

De keuze voor onze toekomst

*“Wij zien”, zei hij, “zoals vèrziende lieden,
Alleen maar wat men op een afstand ziet;
Dat licht althans wil ons de hemel bieden.*

*Zo ijdel is ons weten dat wij niet
Zien wat nabij is; wordt ons niets ontsloten,
Dan zijn wij blind voor wat het heden biedt.*

*Dus alle kennis zal voor ons als dood en
Begraven zijn, zodat eenmaal de poort
Der toekomst voor altoos wordt dicht gesloten.”*

Dante, *Inferno*, Canto x, Zesde Kring van de Hel. Vertaling: Ike Cialona, Peter Verstegen. (De Goddelijke Komedie, Dante Alighieri, Athenaeum-Polak & van Gennep, Amsterdam, 2000)

Net als voor Farinata, de geestverschijning die zich in de klinkende passage hierboven tot Dante richt, is het voor ons allemaal veel makkelijker om gebeurtenissen te zien als ze nog op afstand liggen. Ook is het voor ons dan veel makkelijker om ze te beïnvloeden. Want tenzij we er binnen een paar jaar voor kiezen om de uitstoot van broeikasgassen terug te dringen, zal ons lot vastliggen en zal de weg naar de hel wellicht niet meer te veranderen zijn. Dan dreigen namelijk de feedbackmechanismes in de koolstofcyclus, die in de voorgaande hoofdstukken uiteengezet zijn, de één na de ander in werking

te treden. Net als de gekwelde zielen die Dante tegenkomt in de Zesde Kring van de Hel, zouden we op het moment dat in de Amazone, Siberië of het Noordpoolgebied de “poort der toekomst wordt gesloten”, wel eens machteloos kunnen staan om de afloop van dit angstaanjagende verhaal nog te beïnvloeden.

De boodschap is duidelijk, maar hebben we ook de collectieve wil om die te horen? Wetenschappers van het Global Carbon Project maakten in november 2006 bekend dat de emissies op dat moment vier maal sneller toenamen dan tien jaar daarvoor. In mei 2008 publiceerden wetenschappers van de National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) de cijfers voor kooldioxide in de atmosfeer voor 2007. De toename was 2,14 ppm, erger dan verwacht. En de nieuwe stand is 387 ppm. Met andere woorden, al onze moeite – voor de handel in emissierechten, lichten uitdoen, het Kyotoprotocol, enzovoorts – heeft tot nu toe een waarneembaar effect gehad: *minder dan nul*. De deelnemers aan het project wijzen erop dat we met elke dag die er verstrijkt verder en verder wegraken van welke van de ‘stabilisatieroutes’ van het IPCC dan ook. Het ziet er niet best uit.

Bovendien stijgt de temperatuur door de thermische traagheid van de planeet sowieso nog met 0,5 à 1°C, hoeveel berouw we intussen ook hebben. Dat gebeurt zelfs als de atmosferische concentratie van broeikasgassen snel stabiliseert – wat, laten we wel wezen, niet zal gebeuren. Net als de wandelende doden die Dante tegenkomt in de Eerste Kring van de Hel, zijn ook de gletsjers in de Alpen, de weidgronden in Nebraska en de schitterende koraalriffen nu al ten dode opgeschreven door gebeurtenissen in het verleden. De laatste studies laten ook duidelijk zien dat we in het noordpoolgebied dicht bij een omslagpunt zitten. Nu kan alleen een grootschalige internationale inspanning de poolkap daar nog redden van de totale ineenstorting waarmee de Noordpool al in 2040 een ijsvrije zomer zou krijgen. Als we het bewijs uit het Pliocen moeten geloven, zou het huidige

CO₂-gehalte zelfs al drie graden opwarming in petto hebben, met een uiteindelijke zeespiegelstijging van 25 meter. Wel zou dat eeuwen duren om zich te voltrekken, wat dit alweer een iets minder pessimistische vergelijking maakt dan ze op het eerste gezicht lijkt.

Volgens geraffineerde computermodellen van toekomstige snelheden van klimaatverandering hebben we nog heel even de tijd om de uitstoot terug te dringen. Daarmee is een 'gevaarlijk' niveau van opwarming nog te voorkomen en kunnen we nog aansturen op een 'veilige landing' op de baan van 1 à 2 graden. Die kans is echter al bijna verkeken. Mijn conclusie in dit boek is dat we minder dan tien jaar over hebben, om het hoogste punt in de mondiale uitstoot te bereiken en te beginnen om die terug te dringen. Die stelling wordt ondersteund door het IPCC-rapport van 2007. Dat is een heel krap, maar niet onmogelijk tijdschema. Het lijkt me dat de nijpende situatie waarin we ons bevinden niet om fatalisme, maar om drastische maatregelen vraagt.

Weten wat we niet weten

Wat betreft de klimaatverandering is één van de grote 'bekende onbekenden', om een term van Donald Rumsfeld te gebruiken, de toekomstige uitstoot. Dat is eigenlijk ook het enige onderdeel van de klimaatformule waar we überhaupt controle over hebben: hoeveel miljard ton broeikasgas de mens de komende jaren nu nog precies gaat uitstoten door het opstoken van fossiele brandstoffen en het kappen van bos. Het IPCC heeft een complexe serie 'emissiescenario's' geschreven. Elk onderdeel bouwt voort op verschillende aannames over economische ontwikkelingen, bevolkingsgroei, mondiale versus lokale oriëntaties en andere sleutelfactoren die de komende eeuw een rol zullen spelen. Het zijn 'scenario's' en niet zozeer 'voorspellingen', want we hebben eenvoudigweg geen idee welk daarvan de meeste kans maakt

om uit te komen. Het IPCC stelt in zijn analyse nadrukkelijk geen waarschijnlijkheden vast: elk scenario wordt even waarschijnlijk geacht.

Emissiescenario's zijn eigenlijk een veel grotere onbekende dan al die andere veelbesproken onzekerheden uit de klimaatwetenschap, waar tegenstanders altijd maar op blijven hameren. Die onzekerheden verwijzen tenminste naar verschijnselen in de fysieke werkelijkheid, waar wetenschappers uiteindelijk wel de vinger achter zullen weten te krijgen, zolang er maar voldoende denk- en computerkracht voorhanden is. Daarentegen hangen toekomstige emissies af van miljarden beslissingen die nog genomen moeten worden, door mensen zoals u en ik. Ze hangen af van de economie en de politiek, en niet van de vastere grond van de natuurkunde. Om die reden zijn de emissies op lange termijn vermoedelijk nooit nauwkeurig te voorspellen.

De tweede 'bekende onbekende' is puur wetenschappelijk: wat academici 'klimaatgevoeligheid' noemen. Daar wil ik bij opmerken dat geen van deze onzekerheden van invloed is op de scenario's die in de vorige hoofdstukken zijn geschetst. Die gaan namelijk over de impact van feitelijke temperatuurstijgingen, los van de emissiescenario's die daar de oorzaak van zouden zijn. Ik breng ze hier naar voren als eerste stap in het beantwoorden van de vraag waarom het in dit hoofdstuk draait: welk emissiepad leidt naar welk temperatuurniveau? In de technische terminologie is klimaatgevoeligheid gedefinieerd als de evenwichtstemperatuur die het systeem aarde bereikt als reactie op een verdubbeling van de pre-industriële CO₂-concentraties in de atmosfeer. Dat is belangrijk, want als de klimaatgevoeligheid laag is (dat wil zeggen dat het klimaat niet erg gevoelig is voor koolstof), dan geeft een hoge koolstofuitstoot een temperatuurstijging die nog relatief beheersbaar is. Echter, als de klimaatgevoeligheid hoog is, dan zou zelfs het drastisch beknotten van de emissies ons niet kunnen behoeden voor een snelle stijging van de temperatuur.

Omdat klimaatmodellen door verschillende teams worden ontwikkeld, die elk net iets andere parameters gebruiken, rollen er voor dit cruciale getal ook net iets andere uitkomsten uit. Dat is bepaald geen giswerk; die modellen zijn tenslotte gebaseerd op natuurkundige wetten, ook al begrijpen we die niet allemaal volledig. De meeste van die modellen komen rond 3°C uit. Dat houdt in, dat een verdubbeling van het pre-industriële kooldioxidegehalte, van rond de 280 naar 550 deeltjes per miljoen, op de lange duur zal uitmonden in een temperatuurstijging van 3°C .

Onlangs opperde een aantal onderzoeksteams echter dat de werkelijke waarde voor de klimaatgevoeligheid wel eens veel hoger zou kunnen liggen. Eén van de bekendste daarvan is het team achter het *climateprediction.net*-project van de University of Oxford. Daarin lieten zij duizenden mensen een klimaatmodel downloaden en thuis op hun computer draaien. Elk gedownload model verschilde net iets van het volgende en door het bestuderen van duizenden uitkomsten hoopten de onderzoekers een cluster van 'beste schattingen' voor klimaatgevoeligheid te krijgen. Al doende werden ze internationaal voorpaginanieuws: terwijl de meeste van de thuis verkregen uitslagen rond diezelfde 3°C lagen, kwam er een behoorlijk aantal uit op hogere klimaatgevoeligheden, tot een ongelofelijke 11°C aan toe. Zoals projectcoördinator Dave Frame verslaggevers liet weten: "De mogelijkheid van zulke hoge waarden heeft ingrijpende gevolgen. Als de waarden in het echt ook maar enigzins in de buurt komen van de bovenkant van onze bandbreedte, zou zelfs het huidige niveau van broeikasgassen al gevaarlijk hoog kunnen zijn."

Een van de grootste hindernissen voor het berekenen van de klimaatgevoeligheid is het verschijnsel van 'global dimming'. Het is al langer bekend dat sulfaat-aërosolen, die vrijkomen bij de verbranding van fossiele brandstoffen en flink bijdragen aan het ontstaan van zure regen, het klimaat kortstondig afkoelen. Ze schermen ons namelijk af tegen het volledige effect van broeikasopwarming door een deel van de

zonnestrallen weg te vangen. Hoogstwaarschijnlijk zijn deze aërosolen ook de boosdoener in de verwarrende, kleine temperatuurdaling die zich in de 20e eeuw tussen ongeveer 1940 en 1960 voordeed, net toen de uitstoot van broeikasgassen snel op begon te lopen.

De meeste voorspellingen wekken de indruk dat *global dimming* de komende decennia zal afnemen, nu maatregelen tegen de vervuiling beginnen aan te slaan. En inderdaad is dat proces vermoedelijk al een eind op streek, wat wellicht de snellere opwarming sinds de jaren '80 zou verklaren. Aërosolen blijven niet lang in de atmosfeer: binnen een paar dagen worden ze door de regen uitgewassen, terwijl CO₂ daarentegen gemiddeld een eeuw blijft hangen. Als dit aërosolen-schild eenmaal verwijderd is, zouden de temperaturen wel eens tot helemaal bovenin de IPCC-berekeningen kunnen komen; volgens de laatste onderzoeken dichter bij de zes dan bij de twee graden.

Bovendien blijft het verschil tussen de modellen en de paleoklimatologische gegevens verontrustend. Zoals gezegd lijkt het huidige CO₂-niveau op datgene dat in het Pliocene waarschijnlijk een opwarming van ongeveer 3°C heeft veroorzaakt. Op dezelfde manier kunnen de huidige modellen de broeikastoestand in het Eoceen – toen de Noordelijke IJszee zo lekker warm was als de Middellandse Zee – niet reproduceren zonder onrealistisch hoge CO₂-niveaus te simuleren. Datzelfde probleem doet zich voor in de broeikas van het Krijt. Als het geschatte CO₂-gehalte uit het Krijt in de klimaatmodellen wordt ingevoerd, komt de berekende opwarming veel lager uit dan wat zich volgens geologen 100 miljoen jaar geleden werkelijk moet hebben afgespeeld. Dus óf de fossiele gegevens over de temperatuur en CO₂-niveaus in het verleden kloppen niet, óf de modellen onderschatten de terugkoppelingen in het klimaat. Ze kunnen niet allebei waar zijn.

Klimaatmodellen zijn in wezen nu eenmaal het product van een reductionistische wetenschappelijke onderneming,

waarin de verschillende stukjes van het klimaatsysteem uit elkaar worden gepeuterd en wordt gepoogd om ze ieder afzonderlijk te begrijpen en te beschrijven aan de hand van natuurkundige vergelijkingen. Als je al die vergelijkingen over alle mogelijke verschijnselen van wolkvorming tot aan pakijns bij elkaar zet, zo luidt de redenering, dan is dat je model. Maar het geheel van een complex en interactief systeem is niet per se zomaar de som der delen. Dat is ook waarom, om maar eens een grove vergelijking te gebruiken, artsen niet opnieuw een volledig functionerend menselijk lichaam in elkaar kunnen zetten door huid, oren, tanden, bloed, zenuwen en botten van een ontlede donor aan elkaar te naaien. Het geheim zit hem in de interactie tussen alle chemische en biologische componenten van een levend organisme. Hetzelfde geldt voor een planetair 'organisme'. De Gaia-theorie laat zien dat dit veel van dezelfde zelfregulerende mechanismen aan de dag legt als een levend lichaam.

Mogelijk vormen de klimatologische feedbacks en interacties die niet in de modellen zitten de ontbrekende schakel. Sommige elementen van de koolstofcyclus die we beter begrijpen zijn inmiddels opgenomen, maar er zijn veel feedbackmechanismes waarvan de onzekerheden domweg niet te kwantificeren zijn. Niemand weet bijvoorbeeld precies hoeveel kooldioxide en methaan er vrij kan komen bij het ont-dooien van de permafrost. En er is ook niemand die precies weet wanneer de bom van het methaanijs barst, of hoe dit proces zich in het Krijt zou hebben afgespeeld. Jim Hansen heeft dit raadsel misschien voor een deel opgelost door onderscheid te maken tussen de tijdschalen die in de terugkoppelingsprocessen van de aarde van toepassing zijn.

'Snelle feedbackmechanismes', zo geeft hij aan, zijn onder meer veranderingen in waterdamp, wolken, stof in de atmosfeer, pakijns en sneeuw, en zijn ruimschoots in de modellen verwerkt. Tel ze allemaal op en je krijgt het algemeen aanvaarde getal van 3°C bij een verdubbeling van de CO₂. Maar tragere feedbackmechanismes zijn niet goed in de

modellen opgenomen. Dan gaat het bijvoorbeeld om het instorten van ijsvelden en om veranderingen in het broeikasgas door verschuivingen in de vegetatie en de koolstofcyclus. Zij verhogen de klimaatgevoeligheid op de langere termijn aanzienlijk.

De modellenmakers zijn de schade echter aan het inhalen en die andere terugkoppelingseffecten worden nu zorgvuldig bestudeerd. Een studie uit mei 2007 laat zoals verwacht zien dat modellen die terugkoppelingen in de koolstofcyclus meenemen een dramatisch snellere opwarming te zien geven. Een ander onderzoek bekeek de werking van feedbackmechanismes in de broeikasgassen aan het begin en het eind van ijstijden. Met deze harde gegevens uit de echte wereld voorspelden zij dat de bovenwaarde van $5,8^{\circ}\text{C}$ van het IPCC uit 2001 “tot $7,7^{\circ}\text{C}$ zou kunnen oplopen, oftewel met bijna 2°C extra”. Een tweede internationaal onderzoek, waarin men informatie over temperaturen van de laatste 1.000 jaar gebruikte, kwam in wezen tot dezelfde conclusie. Beide wekken de indruk dat de discrepantie tussen de modellen en de paleoklimatologie uiteindelijk zal worden beslist in het voordeel van de laatste; geen geruststellend vooruitzicht. Zes Graden? Maak daar misschien maar Acht Graden van.

Een doel stellen

Zoals we eerder al zagen, is het zeer waarschijnlijk dat er als gevolg van de thermische traagheid van het systeem aarde sowieso tussen de $0,5$ en 1°C aan verdere opwarming op stapel staat. Dus zelfs als we de toename van CO_2 morgen stilleggen, treden we toch nog de ‘één-gradewereld’ binnen. Door de enorme hoeveelheden koolstof die we al in de atmosfeer hebben gedumpt zal de temperatuur nog dertig jaar blijven oplopen, zelfs als de uitstoot per direct wordt teruggedrongen. De modellen suggereren dat we nog de tijd heb-

ben om het klimaat binnen de twee graden te stabiliseren. En daarmee zouden we in principe het gros van de mondiale biodiversiteit voor uitsterven kunnen behoeden, het wegsmelten van Groenland kunnen afremmen en de bijbehorende zeespiegelstijging onder een acceptabel niveau kunnen houden. En ook kunnen we dan de gevaarlijke, versterkende feedbackmechanismes vermijden die op gang kunnen komen als we in de buurt van de drie graden opwarming komen.

Het is dat laatste doel dat van absoluut levensbelang is en dat misschien de centrale boodschap van dit boek vormt. Hoofdstuk 3 laat zien, hoe ergens boven de twee graden het 'omslagpunt' ligt waarbij de Amazone bezwijkt en er daar koolstof uit de bodem vrijkomt. Dan zouden er aan CO₂ nog eens 250 ppm de atmosfeer in kunnen stromen, wat nog eens anderhalve graad opwarming oplevert, wat ons rechtstreeks de vier-gradenwereld binnenloodst. Wanneer we daar eenmaal zijn, voegen de hoeveelheden koolstof en methaan die door de versnelde dooi vrijkomen uit de Siberische permafrost nog meer broeikasgassen aan de atmosfeer toe. De opwarming die dat teweegbrengt, duwt ons misschien in één keer door naar de vijf-gradenwereld. Zoals hoofdstuk 5 laat zien moeten we op dat niveau van opwarming serieus rekening houden met het ontsnappen van methaanijs uit zee, wat ons de massale uitsterving in zou slingeren die hoort bij de apocalyptische zes graden.

De boodschap is even duidelijk als afschrikwekkend: als we er zeker van willen zijn dat we de mensheid en de planeet kunnen redden van wat de ergste massale uitroeiing aller tijden zou kunnen zijn, zelfs nog erger dan die aan het eind van het Perm, dan *moeten we bij twee graden stoppen*.

Gaan we dat redden? Een academisch analist heeft berekend dat er een kans van slechts 7 procent is dat we al over de drempel voor twee graden heen zijn. Dat is op zich al een onrustbarende grote kans: persoonlijk zou ik bijvoorbeeld geen voet zetten op een schip dat een kans heeft van

7 procent om op volle zee te zinken. Maar goed, aangezien we aan ons lot zijn overgelaten op de enige planeet in het universum waar, voor zover we weten, leven mogelijk is, zit er weinig anders op.

Maar als we het van de zonnige kant bekijken, dan heeft de wereld, als we van dat cijfer uitgaan, nog altijd 93 procent kans om onder de twee graden uit te komen – maar dan alleen met het huidige kooldioxidegehalte. Elk jaar dat we het CO₂-niveau verder laten stijgen, stijgt ook de kans dat we de twee graden voorbijschieten. Over zeven jaar zal onze bewegingsruimte aanzienlijk kleiner zijn geworden; dan zal het CO₂-gehalte, dat in 2008 op 387 ppm lag en jaarlijks met ongeveer 2 ppm stijgt, de 400 ppm bereiken. Zelfs als we uitgaan van een relatief lage klimaatgevoeligheid, dan hebben we tegen die tijd een minder geruststellende kans van nog maar 75 procent om het twee-gradendoel te halen. Dat is het soort kans dat veel mensen nog wel accepteren voor een potje poker waarbij de inzet heel laag is; maar het is beslist geen goede kans om mee te gokken als de planeet de inzet is.

Toch, ik zeg het nogmaals: we hebben weinig keus. Het is weinig realistisch om te eisen dat de uitstoot van broeikasgassen in tien jaar tijd met zo'n 60 procent wordt teruggebracht. Dat is wat er nodig zou zijn om het CO₂-gehalte te stabiliseren onder de 400 ppm. Een evenwicht op 550 ppm, zoals de Britse econoom Sir Nicholas Stern voorstelt, lijkt de enige optie te zijn die politiek haalbaar is.* Daarbij zijn onze

* Nvdv: De voormalige hoofdeconoom van de Wereldbank Sir Nicholas Stern woog in opdracht van de Britse regering de kansen op en gevolgen van klimaatverandering af. Dit resulteerde in oktober 2006 in de invloedrijke publicatie *The Economics of Climate, The Stern Review*. In april 2008 stelde Stern, naar aanleiding van zijn rapport: "We hebben de risico's onderschat... we hebben de schade die gepaard gaat met temperatuurstijging onderschat... en we hebben de kansen op temperatuurstijging onderschat."

kansen om onder de twee graden te blijven erg gering – minder dan 20 procent. Met zulke hoge CO₂-niveaus wordt het zelfs steeds lastiger om de drie graden te ontlopen. Sterker nog, volgens de academici is er bij een CO₂-niveau dat op 550 ppm is gestabiliseerd, zelfs een kans van 10 procent om boven de vier graden uit te schieten, terwijl de kans om bij dat CO₂-gehalte onder de drie graden te blijven maar *fifty-fifty* is. (Geen zorgen: verderop vat ik dit allemaal nog samen in een tabel.) Het is duidelijk dat het doel dat we onszelf stellen afhankelijk is van het risico dat we bereid zijn te accepteren. Daarbij moeten we in gedachten houden dat een mislukking kan betekenen dat de opwarming uit de hand gaat lopen en het meeste leven op aarde wordt vernietigd.

Behalve de vakspecialisten zal het grootste deel van deze discussie zo ongeveer iedereen ingewikkeld en geheimzinnig in de oren klinken. Dat zou niet zo moeten zijn. Het gaat hier feitelijk om het cruciale vraagstuk waarvoor de mensheid zich nu gesteld ziet. Het is vele malen belangrijker dan terrorisme, misdaad, gezondheidszorg, onderwijs, of welke andere alledaagse zorgen waar onze kranten en televisieschermen bol van staan dan ook. We staan met ons allen voor een beslissing: welke temperatuur en, in samenhang daarmee, welk CO₂-gehalte stellen we onszelf ten doel? 400 ppm? 550 ppm? Ik vermoed dat er in een standaardenquête onder de doorsnee bevolking maar weinig antwoorden zouden binnenkomen. De meeste mensen zouden het vakje ‘weet ik niet’ aankruisen. Zelfs politici beginnen nog maar net de terminologie te begrijpen die hierbij relevant is, terwijl er voor zover ik weet nergens in de wereld ook maar één grote politieke partij is, die op dit gebied ondubbelzinnig beleid ontwikkeld heeft. Uiteindelijk gaat het hier echter om een politieke beslissing en wel één waaraan alle wereldburgers deel moeten kunnen nemen, goed geïnformeerd en op een democratische manier, om ervoor te zorgen dat iedereen die beslissing ook steunt en naleeft.

Dit punt roept ook een serieuzere vraag op over onze plek op aarde. Wij mensen, één diersoort tussen miljoenen andere, zijn nu *de facto* de bewakers van de klimaatstabiliteit van de planeet geworden. Die dienst werd altijd gratis geleverd door de natuur, met soms wat *ups* en *downs*. Zonder het te beseffen hebben we onszelf tot conciërge benoemd en nu leunen onze zweterige apenhanden zwaar op de thermostaat van het klimaat. Een ontzagwekkender verantwoordelijkheid is nauwelijks voor te stellen.

Wat zijn dan wel de details van een twee-gradendoelstelling? Zoals ik eerder al zei, moet voor 2015, *dus in de komende zes jaar*, de uitstoot van broeikasgassen wereldwijd haar top hebben bereikt. Dan is er 75 procent kans dat de temperaturen onder de magische twee-gradendrempel blijven. Daarna moeten de emissies blijven dalen en in 2050 moeten zij met 85 procent zijn gezakt. Dan stabiliseert het CO₂-gehalte zich rond de 400 delen per miljoen, of 450 ppm 'CO₂-equivalent', waarbij het opwarmende effect van alle broeikasgassen, zoals methaan en stikstofdioxide, in CO₂-termen worden uitgedrukt. Als de gehalten boven dit niveau uitkomen, neemt de kans om onder de twee graden te blijven navenant af. Die conclusie baseer ik op mijn eigen uitleg van het meest recente onderzoek, maar deze wordt ook gestaafd door het IPCC-rapport uit 2007. Ook dat laatste stelt duidelijk dat de emissies wereldwijd in 2015 op hun hoogste punt moeten zijn om het CO₂-gehalte op of onder de 400 ppm te houden en de bijbehorende temperatuurstijging tot twee graden te beperken.

In een poging de bovenstaande uiteenzetting wat te verduidelijken, volgen hier mijn beste inschattingen in tabelvorm. Om te voorkomen, dat elke volgende graad opwarming met een grote waarschijnlijkheid (75 procent) plaatsvindt, is mijn inschatting dat we als volgt actie moeten ondernemen:

<i>Graden verandering</i>	<i>Werkelijke temperatuur</i>	<i>Benodigde actie</i>	<i>CO₂-doel</i>
Eén graad	0,1–1,0°C	Vermoedelijk niet te vermijden	350 ppm (het huidige niveau is 387 ppm)
Twee graden	1,1–2,0°C	Wereldwijde emissiepiek in 2015	400 ppm
<i>Drempel voor feedback in koolstofcyclus?</i>			
Drie graden	2,1–3,0°C	Wereldwijde emissiepiek in 2030	450 ppm
<i>Drempel voor feedback Siberisch methaan?</i>			
Vier graden	3,1–4,0°C	Wereldwijde emissiepiek in 2050	550 ppm
Vijf graden	4,1–5,0°C	Voortdurend stijgende emissie toegestaan	650 ppm
Zes graden	5,1–5,8°C	Zeer hoge emissie toegestaan	800 ppm

De tabel laat zien hoe hopeloos inconsequent het huidige klimaatbeleid is – zelfs dat van sommige grote milieugroeperingen. De Europese Unie heeft een doelstelling van 550 ppm genoemd. Niettemin eist ze tegelijkertijd dat de temperatuurstijging wereldwijd onder de twee graden blijft. De tabel laat zien dat 550 ppm naar alle waarschijnlijkheid vier graden opwarming betekent, plus bijkomende versterkende feedbackmechanismen. Friends of the Earth (Milieudefensie) is een fatsoenlijke en toegewijde milieuorganisatie, die schitterend werk heeft gedaan om mensen bewust te maken van de klimaatverandering. Ook zij willen dat de tempera-

tuur aan deze kant van de twee graden blijft om dezelfde redenen als ik. Toch eist hun politieke campagne slechts een CO₂-evenwicht op 450 ppm, ondanks het feit dat er bij dit koolstofgehalte volgens de huidige stand van de wetenschap een kans van 75 procent is om die twee-graden-doelstelling *niet* te halen. Veel andere groepen zitten verstrikt in hetzelfde dilemma: alleen door te ijveren voor ‘politiek onrealistische’ CO₂-gehalten is extreme opwarming met enige zekerheid te vermijden. Dan staat wat voor mensen politiek realistisch is dus helemaal los van wat voor de planeet natuurkundig realistisch is.

Als ons doel dus twee graden is, moet de uitstoot van broeikasgassen in 2015 zijn hoogste punt hebben bereikt. Dan kunnen we erop vertrouwen dat er geen onhoudbaar klimatologisch domino-effect van versterkende feedbackmechanismes optreedt. Na 2015 moet de uitstoot dan gestaag teruglopen tot een uiteindelijk evenwicht op 400 ppm (of 450 ppm CO₂-equivalenten), hoe politiek onrealistisch zo’n emissietraject er ook uit mag zien. Het werkelijke percentage uitstootverlaging dat dit doel van ons vergt, hangt af van hoe de koolstofcyclus van de aarde zich gedraagt. Naar mijn idee betekent het volgens de huidige stand van de wetenschap een afname van 60 procent in 2030 en van 85 procent in 2050. En dat komt opnieuw overeen met de berekeningen uit het *Fourth Assessment Report* uit 2007 van het IPCC.

Omdat de koolstofemissie per persoon van land tot land enorm verschilt, kan niemand verwachten dat deze procentuele vermindering voor iedereen van hetzelfde laken een pak zal zijn. India stoot momenteel bijvoorbeeld ongeveer 1 ton CO₂ per persoon uit, China 4 en de Verenigde Staten 20 ton. Als al die landen tegelijkertijd hun uitstoot met 60 procent zouden verlagen, zouden de fundamentele ongelijkheden duidelijk blijven bestaan. India zou per persoon 0,4 ton uitstoten, China 1,6 ton en de Verenigde Staten 8 ton. Het is zonneklaar dat het strak vasthouden aan zo’n structurele ongelijkheid nooit de basis kan vormen voor een succesvolle

mondiale emissieovereenkomst, om de eenvoudige reden dat die volstrekt onrechtvaardig zou zijn.

Wat zou er dan wel over de hele linie aanvaardbaar zijn, gegeven de verschillende niveaus in ontwikkeling? Voor dat raadsel is er maar één logische oplossing: rijke landen moeten erin toestemmen om de ongelijkheid waaraan zij gewend zijn geraakt, in te ruilen voor de deelname van arme landen in een algemeen geaccepteerd klimaatregime. Zo'n compromis dat bekend staat als *Contraction and Convergence* (of c&c, in *Hitte* vertaald als “Verminderen van emissies en verschillen”) werd voor het eerst voorgesteld door het Global Commons Institute. Onder c&c zouden alle landen, op een afgesproken datum, tenslotte uitkomen op een gelijke portie uitstoot per persoon, terwijl dat gebeurt in een context van inkrimping van de mondiale uitstoot tot op een duurzaam niveau. Dat zou een historische overeenkomst zijn: de armen zouden gelijkheid krijgen, terwijl iedereen (inclusief de rijken) zou overleven.

In de Verenigde Staten, waar de uitstoot per persoon veel hoger is dan op de meeste andere plekken in de wereld, zou men in dat proces van verminderen naar een duurzaam niveau dus ook veel forser moeten terugschroeven dan gemiddeld wereldwijd. Afhankelijk van de aard van het c&c-akkoord zou dat voor de vs in 2030 misschien wel 85 procent moeten zijn. Om het hele systeem zowel flexibel als efficiënt te maken is het echter wel van doorslaggevend belang, dat er een internationale markt voor de handel in emissierechten komt. Daar zouden arme landen hun ongebruikte quota aan de rijke landen kunnen verkopen en al doende behoorlijke inkomsten verwerven. Die inkomsten uit de mondiale koolstofhandel zouden de aanpak van de armoede verder kunnen helpen en er voor zorgen dat armere landen de mogelijkheid krijgen om een koolstofarme ontwikkeling na te streven.

Dus om het maar eventjes bot te zeggen: de conclusie van dit boek is, dat we nog maar zeven jaar hebben om de wereldwijde uitstoot op zijn hoogste punt te brengen en dat we

daarna de escalerende gevaren van een uit de hand gelopen opwarming onder ogen moet zien. Ik ben de eerste om toe te geven dat dat doel hopeloos onbereikbaar lijkt. Maar volgens mij is dat het wat de wetenschap vereist, zelfs op basis van niet te sombere aannames en ervan uitgaande dat we nog niet over de rand zijn. En om eerlijk te zijn, er zijn genoeg redenen om het allemaal wel somber in te zien, van verschillende soort zelfs. Zoals ik al eerder aangaf, is de snelheid waarmee de wereldwijde koolstofuitstoot toeneemt over de afgelopen tien jaar verviervoudigd. Over de hele wereld groeit de uitstoot nog steeds snel. De grootste boosdoener, de Verenigde Staten, stoot nu 16 procent meer CO₂ uit dan in 1990. Intussen is de totale emissie van China met een nog hoger percentage gestegen, al ligt die per persoon veel lager. Volgens sommige rapporten heeft China de Verenigde Staten al ingehaald als het land met de allergrootste totale emissie ter wereld.

Verder vooruit kijkend voorziet de IEA (International Energy Agency) dat de wereldwijde energiebehoefte in 2030 met meer dan de helft zal zijn gestegen. Van die toename zal 80 procent van fossiele brandstoffen afkomstig zijn en niet van schone energiebronnen. In dit 'business as usual'-scenario groeit het gebruik van hernieuwbare energie wel snel, maar het is bepaald zorgwekkend dat dit in 2030 toch nog maar op 2 procent van de totale energiebehoefte neerkomt, enkel en alleen door de schaal van de groei. Volgens die berekening zou de CO₂-emissie daarom op datzelfde moment met een angstaanjagende 52 procent zijn toegenomen. Zelfs het IEA geeft nu toe dat deze trends naar "een toekomst leiden die niet duurzaam is". Daarom schuift het IEA tevens een *World Alternative Policy Scenario* (Alternatief Wereldbeleidsscenario) naar voren, "waarin energie-importerende landen doortastende maatregelen nemen om de vraag terug te dringen en het patroon van brandstofgebruik te veranderen". Bij nader inzien blijkt dit optimistische scenario helemaal niet zo optimistisch te zijn: er wordt nog steeds voorzien dat de emissies

tot 2030 met eenderde zullen stijgen, in plaats van met zestig procent te dalen, zoals nodig is om het doel van twee graden te halen.

Het zou inmiddels duidelijk moeten zijn, dat de trend om op dezelfde voet door te gaan (en dat doen we, ondanks Kyoto) een hoge kans oplevert om in 2100 een opwarming van vier, vijf of zelfs zes graden te bereiken. Tel daar alle onzekerheden nog eens bij op en het zou toch wel zonneklaar moeten zijn dat een verdere forse toename van de emissie de wereld meesleekt in een gokspel, waarin we feitelijk geen schijn van kans hebben. En hoe verder de emissie stijgt, hoe meer de kans verkeken is. Kop – de opwarming wint, munt – wij verliezen. Een grapjas wees erop dat dat zoiets is als Russisch roulette met een Luger in plaats van met een revolver. Eén kogel, één kamer – en wij halen de trekker over.

Een reality check

Veel boeken over de opwarming van de aarde eindigen met de een of andere gemeenplaats over duurzame energie. Alsof de auteurs geloven dat je, net als in een sprookje, gewoon een wens kunt doen en daarin kunt geloven en dat dat genoeg is om hem uit te laten komen. Mij lijkt het, dat als het zo makkelijk was om fossiele brandstoffen op te geven, het vast allang gebeurd was, of dat we in ieder geval al een flink eind op de goede weg zouden zijn. In plaats daarvan zagen we net dat de wereld in volle vaart de verkeerde kant opgaat en vast van plan lijkt te zijn om dat ook te blijven doen.

Moeten we dan wanhopen over de vooruitzichten om de twee-gradendoelstelling te halen? Nee, maar we moeten ons beleid ook niet baseren op *wishful thinking*. Daarom moeten we misschien eerst maar eens beginnen met openlijk toe te geven dat een instantoplossing niet bestaat. Fossiele brandstoffen spelen inmiddels een centrale rol in bijna elk aspect van het moderne leven, van transport tot verwarming, en ze

voorzien in 80 procent van onze energiebehoefte. Inderdaad, onze beschaving wordt meer bepaald door het gebruik van energie dan door wat dan ook: zonder massale energietoevoer zou de maatschappij al snel krakend tot stilstand komen en zouden er miljarden omkomen van de honger.

Mij werd dat duidelijk door de brandstofprotesten die in de herfst van 2000 plaatsvonden in heel Groot-Brittannië en die wel iets van een klucht hadden. Ze leidden tot benzine- en dieselttekorten die hooguit een paar weken duurden, maar al doende werd het land er bijna door op zijn knieën gebracht. In de supermarkten ontstonden dikke rijen van mensen die in paniek aan het hamsteren sloegen. Mensen reden hele eindjes om een benzinstation te vinden dat nog niet droogstond. In het midden van Wales stonden de koeien ongemolken in de wei, terwijl tegelijkertijd in alle winkels de verpakte melk uitverkocht was. Alleen in het museum waren nog bruikbare melkbussen te vinden; om melk van de boerderij naar de winkel 200 meter verderop te krijgen, waren grote vrachtwagens nodig, die het product zo'n 150 kilometer naar een centraal verpakkings- en distributiepunt versleepten en dan weer terug. En daar was natuurlijk allemaal diesel voor nodig.

In een notendop illustreert dat hoe afhankelijk we van fossiele brandstoffen zijn geworden, maar hetzelfde probleem is ook op macroniveau te zien. Jeffrey Dukes van de University of Utah is één van de weinigen die hieraan heeft zitten rekenen en zijn uitkomsten zijn verbluffend. Dukes berekende dat er in de oudheid gemiddeld zo'n 90 ton plantaardig materiaal in de oceaan nodig was voor de vorming van een Amerikaans *gallon* benzine – dat is 3,785 liter. Denk daar bij het tanken maar eens aan. Op wereldschaal berekend en uitgedrukt in termen van netto primaire productie door planten in eerdere geologische tijdperken, consumeert de mens per jaar, via de fossiele brandstoffen die we verbruiken, een equivalent van 400 jaar zonne-energie. Dat geeft toch wel aan dat er een drastische beperking van het energieverbruik voor nodig is,

voordat de mens kan proberen om binnen het jaarlijkse budget aan binnenkomende zonne-energie te blijven.

Het onderstreept bovendien hoezeer onze beschaving afhankelijk is van een eenmalige energiesubsidie uit het verleden – in de vorm van de fossiele brandstoffen –, in de loop van miljoenen jaren door planten gevormd via de fotosynthese uit het zonlicht van toen. In het huidige tempo verbruiken we elk jaar waarschijnlijk inderdaad een miljoen jaar aan fossiele brandstoffen, uitgedrukt in de tijd die het kostte om ze te vormen. Als enige diersoort hebben wij mensen weten te ontsnappen aan de ecologische beperkingen van een eindig jaarbudget aan zonne-energie, door de chemische energie te gebruiken die geologisch ligt opgeslagen in aardolie, kolen en gas. We zijn niet langer afhankelijk van de jaarlijkse gulheid van de natuur, want per slot van rekening kunnen we aardolie eten.

Meer dan enige andere factor, zijn het dus de fossiele brandstoffen die de mens succesvol hebben gemaakt. Andere dieren moeten leven binnen de beperkingen van hun ecosystemen, waarbij hun aantal wordt gereguleerd door de hoeveelheid voedsel, roofdieren, enzovoorts. De *Homo sapiens* is uit dit ecologische keurslijf ontsnapt. Onze voedselvoorziening wordt niet langer beperkt door wat we op het land verbouwen en in het bos verzamelen. In plaats daarvan veranderen we fossiele brandstoffen in voedsel, door middel van de gemechaniseerde landbouw en het transport over lange afstand. Aardgas wordt gebruikt om stikstofkunstmest te maken en de tractoren en maaidorsers die het meeste werk doen, lopen op olie. Het zou honderden ciderdrinkende mensen op spierkracht vergen om de oogst binnen te halen van één oliedrinkende maaidorser op mechanische kracht – cider was ooit zonder meer de ultieme duurzame biobrandstof.

Nog meer aardolie wordt gebruikt om ruwe grondstoffen tot eetbare voedingsmiddelen te verwerken, die te verpakken en als kant-en-klaar product naar de markt te vervoeren. Het

systeem zit nu eenmaal zo in elkaar dat het veel meer energie verbruikt dan een systeem uit het pre-industriële tijdperk. Het is ook nog eens heel inefficiënt: er gaan veel meer calorieën energie uit fossiele brandstof in, dan we eruit krijgen in de vorm van calorieën voedsel. Als het zou kunnen, konden we de aardolie nog beter direct opeten. Het kost bijvoorbeeld 127 calorieën brandstof om één calorie ijsbergsla uit de Verenigde Staten naar Groot-Brittannië te vliegen. Volgens één schatting verbruikt de voedingsindustrie in de Verenigde Staten tien keer zoveel fossiele energie als het produceert in voedselenergie.

Door deze grote fossiele-energiesubsidie kreeg de mens een diepgaande invloed op de planeet en op de natuurlijke ecosystemen. Mensen hebben zich al een kwart tot veertig procent van de netto primaire productie op de planeet toegeëigend. (Netto primaire productie wordt gedefinieerd als de netto hoeveelheid zonne-energie die via fotosynthese in plantaardig organisch materiaal wordt omgezet.) Zoals de auteurs van een wetenschappelijk onderzoek hierover opmerkten: “Voor een soort die ruwweg 0,5 procent van de dierlijke biomassa op aarde vertegenwoordigt, legt zij daarmee een opmerkelijk groot beslag.” En bedenk wel, dat komt *bovenop* de hoeveelheid eerdere netto primaire productie ter waarde van 400 jaar, die we elk jaar verbruiken in de vorm van fossiele brandstoffen. In onze vraatzucht verbruiken we niet alleen de eigentijdse natuur, maar ook de natuur uit de oudheid.

Soms heeft fossiele energie de directe invloed van de mens ook beperkt. Zo ontdekten de Russen bijvoorbeeld dat ze op kolen konden stoken in plaats van op hout, waardoor de druk op de bossen minder werd. Vóór de tijd van de fossiele brandstoffen had Zweden bijvoorbeeld veel minder bos dan nu. Het is zeer onwaarschijnlijk dat er zonder de fossiele-energiesubsidie in grote delen van Noord-Amerika en Eurazië nog enig bos van betekenis zou staan. Volgens dat criterium zou de overstap van kolen op hout, hoe wenselijk

ook in termen van broeikasgasemissie, de natuur nog verder in het gedrang brengen.

Staten van ontkenning

De realiteit van de energiesituatie is niet de enige reden waarom onze respons op de wereldwijde opwarming tot nog toe zo halfslachtig is geweest. De evolutie heeft ons psychologisch zo geconditioneerd dat we niet reageren op dreigingen als we die reactie tot later kunnen uitstellen. We zijn goed in het mobiliseren voor de directe strijd, maar minder goed in het voorkomen van moeilijkheden die nog ver vóór ons liggen. Daarom is ‘ontkenning’ waarschijnlijk de meest passende term om de reactie van zowel individuen als van de maatschappij te typeren. Dat is hetzelfde mentale vermogen dat rokers gebruiken om zichzelf wijs te maken dat ze niet eerder doodgaan. En bergbeklimmers die de Mount Everest beklimmen, zetten het in om te geloven dat zijzelf onkwetsbaar zijn, terwijl ze langs de bevroren lijken komen van eerdere bergbeklimmers die op precies dezelfde route omgekomen zijn.

Dit soort ontkenning vormt een complex mechanisme, waarbij verschillende defensieve antwoorden worden ingezet. Die variëren van het bekende “klimaatverandering is een fabeltje” tot het beter te begrijpen, maar uiteindelijk even onbruikbare “maar ik heb mijn auto nodig voor mijn werk”. Het is natuurlijk ook niet toevallig, dat dezelfde mensen die zo ongeveer getrouwd zijn met het hoge fossiele-brandstofverbruik – oliehandelaren bijvoorbeeld – meestal ook degenen zijn die de realiteit van de klimaatverandering het hardst ontkennen. Zoals Al Gore tijdens de diashow voor de film *An Inconvenient Truth* zijn publiek eraan herinnert, is er niets zo moeilijk, als proberen iemand iets uit te leggen als diens salaris afhangt van zijn onbegrip. Dat is een klassieke vorm van ontkenning: niemand heeft graag een beeld van

zichzelf als slecht of boosaardig, en dus worden immorele handelingen noodzakelijkerwijs bedekt met een mantel van intellectuele zelfrechtvaardiging.

Volgens psychologen is ontkenning een manier voor mensen om de tegenstrijdigheid op te lossen, die ontstaat als nieuwe informatie diep gekoesterde denkbeelden of gedragspatronen ter discussie stelt. Automobilisten nemen bijvoorbeeld niet zo makkelijk informatie op die vraagtekens zet bij hun vermeende behoefte om hun auto te gebruiken. Ook vakantiegangers zijn meestal niet geneigd om al te diep na te denken over de opwarming van de aarde als ze op het punt staan het vliegtuig naar Thailand te nemen. Dat heeft belangrijke gevolgen voor mensen die campagne voeren of voorlichting geven. Die ontkenningsreactie maakt dat het domweg verstrekken van meer feiten over klimaatverandering mensen nog niet noodzakelijkerwijs doet besluiten om er echt iets aan te doen op een manier waarin oorzaak en gevolg direct met elkaar samenhangen.

Waarom is het voor mensen toch makkelijker om iets te ontkennen, dan om eerlijk te zijn en hun gedrag te veranderen? Voor een deel is dat een maatschappelijk probleem. We worden dagelijks geconfronteerd met de sociale druk ons te conformeren aan een levensstijl met een hoog verbruik van fossiele brandstoffen en daarom vergt persoonlijke gedragsverandering in werkelijkheid een hele hoop moed. Diegenen die wel de moeite nemen, worden door het gros van de mensen al gauw neergezet als 'geitenwollensokkentypes' of 'bomenknuffelaars'. Een levenswijze die energie slurpt geldt als teken van maatschappelijk succes.

TV- en filmreclames proberen bijvoorbeeld dure, snelle auto's voor te stellen als statussymbolen, en zakenlui mogen graag opscheppen over hoe vaak ze naar het buitenland reizen. We hebben allemaal bevestiging van onze omgeving nodig en als die omgeving zich op een manier gedraagt die onze ideeën over klimaatverandering ondermijnt, kunnen we ons vervreemd gaan voelen in plaats van tevreden.

Aangezien de discrepantie moeilijk oplosbaar is en de ontkenning onoprecht, zoeken veel mensen een andere uitweg uit het dilemma: afwenteling. Kort gezegd geef je dan iemand anders de schuld. Veel gewone mensen zoeken dan iemand uit die zich nog slechter gedraagt: zo kan de Mini-rijder naar de Hummerbezitter wijzen. Voor beleidsmakers kan dat neerkomen op het beschuldigen van hele landen. Zo weigert de Byrd-Hagel-resolutie van de senaat van de Verenigde Staten om ook maar enige verandering in de Amerikaanse levenswijze aan te moedigen, tenzij ontwikkelingslanden hun emissie ook terugdringen; in werkelijkheid beschuldigden de Verenigde Staten daarmee China. Zelfs milieuactivisten zijn tot doorschuiven te verleiden: het zwart maken van George Bush – hoe onverdedigbaar zijn standpunt ook mag zijn – is voor velen van ons gemakkelijker dan om lastige knelpunten dichter bij huis onder ogen te zien.

Klimaatverandering is een klassiek probleem van ‘de tragiek van het gemeenschapsgoed’ (*tragedy of the commons*). Daarbij is gedrag dat zinnig is op individueel niveau, als iedereen hetzelfde doet uiteindelijk rampzalig voor de gemeenschap. Garrett Hardin, de bedenker van het concept, illustreert het probleem aan de hand van het voorbeeld van veehouders die hun koeien laten grazen op de ‘meent’, de gemeenschappelijke weidegrond. Elke boer heeft er individueel profijt van als hij er op de meent nog een koe bij zet, want dat levert vlees en melk op. Maar als alle boeren dat op die manier zouden doen, leidt dat tot overbegrazing en de vernietiging van de gemeenschappelijke grond. Psychologische ontkenning is een onderdeel van dat proces. Hardin schrijft: “Mensen profiteren als individu van hun vermogen om de waarheid te ontkennen, ook al lijdt de hele maatschappij, waarvan zij deel uitmaken, eronder.”

Een intrigerende Zwitserse studie op dit vlak onderzocht de houding ten opzichte van klimaatverandering onder de doorsnee bevolking door zich op een aantal willekeurige focusgroepen te richten. De resultaten daarvan lieten duidelijke

lijk zien hoe de ‘tragiek van het gemeenschapsgoed’ wordt weerspiegeld in het algemene idee dat “het individu te onbelangrijk is om de orde der dingen te veranderen”. Daardoor lijkt het of de “kosten voor jezelf groter zijn dan de baten voor anderen”. De onderzoekers ontdekten echter ook, dat de sterkste motivatie voor ontkenningsgedrag doorgewoond egoïsme is: de onwil van mensen om persoonlijk comfort in te leveren en consumptiepatronen te doorbreken. Mensen klaagden dat het openbaar vervoer laat, vies en vol is en dat ze daarom hun auto’s ‘nodig hebben’. Of ze stellen dat hun leven druk en zwaar is, en ze daarom elk jaar een paar weken op vakantie naar het buitenland ‘moeten’. Al die uitvluchten zijn bedoeld om gedrag te rechtvaardigen dat op collectief niveau uiterst destructief is.

De studie noemt een reeks andere manieren waarop ontkenning plaatsvindt. Zo is er de ‘metafoor van de verschoven toewijding’ (“Ik zet me op andere manieren voor het milieu in, zoals door recycling”); het ontkennen van verantwoordelijkheid (“Ik ben niet de belangrijkste oorzaak van dit probleem”); het terugfluiten van de beschuldigende partij (“Je hebt het recht niet om me zo aan te spreken”); het verwerpen van schuld (“Ik heb niks fouts gedaan”); onbenul (“Ik ken de gevolgen van mijn daden niet”); machteloosheid (“Wat ik doe, maakt toch niks uit”); gemakzucht (“Het is te moeilijk voor me om mijn gedrag te veranderen”); en ‘verzinsels’ (“Er zijn gewoon te veel struikelblokken”). Het is nogal een lijst. En hij komt iedereen die het wel eens met anderen over klimaatverandering heeft gehad vermoedelijk bekend voor. Elk van die bezwaren heb ik in verschillende vormen denk ik honderden keren gehoord.

De meest hardnekkige en indringende vorm van ontkenning is wat de Zwitserse onderzoekers ‘het geloof in de een of andere managementoplossing’ noemen. Daarmee doelen ze vooral op het idee dat de technologie als de prins op het witte paard te hulp zal komen schieten. Net als andere vormen van ontkenning is ook het geloof in ‘de ingenieurs’ een manier

om de noodzaak van echte gedragsverandering te ontlopen. Zo steken politici bijvoorbeeld maar al te graag de loftrumpet over het laatste prototype waterstofauto, omdat ze daarmee de aandacht kunnen afleiden van de toch veel gewonere modellen die op benzine of diesel rijden. De meeste mensen denken dat de aanpak van de klimaatverandering gewoon een zaak is van genoeg windturbines bouwen, zonnepanelen op voldoende daken schroeven en meer flessen naar de glasbak brengen. Maar de berekeningen van Jeffrey Dukes, die de harde cijfers van het gebruik van fossiele brandstoffen onderstrepen, laten zien dat het in werkelijkheid toch net een beetje anders zit.

In het algemeen zou je kunnen stellen, dat het hele economische systeem van de moderne westerse samenleving gebaseerd is op ontkenning en dan in het bijzonder de ontkenning van grondstofschaarste. Schoolkinderen leren dat de grondstoffen die de aarde ons verschaft, van ijzererts tot aan de visserij, in de categorie ‘gratis goederen’ vallen, en als bij toverslag verschijnen aan het begin van het economische proces. Allerlei economieprofessoren met een Nobelprijs op zak lijken dat trouwens nog steeds te geloven. Ook alle diensten van ecosystemen waar de menselijke soort gebruik van maakt, vallen onder deze ‘gratis goederen’. Ze worden geacht geen financiële waarde te hebben, en vallen buiten de conventionele economische boekhouding.

De standaard maatstaf voor nationaal economisch succes, het ‘bruto nationaal product’ (bnp), telt de waarde van productie en consumptie bij elkaar op, zonder daarin de duurzaamheid van het proces mee te nemen. In een meesterzet van creatief boekhouden telt de gangbare economie zodoende de uitputting van hulpbronnen als toenemende rijkdom. Dat staat gelijk aan iemand die al het geld op zijn rekening uitgeeft en dat als ‘inkomen’ telt. Het is absurd, maar die absurditeit is wel de hoeksteen van onze hele economie.

Met deze maatschappelijke functiestoornis in het achterhoofd is het misschien niet helemaal eerlijk om individuen

er de schuld van te geven dat ze de klimaatverandering niet onder ogen willen zien. Tenslotte zitten de economie en de samenleving er met hun hele gewicht in om dat te voorkomen. Bob Dylan zong ooit dat de blanke uit het zuiden van de Verenigde Staten, die in 1963 de zwarte leider van de burgerrechtenbeweging Medgar Evers doodschoot, ook maar een 'pion in hun spel' was. Dat zijn we allemaal, pionnen in het spel van de wereldwijde opwarming. Maar we zijn niet geheel machteloos en ook niet geheel vrij van schuld. De collectieve hand die de pionnen verzet, is de onze.

Oliepiek

Zelf de keuze maken om fossiele brandstoffen vrijwillig op te geven – misschien krijgen we daar niet eens de kans meer voor. De afgelopen jaren zijn steeds meer goed ingelichte mensen tot de conclusie gekomen dat de olieproductie dicht bij zijn maximum zit. Daarmee doemt het spookbeeld van een energiecrisis op die tot ongekende ellende zou leiden. Er zijn goede redenen om aan te nemen dat deze mensen wel eens gelijk kunnen hebben. Sinds het midden van de jaren '60 is het aantal vondsten van nieuwe oliereserves gestaag afgenomen. In 1980 kruisten de grafieklijnen van productie en vondsten elkaar, en sindsdien hebben we elk jaar meer aardolie verbruikt dan er ontdekt werd. Sommige analisten operen dat de echte oliepiek zich nu al voordoet, of zelfs al achter ons kan liggen. Niemand die het met zekerheid kan zeggen, want de piek in de oliewinning is per definitie slechts achteraf te zien.

Dit komt deels door een simpel geologisch feit: aardolie is namelijk uiterst zeldzaam. Een olieveld ontstaat pas, als er aan een reeks van onwaarschijnlijke voorwaarden is voldaan. In de eerste plaats moet er zich een grote hoeveelheid koolstof ophopen op een anoxische zeebodem. Er dwarrelt voortdurend dood plankton en ander organisch materiaal

naar beneden, maar veruit de meeste tijd wordt deze koolstof door bacteriën geconsumeerd en geoxideerd. Zoals we zagen bij de bespreking van het Krijt-tijdvak is een ernstig zuurstofgebrek in de oceaan zeldzaam en bovendien van voorbijgaande aard.

Ten tweede moet dit koolstofrijke sediment zich zo vormen en samepakken, dat het water eruit wordt geperst terwijl het zelf toch doordringbaar blijft. Daarvoor moeten er genoeg poriën zijn waar de olie doorheen naar buiten kan lekken, waarna die zich verzamelt in een reservoir van poruze steen daarboven.

Ten derde moet deze doordringbare laag afgesloten zijn door een ondoordringbare laag erboven (het 'afsluitingsgesteente'), dat als een soort deksel voorkomt dat de olie naar de oppervlakte lekt en verdwijnt. Ten vierde moet hij precies op de juiste diepte zijn begraven om door de geothermische warmte op de juiste temperatuur te worden 'gekookt'. Als de temperatuur te laag is gebeurt er niets, maar als ze te hoog is, wordt er gas in plaats van aardolie gevormd. En ten vijfde moet deze onwaarschijnlijke combinatie van omstandigheden tenslotte verpakt zitten in een zadelvormige 'anticlinaal' (een soort omgekeerde 'U'). Deze vangt de olie op in een holte onder het afsluitingsgesteente, zodat die niet kan ontsnappen, net als een luchtbel die onder het plafond van een ondergelopen grot gevangen zit. Alleen wanneer aan al die voorwaarden is voldaan, worden de oude planktonlijkjes waarschijnlijk miljoenen jaren later door ons ontdekt in de vorm van laagzwavelige ruwe aardolie.

Veruit het grootste veld ter wereld is de 'superolifant' Ghawar in Saudi-Arabië. Dat produceert een verbijsterende vijf miljoen vaten olie *per dag* en is daarmee goed voor de helft van de Saudische olieproductie. In Ghawar komen alle hiervoor beschreven onwaarschijnlijke gebeurtenissen naadloos samen in wat de American Association of Petroleum Geologists hijgerig een geologisch droomscenario noemt. Het brongesteente en het oliereservoir worden gevormd door

rijke organische kleisteen en zeer goed doordringbare, korrelige kalksteen, en daar bovenop ligt een ondoordringbaar afsluitingsgesteente van steenzout dat het deksel er stevig op houdt. Het hele olieveld heeft de vorm van een omgekeerde ‘U’ en ligt precies op de juiste kookdiepte. “Dit is geologie volgens het boekje” zegt Abdulkader Afifi van Saudi Aramco. “Er zijn vijf voorwaarden voor de vorming van een grote hoeveelheid aardolie en die komen hier in een groot gebied op een prachtige manier samen.”

Maar het kan best zijn dat Ghawar al over zijn top heen is – daar zeggen de Saudiërs niets over – en het is bekend dat men de hoge productie alleen maar handhaaft door grote hoeveelheden zeewater te injecteren om de resterende olie naar boven te duwen. Inmiddels hebben geologen de aardbol praktisch helemaal geïnspecteerd en de kans dat men in de speurtocht naar aardolie ergens een veld zoals Ghawar over het hoofd heeft gezien, lijkt dus te verwaarlozen. Nu de huidige voorraden worden opgebruikt zonder dat er nieuwe worden gevonden, lijkt het ‘oliepiek’-gezelschap dus wel een punt te hebben.

De Britse klimaatactivist en voormalig geoloog Jeremy Leggett waarschuwt dat het negeren van de piek in de olieproductie tot een wereldwijde economische crisis zou kunnen leiden. Die zou gepaard kunnen gaan met een groeiend aantal militaire conflicten in het Midden-Oosten over de resterende oliereserves; conflicten waarvan de oorlog in Irak een voorproefje zou kunnen zijn. De energie-analist Richard Heinberg staat een strategie voor, die hij ‘powerdown’ noemt. Daarin zou de wereld zich bewust van zijn energieslurpende levensstijl moeten afkeren, om te voorkomen dat de boel instort op het moment dat de oliebronnen droog komen te staan.

Er is een verwarrende overlap tussen de vraagstukken over de oliepiek en de klimaatverandering. Je zou zeggen dat een dalende olietoevoer goed is voor de stabilisering van het klimaat. Die dwingt ons er immers toe om van fossiele

brandstoffen af te stappen – iets wat we waarschijnlijk niet vrijwillig zullen doen. Bovendien maakt de hoge energieprijzen mensen zuiniger in hun energieverbruik en daarmee neemt de uitstoot af. Hoge olieprijzen verbeteren ook de concurrentiepositie voor hernieuwbare energiebronnen, wat de investeringen in wind- en zonne-energie ten goede komt.

Maar aardolie is niet de enige fossiele brandstof. Steenkolen wekken nog altijd het grootste deel van de elektriciteit ter wereld op en dragen meer bij aan de uitstoot van broeikasgassen dan olie. En er is genoeg steenkool om de wereld nog een paar eeuwen vooruit te helpen, waarmee elk redelijk emissiequotum volledig aan flarden gaat. Steenkool is bovendien te verwerken tot synthetische brandstoffen, via een techniek waar de nazi's het eerst mee waren en die later door het apartheidsregime in Zuid-Afrika verder is ontwikkeld. Deze synthetische brandstoffen leveren in Zuid-Afrika nog steeds de helft van alle benzine en diesel, en door de hoge wereldolieprijzen begint synthetische brandstof uit steenkool ook elders concurrerend te worden. Omdat bij het vloeibaar maken van steenkool veel meer CO₂ vrijkomt dan bij de conventionele olieraffinage, zou de oliepiek in dit geval de opwarming van de aarde alleen maar erger maken.

Andere 'onconventionele' bronnen van olie zijn ook al zo vervuilend. Voor de extractie van olie uit teerzanden in de Canadese provincie Alberta zijn enorme hoeveelheden stoom en aardgas nodig. Daardoor is de verhouding tussen de geïnvesteerde energie en de gewonnen energie gevaarlijk laag en de emissie zelf gevaarlijk hoog. De wereldgasvoorraad houdt het langer vol dan olie, maar is ook niet onbeperkt. De schattingen over de 'gaspiek' lopen uiteen van tien tot tachtig jaar na nu. En tegen de tijd dat de conventionele gaswinning wereldwijd terugloopt, zijn de energiebedrijven hoogstwaarschijnlijk al begonnen om het methaanijs in de oceanische platen te exploiteren. Voor bedrijven als Exxon-Mobil en Texaco is dat een potentiële bron waar zij nu al flink warm voor lopen.

Het is een ingewikkeld plaatje, maar het ziet er niet naar uit dat de piek in de olieproductie de wereld voor verdere opwarming zal behoeden. Zelfs als de goedkope aardolie nu snel opdraakt, is de wereld voorlopig nog lang niet door zijn koolwaterstoffen heen. Overvloed maakt niet gelukkig.

Wiggen slaan

In veel landen is een kribbige discussie ontstaan over welke energiebronnen het beste de fossiele brandstoffen kunnen vervangen. De meeste mensen verbinden zich daarbij snel aan de een of de andere oplossing. In de groene hoek heeft men over het algemeen de pest aan kernenergie en is men geneigd te kiezen voor hernieuwbare bronnen als zon en wind. Anderen hebben weer dezelfde weerzin tegen windturbines en zetten luidruchtige campagnes op tegen de ontwikkeling ervan. Sommigen kiezen beide zijden of geen enkele. In Cape Cod, Massachusetts, heeft een prominente milieuactivist als Robert F. Kennedy junior geprotesteerd tegen een groot windturbinepark op zee, ondanks de potentie voor schone energiewinning; volgens sommigen omdat dat zijn uitzicht zou bederven. De wetenschapper James Lovelock in Groot-Brittannië is tenminste consistent: hij fulmineert tegen windturbines maar is een gepassioneerd voorstander van nucleaire energie.

Als elke hoek zo zijn eigen wondermiddel voor het energieprobleem aanbiedt, krijgt het publiek onterecht de indruk dat we gewoon maar één van de aangeprezen oplossingen moeten kiezen om uit de problemen te komen. In werkelijkheid biedt alleen een combinatie van gedegen energiebesparing en een grote variëteit in nieuwe technologieën enige hoop op een uitweg uit deze crisis. Die ontnuchterende waarheid werd een paar jaar geleden heel goed geïllustreerd door Robert Socolow en Steve Pacala van de Princeton Universiteit in New Jersey. Hun idee was om elke technologie te beschou-

wen als een potentiële ‘wig’. Al die ‘wiggen’ samen zouden het verschil moeten uitmaken tussen een oplopende en een stabiliserende emissietrend. Elke wig vertegenwoordigt een reductie van de jaarlijkse koolstofuitstoot met een miljard ton in het jaar 2055. Door het drijven van zeven van zulke wiggen zal de wereld het doel kunnen halen om in 2055 niet meer CO₂ uit te stoten dan nu. Socolow en Pacala drongen er op aan om vooral niet “betoverd te raken door de mogelijkheid van revolutionaire technologie” zoals kernfusie, kunstmatige fotosynthese, of de winning van zonne-energie in de ruimte. In plaats daarvan benadrukten ze dat “de mensheid de koolstof- en klimaatproblemen in de eerste helft van deze eeuw kan oplossen, door dat wat we al kunnen gewoonweg op te schalen”.

Socolow en Pacala maken in hun werk volstrekt duidelijk dat er geen panacee is die in zijn eentje de mens van zijn koolstofverslaving afhelpt, terwijl we tegelijkertijd elk jaar meer energie blijven gebruiken. Eén wig kan worden geslagen door de efficiëntie van het hele mondiale wagenpark te verdubbelen, waardoor iedereen niet 1 op 11 maar 1 op 22 rijdt. Diezelfde verschuiving is echter ook te halen door per auto de helft minder te rijden. Hogere energie-efficiëntie in gebouwen en in de elektriciteitsopwekking kunnen ook elk een wig opleveren. Wanneer er aardgas in plaats van steenkool wordt gebruikt voor de opwekking van elektriciteit, levert een verviervoudiging van het aantal gasgestookte centrales eveneens een wig op. Als er in plaats van kolencentrales wereldwijd dan nog 700 kerncentrales van elk 1 gigawatt bijkomen, is dat ook weer een wig, net als de introductie van ‘CO₂-afvang en -opslag’ bij 800 kolencentrales met hetzelfde vermogen, waarbij CO₂ uit schoorstenen wordt opgevangen en naar ondergrondse geologische reservoirs wordt gepompt. Bedenk dat we alleen al om de emissie op het huidige niveau te *stabiliseren*, zeven van zulke wiggen nodig hebben.

De aanpak van Socolow en Pacala is vooral zo nuttig, omdat die laat zien hoe belangrijk de juiste schaal is. Vooral

bij de hernieuwbare energiebronnen is die bepaald duizelingwekkend. Om een wig te krijgen met windenergie, zouden er 2 miljoen windturbines van 1 megawatt nodig zijn; vijftig maal zo veel als er nu zijn. Die turbines zouden 30 miljoen hectare beslaan – 3 procent van het totale landoppervlak van de Verenigde Staten. Een wig aan fotovoltaïsche zonne-energie zou 700 maal zoveel zonnepanelen vergen als nu, die samen 2 miljoen hectare land bestrijken, oftewel 3 vierkante meter per persoon. Windenergie zou water kunnen elektrolyseren en daarmee schone waterstof produceren voor auto's die op brandstofcellen rijden. Maar daarvoor zijn dan wel weer 4 miljoen windturbines van een 1 megawatt nodig, die benzine en diesel ter waarde van een wig vervangen. Een gigantisch herbebossingsprogramma, in combinatie met de stopzetting van de kaalkap van het tropisch regenwoud, zou ook nog een wig aan dalende koolstofemissie kunnen opleveren.

Elk van deze benaderingen heeft natuurlijk zo zijn voor- en nadelen. Windturbines doden vogels, hoewel dat effect te beperken is door ze slim te plaatsen, ver weg van trekroutes en van gebieden waar roofvogels zoals adelaars hun territorium hebben. Tegenstanders overdrijven ook nogal eens. Een onderzoek geeft aan dat er in de hele Verenigde Staten jaarlijks 40.000 vogels in de wieken van windturbines omkomen. Dat lijkt een hele hoop, totdat we er het aantal vogels naast leggen dat aan huiskatten ten prooi valt; volgens een schatting loopt dat momenteel in de honderden miljoenen. Daarom, als ze echt consequent zouden zijn, konden de anti-windmolendemonstranten vermoedelijk maar beter een geweer pakken om het kattenbestand in de buurt wat uit te dunnen. Windenergie is potentieel een enorme energiebron. In een onderzoek uit 2007 werd geopperd dat 166.000 windturbines van 5 megawatt elk op het continentale plat voor de oostkust van de Verenigde Staten die hele oostkust, van Massachusetts tot North Carolina, van elektriciteit zouden kunnen voorzien. Fossiele brandstoffen zouden niet alleen uit kolencentrales verbannen kunnen worden, maar ook uit

gebouwen en voertuigen. Daarvoor zouden voertuigen met hybride-aandrijving of brandstofcellen, koude-warmte-opslag en andere elektrische vervangingstechnieken op grote schaal ingevoerd moeten worden. Bij elkaar opgeteld zou bijna 70 procent van de CO₂-uitstoot voorgoed uit te bannen zijn door die ene energiebron. Als we dat overal deden, zou de resulterende reductie ons een flink eind op weg brengen om het klimaat wereldwijd te stabiliseren. Het enige wat ontbreekt is politieke wil en investeringen.

Onder windturbines kunnen landbouw en visserij min of meer ongehinderd hun gang gaan. Land waar zonnepanelen op staan is echter eigenlijk nergens anders meer voor te gebruiken, hoewel ik me geen grote bezwaren kan voorstellen tegen zonnepanelen op daken. Er is wel geopperd om grote stukken woestijn vol te zetten met zonnepanelen (of zonnespiegels). Dat zou een goede manier zijn om het helderste zonlicht op te vangen zonder de broodnodige landbouwgrond op te geven. En des te meer als de opgewekte elektriciteit dan via gelijkstroomkabels met weinig verlies vervoerd kan worden naar landen die veel energie gebruiken. Zelfs al zouden zulke kolossale projecten realistisch op te zetten zijn, dan nog is het zo dat woestijnen ook ecosystemen zijn. Ze spelen een rol in de natuurlijke stabiliteit van de planeet, ook al zien ze er op het oog kaal en weinig gastvrij uit. Toch komt er zonder twijfel genoeg zonnestraling de dampkring binnen, om – samen met wind – de menselijke energiebehoefte ruimschoots te dekken.

Controversiëler dan die beide duurzame energiebronnen is kernenergie. Als energiebron genereert zij heel weinig koolstof en haar reputatie op het gebied van energieopwekking is bewezen. Daaromheen spelen echter ook de gevaren door dodelijke ongelukken en van de verspreiding van kernwapens. En dan is er het nog altijd niet opgeloste vraagstuk wat er met hoog-radioactief afval moet gebeuren.

De afvang en opslag van koolstof door vloeibaar CO₂ in diepe ondergrondse zoutwaterlagen of oude oliebronnen te

pompen, is een nog onbewezen technologie. Daarbij zou er onverwacht CO₂ uit kapotte reservoirs kunnen lekken, hoewel het IPCC dat risico heel laag inschat.

Aan maatregelen om energie efficiënter te gebruiken kleven minder bezwaren. Toch kan een hogere efficiëntie in gebouwen en voertuigen ook verrassend genoeg tot een hoger totaalverbruik leiden, omdat energie daardoor goedkoper wordt dan ze anders zou zijn. Het blijft gewoon een open vraag in hoeverre grootschalige energiebesparende maatregelen werkelijk samengaan met een groeiende economie.

De meest eenvoudige en gunstige manier om de emissie te verlagen is wellicht door te stoppen met de vernietiging van het tropisch regenwoud. Hoewel ik in dit boek vooral de nadruk heb gelegd op uitstoot door de verbranding van fossiele brandstoffen, geven schattingen aan dat tot zo'n 20 procent van de menselijke broeikasgasemissie voortvloeit uit ontbossing in de tropen. Brazilië en Indonesië zijn twee van de landen met de hoogste koolstofuitstoot ter wereld en dat is niet omdat hun bevolking zo dol is op autorijden, maar omdat hun enorme bosgebieden steeds sneller met de grond gelijk worden gemaakt. Wanneer die mondiale *blitzkrieg* zou stoppen, zou dat in een eeuw net zoveel koolstof schelen als tien jaar lang stoppen met alle emissie door fossiele brandstoffen. Aangezien de regenwouden van levensbelang zijn voor de biodiversiteit en om koolstof af te vangen, levert het duidelijk een win-win-situatie op als we ze beschermen. 'Vermeden ontbossing' werd uitgesloten in de eerste ronde van het Kyoto Protocol, zowel omdat de betrokken landen vreesden voor hun soevereiniteit, als uit twijfel over hoe het effect te berekenen zou zijn. Dat zou echter kunnen veranderen in de tweede ronde die in 2012 moet beginnen. Het enige probleem is geld. Het hout dat in deze bomen zit opgeslagen vertegenwoordigt een hoge waarde, terwijl de koolstof daarin momenteel een waarde van nul heeft. Als wij in de rijke landen willen dat armere landen ophouden met hun bossen om te hakken, zullen we hen daarvoor moeten betalen.

Gesteld dat het voorkomen van ontbossing de beste keus voor een wig zou zijn, dan is de keus voor biobrandstoffen misschien wel de slechtste. Nu al wordt er in de Verenigde Staten ethanol uit maïs bijgemengd in de benzine, ogenschijnlijk om de CO₂-uitstoot te verminderen. In werkelijkheid heeft dat echter meer te maken met subsidies aan de politiek invloedrijke boerenlobby. Het is bovendien verre van duidelijk of er ook maar enige koolstof mee wordt bespaard, gezien de hoeveelheden fossiele brandstof die er in vrachtwagens, tractoren en fabrieken wordt verbruikt voor de productie, de verwerking en het transport van de maïs. Sommige groene enthousiastelingen laten hun auto nu al op gebruikt frituurvet rijden en zijn grote voorstanders van biobrandstoffen. Maar ook hier is de schaal weer van doorslaggevend belang. Niemand kan er bezwaar tegen hebben wanneer gebruikte plantaardige olie uit restaurants als grondstof voor biobrandstof dient. Maar het is een bron die nooit meer dan een paar honderdste van een procent van de behoefte van het nationale wagenpark zal kunnen dekken.

Andere voorstanders van biobrandstof wijzen erop dat uit de cellulose in afvalstro en houtsnippers ethanol te maken is, misschien ook met behulp van genetisch aangepaste enzymen. Die route lijkt in termen van het vervangen van koolstof veel meer te beloven, omdat ethanol zo veel efficiënter te produceren is dan uit voedselgewassen. Maar de technieken zijn nog volop in ontwikkeling en het zal nog jaren duren voordat die zodanig zijn opgeschaald dat zij ook maar enig effect op de uitstoot hebben. Bovendien zijn er nog meer bezwaren. Als stro niet wordt ondergeploegd, raakt het land biomassa kwijt. Daardoor daalt het humusgehalte van de bodem en dus ook de voedingswaarde voor planten. En als het gebruik van houtafval ertoe leidt dat er op bestaande 'marginale gronden' steeds meer hakhoutplantages komen, blijft er nog minder natuur over waar wilde soorten zich aan kunnen vastklampen. De destructieve honger van de mens naar voedsel zal steeds meer vergroeien met een destructieve honger naar energie.

Laten we het vraagstuk van de biodiversiteit even terzijde schuiven en ons concentreren op de bestaande productietechnieken. Om volgens de analyse van Socolow en Pacala een wig met ethanol te slaan, zouden er 250 miljoen hectare maïs- of suikerrietplantages nodig zijn. Dat is een oppervlakte die gelijk is aan een zesde deel van het huidige wereldareaal aan landbouwgrond. Aangezien de wereldvoedselvoorraden door de bevolkingsgroei en optredende droogtes nu al op een historisch dieptepunt zitten, grenst het aan waanzin om meer van onze beste landbouwgrond op te offeren om brandstof voor auto's te verbouwen. Het lijkt ook immoreel. Mensen die auto's hebben, behoren per definitie tot de rijke elite van de wereld. Het gebruik van voedingsgewassen ter vervanging van benzine zou schaarste creëren en de prijzen op de wereldvoedselmarkt opdrijven, waardoor de armsten zullen verhongeren. De waarheid is simpel: je kunt het land gebruiken om auto's te voeden, of om mensen te voeden, maar niet allebei.

Een vraag die daarmee samenhangt komt op bij de doelstelling van de Europese Unie, om in 2010 alle voertuigen voor 5 procent op biobrandstoffen te laten rijden. Veel daarvan zal van biodiesel komen en een belangrijke grondstof daarvoor is palmolie uit plantages in Indonesië en Maleisië. Nu waren die plantages deels verantwoordelijk voor de desastreuze kaalslag in het snel verdwijnende natuurlijke tropisch regenwoud. Daarmee werd de habitat van zeldzame soorten als de orang-oetan vernietigd en kwam er weer extra koolstof vrij doordat daarbij hout en het onderliggende veen werden verbrand. Zoals gezegd vormden die Aziatische bosbranden na het gebruik van fossiele brandstoffen de grootste oorzaak van broeikasgasemissie. Tijdens de droogte van 1997-98 kwam er naar schatting twee miljard ton koolstof uit de brandende Zuidoost-Aziatische wouden vrij. Sommige van die branden ontstonden vanzelf, maar daarnaast werden ze ook veelvuldig door plantage-eigenaren veroorzaakt, die het oerbos in brand staken om het te rooien. Vandaar dat er

weinig voorstellingsvermogen voor nodig is om in te zien, waarom ‘ontbossingsdiesel’ vrijwel zeker een grotere impact op de temperatuurstijging heeft dan zijn conventionele equivalent van minerale oorsprong. Sommige schattingen geven aan dat biodiesel van palmolie wel eens tien keer zo veel koolstof op zou kunnen leveren als fossiele brandstoffen.

Een onderzoek van februari 2008 drukt deze absurd schadelijke praktijk uit in harde cijfers. In een artikel in *Science* concludeert Joseph Fargione met zijn collega-auteurs dat “het ontginnen van regenwoud, savannes, of weideland ten behoeve van biobrandstof op basis van gewassen... een ‘biobrandstof-koolstofschuld’ schept doordat 17 tot 420 zoveel CO₂ wordt vrijgemaakt dan de jaarlijkse broeikasgasbesparingen van deze biobrandstoffen doordat ze fossiele brandstoffen vervangen.” De studie concludeert dat de enige situatie waarin biobrandstoffen mogelijk nuttig effect hebben, zou zijn als meerjarige planten worden geoogst van arme of verlaten landbouwgronden.

Als we biobrandstoffen en kernenergie vanwege hun onmiskenbare nadelen even helemaal uit de toekomstige energieportefeuille weglaten, kunnen we op andere manieren toch nog aan onze zeven wiggen komen. We moeten de afstand die mensen jaarlijks rijden halveren en de brandstofefficiëntie per gereden kilometer verdubbelen. We moeten de energie-efficiëntie van gebouwen en van krachtcentrales die op fossiele brandstoffen draaien, dramatisch verhogen. We moeten om elektriciteit op te wekken 2 miljoen windturbines van 1 megawatt bouwen en 2 miljoen hectare land met zonnepanelen bedekken. We moeten stoppen met de vernietiging van het tropisch regenwoud en we moeten elders het bosareaal gigantisch vergroten. En we moeten ook een moeilijke keuze maken tussen het ondergronds injecteren van miljarden tonnen kooldioxide en het investeren in 1.400 nieuwe elektriciteitscentrales op gas.

Als we dat allemaal doen, is er hoop op een stabilisatie van de uitstoot in 2055 op het huidige niveau en het door-

breken van de huidige trend van voortdurend toenemende groei. Maar zelfs dan blijven we nog met een probleem zitten. Zoals ik al zei, als we binnen de veilige grenzen van de twee graden willen blijven, is het bij lange na niet genoeg om de uitstoot over vijftig jaar gewoon maar te stabiliseren op het huidige niveau. We moeten de uitstoot *terugdringen* en wel binnen de komende tien jaar. Socolow en Pacala schatten dat hun zeven wiggen de wereld op een 500 ppm-traject zouden brengen. Dat is 100 ppm méér dan wat er volgens mij nodig is om het klimaat wereldwijd te stabiliseren onder de twee graden opwarming. Een concentratie van 500 ppm zou de aardbol waarschijnlijk zelfs tussen de drie en vier graden opwarmen. En wellicht zouden we daarmee dan zowel het omslagpunt van de koolstofcyclus, als dat van het Siberische methaan bereiken.

Om echter binnen de 400 ppm-doelstelling te blijven, moeten we nog eens vier of vijf wiggen extra in de emissiegrafiek drijven. Dat is niet onmogelijk; we kunnen het aantal windturbines verdubbelen en het aantal auto's op de weg nog verder terugbrengen. We kunnen onze energiebehoefte beperken door een minder consumptieve levensstijl aan te houden en ons gedrag meer te baseren op lokale hulpbronnen. Zoals Socolow en Pacala benadrukken, hebben we de technologie en de sociale know-how al om deze overgang door te voeren. Maar daarmee is de politieke vraag nog niet beantwoord: is het mogelijk om een maatschappelijke ommekeer teweeg te brengen? Gaat het lukken om mensen enthousiast samen te laten werken aan de twee-gradendoelstelling, in plaats van dat ze het hele vraagstuk negeren of hun eigen schadelijke gedrag rechtvaardigen? Economische en sociale krachten werken nu nog in de tegenovergestelde richting. Jonge kinderen schuwen de consumptiemaatschappij bijvoorbeeld alerminst en moeten de nieuwste modesnufjes hebben om op het schoolplein niet voor gek te staan. Hun ouders sparen voor het nieuwste model jeep of SUV-terreinwagen om hun status en koopkracht aan de burens te demonstreren. In tele-

visieprogramma's staat snelheid gelijk aan mannelijkheid en autorijden aan vrijheid, en die culturele boodschap wordt er meedogenloos ingewreven door advertenties in de bioscoop en op reclameborden. Hiphop-artiesten versterken die waarden ook nog eens door over hun dure auto's te rappen en video's te maken met schaars geklede modellen die sexy om hen heen dansen.

Het lijkt me duidelijk dat alternatievelingen met baarden kunnen roepen en tieren wat ze willen, maar dat de meerderheid van de bevolking zich niet door hen zal laten overtuigen dat de tredmolen van de consumptie niet de snelste weg naar geluk en gezondheid is. De meeste mensen uit mijn buurt doen hun boodschappen nog steeds in de supermarkt, ook al moeten ze er in de auto naartoe en beroven ze al doende de buurtwinkeliers van hun broodwinning. Nog altijd overheerst er een verouderd beeld dat een levensstijl met weinig koolstofuitstoot een zware persoonlijke beproeving is en enorme opoffering vereist. Niets is volgens mij minder waar. Alles wijst erop dat mensen die niet autorijden, niet vliegen, hun boodschappen in de buurt doen, hun eigen voedsel verbouwen en andere mensen in hun omgeving leren kennen, een veel hogere levenskwaliteit hebben dan landgenoten die verslaafd blijven aan een levensstijl die met een hoog verbruik van fossiele brandstoffen gepaard gaat.

Tijdens de voedselrantsoenering in de Tweede Wereldoorlog waren de mensen in Groot-Brittannië gezonder en beter af. Net zo goed zou het voor de meesten van ons een veel hogere levenskwaliteit opleveren als de overheid een vorm van 'koolstofrantsoenering' zou invoeren. Zo'n systeem hoeft technisch gezien niet complex te zijn of moeilijk te introduceren. Mensen zouden koolstof eenvoudig als parallelle, virtuele valuta kunnen verhandelen. Bij de benzinepomp pin je dan met je koolstofpas en als je een vlucht boekt of je elektriciteitsrekening betaalt, schrijf je de vereiste hoeveelheid eenheden van je koolstofrantsoen af. Hoewel koolstofeenheden verhandelbaar moeten zijn om het allemaal flexibel te

houden, zou het opzichtige koolstofverbruik door beroemdheden grotendeels van het toneel verdwijnen. In plaats daarvan zou de maatschappelijke druk de andere kant op komen te liggen; mensen zouden er plezier in hebben om het anders te doen, in de wetenschap dat iedereen dat doet. En omdat het verkeer steeds minder gevaarlijk zou worden, zouden kinderen weer op straat kunnen voetballen.

Door ons koolstofverbruik te beperken via rantsoenering, zouden we al gauw beseffen dat we een nieuw soort samenleving opbouwen; één die de kwaliteit van leven meer benadrukt dan de kille statistieken van economische groei en ongebreidelde consumptie. Ik heb geen groots plan over hoe deze maatschappij eruit zou zien en wil ook niet doen alsof dat een soort Utopia zou zijn. Het leven zou doorgaan, met al zijn voor- en tegenspoed. En dat is nou precies het punt. Als we de koolstof niet aan banden leggen, gaat het leven voor het allergrootste deel helemaal niet door.

Het lijkt me dat er in deze koolstofarme maatschappij nog een besef bestaat dat onze planeet een uniek geschenk is, misschien wel de enige in zijn soort in het hele universum, en dat het een ongelofelijk voorrecht is om hier te zijn geboren. Het zou een samenleving zijn, die terugkijkt op het zesgraden-nachtmerriescenario als precies dat: een nachtmerrie, en wel één waaruit we als mensheid wakker werden en die we wisten te voorkomen voordat het te laat was. Meer dan wat dan ook, zou het een samenleving zijn, die in leven bleef en voorspoed kende. Onze glorieuze nalatenschap van ijskappen, regenwouden en bloeiende beschavingen zou tot ver in de toekomst aan talloze generaties worden doorgegeven.