer komt is duidelijk en daar kan ieder land zich met adaptatie op voorbereiden. Maar dan moet het extreme weer wel telkens ongeveer op dezelfde plaats voorkomen. Als extreem inhoudt dat het telkens op onverwachte plaatsen optreedt dan wordt het erg moeilijk om je er tegen te verdedigen.
- Sommige omslagpunten kunnen op korte termijn al plaatsvinden. Bijvoorbeeld het smelten van het zeeijs op de Noordpool kan onvoorspelbare effecten hebben. En sommige moessons kunnen door klimaatverandering uitvallen.

Voor dit soort situaties biedt ook Plan B geen uitkomst. Daar gaat het te langzaam voor. In die gevallen moeten we op de blaren zitten en betalen voor het jarenlange getreuzel dat nu gaande is. Of is er toch nog een mogelijkheid?

Een mogelijk noodplan (Plan C)

Je zou kunnen werken aan technieken die in geval van nood (zoals hiervoor beschreven) uitkomst kunnen bieden. De geo-engineers hebben al een paar theoretisch werkende voorstellen op tafel gelegd. Twee daarvan lijken haalbaar en betaalbaar. Dat wil niet zeggen dat de komende jaren er geen andere opties gevonden zullen worden. De noodmaatregelen zijn allemaal gebaseerd op "Solar Radiation Management", het verminderen van de zoninstraling die op het aardoppervlak komt. Eenvoudig te begrijpen is de methode waarbij SO₂ in de hoge stratosfeer wordt geïnjecteerd. Bij een grote vulkaanuitbarsting wordt ook SO₂ in de stratosfeer uitgestoten en de koelende werking van vulkaanuitbarstingen is goed te zien in de curven van de gemiddelde mondiale temperatuur. SO₂ is een gas en het kan op tal van manieren naar een hoogte van 20 tot 30 km gebracht worden. Sommigen stellen voor SO₂-granaten met houwitsers omhoog te brengen. Anderen zien meer in speciale vliegtuigen die naar grote hoogte kunnen stijgen. Eenmaal in de stratosfeer wordt de SO₂ omgezet in kleine druppeltjes zwavelzuur die precies de juiste diameter hebben om het zonlicht te weerkaatsen. Met een miljoen ton SO₂ per jaar (dat is twee keer zoveel als de SO₂-emissie van Duitsland) kan de temperatuur op aarde enige °C lager gemaakt worden.

Een andere methode is gebaseerd op het witter maken van de aarde. Door de grotere albedo wordt er meer zonlicht weerkaatst en zal de temperatuur lager worden. Een goede plek om dit te doen is de oceaan die vanuit de zon gezien tamelijk zwart is. Dus als er extra wolken boven de oceaan gemaakt worden, of bestaande wolken witter gemaakt worden,



neemt de albedo van de aarde toe. Op een aantal plaatsen boven de oceanen kunnen geen wolken ontstaan omdat daar te weinig condensatiekernen aanwezig zijn. Op andere plaatsen is een bijna continue laag van grijze stratus bewolking aanwezig. Aerosolen fungeren als condensatiekernen voor wolkendruppels, dus er is gezocht naar technieken om extra aerosol boven de oceaan te maken. Een van de voorstellen is het maken van zoutaerosol door kleine zeewaterdruppels in de atmosfeer te blazen. Deze druppeltjes verdampen heel snel en het zeezout blijft als aerosol achter. Bij waterdruppels van ongeveer 1 micrometer zal het zoutdeeltje 0,2 micrometer worden en dat is precies de goede maat om een wolk te laten ontstaan of een sluier witter te maken.

Met beide methoden kost het voldoende omlaag brengen van de gemiddelde temperatuur op aarde ongeveer 10 miljard Euro per jaar. Als alle rijke landen hier evenredig aan bijdragen komt dit voor Nederland neer op ordegrrootte € 100 miljoen per jaar, een relatief bescheiden bedrag.

Beide SRM-maatregelen hebben naar verwachting stevige negatieve bijwerkingen die lastig te voorspellen zijn. Het zijn wat je noemt “paardenmiddelen” die je alleen in uiterste nood kunt toepassen. De schade die extra wordt aangericht moet aanmerkelijk minder zijn dan de schade die wordt bestreden.

Onderzoek, innovatie en de positie van Nederland

Zowel Plan B als Plan C moeten nader onderzocht worden. De ideeën zijn nog niet erg volwassen. Er zijn goede argumenten waarom het voor Nederland interessant kan zijn om bij te dragen aan dit onderzoek en om bepaalde delen van het onderzoek op te pakken.

Nederland heeft in het verleden een ruime hoeveelheid CO₂ in de atmosfeer geloosd en het lijkt dus logisch dat we die er ook weer uit moeten halen. Zoals dit in Nederland meestal gaat, wil de bevolking hierbij niet achterlopen maar eerder het goede voorbeeld geven. Laten we dan ook maar voorop gaan in het onderzoek. Nederland is ook goed gepositioneerd voor de toepassing van BECCS. De Rotterdamse haven is erg geschikt voor het omzetten van geïmporteerde biomassa en waarschijnlijk komt er ook een aantrekkelijke CO₂-opslag infrastructuur. ECN loopt mondiaal in de voorhoede bij het omzetten van biomassa naar bruikbare energie. De bodemdeskundigheid in Nederland staat op een hoog peil en daarmee kan Nederland een innoverende rol spelen bij koolstofopslag in de bodem de CO₂-binding aan mineralen.

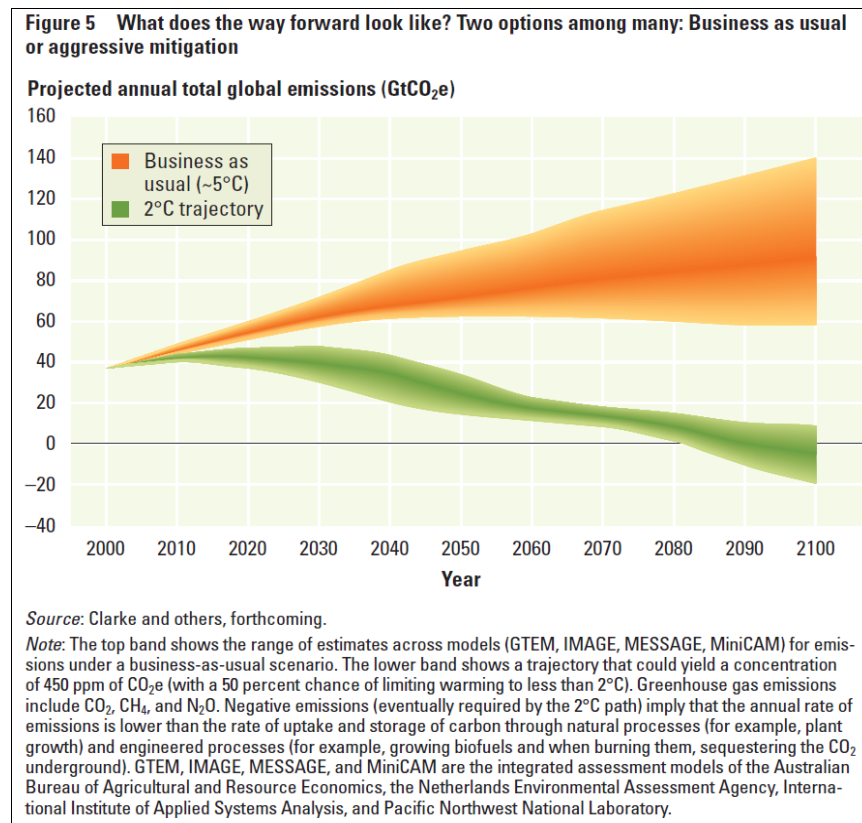
Nederland is bovendien kwetsbaar voor zeespiegelstijging. Die zal niet binnen enige decennia een probleem vormen, maar door de doorwerking van de onvermijdelijke temperatuurstijging zal zeespiegelstijging op den duur een groot probleem vormen. Plan B is dan de enige mogelijkheid om letterlijk het tij te keren.

Hoe verder?

In dit artikel is aannemelijk gemaakt dat de wereld een stuk minder klimaatrisico zou lopen als er een Plan B en een Plan C zou worden gemaakt. De kans dat een Plan B nodig is wordt nu al ingeschat op meer dan 50%. Voor Plan C is zo'n percentage nog niet te geven. Maar de kans op onacceptabele vormen van klimaatverandering is groot genoeg om ook dit Plan serieus te gaan onderzoeken.



Afbeeldingen



Figuur 1.

De Wereldbank heeft in zijn World Development Report van 2010 al een voorbeeld gegeven van een emissiescenario dat uiteindelijk de temperatuur weer naar 2 °C terugbrengt. Hierbij wordt een aantal technieken ingezet die ook in Plan B worden voorgesteld. In dit scenario wordt aangenomen dat serieuze reductie van af 2010 worden ingezet. Helaas is dat niet realistisch. Hoe later wordt begonnen met reduceren hoe meer opties met negatieve emissies ingezet moeten worden aan het eind van de eeuw.

Table 1. Policy-relevant potential future tipping elements in the climate system and (below the empty line) candidates that we considered but failed to make the short list*

Tipping element	Feature of system, F (direction of change)	Control parameter(s), ρ	Critical value(s), [†] ρ_{crit}	Global warming [‡]	Transition timescale, [†] T	Key impacts
Arctic summer sea-ice	Areal extent (-)	Local ΔT_{air} , ocean heat transport	Unidentified [§]	+0.5–2°C	~10 yr (rapid)	Amplified warming, ecosystem change
Greenland ice sheet (GIS)	Ice volume (-)	Local ΔT_{air}	+~3°C	+1–2°C	>300 yr (slow)	Sea level +2–7 m
West Antarctic ice sheet (WAIS)	Ice volume (-)	Local ΔT_{air} , or less ΔT_{ocean}	+~5–8°C	+3–5°C	>300 yr (slow)	Sea level +5 m
Atlantic thermohaline circulation (THC)	Overturning (-)	Freshwater input to N Atlantic	+0.1–0.5 Sv	+3–5°C	~100 yr (gradual)	Regional cooling, sea level, ITCZ shift
El Niño–Southern Oscillation (ENSO)	Amplitude (+)	Thermocline depth, sharpness in EEP	Unidentified [§]	+3–6°C	~100 yr (gradual)	Drought in SE Asia and elsewhere
Indian summer monsoon (ISM)	Rainfall (-)	Planetary albedo over India	0.5	N/A	~1 yr (rapid)	Drought, decreased carrying capacity
Sahara/Sahel and West African monsoon (WAM)	Vegetation fraction (+)	Precipitation	100 mm/yr	+3–5°C	~10 yr (rapid)	Increased carrying capacity
Amazon rainforest	Tree fraction (-)	Precipitation, dry season length	1,100 mm/yr	+3–4°C	~50 yr (gradual)	Biodiversity loss, decreased rainfall
Boreal forest	Tree fraction (-)	Local ΔT_{air}	+~7°C	+3–5°C	~50 yr (gradual)	Biome switch
Antarctic Bottom Water (AABW)*	Formation (-)	Precipitation–Evaporation	+100 mm/yr	Unclear [¶]	~100 yr (gradual)	Ocean circulation, carbon storage
Tundra*	Tree fraction (+)	Growing degree days above zero	Missing	—	~100 yr (gradual)	Amplified warming, biome switch
Permafrost*	Volume (-)	$\Delta T_{permafrost}$	Missing	—	<100 yr (gradual)	CH ₄ and CO ₂ release
Marine methane hydrates*	Hydrate volume (-)	$\Delta T_{sediment}$	Unidentified [§]	Unclear [¶]	10 ³ to 10 ⁵ yr (> T_E)	Amplified global warming
Ocean anoxia*	Ocean anoxia (+)	Phosphorus input to ocean	+~20%	Unclear [¶]	~10 ⁴ yr (> T_E)	Marine mass extinction
Arctic ozone*	Column depth (-)	Polar stratospheric cloud formation	195 K	Unclear [¶]	<1 yr (rapid)	Increased UV at surface

N, North; ITCZ, Inter-tropical Convergence Zone; EEP, East Equatorial Pacific; SE, Southeast.

*See [SI Appendix 2](#) for more details about the tipping elements that failed to make the short list.

[†]Numbers given are preliminary and derive from assessments by the experts at the workshop, aggregation of their opinions at the workshop, and review of the literature.

[‡]Global mean temperature change above present (1980–1999) that corresponds to critical value of control, where this can be meaningfully related to global temperature.

[§]Meaning theory, model results, or paleo-data suggest the existence of a critical threshold but a numerical value is lacking in the literature.

[¶]Meaning either a corresponding global warming range is not established or global warming is not the only or the dominant forcing.

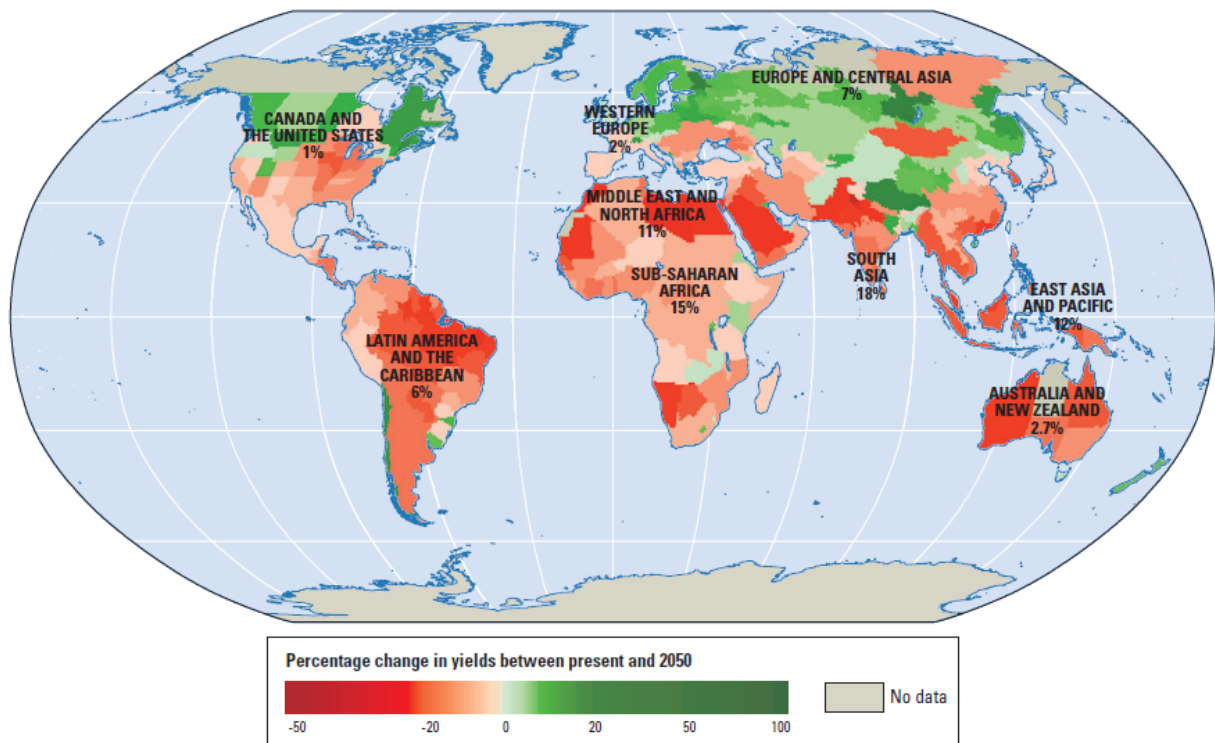
^{||}Meaning no subcontinental scale critical threshold could be identified, even though a local geographical threshold may exist.

Figuur 2.

Lenton et al geven een goed overzicht van de tijdschaal van een aantal klimaatproblemen die met tipping points samenhangen. De meest problemen kunnen waarschijnlijk worden voorkomen door voor het eind van de eeuw de temperatuur weer terug te brengen tot een ongevaarlijk niveau. Een paar problemen kunnen echter op korte tijdschaal optreden.



Map 1 Climate change will depress agricultural yields in most countries in 2050, given current agricultural practices and crop varieties



Sources: Müller and others 2009; World Bank 2008c.

Note: The coloring in the figure shows the projected percentage change in yields of 11 major crops (wheat, rice, maize, millet, field pea, sugar beet, sweet potato, soybean, groundnut, sunflower, and rapeseed) from 2046 to 2055, compared with 1996–2005. The yield-change values are the mean of three emission scenarios across five global climate models, assuming no CO₂ fertilization (a possible boost to plant growth and water-use efficiency from higher ambient CO₂ concentrations). The numbers indicate the share of GDP derived from agriculture in each region. (The share for Sub-Saharan Africa is 23 percent if South Africa is excluded.) Large negative yield impacts are projected in many areas that are highly dependent on agriculture.

Figuur 3.

Klimaatverandering kan tot aanzienlijke voedselschaarste leiden. Zeker als landen niet in staat blijken om hun landbouwtechniek op tijd aan te passen. Voedselschaarste kan een aanleiding vormen om tijdelijk Solar Radiation Management in te zetten om maatschappelijke ontwrichting te voorkomen.

Noodscenario voor de periode na 2020

Pier Vellinga, Wageningen Universiteit

Wat te doen indien in 2020 blijkt dat klimaatverandering een onbetaalbare schadepost gaat worden voor de gehele wereld en er in dat jaar consensus ontstaat om alle mogelijke middelen in te zetten om de concentraties van broeikasgassen zeer snel te verminderen. Wat zijn dan die middelen?

Deze vraag komt aan de orde in de bijdrage van Lenstra. Er zijn ideeën om ons nu alvast voor te bereiden op een situatie waarin deze vraag actueel wordt. De ideeën komen in het algemeen uit op vrij radicale vormen van geo-engineering om de albedo van de aarde te beïnvloeden. Variërend van zonnereflectoren hoog in de ruimte tot het spuiten van zout of zwavel in de atmosfeer.

Dit soort oplossingen lijkt mij beslist geen goed idee vanwege de vele onbekende neven-effecten van dit soort ingrijpen. Ook de politieke implicaties aangaande wie hierover beslist en wie de eventuele onbedoelde schade vergoed, zijn enorm groot. Dan nog liever 2 a 3 meter zeespiegelstijging en meer waterschaarste. Wie weet is dat over 100 jaar wel te accommoderen, ook door de landen die nu arm zijn. Over 100 jaar zijn idealiter ook de arme landen rijk, net als wij nu. Waarom zouden zij de kustverdediging en het waterbeheer dan niet op orde kunnen hebben, zoals wij nu. Het zal wel duur zijn, maar vermoedelijk minder riskant dan de genoemde geo-engineering oplossingen en het speelt pas aan het eind van eeuw of nog later. Kortom er is nog vrij veel voorbereidingstijd.

Indien in of na 2020 een panieksituatie ontstaat aangaande klimaatverandering en de concentraties moeten zo snel mogelijk dalen, dan kies ik ervoor ons dan primair te richten op de nu min of meer bekende technieken, die passen binnen de jurisdictie van soevereine staten.

Hierbij bedoel ik vooral het nog veel sneller overschakelen op CO₂ neutrale energiebronnen en het nog veel meer dan nu in te zetten op CO₂ afvang en ondergrondse berging, onder land en onder zee. Dit type oplossingen is minder riskant en kan snel op grote schaal worden ingezet. Je zou nu al kunnen onderzoeken in hoeverre het mogelijk is om CO₂ direct te onttrekken uit de atmosfeer, zonder verbranding van biomassa. Ook kun je nog meer experimenten doen met het afvangen en opslaan van CO₂. Daarnaast kun je onderzoek doen naar het gebruik van CO₂ voor andere doeleinden, bijvoorbeeld de inzet van de C in materialen.

Naar mijn mening zijn de conventionele technieken nog lang niet genoeg verkend om nu al te dagdromen van reflectoren in de ruimte en zout of zwavel inspuiten in de atmosfeer.

Hoe zou een plan eruit zien waarbij het doel is binnen 20 jaar 100 gigaton koolstof aan de atmosfeer te onttrekken en ondergronds op te slaan, in poreuze, maar niet al te lekke aardlagen. Die 100 gigaton is gelijk aan ongeveer 20 jaar accumulatie in de atmosfeer, uitgaande van het huidige tempo (huidige uitstoot geschat op 10 gigaton koolstof per jaar waarvan de helft in de atmosfeer blijft hangen).

De transitiefanfare

Energiebeleid voor een goed klimaat, of klimaatbeleid voor energietransitie?

Jan Paul van Soest, De Gemeynt

1. Transitie het antwoord, wat was de vraag?

Als Energietransitie het antwoord is, wat was dan de vraag? Die vraag wordt te weinig gesteld, en misschien nog wel minder beantwoord. We waren het immers toch roerend met elkaar eens dat de energiehuishouding moet veranderen? Omdat olie en gas opraken en zo, en omdat er een piek zit in de olieproductie, en trouwens ook omdat allerlei naargeestige landen onbetrouwbare handelspartners zijn, o ja, en ook omdat het klimaat verandert door uitstoot van CO₂. En trouwens, energietransitie kan onze economie er weer bovenop helpen, en biedt kansen voor ons bedrijfsleven. En kolencentrales kunnen toch écht niet meer. En het is zo goed om zelfvoorzienend te zijn, en lollig op zelf zonnepanelen op het dak te hebben. En om de macht van de grote energiemaatschappijen te breken. Dus.

Ja, dus?

Er zijn veel motieven voor energietransitie in omloop. Onder de vlag van 'een mandje met eindbeelden' (een metafoor uit de begindagen van de energietransitie) zouden die verschillende motieven eindweegs samen kunnen optrekken. Maar als er écht moet worden doorgepakt, is dat idee niet langer houdbaar. Dan leiden verschillende motieven tot uiteenlopende pakketten maatregelen, met eveneens uiteenlopende mogelijke energiehuishoudingen als gevolg. Niet zo gek, de aloude wet van prof. Jan Tinbergen luidde al zo: iedere afzonderlijke doelstelling heeft een afzonderlijk instrument nodig. Waarom zou dat voor de veelheid van doelstellingen in de energie- en klimaatdiscussie anders zijn? Het is de hoogste tijd dat eenieder die zich voorstander van een energietransitie vindt man en paard gaat noemen. Waar is het eigenlijk om begonnen?

2. Problemen en doelen in de transitie

In grote lijnen zijn er de volgende motieven voor een verandering van de energiehuishouding:

- Voorraden: de (absolute, fysieke) schaarste aan brandstoffen
- Voorzieningszekerheid: de beschikbaarheid van voldoende energie, nu en in de toekomst.
- Kosten: de kosten waarmee energie beschikbaar kan worden gemaakt (winning, bewerking, transport, gebruik)
- Kansen en innovatie: tijdig omschakelen kan nieuwe vindingen en bedrijvigheid opleveren
- Klimaatverandering ten gevolge van de uitstoot van CO₂ bij het gebruik van fossiele brandstoffen

Welk beleid zou aan de orde zou zijn als alleen een enkel motief geldig zou zijn en de andere niet zouden bestaan?



Voorraden

De fysieke voorraden zijn naar menselijke maat voorlopig geen enkel probleem. Er is voor honderden jaren aan steenkool, en de gasvoorraden worden inmiddels ook op minstens vergelijkbare omvang geschat. Vooral de zogeheten onconventionele voorraden (schaliegas) zijn enorm. Ruwe olie is relatief beperkt qua voorraad, enkele tientallen jaren, maar de hoeveelheden onconventionele olie (teerzanden) zijn daarentegen weer onvoorstelbaar. De technieken om onconventionele voorraden te winnen verbeteren en worden goedkoper. Daarnaast wordt opgemerkt dat met bekende technologie alle fossiele energievormen in elkaar kunnen worden omgezet: uit vaste brandstoffen (kolen) zijn gasvormige en vloeibare brandstoffen te maken, uit gasvormige zijn vloeibare brandstoffen te fabriceren. Puur vanuit een perspectief van fysieke voorraden redenerend is de conclusie dat enig beleid in de eerstkomende zeg 100 jaar niet nodig is.

Voorzieningszekerheid (geopolitiek)

De voorraden zijn niet evenredig over alle landen en werelddelen verdeeld. Vooral de voorraden conventionele olie zijn geconcentreerd in maar een beperkt aantal landen (OPEC-landen). Tot heden heeft het beschikbaar houden van die stromen sterk geleund op een diplomatiek en machtsspel, soms zelfs doorgezet in zijn meer extreme varianten: militair ingrijpen. De onconventionele voorraden zijn breder verspreid, en liggen bovendien meer in regio's waarmee de westerse wereld gemakkelijker zaken doet dan met de OPEC-landen. Puur vanuit voorzieningszekerheid redenerend zou het beleid zijn als andere motieven niet geldig zouden zijn: continuering van wederzijdse (financiële) afhankelijkheid en diplomatie voor de conventionele voorraden (met mogelijkheden tot militair ingrijpen als stok achter de deur), spreiding van bronnen (leveranciers) en technologische en marktontwikkeling voor onconventionele voorraden.

Kosten

Leidend zijn de marktprijzen voor de verschillende fossiele brandstoffen, die op korte termijn nogal kunnen fluctueren, omdat het opvoeren van de productie uit onconventionele voorraden tijd kost. Maar op langere termijn worden de prijzen begrensd door de winningskosten van de meest uitbundig beschikbare brandstof met daarbij opgeteld de conversiekosten om die brandstof in de gewenste vorm beschikbaar te krijgen plus een *return on investment* die past bij het te nemen risico. Dit technisch-economische prijsplafond kan door kortetermijnfricties wel regelmatig worden overschreden, maar zal over de langere termijn gemiddeld toch als richtprijs gelden. Gezien de voorraden en winningskosten van o.a. teerzandolie en schaliegas lijkt \$ 80 à 100 per vat olie-equivalent een redelijke schatting. De belangrijkste beleidsoptie voor een denkbeeldige situatie waarin alleen het prijsargument telt is: bevorderen van marktwerking/concurrentie tussen de verschillende energiebronnen en technologieën (ook hernieuwbare bronnen), aan te vullen met R&D gericht op kostprijsverlaging voor alle energieopties.

En *peak-oil* dan? Er zijn hele discussies over de vraag of dit fenomeen gaat optreden, en zo ja, of dat dan door afnemende voorraden komt of doordat de winningstechnologie niet voldoende aan te slepen is. Voor de vraag naar eventueel beleid maakt dat allemaal niet zoveel uit. Als er een piek is en er een grote krapte op de oliemarkt ontstaat, zullen de prijzen vanzelf *sky high* worden, en tot flinke vraagreductie en tot andersoortig aanbod leiden.

Kansen en innovatie

Nieuwe technologieën en bedrijfsconcepten kunnen een zogeheten *First mover advantage* opleveren. De eerste bedrijven, maar ook eerste landen waarin die bedrijven actief zijn, kunnen met hun producten en technologieën geld verdienen op een zich ontwikkelende internationale markt. De strategie zal in hoofdlijnen zijn: een actief R&D-beleid, en het creëren van een gunstig investeringsklimaat in eigen land, in generieke zin, en als de 'make or buy'-vraag met 'make' wordt beantwoordt mogelijk ook meer specifiek investeringsklimaat

wanneer in de loop der tijd blijkt dat bepaalde opties meer dan gemiddeld interessant zijn. Frankrijk heeft deze route bewandeld met kernenergie, Denemarken met windenergie.

Klimaatverandering

De stand der wetenschap geeft unisono aan dat de huidige snelheid van opwarming uniek is, en dat door menselijke activiteiten geëmitteerd CO₂ daarvan de belangrijkste oorzaak is. Daarover is geen wetenschappelijke twijfel. Discussie is er over de vraag of er een 'veilige grens is' en waar deze ligt, gegeven de spreiding van inschattingen van de zogeheten klimaatgevoeligheid (temperatuurverandering in verhouding tot de CO₂-toename). In het algemeen wordt 1,5 graad Celsius (= 350 ppm CO₂) à 2 graad Celsius (= 450 ppm) aangehouden, wanneer deze waarden overschreden worden zouden zichzelf versterkende, onomkeerbare effecten kunnen ontstaan. Als klimaatverandering als enige motief geldt is maar één enkele beleidsoptie ter beschikking: het maximeren van de (mondiale) uitstoot van CO₂ naar de atmosfeer, los van de vraag met welke instrumenten zo'n maximum wordt gerealiseerd: een quotum (plafond) waarbij zich een CO₂-prijs vormt, of een prijs (heffing) op CO₂ zodanig dat de uitstoot een vooraf bepaald maximum niet overschrijdt.

Synergie en antagonisme

De vraag is nu in welke mate de verschillende motieven en doelen strijdig met elkaar zijn, dan wel elkaar juist versterken, uitgaande van een denkbare beleidsmix die voldoende effectief is om het probleem op te lossen.

Hieronder een globale beoordeling:

Beleid tav →	Voorraden	Voorzieningszekerheid	Kosten	Kansen	Klimaat
Effect op:					
Voorraden		0	0/+	0/+	-
Voorzieningsz.	+		+	+	0/-
Kosten	+	0		0/+	-
Kansen	0	0	0/+		0/+
Klimaat	-	-	-	0/+	

Het totale beeld is dat klimaatbeleid een aparte positie inneemt. De overige motieven/doelen zijn nog wel redelijk met elkaar te verenigen (neutraal of enige synergie). Monolithisch beleid gericht op een van die doelen of de combinatie ervan kan het klimaatprobleem niet oplossen, maar versterken de problematiek juist. Een kansenbenadering kan enigszins verzachtend werken, maar de klimaatwinst door innovaties wordt opgegeten door volumegroei en reboundeffecten als er niet een hard plafond voor klimaatemissies is.

Omgekeerd is een (streng) klimaatbeleid niet bevorderlijk voor voorraadbeleid (CCS vergt veel extra energie), voorzieningszekerheid en kostenbesparing, maar kan wel bijdragen aan kansen en innovatie. Al valt bij dit laatste punt nog wel te beargumenteren dat klimaatbeleid wellicht niet zozeer meer en snellere innovatie en kansen geeft als wel de innovaties in een andere richting stuurt.

3. Fanfare, op zoek naar harmonie

De analyse in de vorige paragraaf dwingt de voorstanders van een verandering van de energiehuishouding ertoe duidelijkheid te geven over de nagestreefde motieven. Waarom pleit u eigenlijk voor zonne-energie en windturbines? En waarom bent u tegen CCS en kernenergie? Het tot nu toe bewust wat vaag en ongedefinieerd gehouden idee van de energietransitie als 'mandje met eindbeelden' waar ieder wel een motief van zijn gading vond, heeft in de beginfase onmiskenbaar beweging gebracht. Maar de weerstand is gegroeid, het speelveld is veranderd, en de transitie is in een andere fase beland. De energietransitie moet nu inroeien tegen de stroom van een anti-transitiebeleid, waarin het tegenwerken van veranderingen van de energiehuishouding in duurzamer richting tot een kunst heeft verheven. En tegen percepties en beelden over verduurzaming die ronduit negatief zijn.

Voor wat betreft de energievoorziening is in grote lijnen dit het dominante beeld:

- De vrije energiemarkt moet zijn werk doen
- De overheid kiest geen opties of technologieën
- Nederland is fysisch-geografisch een aantrekkelijke vestigingsplaats voor kolencentrales (koelwater, logistiek)
- Nederland heeft een economisch goede mogelijkheden stroom naar de ons omringende landen te exporteren
- De CO₂-uitstoot van (nieuwe) energiecentrales is geen probleem, dat wordt door de internationale emissiehandelsmarkt geregeld
- De Nederlandse energie-intensieve industrie heeft goedkope stroom nodig
- Kolen- en kerncentrales leveren goedkope stroom, kerncentrales bovendien CO₂-vrij
- Subsidies zijn uit den boze, ze maken de ondernemers lui en verstoren de markt
- Duurzame energie is te duur, en zal vanzelf wel op de markt komen als de prijzen zijn gedaald
- Duurzame energie bespaart geen CO₂, achter elke wind- of zon-MW moet een kolen- of gascentrale staan die ook door blijft draaien als het niet waait of de zon niet schijnt
- Biomassa gaat ten koste van kostbare landbouwgrond of natuur, dat moeten we niet willen
- Windmolens vervuilen het landschap
- CO₂-opslag is niet nodig, kost extra energie, is duur en er is geen draagvlak voor
- Er zijn tal van initiatieven voor duurzame energie, de overheid moet die initiatieven niet verstoren
- Door een snelle energietransitie prijst Nederland zich uit de markt

Wat klimaat betreft is dit grosso modo het beeld:

- De klimaatproblematiek wordt sterk overdreven
- Alarmistische wetenschappers hebben belang bij doembeelden
- Klimaatwetenschappers zijn niet betrouwbaar
- Het staat lang niet vast dat CO₂/de mens de oorzaak is; de onzekerheden zijn groot
- Er zijn tal van wetenschappers die het niet met het IPCC eens zijn
- Er zijn wel meer doemscenario's geweest, de vindingrijke mens lost de problemen wel op
- Laat de markt zijn werk doen, dan wordt energie vanzelf duur en neemt de CO₂ af
- De technologie lost het wel op
- Zure regen was ook een hoax



- Het sneeuwt in de winter, er is geen klimaatprobleem
- De opwarming is in 1998 gestopt
- Voor zover er een klimaatprobleem is, moet dat internationaal worden opgelost
- Nederland kan maar weinig doen, vooruitlopen is economische zelfmoord, Nederland is geen eiland
- Benadruk liever de kansen die klimaatverandering met zich meebrengt dan de problemen
- We hebben internationaal afgesproken dat de temperatuurstijging tot 2 graden beperkt blijft
- De enige die beter worden van emissiehandel zijn Al Gore en Goldman Sachs
- Adaptatie is maar beperkt nodig, het loopt immers niet zo'n vaart met de opwarming

Bovenstaand denkmodel is het publieke debat gaan domineren, en wordt inmiddels vertaald in een rigoureuze herziening van het energie- en klimaatbeleid.

Koek verdelen

Tegenover dit reactionaire en rancuneuze denkmodel is het aan de zijde van de voorvechters van de energietransitie betrekkelijk stil. Of misschien beter: er wordt wel flink muziek gemaakt, maar er is niet echt sprake van harmonieuze melodie, veeleer is het zo dat iedere speler met zijn eigen filosofietje toetert en blaast, of eerste viool probeert te spelen. Kenmerkend is het optreden van de duurzame-energiesector op de toogdag van het topteam Energie (commissie-Van der Veer), waar de gevestigde belangen met een mond spreken (of gewoon absent zijn omdat ze hun zaakjes al lang achter de schermen hebben geregeld), en de duurzaamheidsbeweging in vele gedaanten en deelbelangen aanwezig is en verschillende verhalen afsteekt. Het lijkt erop dat de duurzaamheidsbeweging liefst eerst de koek verdeelt, in plaats van 'm eerst groter te maken.

De huidige transitiebeweging doet sterk denken aan de schitterende film *Fanfare*, van Bert Haanstra. Door ruzie in het fictieve dorp Lagerwiede (Giethoorn) waar de film zich afspeelt, ontstaan er in het dorp twee fanfares die met elkaar concurreren, in plaats van gezamenlijk aan het grote concours deel te nemen.

In de transitiebeweging is er weliswaar geen duidelijke ruzie, maar duidelijk is wel dat er zoveel visies zijn als transitieduwers, met elk eigen mengverhoudingen van motieven voor verandering. Met als gevolg dat er bottom-up wel van alles beweegt, maar in de beleidsarena legt de transitie het loodje tegenover de unisono klinkende neoliberale visie op energie en klimaat. In lijn met de analyse uit de vorige paragraaf is aannemelijk te maken dat de bottom-up-ontwikkeling wel zo'n beetje bevredigend is voor de meeste motieven voor transitie, maar beslist *niet* voor het motief klimaatverandering.

De twee hoofdconclusies luiden dan ook:

1. De 'transitiebeweging' heeft nu geen doordacht en afgewogen verhaal waarin de verschillende motieven voor transitie een passende plek naast of juist tegenover elkaar krijgen. Zonder zo'n unisono-transitieverhaal legt de transitiebeweging het in de beleids- en machtsarena's hoe dan ook af tegen gevestigde belangen die wel vanuit een eenduidig beeld opereren.
2. Een krachtig en goed doordacht klimaatbeleid biedt ook soelaas voor verschillende andere motieven voor energietransitie, maar het omgekeerde geldt niet: beleid met het oog op voorraden, voorzieningszekerheid, innovatie of kostenreductie kan nooit tevens de klimaatemissies onder controle krijgen.



In Haanstra's Fanfare komt het uiteindelijk allemaal toch nog goed. De twee concurrerende dorpsfanfares blazen elk hun eigen lied als ze door het dorp trekken, elk vanaf een verschillend vertrekpunt. En wonderlijkerwijze smelten de twee verschillende melodieën samen tot één enkele harmonie als de twee subfanfares elkaar op het podium in het dorp treffen tijdens het concours. Maar ja, het vergt dan ook wel een meesterregisseur als Bert Haanstra om uit die verschillende kakofonieën harmonie te creëren.

