

# Stichting HAN

In deze Nieuwsbrief prijst Rob Meloen de Groene Rekenkamer aan als middel om milieumaatregelen en milieu-uitgaven beter te onderbouwen.

Prof. Kreuger gaat in het tweede deel van zijn artikel over windenergie nader in op de technische achtergronden van deze wijze van energieopwekking.

Duidelijk komt hieruit naar voren dat grootschalige windenergieproductie de burger veel geld gaat kosten.

Waterstof als brandstof komt meer en meer in de belangstelling. Ir.

Wolfswinkel geeft, samen met leden van de HAN-werkgroep 'Energie en milieu', een 'state of the art' op dit terrein.

Prof. Rörsch die, naar aanleiding van het boek van Lomborg, samen met anderen een internationale discussiegroep heeft opgezet over milieuproblemen, gaat nader in op het broeikas effect en klimaatverandering.

In een artikel over duurzame energiebronnen komt Prof. Van der Hagen tot de conclusie dat kernenergie op termijn broodnodig zal zijn als duurzame energiebron.

Tot slot informatie over de presentatie van Groenboek en Groene Rekenkamer.

---

## Inhoud

	pag.
Consuminderen, door Rob Meloen	2
Waar staan we met windenergie?, deel II, door Prof. Dr. Ir. F.H. Kreuger	3
Waterstofeconomie, door Ir. J.P. Wolfswinkel in samenwerking met de werkgroep 'Energie en milieu' van de Stichting HAN	6
Warmer weer en klimaatverandering, door Prof.(em.) Dr. Ir. Arthur Rörsch	10
Kernenergie onmisbaar voor een duurzame energiehuishouding, door Prof. Dr. Ir. T.H.J.J. van der Hagen	13
Presentatie Groenboek en Groene rekenkamer	16
Uitdragen doelstellingen	17
Van het Bestuur	19

Door Rob Meloen, voorz. Stichting HAN

Jarenlang hebben we moeten horen dat er te veel geconsumeerd wordt; de oorzaak van alle ellende in de wereld. 'Consuminderen' was het antwoord en werd beleden door velen die zichzelf een goed hart toedichten. Dankzij de neergang van de economie is consuminderen een realiteit geworden. Massaontslagen en pijnlijke bezuinigingen zijn aan de orde van de dag. Toch is dit nog maar klein geld vergeleken met wat ons te wachten staat als doorgedaan wordt met het uitvoeren van de milieumaatregelen die op de rol staan. Nu praten we nog over nul groei. Echter alleen al het uitvoeren van het verdrag van Kyoto zal in een structurele krimp van vele procenten veroorzaken. Wat er dan nog overblijft aan werkgelegenheid, sociale voorzieningen, medische voorzieningen, ouderenzorg, etc, laat zich raden.

Nederland zal extra hard worden getroffen omdat onze lokale economie voornamelijk berust op dienstverlening en marginale activiteiten als transport. Dienstverlening is buitengewoon kwetsbaar omdat het voor een belangrijk deel uit lucht bestaat en bovendien afhankelijk is van ander-soortige activiteiten zoals industriële productie. Industriële productie die bovendien concurrerend en technologisch innovatief moet zijn. Decennia lang werd in Nederland industriële activiteit als minderwaardig en ongewenst beschouwd. Technologisch innovatie is jarenlang tegengewerkt of zelfs regelrecht verboden door een overheid gegijzeld door de milieubeweging. Langzaam probeert dezelfde overheid zich nu hieraan te ontploeren. Echter de afwezigheid van technologisch geschoold bestuurskader, op alle niveaus en met name op het hoogste niveau, doet vrezen dat dit proces nog decennia lang kan duren. Daarom heeft de stichting HAN, samen met het Platform Nederlandse Luchtvaart, de Stichting Kernvisie, de Stichting Klimaat, de Burke stichting en de Stichting Bloedlink het initiatief genomen om te komen tot de oprichting van een Groene Rekenkamer. Deze rekenkamer zal de overheid moeten helpen om te zorgen dat bestaande en nieuwe milieumaatregelen gebaseerd zullen zijn op rationele gegevens in plaats van op emoties. Daarbij zullen de kosten in overeenstemming moeten zijn met de baten. Om dit initiatief te onderbouwen hebben de bovengenoemde organisaties een Groenboek samengesteld. Dit Groenboek bevat een -nu nog zeer onvolledige- inventarisatie van milieumaatregelen die overduidelijk geen enkel doel dienen. Het niet uitvoeren en afschaffen van deze nu nog bescheiden verzameling van maatregelen kan direct al 5 tot 10 miljard per jaar besparen.

Met ons initiatief willen we het besef helpen creëren dat de werkelijke motor van welvaart en welzijn innovatieve technologie is, dat innovatie geen luxe activiteit is om hoger geschoolden in ivorentorens bezig te houden en dat in de bestuurslagen van onze samenleving veel meer technisch geschoolden een rol behoren te spelen. Technologie is moeilijk en zal dat blijven. Bestuurders die daar geen inzicht in hebben kunnen maar al te gemakkelijk maatschappelijke kansen over het hoofd zien en voor karretjes gespannen worden van kleine minderheden zoals dat de afgelopen decennia is gebeurd. De Groene Rekenkamer zal een eerste stap zijn in de goede richting.

door Prof. Dr. Ir. F.H. Kreuger (TU Delft)

Deel II

In het eerste deel van dit artikel - gepubliceerd in meinummer van dit jaar - zijn drie conclusies getrokken:

- *windenergie kan geen centrales vervangen*

Als windzwakke en windstille dagen samenvallen met de winterpiek, dragen de windparken geen vermogen bij. De Nederlandse centrales moeten dan op vol vermogen draaien (en over voldoende reserve-vermogen beschikken) net zoals ze dat zonder windparken zouden moeten doen. De centrales hiervoor moeten in stand gehouden worden, dan wel bijgebouwd als het elektriciteitsgebruik groeit. Het realiseren van windparken heeft dus geen invloed op de bouw van elektriciteitscentrales in Nederland (dan wel op het afsluiten van import-contracten met het buitenland als we zelf niet bouwen).

- *het milieu-effect is verwaarloosbaar klein*

Het totaal van alle windparken in Nederland draagt thans minder dan 1/4 % bij aan de besparing van brandstoffen of aan de uitstoot van rookgassen in Nederland.

Zelfs het bouwen van een mega-windpark in zee, à raison van 15 tot 25 miljard Euro, draagt minder dan 5 % aan die besparingen bij. Een wel zeer geringe bijdrage voor zo'n grote investering.

- *de kosten nemen nationale proporties aan*

De kosten van het mega-project zijn hoog. De variatie daarin - tussen 15 en 25 miljard - is afhankelijk van de groei van het elektriciteitsverbruik in Nederland. Om aan te geven dat deze uitgave nationale proporties aanneemt, is dit bedrag vergeleken met de kosten van de Deltawerken, een project van nationale grootte dat men indertijd uit levensnoodzaak is aangegaan. Het beoogde mega-windpark in zee blijkt dan 3 à 5 maal meer te kosten dan de Deltawerken, en dat met een resultaat dat geen zichtbaar gewicht in de schaal legt.

## Deel II: Technische achtergronden

### Produktiefactor

Een belangrijk begrip voor het beoordelen van windenergie is de *produktiefactor*. Door de veranderlijkheid van de wind kan een windgenerator niet altijd op volle kracht draaien. Om dit in beeld

te brengen wordt de jaarproduktie die hierdoor ontstaat, vergeleken met de opbrengst die er geweest zou zijn als de generator het hele jaar voluit had kunnen draaien. In formule gebracht wordt dat:

Produktiefactor = Werkelijke jaaropbrengst in (kWh), gedeeld door het geïnstalleerd vermogen (in kW) x 8760 uur.

Het getal 8760 is gelijk aan het aantal uren in een jaar.

De produktiefactor is afhankelijk van de locatie waar de windgeneratoren staan (lager in het binnenland, hoger aan zee), het molentype (hoger bij moderne machines), de masthoogte (meer wind op grotere hoogte), e.d.

Over de hoogte van deze produktiefactor is veel getheoretiseerd, maar men kan beter naar de waarden kijken die in de praktijk gehaald zijn. Dan blijkt:

- Het totaal van alle windparken in Nederland tezamen heeft een produktiefactor van ca 20%.

- Een rij moderne windmolens op een windrijke kustlocatie blijkt een produktiefactor van 30% te hebben.

- De molens van een windpark in zee zouden 40% kunnen halen, maar in zo'n park staan de molens in elkaars wind zodat er per molen minder windvermogen ter beschikking is. Dit zgn. parkeffect wordt op 0,8 geschat zodat de uiteindelijke produktiefactor van een windpark op zee  $0,8 \times 40 = 32\%$  zal bedragen.

De produktiefactor is niet alleen van belang voor de inzet van het reserve-vermogen maar heeft ook een grote invloed op de kostprijs van windenergie.

### Kostprijs

*Aan de kust* - Voor windenergie op land, op een windrijke kustlocatie, kan men uitgaan van een investeringshoogte van 1,45 Euro per geïnstalleerde Watt. Dit is samengesteld uit 1 Euro/Watt voor de windgeneratoren, inclusief aansluitkosten, en 0,45 Euro/Watt voor de benodigde reserve-capaciteit<sup>1</sup>.

Bij een annuïteit van 10% per jaar worden de kapitaalslasten dan 145 Euro per geïnstalleerde kilowatt. Rekent men daar 20% bij voor reparatie, onderhoud en bediening (dit wordt laag geacht) dan worden de jaarlasten 174 Euro per kilowatt. Er wordt verder gerekend met 2628 effectieve draaiuren per jaar (produktiefactor 30%); de inves-

tering produceert daarmee 2628 kiloWatturen in een jaar. De kostprijs van de geproduceerde kiloWatturen wordt daarmee:

$$174 \text{ Euro} / 2628 \text{ kWh} = 6,6 \text{ Eurocent per kWh.}$$

Dit ligt niet ver van de kostprijs van 6 Eurocent die in de brochure "Alles in de Wind" wordt genoemd<sup>4</sup> en waar de benodigde reservecapaciteit niet in meegenomen is.

Het prijsniveau van elektriciteit in Nederland ligt net iets onder 3 Eurocent/kWh. Windenergie op een windrijke kustlocatie is dus ruim 2x zo duur als normaal.

*In het binnenland* - Bij een windpark dat verder het land in ligt, daalt het aantal effectieve uren per jaar aanzienlijk. De produktiefactor gaat daarmee drastisch omlaag: factoren van 15 tot 20% zijn gemeten op locaties die niet ver van de kust af liggen. De kostprijs van een kWh gaat in evenredigheid omhoog.

*Near shore* - Voor een windpark dicht bij de kust wordt 1,8 Euro per geïnstalleerde Watt gerekend<sup>1</sup>. Met de benodigde reservecapaciteit wordt dat een investering van  $1,8 + 0,45 = 2,25$  Euro per Watt. Met dezelfde berekening als boven komt men dan op een kostprijs van 9 Eurocent per kWh, 3x zo hoog als voor gewone elektriciteit. Dit getal is gecheckt bij een Nederlands productiebedrijf dat overwoog aan een near-shore project mee te doen en op hetzelfde kostprijsniveau uitkwam.

*Off shore* - Tijdens de eerder genoemde bijeenkomst van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs werd men het erover eens dat een off-shore park in de Noordzee in de ordegrrootte van 2,5 Euro per geïnstalleerde Watt zal gaan kosten, inclusief reserve en stroomtransport naar de kust. Dezelfde berekening als boven leidt dan tot een kostprijs van 11,4 Eurocent per kiloWattuur.

Samenvattend kan men over deze kostprijzen zeggen:

	prijs per kWh.	t.o.v. normaal
windrijke kustlocatie	6 à 7 € cent	ruim 2x
locatie binnenland	> 7 € cent	tussen 2 en 3x
near-shore	9 € cent	ruim 3x
off-shore	11 à 12 € cent	ca. 4 x

Deze berekeningen zijn globaal. Het gaat er hier niet om om vast te stellen of een wind-kiloWattuur aan de kust 6,5 of 6,7 Eurocent kost, of om vast te stellen dat de investering voor een mega-park 14 of 16 miljard Euro moet bedragen. De bedoeling is om na te gaan wat windenergie ons grosso modo kost, en om daaruit af te leiden of de baten die kosten rechtvaardigen. Door meer gedetailleerde berekeningen worden de resultaten niet beter, wel minder doorzichtig.

Zoals door het Koninklijk Instituut van Ingenieurs in<sup>1</sup> is gezegd: 'Men kan twijfelen aan de nauwkeurigheid van deze bedragen, maar niet aan de ordegrrootte ervan.'

De hier gemaakte schattingen zijn eerder aan de lage kant:

- 1 het reserve-vermogen is laag genomen, lager dan menige specialist voor zijn verantwoording zou willen nemen,
- 2 de onderhoudskosten zijn laag ingerekend,
- 3 er is niet gerekend met verloren kilowatturen op tijden van lage afname in nachten en weekeinden, terwijl de Deense ervaring heeft laten zien dat die substantieel kunnen zijn,
- 4 er is geen post 'onvoorzien' ingerekend, terwijl dat met name bij grote off-shore installatie wel nodig zou zijn.

Wat verder van belang is: de bovenstaande prijsniveaus zijn op twee plaatsen met nauwkeuriger berekeningen van anderen vergeleken en juist bevonden: nl. de prijs van windenergie op een windrijke kustlocatie en die van een near-shore windpark.

#### Reserve-vermogen

Over het benodigde reserve-vermogen is veel te doen geweest. De vraag was of 100% reservevermogen nodig zou zijn, dan wel of op goede gronden 75% gekozen zou kunnen worden. Met andere woorden, of er bij de bouw van een groot windpark in zee een evengroot park van conventionele centrales aan land gebouwd zou moeten worden, dan wel een park ter grootte van 75% van het vermogen van het op te richten windpark.

(Deze reserve zou overigens ook mogen bestaan uit reeds bestaande, maar overtollige centrales, dan wel uit een langlopend contract met buitenlandse stroomproducenten inclusief de benodigde

transportcapaciteit).

Bij de keuze van 75% reservecapaciteit is er, als er 's winters een combinatie van windstilte en winterpiek optreedt, minder reserve aanwezig dan normaal. Kiest men voor 100% reserve dan is de betrouwbaarheid tijdens de winterpieken normaal, de zekerheid gedurende de rest van het jaar is dan wat meer dan gebruikelijk.

Voor absolute betrouwbaarheid is 100% nodig, maar voor de berekeningen hierboven is 75% reserve genomen om zeker te maken dat windenergie niet te duur werd voorgesteld. Het verschil met het invoeren van 100% reserve is echter niet groot: bij off-shore toepassingen ontstond een 5% hogere prijs.

#### Situatie in Denemarken

Van alle landen ter wereld is Denemarken het verst in het toepassen van windenergie: 13% van het elektriciteitsverbruik wordt er met windenergie opgewekt. Er liggen plannen om dit op te voeren tot 20%, hetzelfde getal dat ook in Nederland nagestreefd wordt. De moeilijkheden zijn echter zo groot geworden, en de kosten zo hoog, dat de overheid heeft besloten om van verdere uitbreiding af te zien.

De overschotten gedurende dagen en nachten van gering verbruik zijn zo groot geworden dat een groot percentage van de wind-stroom geëxporteerd moet worden. Op dagen met geen of te weinig wind moet eenzelfde hoeveelheid stroom weer geïmporteerd worden. De export van de overtollige kilowatturen vindt plaats op een prijsniveau van een derde van de marktwaarde, voor de import van diezelfde kilowatturen tijdens de pieken in het verbruik moet een toptarief betaald worden. Denemarken leunt zwaar op de elektriciteitsvoorziening van de nabuurlanden en betaalt daar een prijs voor. De kosten voor de Deense verbruiker worden thans geschat op 1,5 miljard Euro per jaar. De Deense regering heeft verklaard dat het land deze lasten niet meer kan dragen en is begonnen deze kosten af te bouwen.

De zorgen die in dit artikel zijn uitgesproken, zijn in Denemarken bewaarheid geworden.

#### Ruimtebeslag en Landschapsschoon

Er is hier weinig gezegd over het ruimtebeslag door windparken en de aantasting van het land-

schap. Dat komt omdat over hinderlijk of niet, dan wel mooi of lelijk, weinig zinvols te zeggen is.

Sommigen vinden een strakke rij windgeneratoren aan de kust mooi, anderen vinden het landschapsbederf. Deze discussie blijft altijd subjectief.

Toch bestaan er enkele objectieve gegevens. In het rapport van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs werden de volgende genoemd:

- Prijzen van onroerend goed zakken met 20 tot 50% door de bouw van windinstallaties in de nabijheid.

- Aan omwonenden werden bedragen tot 10.000 Euro geboden om geen verzet aan te tekenen tegen de komst van een windpark; omwonenden hebben er meer dan 10.000 Euro aan proceskosten voor over gehad om de komst van een windpark te verhinderen.

Bij een geslaagde ontwikkeling van windenergie zou dit een offer zijn geweest dat we hadden moeten brengen. Net zoals we dat hebben gedaan bij het aanvaarden van industriegebieden, hoogspanningslijnen, vliegvelden, e.d. Er bestaat nu eenmaal geen welvaart zonder offers. Echter, nu windenergie niet levensvatbaar is gebleken, hoeft over het uiterlijk ook niet meer getwist te worden.

#### Subsidies

Uit het rapport van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs blijkt dat de huidige produktie van windenergie, ongeveer 1% van ons elektriciteitsverbruik, gesubsidieerd wordt met 65 miljoen Euro per jaar. Dit nog los van andere subsidies die bij de bouw en de voorbereiding van windparken gegeven worden.

Bij het gereedkomen van het mega-windpark, dat 20% van ons verbruik zal moeten opleveren, zal de subsidiestroom oplopen tot 1 à 2 miljard Euro per jaar<sup>1</sup>.

#### Bronnen

- 1 De voornaamste bron van dit geschrift is het rapport "Windenergie" van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, juni 2002. Het Instituut heeft de voor- en tegenstanders van windenergie uitgenodigd om gedurende twee dagen hun standpunten uiteen te zetten. Daaruit is een rapport voortgekomen dat ter voorkoming van fouten en misverstanden aan de partijen is voorgelegd. Het is het meest neutrale rapport dat over deze materie bestaat, een materie die gekenmerkt wordt door heftig gevoerde debatten. Het rapport is te verkrijgen bij het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, tel. 070 - 391.98.10.
- 2 Het boekje dat het debat over windenergie in een stroomversnelling gebracht heeft, is "Windmolens, Fictie en Feiten"

- van Ir. Halkema, dat intussen de derde druk beleeft. Een uitgave van uitgeverij Quantas, tel. 070 - 413.40.13. Halkema was de eerste die de opbrengst van het Nederlandse windmolenpark doorrekende en de tegenvallende opbrengsten opmerkte. Hij gaf daarbij ook de oorzaak van deze tegenvallende resultaten aan: de te kleine energie-inhoud van de wind en de grote variabiliteit. Zijn conclusies werden hem niet in dank afgenomen, in de pers en de media werd hij door zijn tegenstanders fel aangevallen. Jammergenoeg waren die aanvallen niet op de inhoud van zijn boek, maar op zijn persoon gericht.
- 3 Een dergelijke behandeling viel Bjørn Lomborg ten deel. In zijn boek "The Skeptical Environmentalist" toonde hij aan dat er op wereldschaal nog vele jaren brandstof aanwezig is voor energieopwekking. Afhankelijk van de soort brandstof varieert dat van 40 jaar bij gas tot duizenden jaren indien men olie uit leisteent of verrijkt uranium kiest. Te vinden onder ISBN 0-521-01008-3. Hij werd ongemeen fel aangevallen, mede omdat hij als oud-Greenpeace activist en hoogleraar in de statistiek een sterke positie innam. Bij hem ging de aanval zover dat hij door een tribunaal werd aangeklaagd welke er bij de Deense regering op aandrong dat hij ontslagen zou worden uit zijn functie als beoordelaar van milieumaatregelen. Op de websites [www.lomborg.com](http://www.lomborg.com) en [www.anti-lomborg.com](http://www.anti-lomborg.com) is veel van deze felle, en soms onverkwikkelijke, strijd te zien.
  - 4 De brochure "Alles in de Wind" van Van Kuijk beschrijft de voordelen van windenergie zoals ook in het eerste deel van dit artikel weergegeven. Het kan gezien worden als een antwoord op het boek van Halkema, hoewel de naam Halkema er geen enkele maal in wordt genoemd. Net zomin als in het boek van Halkema de naam van Van Kuijk genoemd wordt. Het tekent de sfeer waarin dit debat plaatsvindt. Uitgave TU Delft, tel. 015 - 278.91.11.
  - 5 In de brochure "Als mijn sterke arm het wil" van Kreuger wordt de afhankelijkheid van elektriciteit van een moderne samenleving in enkele bladzijden belicht en worden de gevolgen van een langdurige stroomstoring in West Nederland geschetst. Uitgave Delftse Universitaire Pers - 1995.
  - 6 Moeilijkheden die ontstaan bij het opwekken van elektriciteit krijgen weinig publiciteit en die bij windenergie al helemaal niet. Des te opmerkelijker is de uitspraak van de directeur van het elektriciteitsbedrijf Eon die in Elsevier van 14 september 2002 gewaagt van een *near black-out* in Noord Duitsland in februari 2002. Daarbij viel in korte tijd 2,5 Gigawatt windvermogen weg. Zelfs in het grote Duitse net heeft het erom gespannen of de draaiende reserve dit tekort op kon vangen. Ook in 8 wordt zo'n situatie gemeld.
  - 7 In De Ingenieur van 4 april 2003 wordt een Darrieus windturbine geschetst die, geïnstalleerd, 16.500 Euro zal kosten en op het dak van een hoog gebouw 5000 kWh per jaar op zal kunnen leveren. Eenzelfde berekening als hierboven laat zien dat energie uit deze machine 40 Eurocent per kWh zal gaan kosten, een veelvoud van de kostprijs van grootschalige windenergie. Ook als tengevolge van grotere series en door subsidies de prijs zou gaan zakken, blijft het een dure energiebron.
  - 8 Heel leerzaam is het volgen van internet-sites die de discussie over windenergie voeren. Daar worden veel dingen gezegd, en er worden gegevens verstrekt, die men niet gauw ergens anders zal vinden. Een goede verdediging van windenergie vind men op de website [www.windpower.org](http://www.windpower.org). Een knap gestructureerde website waar zowat alle begrippen die bij windenergie te pas komen, behandeld worden. Ook knap gestructureerd omdat de zwakke zijden van windenergie ongemerkt weggelaten worden. Geen onvertogen woord over windstiltes, geringe opbrengsten, noodzakelijke reserve-vermogens, hinder van windparken, teleurstellingen in Denemarken, enz. Daarvoor moet men op de website [www.countryguardian.net](http://www.countryguardian.net) zijn, die in een beperkt aantal bladzijden de andere kant van windenergie laat zien. Beide koppelen door met *links* naar andere sites van voor- of tegenstanders, zodat men - als men daar tijd en geduld voor heeft - een duizelingwekkend aantal feiten tevoorschijn kan halen. Als er echter één ding duidelijk wordt, is het dit: windenergie is een kwestie van geloof, meer dan van ratio.

## Waterstofeconomie

door ir. Jan Pieter van Wolfswinkel i.s.m. de werkgroep energie en milieu

Met waterstof als brandstof kan elektrische energie worden opgewekt met behulp van een brandstofcel. Een bruikbare generatie hiervan is inmiddels ontwikkeld. Een dure voorwaarde voor grootschalige toepassing van waterstof is de beschikbaarheid van een distributie- en productiesysteem voor waterstof. Op grote schaal overstappen op waterstof lijkt vooralsnog echter onmogelijk alleen al vanwege de onveiligheid, als gevolg van het grote explosiegevaar van waterstof. De toepassing van brandstofcellen maakt alleen kans als zij door de regeringen wordt gestimuleerd en als waterstof door grootschalige kernenergie of anderszins op goedkope wijze kan worden geproduceerd.

### Inleiding

Waterstofeconomie is op het moment een gevleugeld woord. Het ligt goed in het gehoor en het heeft een goede klank. De waterstofeconomie moet de aardolie economie gaan vervangen, denkt men. Men verwacht dat dit reeds spoedig gaat gebeu-

ren. De vraag, die zich allereerst opdringt, als we over dit vraagstuk nadenken, is: Waarom zouden we ons in zoiets ongewis storten als een waterstofeconomie die heel veel geld nodig heeft om het van de grond te krijgen? Het antwoord hierop is, dat er factoren zijn aan te

wijzen die erop duiden dat het zin heeft om de moeite te nemen, want:

- de beschikbare hoeveelheid geschikte en betaalbare fossiele brandstoffen is eindig.
- de toekomstige inzetbaarheid van deze brandstoffen, gelet op hun weerslag op het milieu, is aan twijfel onderhevig. Vooral de uitstoot van CO<sub>2</sub> staat in de belangstelling omdat dit het klimaat zou beïnvloeden.

De waterstofeconomie heeft echter zijn beperkingen en problemen, die de invoering bemoeilijken en vertragen:

- 1 De waterstof moet worden gefabriceerd. Ze is daardoor duur en kan aardolie niet geheel vervangen,
- 2 Het tijdstip waarop waterstof op grotere schaal kan worden toegepast is erg ongewis aangezien meerdere problemen moeten worden opgelost:
  - Waterstof is een moeilijk te hanteren gas, vooral vanwege de veiligheid, wat speciale voorzorgen en regels zal vergen.
  - De fabricage van waterstof moet nog geheel worden opgezet en er is nog geen infrastructuur,
  - De werktuigen waarmee de chemische energie in waterstof kan worden omgezet in mechanische energie zijn pas aan het begin van hun ontwikkeling.

De noodzaak om over te gaan op waterstof als brandstof

#### *De eindigheid van de fossiele brandstof*

Een eerste reden om geld te steken in de ontwikkeling van de waterstofeconomie is de eindigheid van de fossiele brandstofvoorraden. Eens zullen die opraken maar het einde is nu nog niet in zicht. Steeds weer worden voorspellingen gedaan over het tijdstip waarop de werelddardolievoorraad uitgeput zal zijn, steeds echter blijkt het weer mee te vallen. Het is wat Shell reeds jaren beweert:

“Evenmin als het Stenen Tijdperk is geëindigd door gebrek aan stenen, zal het olietijdperk eindigen door gebrek aan olie”.

Er is wel een ander probleem: de aardolie wordt voor een groot deel betrokken uit landen die politiek instabiel zijn, zoals het Midden Oosten, Venezuela en de Afrikaanse landen. Deze landen, maar ook de andere, meer stabiele, olieleverende landen, kunnen een te grote macht gaan uitoefenen

de prijs en de levering. Als zij zouden willen, kunnen ze de Westerse economie volledig ontwrichten. Dit is een grote zorg van de USA, die zij niet onder stoelen of banken steken<sup>3</sup>.

#### *De milieuaspecten van de fossiele brandstof*

Milieu wordt als tweede reden genoemd om op waterstof over te gaan. Meer in het bijzonder het versterkte broeikas effect. D.w.z. door het verbranden van fossiele brandstoffen brengt de mens te veel CO<sub>2</sub> in de atmosfeer, waardoor het klimaat zou veranderen. Met fatale gevolgen: stijging van de zeespiegel, stormen, orkanen en periodes van grote droogte. De angst hiervoor speelt vooral in de landen buiten de USA, met name in Europa. De broeikastheorie is echter niet algemeen aanvaard en goede echt algemeen aanvaarde modellen ontbreken. Angst voor het vermeende broeikas effect leidt ondertussen wel tot dezelfde conclusies als bij de eindige aardolievoorraden: stimuleren van efficiënt gebruik van de fossiele brandstoffen en er zoveel mogelijk onafhankelijk van worden.

De problemen die bij de energievoorziening door waterstof moeten worden opgelost

De grootste problemen hangen samen met fabricage, transport, opslag en veiligheid van waterstof. De fabricage kost veel energie en is daarmee kostbaar. De veiligheid is een onderwerp dat nauw samenhangt met de fysische eigenschappen van waterstof. Deze verschillen significant van die van andere brandstoffen en vragen speciale procedures bij het verwerken. Zij worden in dit verband zelden besproken.

Het gas en de waterstofvlam zijn reukloos en onzichtbaar. De warmteuitstraling van de vlam is gering. De ontstekingsenergie is veel geringer en de ontstekingsgrenzen zijn veel wijder dan van de huidige in gebruik zijnde brandstoffen en van de brandstoffen die in de toekomst gebruikt zouden kunnen worden. Het waterstofmolecuul is het kleinste en beweeglijkste dat er is, waardoor het zeer gemakkelijk kan diffunderen. Toegevoegde reukstoffen doen dit in mindere mate, waardoor lekken moeilijk zijn te ontdekken. NASA bericht dat 22% van de ongelukken met waterstof wordt veroorzaakt door niet opgemerkte lekken, ondanks de speciale training, de standaardprocedures, beschermende kleding en elektronische vlam en gas

detectors. Met deze gegevens is het moeilijk voor te stellen hoe de risico's acceptabel kunnen worden gemaakt, als de waterstof voor algemeen gebruik wordt losgelaten op het over het algemeen niet geschoolde publiek. Uitgebreide veiligheidsmaatregelen en nauwkeurig omschreven en gecontroleerde, strikte regels zullen nodig zijn.

Dit alles beperkt de toepassing van waterstof als brandstof in hoge mate. Er wordt dan ook nog niet gesproken over de mogelijkheid of het kan worden gebruikt in het huishouden of zelfs in de industrie. Afgezien van de kosten is de veiligheid een zwaarwegend argument.

De enige toepassing waar daadwerkelijk moeite wordt gedaan om de huidige aardolieproducten door waterstof te vervangen is het wegverkeer. De huidige verbrandingsmotor is daarbij niet bruikbaar, een waterstofmotor heeft een te laag rendement, maar voor dit doel wordt de brandstofcel ontwikkeld.

We zullen ons in het vervolg beperken tot deze energiebron.

De waterstofeconomie kan de aardolie-economie niet geheel vervangen

Het wegverkeer neemt in Nederland slechts 20% van het energieverbruik voor zijn rekening.

Wereldwijd is het nog minder, volgens TU Wenen is het 11,5%. Zelfs als het wegverkeer geheel overschakelt op waterstof als brandstof, is het aandeel in de totale energiehuishouding toch nog gering. Echter, alleen al deze omschakeling is een gigantische, nauwelijks voor te stellen, operatie.

Onze economie draait vrijwel volledig op kolen, aardolie en aardgas, de fossiele brandstoffen.

D.w.z. vrijwel alle energie, die wij nodig hebben wordt verkregen uit delfstoffen. Waterstof komt niet voor als delfstof en het zit ook niet in de lucht, dus moet de waterstof worden gefabriceerd, als regel door elektrolyse van water. De daarvoor benodigde energie zal moeten worden geleverd door de elektriciteitscentrales. Deze niet voor te stellen hoeveelheid energie wordt dus niet door waterstof opgewekt en moet op een andere wijze worden verkregen. Opwekken in thermische centrales, dat zijn de conventionele centrales die fossiele brandstoffen als brandstof gebruiken, zet geen zoden aan de dijk. Want dan gebruiken we nog steeds de fossiele brandstoffen en verplaatsen

we daarmee het probleem van de gebruiker naar de centrales. Het zal in kerncentrales, of andere, niet-thermische centrales moeten gebeuren, liefst met zo min mogelijk kosten.

We kunnen dus in het geheel niet spreken van omschakeling op waterstofeconomie.

De brandstofcel.

De meest geschikte variant van de brandstofcel is de vaste polymeer brandstofcel. Het principe van dit brandstofceltype is reeds in 1839 aangetoond door Sir William Groves<sup>1</sup>. De cel is opgebouwd uit twee poreuze elektroden, gescheiden door een membraan uit een kunststofmateriaal (polymeer) dat in vochtige toestand wordt gehouden. Aan de negatieve elektrode (kathode) wordt waterstofgas toegevoerd. Deze waterstof breekt aan het scheidingsvlak tussen elektrode en membraan op in 2 protonen en 2 elektronen. Zowel protonen als elektronen bewegen zich in de richting van de positieve elektrode (anode). De protonen diffunderen door het membraan. De elektronen bereiken deze elektrode via de belasting. Aan het scheidingsoppervlak van anode en membraan recombineren elektronen en protonen tot water, met elkaar en met de zuurstof, die aan de positieve elektrode wordt toegevoerd. De spanning aan de elektroden is 1 Volt, het vermogen is evenredig met de grootte van de cel. Om een voldoende hoge spanning te krijgen moeten enkele honderden cellen in serie worden geplaatst. Om aan het gevraagde vermogen te kunnen voldoen moeten de cellen voldoende groot zijn of parallel geplaatst.

Buiten het feit dat de brandstofcel geen fossiele brandstof verbruikt, heeft deze nog de volgende voordelen.

- de brandstofcel gebruikt waterstof als brandstof, levert elektriciteit en stoot geen schadelijke stoffen uit.
- de brandstofcel heeft gunstige eigenschappen voor wat betreft comfort door het ontbreken van geluid en trillingen.

Hij staat nog maar aan het begin van zijn ontwikkeling, ondanks dat er al enkele tientallen jaren aan wordt gewerkt.

Het zou een complete doorbraak zijn als de brandstofcel de verbrandingsmotor zou gaan vervangen. Daarom is een precieze prognose van de toekomstige marktontwikkeling niet mogelijk. De ontwik-

kelingsgeschiedenis van de stoommachine, de verbrandingsmotor en elektriciteit leert echter dat zo'n ontwikkeling niet in een of twee decennia zal gaan plaatshebben. Mogelijk zal het nooit volledig gebeuren, maar alleen in die gebieden waar het zinvol is, zoals verstedelijkte gebieden, waar zero emissie gewenst is en gebieden waar elektrisch vermogen relatief goedkoop is.

Problemen die de brandstofcel moet overwinnen Enerzijds kan waterstof worden verkregen uit een omvormer die het vrijmaakt uit aardgas, zeer zuivere benzine of methanol. De koolstof uit deze aardolieproducten wordt omgezet in CO<sub>2</sub> en aan de lucht vrijgegeven. Het probleem van de distributie van de waterstof is dan omzeild. Aan deze methode wordt reeds alom gewerkt. De bezwaren liggen echter voor de hand:

- a. de omvormer moet worden meegesleept. Hij neemt ruimte in en is vrij zwaar.
- b. Als we minder afhankelijk willen zijn van fossiele brandstoffen en/of minder CO<sub>2</sub> in de atmosfeer willen blazen, moet het rendement vanaf de aardoliebron tot de elektriciteit voor de voortstuwing van de auto hoger zijn dan nu bereikt wordt met de verbrandingsmotor.

Het maximale rendement van de brandstofcel met de daaraan gekoppelde elektromotor om het voertuig aan te drijven, is hoger dan van de verbrandingsmotor, ca. 50% en wordt bij deellast bereikt<sup>1</sup>. De maximale rendementen van de benzine- en de dieselmotor zijn resp. 38% en 44% en worden beide bij vollast bereikt. Bij deellast neemt het rendement van vooral de benzinemotor af. Dit pleit voor de brandstofcel.

Echter, gerekend vanaf de bron van de aardolie tot het wiel van de auto ligt het anders: het rendement van de omvormer is laag: ca. 50%<sup>1</sup>. Het rendement van de raffinage van benzine en gasolie is ongeveer 88%, van aardgas is dit 95%, ruim hoger dan de omvorming van aardgas tot waterstof. Het voordeel van het hogere rendement van de brandstofcel wordt daarmee tenietgedaan.

Daarbij komt de noodzaak om de waterstof in vloeibare vorm te gebruiken om maar enigszins voldoende brandstof mee te kunnen nemen voor een bruikbare actieradius. Daarvoor moet het worden samengeperst tot 300 bar of meer of gekoeld tot -253°C. Er is een derde methode van opslag in

ontwikkeling: de waterstof in poedervorm opslaan in een metaalhydridetank. Deze methode is nog in het laboratoriumstadium. Omdat waterstof erg licht is ligt de actieradius dan nog maar tussen de 100 en 200 km. De totale hoeveelheid energie die verloren gaat in het gehele proces kan oplopen tot 80% van de energie aan de bron<sup>5</sup>. Deze getallen gelden ook voor elektrolyse van water indien de elektriciteit wordt opgewekt in thermische centrales.

Het energiegebruik bij de fabricage van waterstof is dus zeer hoog. Het proces is slechts dan lonend als de elektrische energie heel goedkoop is. In dit verband is onlangs een proef gestart op IJsland. Daar is de elektrische stroom goedkoop door de aanwezigheid van waterkracht en geothermische hitte. Er is een tankstation geopend dat wordt gevoed door een elektrolyse-installatie. Anderzijds zullen fabrikanten van de bestaande verbrandingsmotortechnologie proberen te overleven door hun technologie te verbeteren<sup>2</sup>.

De ontwikkelingsmogelijkheden van de verbrandingsmotor

#### - De benzinemotor

Het rendement van de benzinemotor is vooral bij deellast laag. De voornaamste oorzaak hiervan is de noodzakelijke smoring van het mengsel voordat het de motor binnentreedt. Deze smoring geeft een aanzienlijk smoorverlies, een aanzienlijk pompverlies en lage drukken in de cilinder. Dit kan verbeterd worden door de compressieverhouding en de lichte hoogte en -timing van de kleppen variabel te maken.

Een verdere verbetering is mogelijk door het afschakelen van één of meer cilinders. De overige cilinders draaien op een hoger vermogen met een hoger rendement<sup>4</sup>.

Een andere mogelijkheid is om bij deellast met een arm mengsel te werken. Hierdoor hoeft de inlaatlucht niet meer te worden gesmoord<sup>1 en 4</sup>.

#### - De dieselmotor

Het rendement van de dieselmotor is hoger dan van de benzinemotor. Het kan nog verbeterd worden door hogedruk vulling. Het is nu al mogelijk om een zogenaamde 3 liter motor te bouwen, dat wil zeggen een personenwagen die 3 l. brandstof gebruikt per 100 km. De dieselmotor produceert

echter NO<sub>x</sub>- en roet en het tegengaan van deze emissies is lastig. De benodigde technologieën zijn bekend - het verbeteren van het inspuitsmechanisme en de menging van de brandstof met de lucht - maar duur.

- *De ontwikkelingsmogelijkheden van de aandrijving*  
De rendementen van motoren nemen af bij lagere belasting. We kunnen hier iets aan doen door de motor altijd op een hogere belasting te laten draaien. Bij lage snelheid houden we dan vermogen over. Dit overschot aan vermogen gebruiken we om een accu op te laden. Het opgeslagen elektrische vermogen kunnen we toepassen bij langzaam rijden in de bebouwde kom om het voertuig aan te drijven zonder de verbrandingsmotor te gebruiken (zero emissie), of bij hoge snelheid om de verbrandingsmotor te helpen. Hiertoe wordt de aandrijflijn uitgebreid met een gelijkstroombus, een accu en een variabele overbrenging. Deze *hybride* aandrijving is redelijk complex maar technisch zeer interessant. De voordelen zijn in het oog springend:

- we krijgen een zero-emissievoertuig in stedelijke gebieden, geen uitstoot van schadelijke stoffen.
- het brandstofgebruik neemt aanzienlijk af, tot 25%, afhankelijk van de rijcyclus<sup>2 en 4</sup>.
- een bijkomend voordeel is dat de bouwstenen kunnen worden gebruikt voor de aandrijving met de brandstofcel.

Het bezwaar van de hybride aandrijving is z'n prijs. Het is de vraag of de lagere brandstofkosten deze extra kosten kunnen compenseren.

#### Literatuur

- 1 Intreerede van prof. dr. ir. R.S.G. Baert, 19 maart 1999 aan de TU Eindhoven.
- 2 Dr. Uwe D. Grebe, Opel Power train GmbH et.al. Systemvergleich - Brennstoffzell und Hubkolbenmotor. International Congres AVL, Graz, 2001.
- 3 Steven Chalk et. al. The benefit and challenges of advanced automotive power sources being supported by the U.S. Department of Energy. International Congres AVL, Graz, 2001.
- 4 Dr. Ing. Manfred Fortnagel, DaimlerChrysler AG. Stuttgart. Verbrennungsmotor und Brennstoffzelle - Potentiale und Grenzen für den Automobilbau. International Congres AVL, Graz, 2001.
- 5 Redactioneel artikel in Shell Venster, juli/augustus 2003.

## Warmer weer en klimaatverandering

door Arthur Rörsch

**W**e hebben een periode achter de rug met minder koude winters en dit jaar hadden we een lekker warme zomer. Dit wordt gemakkelijk in verband gebracht met de veronderstelling van veel wetenschappers dat er sprake is van een totale opwarming van de aarde wat klimaatverandering als gevolg kan hebben.

In het afgelopen half jaar hebben wij vanuit Nederland een internationale discussiegroep opgezet die via e-mail intensief van gedachten wisselt over dergelijke milieuproblemen. Aanleiding hier toe was het boek van een Deen, Bjorn Lomborg getiteld "The Skeptical Environmentalist; measuring the real state of the world" dat wereldwijd veel opschudding heeft veroorzaakt. Zie [www.stichting-han.nl/lomborg.htm](http://www.stichting-han.nl/lomborg.htm) Lomborg gaat nogal te keer tegen gerenommeerde wetenschapsbeoefenaren die in het verleden de grootst mogelijke milieucatastrofes hebben voorspeld, waarvan weinig is uitgekomen. De nieuwste

aangekondigde catastrofe is dus 'global warming', dat naast klimaatverandering ook stijging van de zeespiegel (voor ons zeer relevant) -tegen het einde van de eeuw met enige tientallen centimeters- zou kunnen veroorzaken...

#### Voorspellingen

De voorspellingen over temperatuurstijging zijn afkomstig van een gerenommeerde commissie van de Verenigde Naties, de IPCC, met het internationale programma voor de bestudering van klimaatveranderingen, waaraan duizenden wetenschapbeoefenaren hebben meegewerkt. De voorspellingen

zijn gebaseerd op door supercomputers doorgerekende modellen. Op voorhand moeten we concluderen dat de resultaten van zo'n veertig scenario's sterk uiteen lopen. Dat is niet zo'n wonder. Wat de computer berekent is sterk afhankelijk van de gegevens die men invoert. Er zijn zeer veel verschillende factoren, waar we betrekkelijk weinig vanaf weten, die een rol spelen bij klimaatverandering. De resultaten van de modellen lopen uiteen tussen temperatuurstijging van 0.5 graden tot 6 graden in de volgende 100 jaar. Vooral de hoogste waarde kreeg veel media-aandacht zodat nog maar weinig mensen twijfelen of we echt een natuurramp tegemoet gaan. De catastrofisten noemen het verschijnsel het 'grootste massavernietigingswapen aller tijden.' Maar er zijn ook (wetenschappelijke) sceptici: die noemen de presentatie van het verschijnsel 'de allergrootste wetenschappelijke zwendel aller tijden'. Laat de browser van Uw PC met internetverbinding maar eens oproepen 'global warming' en/of 'climate change' en U krijgt de meest uiteenlopende standpunten te zien van de actiegroepen die zich ermee bezig houden.

#### De theoretische achtergrond

Er is een theoretische achtergrond om wereldwijde temperatuurstijging te veronderstellen. Die is, heel in het kort: de aarde wordt warm gehouden door de zonnestraling. Maar de aarde straalt als 'zwart lichaam' (het is overigens overwegend blauw) die warmte ook weer uit, maar die uitstraling wordt gehinderd door koolzuur in de atmosfeer. Die koolzuurconcentratie stijgt door verbranding van olie en gas, dus door onze klassieke energievoorziening, hetgeen over de afgelopen 50 jaar onduidelijk is vastgesteld. Er wordt op aarde in de komende jaren ongetwijfeld nog veel meer koolzuur geproduceerd, want de ontwikkelingslanden (3/4 van de wereldbevolking) zullen dezelfde welstand willen bereiken als de ontwikkelde landen en evenveel energie willen gaan gebruiken. Even kort door de bocht, als we voor onze energievoorziening op de klassieke bronnen blijven aangewezen, dan zal in de loop van deze eeuw de koolzuurproductie zo'n tienvoudig toenemen.

Wat is de keus? De ontwikkelingslanden arm houden? Dat wil toch niemand. Reductie van de uitstoot van koolzuur door de huidige 20% 'rijke' bevolking van de aarde zet nauwelijks zoden aan

de dijk, temeer omdat omstreeks 2050 dat deel van de wereldbevolking door de bevolkingsgroei in de ontwikkelingslanden tot 13% is gereduceerd.

#### Groei van de wereldbevolking

Die groei is in ontwikkelingslanden een onvermijdelijk proces. Beslist niet omdat men zich gelijk konijnen blijft vermenigvuldigen maar omdat door de toenemende gezondheidszorg de kindersterfte vermindert en de gemiddelde leeftijd wordt verhoogd. We bewonen de aarde nu met 6 miljard mensen, dat zijn er omstreeks 2050 volgens VN voorspellingen 9 en omstreeks 2100 ca. 11 miljard. Nog een keer kort door de bocht, we produceren in 2100 niet 10 maar 20 maal zoveel koolzuur als nu, indien we op de huidige energiebronnen blijven aangewezen. Als daarmee een evenredige temperatuurtoename gepaard gaat, lijkt klimaatverandering onvermijdelijk.

#### De sceptici

De sceptici kunnen onmogelijk ontkennen dat gedurende de laatste 50 jaar de koolzuurconcentratie in de atmosfeer is gestegen. Maar is dat de oorzaak of het gevolg van een temperatuurstijging die andere oorzaken heeft? (Bijvoorbeeld door veranderingen in zonneactiviteit.).

De sceptici betwijfelen vervolgens of er in de afgelopen 100 jaar werkelijk sprake is geweest van een temperatuurstijging (als gevolg van de verhoging van de koolzuurconcentratie) op wereldniveau. Satellietwaarnemingen wijzen uit dat zich hete plekken op aarde bevinden (als gevolg van menselijke activiteit) en dat vele meetpunten in die gebieden liggen. Voorts blijkt in hogere luchtlagen een netto temperatuurstijging niet aantoonbaar.

Is stijging van de zeespiegel over de laatste 50 jaar een aanwijzing? In de grootste waterplas, de grote Oceaan, blijkt op sommige plaatsen de zeespiegel te zijn gestegen, in andere te zijn gedaald, waarschijnlijk omdat zeestromen zich periodiek verleggen.

In Nederland krijgen we zeer waarschijnlijk een probleem, ook als de zeespiegel niet stijgt, omdat de grond in west- en noord-Nederland met enige tientallen centimeters daalt.<sup>1</sup>

Een heel belangrijke vraag is: waar blijft de koolzuur die we produceren? Daar is geen duidelijk antwoord op. Opmerkelijk is dat de relatieve stij-

ging in de atmosfeer over de laatste 25 jaar, aanmerkelijk lager is dan in voorgaande 50 jaren, als men de menselijke productie in dezelfde periode in aanmerking neemt. Is de aarde (in het bijzonder de oceanen) niet in staat om (tenminste gedeeltelijk) een nog hogere koolzuurproductie op te vangen?

De modellen van IPCC kunnen daarop nog geen antwoord geven.

#### Politiek

De wereldwijde discussie over de problematiek wordt sterk beïnvloed door het scherpe standpunt dat door de VS, onder leiding van Bush, is ingenomen. Deze regering weigert systematisch het rampscenario te aanvaarden. Met als gevolg dat iedere wetenschapsbeoefenaar die ook twijfels heeft aan het rampscenario onmiddellijk gekwalificeerd wordt als 'Bush conservatief'. Hoogst onaangenaam voor hen die de politiek van Bush in andere opzichten helemaal niet lusten, maar wel twijfelen aan de rampscenario's.

#### Conclusie

Ik durf te veronderstellen dat alle serieuze wetenschappers die zich met de materie bezighouden (afgezien van de activistische catastrofisten) het er mee eens zijn dat de belangrijkste conclusie van al het wetenschappelijk onderzoek en modelwerkzaamheden gedurende de laatste 20 jaar is, dat we nog steeds heel weinig inzicht hebben in meteorologische en klimatologische ontwikkelingen. En dat het de moeite waard is om sterk in wetenschappelijk onderzoek op dit gebied te investeren. Op theoretische grondslag is er een bedreiging, maar uit feitenmateriaal blijkt die vooralsnog niet. We kunnen ons enig risico op klimaatverandering veroorloven over de komende tien jaar. Er is geen directe reden voor paniek. Om de ontwikkelingslanden uit hun armoede te laten rijzen is de toename van het gebruik van fossiele brandstof voorlopig onvermijdelijk. De effecten daarvan zullen moeten worden gevolgd. Natuurlijk kunnen we in de westerse wereld (Europa en de VS) best wat zuiniger met energie zijn, maar zoals gezegd, op

wereldschaal zet dat niet zoveel zoden aan de dijk als we niet bereid zijn onze levensstandaard drastisch te verlagen, bijvoorbeeld te halveren. Die bereidheid lijkt niet erg groot want nu de economie even met een paar procenten terugloopt, met alle nare gevolgen van dien voor de werkgelegenheid, de sociale voorzieningen en de culturele activiteiten, wordt al moord en brand geschreeuwd. Het is, denk ik, ook elke wetenschapsbeoefenaar duidelijk dat we andere energiebronnen, dan die koolzuur produceren, moeten ontwikkelen. (Met name met elektriciteit producerende zonnecellen). Die moeten prijsconcurrerend worden met klassieke energiebronnen. Sjeik Yamani heeft dit aardig onder woorden gebracht. 'Er kwam geen eind aan het stenen tijdperk omdat er gebrek aan steen was, maar omdat er andere superieure materialen geëxploiteerd konden worden. Zo zal er ook geen einde komen aan het olie tijdperk, vanwege gebrek aan olie, maar omdat er een concurrerende energiebron wordt ontwikkeld.'

#### De verkorte en geannoteerde 'Lomborg'

Dat het welvaart streven van, over 50 jaar, 9 miljard mensen op aarde een zware druk zal leggen op natuur en milieu, zal niemand ontkennen. De essentie van het boek van Lomborg is dat we prioriteiten moeten stellen bij het investeren in maatregelen die ongewenste ontwikkelingen moeten keren. Het betoog in het boek wordt echter overheerst door de sterke kritiek van Lomborg op hen die alles van de pessimistische kant bekijken. De waardevolle gegevens, ontleend aan rapporten van internationale commissies, verdrinken daar een beetje in. Daarom hebben we een samenvatting van deze informatie in het boek gemaakt van 45 pagina's,<sup>2</sup> waaraan 40 pagina's annotaties zijn toegevoegd. Via internet hopen wij hiermede een gezonde discussie over de wereldwijde milieuproblematiek op gang te brengen.

1 Zie figuur 45, pagina 67 in 'De ondergrond van Nederland' F.J. de Mulder et al (TNO 2003), verkrijgbaar bij museum Naturalis in Leiden. Telefoon 071 5687691 natuurenboek@naturalis.nnm.nl

2 "A review of the book The Skeptical Environmentalist; the Shortened and Annotated Lomborg", A.Rorsch, Greame Olsen, Thomas Frello and Ray Soper. [www.stichting-han.nl/reviewlomborg.htm](http://www.stichting-han.nl/reviewlomborg.htm)

# Kernenergie onmisbaar voor een duurzame energiehuishouding

door Prof.dr. ir.T.H.J.J. van der Hagen, Technische Universiteit Delft en Interfacultair Reactorinstituut

Moderne beleidsmakers bedienen zich graag van de term duurzaamheid. Het is hét sleutelwoord voor de toekomstige mondiale energievoorziening. Alom is men tot het besef gekomen dat we het huidig consumptietempo van fossiele grondstoffen niet lang meer vol zullen kunnen houden. Niet alleen is uitputting van olie- en gasbronnen nabij, maar bovendien zou het ongecontroleerde gebruik van die grondstoffen kunnen leiden tot een catastrofale aanslag op het milieu. Ook het energiebeleid in Nederland richt zich op een duurzame energiehuishouding. Het Ministerie van Economische Zaken spreekt in dit verband van transitie management: een proces dat nu begint, maar dat tot halverwege deze eeuw kan duren.<sup>3</sup> Na die halve eeuw dient onze energie voort te komen uit hernieuwbare bronnen. Hieronder begrijpt het ministerie energie uit wind, stromend water, zonnestraling, aardwarmte en biomassa. Maar hoe zit het met kernenergie als duurzame bron? De World Energy Council van de Verenigde Naties stelt immers dat de voordelen die kernenergie te bieden heeft, vooral waar het gaat om bescherming van het milieu en voorzieningszekerheid, overeenkomen met de doelstellingen van een duurzame ontwikkeling.<sup>4</sup> Onderstaande analyse geeft aan dat kernenergie een belangrijke bijdrage aan een duurzame energiehuishouding kan leveren. We kunnen het ons niet veroorloven hier geen gebruik van te maken.

Het begrip 'duurzame ontwikkeling' - *development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs* - is in 1987 door de Commissie Brundtland<sup>5</sup> geïntroduceerd ter aanduiding van economische activiteiten waarbij verantwoord wordt omgegaan met de mens en diens leefomgeving. Het gaat daarbij om de drie dimensies mens, maatschappij en milieu, die op gespannen voet met elkaar staan. Door het verlagen van de energieprijzen zou bijvoorbeeld een bredere toegang tot energie verkregen worden, maar zou de consumptie toenemen met een grotere belasting van het milieu als gevolg. Verhoging van de prijs beschermt het milieu, maar heeft tot gevolg dat juist de behoeftige bevolkingsgroepen geen toegang tot commerciële energie meer hebben. Het is zaak een optimaal evenwicht te vinden tussen de duurzaamheid in die drie dimensies. De mate van duurzaamheid en de vooruitgang op dat gebied dienen te worden gekwantificeerd op basis van indicatoren. Duurzaamheid is immers geen absoluut begrip: een activiteit is niet óf duurzaam, óf niet-duurzaam. Voor de energiesector zijn indicatoren van belang als veiligheid en gezondheid, uitstoot van broeikasgassen en overige emissies, grondstofbenutting, geografische

spreiding en beschikbaarheid van grondstoffen, afhankelijkheid van import, economisch rendement en landgebruik.<sup>6</sup> Laten we de nuchtere feiten inzake kernenergie en duurzaamheid eens op een rijtje zetten.

## Veiligheid

Van een duurzame ontwikkeling is alleen sprake indien de schadelijke gevolgen op de gezondheid van mensen en hun leefomgeving zelfs in de meest uitzonderlijke gevallen tot een aanvaard niveau beperkt blijven. Het risico van het bedrijven van een kerncentrale komt voort uit het radioactief materiaal in de reactorkern. De buitenwereld is door een aantal ondoordringbare barrières afgeschermd van die kern. Tevens schermen die barrières de inventaris af tegen externe invloeden, zoals aardbevingen, overstromingen, explosies en vliegtuigongevallen. Natuurlijke mechanismen worden gebruikt om ervoor te zorgen dat de barrières ook bij het onverhoopt wegvallen van het koelmiddel intact blijven. Zo sterft de splijtingskettingreactie vanzelf uit bij het oplopen van de reactortemperatuur. Bij de beruchte reactor in Tsjernobyl was geen sprake van deze natuurlijke veiligheid; bovendien ontbrak hier een veiligheidssomhulling.

3 Investeren in energie, keuzes voor de toekomst. Energierapport 2002, Ministerie van Economische Zaken, 2002.

4 World Energy Council Statement 2002; [www.worldenergy.org/wec-geis/publications/default/stat2002.asp](http://www.worldenergy.org/wec-geis/publications/default/stat2002.asp)

5 De World Commission on Environment and Development van de Verenigde Naties - kortweg de Commissie Brundtland genoemd - bestond uit vertegenwoordigers van 21 landen en stond onder voorzitterschap van Gro Harlem Brundtland, voormalig minister van milieu en ex-premier van Noorwegen.

6 *Toward a Sustainable Energy Future*, International Energy Agency, OECD, 2001.

Het ernstigste ongeval met een Westerse centrale vond meer dan 20 jaar geleden plaats in het Amerikaanse Harrisburg. Alhoewel de reactorkern daarbij volledig werd verwoest, bleef de veiligheidsomhulling intact, zodat geen radioactief materiaal werd verspreid naar de omgeving. Dit ongeval was de aanzet tot omvangrijke veiligheidsstudies, ontwerp- en procedureverbeteringen en de totstandkoming van een algehele veiligheidscultuur. Moderne gasgekoelde centrales zijn zo ontworpen dat de reactor volledig ongeschonden blijft bij het geheel wegvallen van het koelmiddel, zonder dat daarvoor hulpsystemen hoeven te worden aangesproken.

#### Radioactief afval

Het radioactief afval dat gegenereerd wordt in de kernenergieindustrie betreft slechts een klein volume dat tegen acceptabele kosten kan worden geïsoleerd van de biosfeer. De kerncentrale Borssele produceert jaarlijks een geringe hoeveelheid hoogradioactief afval: verglaasd en wel betreft dat minder dan 1,3 m<sup>3</sup>. Dit betekent dat wanneer alle elektriciteit in Nederland nucleair zou worden opgewekt een mens in zijn gehele leven een volume aan radioactief afval ter grootte van een tennisbal zou 'genereren'. Alhoewel het principe van het onttrekken van het afval van de samenleving door het op te sluiten in geologisch stabiele formaties volledig consistent is met de doelstellingen van een duurzame ontwikkeling, staat gebrek aan maatschappelijke acceptatie deze oplossing vooralsnog in de weg. Tegemoetkomend aan deze maatschappelijke zorg worden momenteel systemen ontwikkeld die in staat zijn het in kernreactoren geproduceerde afval veel minder schadelijk te maken. Bij dat proces wordt bovendien nuttige energie vrijgemaakt. Het inzetten van moderne hoge-temperatuurreactoren in plaats van conventionele licht-waterreactoren zal door een hoger elektrisch rendement leiden tot een nog lagere afvalproductie.

#### Broeikasgassen

Het uiteindelijk effect van de uitstoot van broeikasgassen, zoals CO<sub>2</sub>, op onze leefomgeving is een voortdurend onderwerp van discussie. Duidelijk is dat de natuurlijke hoeveelheid CO<sub>2</sub> in de atmosfeer van levensbelang is; of de door menselijke activiteiten veroorzaakte overmatige uitstoot uit-

eindelijk zal leiden tot een schadelijke, onomkeerbare verstoring van de natuurlijke balans is onzeker. Hoe het ook zij, kernenergie is in essentie volledig CO<sub>2</sub>-vrij en biedt zodoende een van de mogelijkheden om de uitstoot van broeikasgassen terug te dringen. Zo voorkomt de kerncentrale Borssele jaarlijks een uitstoot van 2,5 miljard kilogram CO<sub>2</sub>. Het vervangen van 5 fossiel gestookte centrales door kerncentrales zou een reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie ter grootte van de totale verkeersuitstoot in Nederland bewerkstelligen.

#### Grondstofbenutting

Een efficiënte benutting van grondstoffen is een van de belangrijkste indicatoren van een duurzame ontwikkeling. Huidige kernreactoren onttrekken per eenheid massa meer dan 10.000 keer zoveel energie van uranium als andere technologieën dat doen van fossiele of hernieuwbare grondstoffen. Het splijten van minder dan een halve gram uranium per jaar is voldoende om de elektriciteitsbehoefte van een Nederlands gezin te dekken. Dit betekent dat voor elk kilowattuur aan elektriciteit slechts een kleine hoeveelheid materiaal hoeft te worden gewonnen, verwerkt en getransporteerd en dat de hoeveelheid afval gering is. Bij gebruikmaking van kweekreactoren en hergebruik van grondstoffen kan deze efficiëntie nog beduidend worden verhoogd. Het produceren van elektriciteit met uranium verbreedt het scala aan natuurlijke rijkdommen en maakt het mogelijk de door de natuur gevormde koolwaterstoffen (gas, olie) te benutten daar waar ze onontbeerlijk zijn, zoals in de petrochemie.

#### Uraniumvoorraden

Uranium is een veel voorkomend metaal waaruit bij splijting een zeer grote hoeveelheid nuttige warmte vrijkomt. Het heeft geen andere significante toepassing dan als energiedrager. De aardkorst bevat evenveel uranium als tin. Het uraniumerts kan tegen relatief geringe kosten worden gewonnen. Aangezien de grondstofkosten slechts een fractie bedragen van de uiteindelijke elektriciteitsprijs is het rendabel om moeilijker toegankelijke ertsen aan te boren. In Japan is aangetoond dat het zelfs lonend is om uranium uit zeewater te winnen. Huidige reactoren gebruiken minder dan 1% van het uranium. Hergebruik van splijtbaar mate-

riaal en het kweken van splijtstof uit de niet-splijt-bare component van natuurlijk uranium zou de benutting van de grondstof met een factor 100 doen toenemen. Het toepassen van geavanceerde splijtstofcycli zou ook het gebruik van thorium – dat viermaal zo veel voorkomt in de aardkorst als uranium – toelaten. De hoeveelheid beschikbare splijtstof is hiermee praktisch onuitputtelijk.

#### Afhankelijkheid

De energievoorziening in Europa is momenteel zeer sterk afhankelijk van import van grondstoffen. De helft van de fossiele brandstoffen komt uit niet-Europese gebieden. Dit aandeel zal met de tijd aanzienlijk toenemen. Gebruikmakend van kernenergie kan deze afhankelijkheid sterk worden verminderd. Aangezien de hoeveelheid benodigde splijtstof zeer gering is, kunnen lange-termijn voorraden worden aangelegd. Bovendien zijn uraniumbronnen en -voorraden geografisch verspreid over vele landen in diverse regio's van de wereld, met als grootste producenten politiek stabiele gebieden als Canada en Australië, zodat de toegankelijkheid ook in conflictsituaties gewaarborgd blijft.

#### Economisch rendement

De relatief geringe splijtstofkosten dragen ertoe bij dat kerncentrales elektriciteit leveren tegen een zeer concurrerende prijs, ondanks het feit dat de investeringskosten van een centrale hoog zijn. Nieuwe reactorontwerpen richten zich op een verdere verlaging van de kosten. De toekomstige concurrentiepositie van kernenergie zal sterk worden bepaald door de mate van subsidieverlening aan andere energieconversieopties en door de hoogte van de verrekening van schadelijke milieueffecten. Kernenergie heeft als enige optie al haar kosten 'geïnternaliseerd', dat wil zeggen de elektriciteitsgebruiker betaalt reeds de kosten die gemoeid zijn met het beveiligen van een centrale tegen incidenten, de afbraakkosten van de centrale en het verwerken en veilig opbergen van het geproduceerde afval.

#### Landgebruik

Het vrijmaken van energie voor commercieel

gebruik legt beslag op land, dat dan niet meer voor andere doeleinden (bebouwing, agricultuur, recreatie) beschikbaar is. Zo is voor het genereren van een vermogen van 1000 MW aan elektriciteit een oppervlakte van 50 – 150 km<sup>2</sup> nodig wanneer windturbines worden gebruikt. Biomassa gebruikt voor datzelfde vermogen zelfs 3000 – 5000 km<sup>2</sup>. Zonne-energie vereist 20 – 50 km<sup>2</sup>, terwijl een kerncentrale 1 – 4 km<sup>2</sup> in beslag neemt. Voorspellingen indiceren dat in 2050 de helft van de wereldbevolking in grote steden zal leven. Dit benadrukt de behoefte aan geconcentreerde elektriciteitsopwekking, zoals dat met een kerncentrale gebeurt. In tegenstelling tot windturbines en zonnepanelen zijn kernreactoren niet afhankelijk van weersomstandigheden. Ze zijn daarom bij uitstek geschikt voor het verzorgen van de basisvoorziening aan elektriciteit.

Deze opsomming geeft een indruk van de huidige en potentiële bijdragen van kernenergie aan een duurzame energievoorziening. Huidige kerncentrales zijn voortgekomen uit de ontwikkelingen van de afgelopen 50 jaar. De wetenschappelijke en technische kennis die in die tijd is opgebouwd (in Nederland voornamelijk geconcentreerd bij NRG in Petten en Arnhem en bij het IRI in Delft), de industriële ervaring die is verkregen (vooral bij EPZ– Borssele en Urenco te Almelo) en de regulerende overheidsstructuren die tot stand zijn gebracht, vertegenwoordigen een zeer waardevol maatschappelijk kapitaal. Dat kapitaal dient te worden aangewend om kernenergie ook in de toekomst te laten bijdragen aan de welvaart van velen.

De mondiale vraag naar energie zal deze eeuw zeer sterk toenemen. De zogenoemde ontwikkelingslanden zullen zich gaan ontwikkelen. Een toename van het energiegebruik aldaar zal leiden tot een gelijkere verdeling van welvaart. Een verdere stijging van de wereldbevolking zal de energievraag nog verder opstuwten.<sup>7</sup> Het is dé uitdaging van de 21<sup>e</sup> eeuw om op een duurzame wijze aan die vraag te voldoen. Zowel windenergie, als zonne-energie, als kernenergie zullen daarbij broodnodig zijn. De gemeenschap dient door zorgvuldige voorlichting in staat te worden gesteld een

7 Het onlangs verschenen "Special Report on Emission Scenarios" van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) geeft zelfs bij een aanvankelijke stijging gevolgd door een daling van de wereldbevolking de mogelijkheid van een verachtvoudiging van het mondiaal energiegebruik. Zie [www.grida.no/climate/ipcc/emission/](http://www.grida.no/climate/ipcc/emission/)

rol te spelen in het besluitvormingsproces omtrent toekomstige energiebronnen. Daarbij zal een afweging moeten worden gemaakt tussen het overdragen van radioactief afval, een klimaatsverandering of grondstofuitputting aan volgende generaties. Het is de verantwoordelijkheid van de overheid om de juiste voorwaarden te scheppen voor het consistent vergelijken van de diverse energieconversieopties en om de verdere ontwikkeling en de toepassing van veelbelovende opties, zoals kernenergie, te stimuleren, uitgaande van het duurzaamheidsbeginsel.

## Presentatie Groenboek en Groene Rekenkamer

In zijn artikel 'Consuminderen' heeft Rob Meloen aangegeven dat de Stichting HAN samen met enkele gelijkgezinde organisaties nl. Burke stichting, Stichting Kernvisie, Stichting Klimaat en Platform Nederlandse Luchtvaart het initiatief heeft genomen tot de oprichting van een Groene Rekenkamer. Om dit te onderbouwen is een Groenboek samengesteld. Hierin is een aantal voorbeelden gegeven van milieumaatregelen die veel geld kosten maar geen of nauwelijks effect sorteren.

Het Groenboek is op 10 november j.l. door vertegenwoordigers van eerdergenoemde organisaties overhandigd aan Staatssecretaris Van Geel van VROM. Daarnaast hebben genoemde organisaties in het Perscentrum Nieuwspoor in Den Haag een persconferentie gegeven waarin het idee van de Groene Rekenkamer is gepresenteerd. Voor deze persconferentie waren naast de media ook parlementariërs uitgenodigd.

Om het idee van de Groene Rekenkamer goed neer te zetten, hebben we gemeend het Groenboek – aan de vooravond van de begrotingsbehandeling van het ministerie van VROM - aan pers en publiek te moeten aanbieden, zodat de leden van de Tweede Kamer tijdens deze begrotingsbehandeling goed zijn geïnformeerd. Zij kunnen dan op basis van objectieve informatie beslissen hoe de Groene Rekenkamer gestalte dient te krijgen.

het Bestuur

Evenals in enkele voorgaande Nieuwsbrieven volgt hieronder een lijst van voordrachten waarmee de Stichting HAN en enkele verwante organisaties, geworteld in wetenschap en technologie, een wetenschappelijk verantwoorde visie op maatschappelijke problemen naar voren willen brengen.

Scholen, instellingen van hoger onderwijs en andere maatschappelijke organisaties kunnen hierop een beroep doen wanneer ze eens een ander, op wetenschap gebaseerd, geluid willen horen. Inmiddels is al een aantal verzoeken voor het houden van een lezing binnengekomen. Dit initiatief blijkt dus in een behoefte te voorzien.

Lijst van voordrachten:

Vanuit de stichting HAN zijn de volgende voordrachten beschikbaar (doelgroep onderwijs: vanaf Havo/VWO):

1. De hardnekkige kleren van de keizer: milieu beleid vanuit wetenschappelijk perspectief.

Prof. Dr. Rob Meloen, hoogleraar Moleculaire Herkenning, Universiteit Utrecht, wetenschappelijk directeur Pepsan BV en voorzitter Stichting HAN.

Ingesleten ideeën over milieuzaken blijken bij wetenschappelijke toetsing geen stand te houden. Aan de hand van voorbeelden wordt dit toegelicht en geschetst wordt hoe wetenschappers zich hier tegen teweer stellen.

2. Chemie in voedsel en voedselveiligheid.

Prof. Dr. Aalt Bast, hoogleraar Humane Toxicologie, Universiteit Maastricht en penningmeester stichting HAN.

Gezonde voeding heeft alles te maken met de hoeveelheden vet, koolhydraten, vitaminen, etc die het bevat en niets met hoe het geproduceerd wordt. In tegenstelling tot wat algemeen verondersteld wordt is bv biologisch voedsel bepaalt niet veiliger dan 'gewoon' voedsel.

Voedsel blijkt van nature zoveel giftige stoffen te bevatten, dat toevoegingen om de kleur, smaak of houdbaarheid te verbeteren daar weinig aan veranderen.

3. CO<sub>2</sub>, het mestoverschot en de biologische woestijnen in de oceaan: grote problemen, grote oplossingen.

Prof. Dr. Olaf Schuiling, oudhoogleraar geochemie en bestuurslid Stichting HAN

Zonder een uitspraak te doen over de realiteit van het broeikasgevaar kan wel een effectieve, op de natuur gebaseerde methode aangereikt worden om CO<sub>2</sub> versneld uit de atmosfeer te verwijderen. Een ander probleem is het mestprobleem (beter: het probleem van de mestoverschotten). Door deze eerst te laten vergisten, met winning van biogas, en daarna een concentraat met

de belangrijkste nutriënten (fosfaat en nitraat) naar de oceaan te transporteren en daar gecontroleerd te verspreiden kunnen we de mestoverschotten op land opruimen, en in zee een hogere productie krijgen, met vastlegging van CO<sub>2</sub> als biomassa.

4. De aarde; het grootste recyclebedrijf

Prof. Dr. Olaf Schuiling, oudhoogleraar geochemie en bestuurslid Stichting HAN

De aarde is het enige systeem dat al zijn stoffen volledig recyclet. Door te zien wat er met de verschillende stoffen in de kringloop gebeurt, kunnen we effectieve manieren vinden om ons afval op een effectieve, economische en milieuvriendelijke manier te behandelen.

5. De broeikasmythe

Prof. Dr. Ir. Arthur Rörsch, oudhoogleraar moleculaire genetica aan de RU Leiden.

Het is niet mogelijk op basis van wetenschappelijk onderzoek het klimaat van de toekomst te voorspellen. Daarvoor zijn berekeningen nodig en een hele serie veronderstellingen, zowel op fysisch als op maatschappelijk gebied, waarvan een aantal zeer onzeker is. De voorspellingen over een wereldwijde opwarming op basis van de broeikas Theorie zijn dan ook onverantwoord. De media en de politiek hebben hier een mythe van gemaakt die algemeen verspreid is. Hierdoor staat men in de politiek niet meer open voor een zakelijke discussie..

6. De broeikasmythe

Ir. Jan Pieter van Wolfswinkel. Oud leraar ontbrandingsmotoren en gasturbines en secretaris van de Stichting HAN

7. Landbouwbeleid gestuurd door technisch analfabetisme en het voorzorgprincipe.

Dr. Jaap Hanekamp. Chemicus en directeur onderzoek van de Stichting HAN.

Het voorzorg principe lijkt logisch maar is bij nadere beschouwing onzinnig, irrationeel, contraproductief en

nu al de oorzaak van aanzienlijke maatschappelijke schade. Toepassing ervan getuigt van geestelijke luiheid en gebrek aan interesse voor wetenschappelijke kennis, maar lijkt desondanks een kenmerkende kwaliteit van de Europese en met name Nederlandse (landbouw)politiek te zijn geworden.

Contact: 070-3318819  
(bgg. 0320- 237203, alleen overdag)

#### VOORDRACHTEN BESCHIKBAAR VAN DE 'STICHTING KERNVISIE':

##### 1. Bevolkingsgroei, vrede, welvaart, energie en water

G.A.K. Crommelin, Kapitein ter zee van de Technische Dienst der Koninklijke Marine(bd), Secretaris Stichting Kernvisie  
Energie en schoon drinkwater zijn de bouwstenen van de vrede, de welvaart en ons welzijn. De wereldbevolking zal in de eerste helft van deze eeuw sterk toenemen. Teneinde conflicten en zelfs oorlog te voorkomen zullen alle energieconversiesystemen in een aanvullende rol ingezet moeten worden. E.e.a zijn de basisgedachten van de Stichting Kernvisie.

Contact via Secretariaat Stichting Kernvisie, e-mail: kernvisie@kernvisie.com  
(Geen honorarium, wel vergoeding van de reiskosten)

##### 2. Kleinschalige nucleaire energievoorziening

G.A.K. Crommelin, Kapitein ter zee van de Technische Dienst der Koninklijke Marine(bd)  
Besproken wordt een vorm van well-proven inherent veilige kernenergie, de Hoge Temperatuur Reactor, in combinatie met een gasturbine, die geschikt is voor de markten van de kleinschalige energieconversie, zoals in gebruik bij industrieën als de scheepvaart, bierbrouwerijen, melkfabrieken en papierfabrieken.

Website: www.romawa.nl

Contact via: gulian.crommelin@tip.nl  
(Geen honorarium, wel vergoeding van de reiskosten)

##### 3. Energievoorziening en No-regret beleid

Prof.ir. R.W.J. Kouffeld, Em. hoogleraar  
Energievoorziening TU Delft en Voorzitter  
Stichting Kernvisie

Mogelijkheden van fossiele brandstoffen, potentieel van Duurzame Energie mogelijkheden van kernenergie, invloed van antropogene CO<sub>2</sub> op het broeikaseffect.

Website:

www-pe.wbmt.tudelft.nl/ev/hgl/kfd3.html

Contact via: (0343) 51 70 19

(Geen honorarium, wel vergoeding van reiskosten)

##### 4. Kernenergie

Prof.dr.ir. T.H.J.J. van der Hagen, hoofd afdeling Reactorfysica TU Delft en Penningmeester Stichting Kernvisie  
Energievoorziening op de lange termijn, bijdrage van kernenergie, werking van een kernreactor, uraniumvoorraden, radioactief afval, veiligheidsfilosofie, toekomstperspectieven.

Website: <http://iriexp.iri.tudelft.nl/~hagen/>

Contact via: (015) 278 38 77

(Conditie afhankelijk van doelgroep en locatie)

##### 5. Innovatieve Kernreactoren

Prof.dr.ir. T.H.J.J. van der Hagen, hoofd afdeling Reactorfysica TU Delft en Penningmeester Stichting Kernvisie  
Kernsplijting, werking van moderne kernreactoren, inherente veiligheid, innovatieve reactorconcepten, transmutatie van radioactief afval.

Website: <http://iriexp.iri.tudelft.nl/~hagen/>

Contact via: (015) 278 38 77

(Conditie afhankelijk van doelgroep en locatie)

#### VOORDRACHT BESCHIKBAAR VAN HET 'PLATFORM NEDERLANDSE LUCHTVAART':

Van Bestuurlijk Moeras naar Bevlogen Visie.

Benno Baksteen, voorzitter PNL.

Politieke besluitvorming, in dit geval over luchtvaartzaken, verwordt in Nederland vaak tot een bestuurlijk moeras omdat bestuurders zich laten leiden door emoties en percepties vanuit de samenleving in plaats van door feiten.

Contact: 035-6230598

# Activiteiten van bestuursleden en directeur onderzoek

Het bestuur heeft de afgelopen maanden opnieuw veel energie gestoken in het samenstellen van het Groenboek en het opzetten en uitwerken van de Groene Rekenkamer, in samenwerking met gelijkgestemde organisaties (Burke stichting, PNL, St. Klimaat en St. Kernvisie)

## Olav Schuiling

- Bespreking Parijs, methoden van boraatverwijdering uit drink- en irrigatiewater (9/10 april)
- Presentatie over inzet van afvalstoffen bij Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam (8 september)
- Tweedaagse conferentie in Berlijn bijgewoond georganiseerd door de European Policy Centre over het voorzorgprincipe
- Studiedag over het Bouwstoffenbesluit bijgewoond in Nieuwegein
- Lezingen verzorgd op het Asian-Pacific Aquaculture congres in Bangkok over de chlooramfenicolkwestie
- Lezing verzorgd op het congres van de International Fisheries Inspectors in Den Haag over de chlooramfenicolkwestie, in het bijzonder en de thematiek van voedselveiligheid in het algemeen

## Jaap Hanekamp

- Nitraatproject afgerond. Het onderzoeksrapport is beschikbaar bij de directeur onderzoek van HAN (jaapchan@euronet.nl)
- Chlooramfenicolproject afgerond. De onderzoeksresultaten zijn opgevraagd door de WHO/FAO
- Studie naar de sulfaatnormering in het Bouwstoffenbesluit afgerond
- Deelgenomen aan de begeleidingscommissie van een onderzoeksproject van het Coronel Instituut voor Arbeid, Milieu en Gezondheid (AMC/UvA)
- Een discussiedag over het voorzorgprincipe in Maastricht, georganiseerd door de Universiteit, bijgewoond samen met Roel Pieterman,

Het doel van de stichting HAN is om onderzoekers en andere geïnteresseerden bij elkaar te brengen, teneinde publiek en politiek van zo objectief mogelijke informatie te voorzien op het gebied van milieu, biotechnologie en aanverwante terreinen. Politieke besluiten en publieke meningsvorming zouden volgens HAN gebaseerd moeten zijn op betrouwbare, wetenschappelijke gegevens en realistische risico-analyses.

HAN wil een onafhankelijke bron zijn voor de samenleving en de media en wil deze doelstelling bereiken door:

- het geven van voorlichting
- het organiseren van symposia
- het deelnemen aan discussies
- het uitvoeren van onafhankelijke onderzoeksprojecten

Wordt donateur van de Stichting HAN door onderstaande strook in te vullen en op te sturen naar: Stichting HAN, Postbus 75311, 1070 AM Amsterdam



Stichting Heidelberg Appeal Nederland (HAN)

Naam: .....

Straat: .....

Postcode en plaats: .....

Geeft zich op als donateur van de Stichting HAN

Datum: .....

Handtekening: .....

Na binnenkomst van uw aanmelding ontvangt u een acceptgiro voor de donateursbijdrage van € 15,- per jaar. Dit kan enige tijd duren.

## Colofon

Deze nieuwsbrief is een regelmatige uitgave van de Stichting Heidelberg Appeal Nederland (HAN), die wordt verspreid onder meer dan 1200 donateurs en geïnteresseerden.

### Redactie:

Kees van Loon  
en Rob Meloen

Wilt U ook **donateur** worden of deze Nieuwsbrief ontvangen, dan graag een berichtje aan:  
St. HAN, Postbus 75311,  
1070 AH Amsterdam  
of een e-mail aan de donateurs-administratie, t.a.v. de heer H.E. van Eijseren, [eijse003@wxs.nl](mailto:eijse003@wxs.nl)

### Secretaris St. HAN:

Ir. Adriaan de Lange,  
Kortrijksestraat 41,  
2587 VP Den Haag.  
Tel. 070-3318819;  
e-mail: [adriaan@adl.nl](mailto:adriaan@adl.nl)

### Banknummer:

11.25.96.312 tnv. St. HAN

### Bezoek onze website:

[www.stichting-han.nl](http://www.stichting-han.nl),  
met veel informatie,  
ondermeer de tekst van  
vorige Nieuwsbrieven en  
veel interessante links.

Voor **onderzoekopdrachten**  
wordt U verzocht contact  
op te nemen met:

Dr. J.C. Hanekamp, directeur  
onderzoek, tel. 079-3460304,  
e-mail: [jaapchan@euronet.nl](mailto:jaapchan@euronet.nl)