

KOUDE DRUKTE  
Een analyse van het klimaatdebat  
aan de hand van *The Skeptical Environmentalist*  
van Bjørn Lomborg

Pauline Fransen

Leden afstudeercommissie:  
dr.ir. M. Boon, voorzitter en begeleidend docent  
prof. dr. H.J. Achterhuis, secretaris  
ir. M.E. Toxopeus, technologiedocent WB

Augustus 2002

## Voorwoord

In mijn eerste studentenhuus hingen aan de wc-deur een groot aantal kreten afkomstig uit een Loesje-scheurkalender. Een daarvan is me altijd bijgebleven:

Haal diep adem en de lucht klaart op

Voor mij heeft deze tekst twee betekenissen. Ten eerste dat je je beter voelt als je je longen flink vol lucht zuigt (werkt echt), en ten tweede dat als iedereen een grote hap lucht neemt er meteen minder luchtverontreiniging is (helaas is dit maar tijdelijk, want iedereen moet ook weer uitademen). Aan deze laatste betekenis moest ik veel denken bij mijn analyse van  $CO_2$ -problematiek.

Ik wil Mieke Boon bedanken voor haar begeleiding en haar enthousiasme over dit onderwerp, dat haast nog groter was dan mijn eigen enthousiasme. Ik wil Hans Achterhuis bedanken voor het noemen van Lomborgs naam, en Marten Toxopeus omdat hij mijn technische begeleider wilde zijn (ook al heb ik daar niet veel gebruik van gemaakt). Wijnand Rekers wil ik bedanken, omdat hij me overhaalde mijn scriptie in Latex te schrijven (wat gezien mijn gevechten met Word zo'n twee jaar geleden, niet veel moeite kostte). Verder wil ik mijn ouders gerust stellen dat ik nu toch echt uitgestudeerd ben.

## Samenvatting

In deze scriptie probeer ik de conflictpunten in het debat over klimaatopwarming bloot te leggen. Ik maak een analyse van dit klimaatdebat aan de hand van het hoofdstuk over klimaatopwarming uit *The Skeptical Environmentalist* van Bjørn Lomborg. In dit boek probeert Lomborg de ware toestand van de wereld te beschrijven. Hij is namelijk van mening dat de milieubeweging te veel de nadruk legt op het negatieve en zo het publiek angst aanjaagt, waardoor dat publiek verkeerde beslissingen gaat nemen. De wereld, stelt Lomborg, is helemaal niet in zo'n slechte staat als vaak beweerd wordt. Het gaat steeds beter met de wereld, al zijn er nog wel grote problemen waar wat aan gedaan moet worden.

Lomborg lijkt een (technologie) optimist te zijn en hij hecht veel geloof aan een enkele optimistische studie. Dit blijkt onder andere als hij de onzekerheden in de klimaatwetenschap bespreekt. Het IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) voorspelt dat in 2100 de temperatuur met 1,4 tot 5,8°C is gestegen. Daarbij wordt wel opgemerkt dat er nog veel onbekend is in de klimaatwetenschap, zoals het effect van wolkvorming op het klimaat. Lomborg citeert uit één studie naar wolkvorming en concludeert daaruit dat wolkvorming een matigend effect heeft op klimaatopwarming. Het lijkt alsof Lomborg niets moet hebben van de voorzichtige voorspellingen van het IPCC. Hij verwijt het IPCC dat het veel te veel toekomstscenario's heeft opgesteld, en al deze verhaallijnen even waarschijnlijke toekomstige verlopen van de mondiale sociaaleconomische ontwikkeling vindt, terwijl er, afgaande op de huidige ontwikkelingen, best wel een keuze te maken is voor slechts enkele van de 40 scenario's. Lomborg doet dit, en beredeneert dat de scenario's die een mondiale op economie gerichte ontwikkeling voorzien met een geleidelijke overstap op duurzame energie, de meest waarschijnlijke zijn.

Ook is Lomborg het niet eens met de voorspellingen van het IPCC wat betreft de gevolgen van klimaatopwarming. Het IPCC lijkt er namelijk vanuit te gaan dat men (het publiek, de overheid) niets weet van klimaatverandering en dus niets zullen doen om het te voorkomen of zichzelf zelfs maar te beschermen tegen negatieve gevolgen als zeespiegelstijging. Lomborg vindt dit absurd: als mensen opmerken dat de zeespiegel stijgt, zullen zij actie ondernemen om de dijken op te hogen. Zij zullen proberen te voorkomen dat overstromingen grote menselijke en materiële verliezen veroorzaken. De gevolgen van klimaatopwarming zullen volgens Lomborg niet zo negatief zijn als het IPCC voorspelt.

Verder is er discussie over wat de juiste handeling is in reactie op de voorspelling van klimaatverandering. Met behulp van beslistheorie en enkele (antropocentrische) milieuetheorieën wordt dit probleem benadert. Aan de andere kant beweren economen dat het nemen van klimaatmaatregelen veel geld kost, en de huidige economie schade zal toebrengen. Aan de andere kant wordt beweerd dat als er geen klimaatmaatregelen worden genomen, dat dat tot grote milieu en economische schade leidt voor toekomstige generaties. Er zijn echter ook veel maatregelen te bedenken die juist (vaak al op korte termijn) geld opleveren. Hierdoor is het economisch interessant om klimaatmaatregelen te nemen, ondanks dat niet zeker is of klimaatverandering als gevolg van toegenomen CO<sub>2</sub>-uitstoot op kan treden of niet. Daarbij komt dat vanuit een meer beginselmatig oogpunt het goed is om te proberen te voorkomen dat klimaatverandering optreedt. Het is dan ook een goede beslissing om nu al stapsgewijze klimaatmaatregelen te nemen. Een eerste stap daarin is het uitvoeren van het Kyoto-protocol.

Daarnaast ga ik in op de manier van communiceren met het publiek. Lomborg is namelijk van mening dat de milieubeweging het publiek angst aanjaagt met haar verhalen dat

het al maar slechter gaat in de wereld. Hetzelfde kan echter gezegd worden van de economen die vertellen dat klimaatmaatregelen nemen slecht zal zijn voor de economie. Dit verhaal wordt in de media nooit angst aanjagen genoemd. Het verschil lijkt hier te zijn dat Lomborg en de economen gezien worden als experts, en experts zijn in staat om met rationele argumenten te komen. De milieubeweging maakt echter subjectieve analyses van de werkelijkheid en spreekt het publiek aan met emotionele argumenten (angst). Noch Lomborg, noch de economen, noch de milieubeweging maakt een volledig objectieve analyse van de werkelijkheid. Altijd zit er in meer of mindere mate een waarde-oordeel aan vast. Het is voor zowel de experts als de leken belangrijk dit te realiseren voor zij hun analyse van de werkelijkheid presenteren of die van anderen beoordelen.

Ik sluit af met enkele aanbevelingen voor meer onderzoek en betere communicatie.

## Inhoudsopgave

1	<b>Inleiding</b>	1
1.1	<i>Probleemstelling</i>	2
2	<b>Bespreking van <i>The Skeptical Environmentalist</i></b>	5
2.1	<i>Samenvatting van The Skeptical Environmentalist</i>	5
2.1.1	De Litanie	5
2.1.2	Het welzijn van mensen	7
2.1.3	Het welzijn in de toekomst	8
2.1.4	Vervuiling	9
2.1.5	Problemen in de toekomst	11
2.1.6	De ware toestand van de wereld	14
2.2	<i>Kritiek op The Skeptical Environmentalist</i>	14
2.2.1	Lomborgs bedoeling	15
2.2.2	De manier van presenteren	17
2.2.3	Ere wie ere toekomt	21
3	<b>De klimaatwetenschap</b>	25
3.1	<i>Inleiding</i>	25
3.2	<i>Het broeikas effect</i>	26
3.2.1	Het natuurlijke broeikas effect	26
3.2.2	Het versterkte broeikas effect	28
3.3	<i>De IPCC scenario's</i>	30
3.4	<i>De klimaatmodellen</i>	34
3.4.1	Beschrijving van enkele modellen	34
3.4.2	Het testen van een klimaatmodel	37
3.4.3	Moeilijkheden in modellen	38
3.5	<i>Lomborgs visie</i>	39
3.5.1	Onbekende processen	39
3.5.2	Overbodige scenario's	41
3.5.3	Modellen met tekortkomingen	44
3.5.4	Achtergrond van Lomborgs visie	45
3.6	<i>Het conflict</i>	46
4	<b>Het voorkomen van klimaatverandering</b>	51
4.1	<i>De gevolgen van klimaatverandering</i>	51
4.1.1	De voorspellingen van het IPCC	51
4.1.2	De verwachtingen van Lomborg	53
4.2	<i>De tempering van klimaatverandering</i>	56
4.2.1	Energie-efficiëntie	57
4.2.2	Duurzame energie	58
4.2.3	Creëren van sinks	66

4.2.4	Economische en sociale mogelijkheden	68
4.3	<i>Het conflict rond voorkomen</i>	69
5	<b>Handelen en het klimaat</b>	<b>71</b>
5.1	<i>Beslissen in onzekerheid</i>	72
5.2	<i>Milieu-ethiek</i>	74
5.2.1	Economische milieu-ethiek	76
5.2.2	Respect voor toekomstige generaties	77
5.3	<i>Is het juist om ingrijpende maatregelen te nemen?</i>	78
5.3.1	Relevante feiten	79
5.3.2	De handelingsalternatieven	80
5.3.3	Morele afweging	84
5.3.4	De beslismatrix	87
5.4	<i>Angst</i>	90
5.4.1	Communicatie over risico's	94
5.5	<i>Slot</i>	95
6	<b>Het conflict blootgelegd</b>	<b>97</b>

## Lijst van figuren

- 3.1 De energiebalans van de aarde zonder atmosfeer 27
- 3.2 De energiebalans van de aarde met atmosfeer 28
- 3.3 'Boom'diagram van de toekomstscenario's 31
- 3.4 Temperatuurverandering tot 2100 37
  
- 4.1 Vergelijking gescheiden opwekking en warmtekrachtkoppeling 57
- 4.2 Een windturbine 59
- 4.3 Een zonnecel 63





# Hoofdstuk 1

## Inleiding

In november 2001 besloot het kabinet dat er een windmolenpark langs de Afsluitdijk mag komen. Daarop volgde een kleine discussie in de Volkskrant over windenergie en het windmolenpark langs de Afsluitdijk in het bijzonder. Aan de ene kant werd beweerd dat dit windmolenpark de Waddenzee, als landschap en natuurgebied, zal vernielen. Aan de andere kant dat zonder windmolens er op termijn niet eens meer een Waddenzee zal bestaan, doordat de zeespiegel zal stijgen en de Waddenzee onder zal lopen als gevolg van het broeikas-effect (Wildekamp, 2001).

Dit is geen onomstreden bewering. Wereldwijd bestaat er onder politici, wetenschappers en burgers veel discussie over het broeikas-effect. Over één aspect van het broeikas-effect zijn de meesten het wel eens: er bestaat een natuurlijk broeikas-effect. Dit natuurlijke broeikas-effect bestaat doordat de gassen die de aarde omringen een deel van de ingestraalde zonnewarmte vasthouden. Zonder dit effect zou de gemiddelde temperatuur op aarde min  $18^{\circ}\text{C}$  zijn, nu is deze plus  $15^{\circ}\text{C}$ . De meningen lopen echter uiteen over het bestaan van het versterkte broeikas-effect, over hoe dit veroorzaakt wordt, wat de gevolgen er van zullen zijn en wat gedaan kan worden om versterking van het broeikas-effect tegen te gaan. Sommigen twijfelen er niet aan dat het versterkte broeikas-effect bestaat. Zij wijzen erop dat sinds de Industriële Revolutie de concentratie  $\text{CO}_2$  in de atmosfeer met 30 procent is toegenomen.  $\text{CO}_2$  is één van de broeikasgassen, dit zijn de gassen die de ingestraalde warmte vasthouden. Dus meer  $\text{CO}_2$  leidt er toe dat er ook meer warmte in de atmosfeer vastgehouden zal worden. Hierdoor zal de temperatuur op aarde stijgen en het klimaat veranderen. Dit proces is al aan de gang, beweren de niet-twijfelaars, de afgelopen eeuw is de gemiddelde temperatuur op aarde met  $0,6^{\circ}\text{C}$  gestegen. Hoewel sommigen de metingen afwijzen als onnauwkeurig (de meetpunten zijn niet eerlijk over de aardbol verspreid en staan vaak dichtbij steden, zogenaamde hot spots, waardoor er meer opwarming lijkt te zijn dan werkelijk het geval is), zijn de meeste wetenschappers van mening dat het structureel warmer is geworden de afgelopen eeuw. Ze zijn het echter niet eens over hoe groot het aandeel van de mens hierin is geweest. Allerlei natuurlijke effecten zoals zonnevlekken, vulkaanuitbarstingen en El Niño kunnen er voor zorgen dat het warmer of juist kouder wordt op aarde. Sommigen menen dat deze effecten de stijging van de temperatuur volledig kunnen bepalen, anderen (zoals het KNMI) menen dat deze effecten slechts verantwoordelijk zijn voor een deel van de temperatuurstijging en dat de rest veroorzaakt is door menselijk handelen, door de uitstoot van  $\text{CO}_2$  en andere broeikasgassen. Een versterkt broeikas-effect kan leiden tot het veranderen van het klimaat. Dit kan negatieve effecten hebben, zoals meer droogte en meer stormen, maar ook positieve, zoals minder mensen die sterven door de kou of hogere oogstopbrengsten, doordat gewassen beter groeien als het warmer is. Er is veel twijfel over welke gevolgen

klimaatopwarming zal hebben, als klimaatopwarming al op zal treden.

Deze twijfel over het bestaan, de oorzaken en de gevolgen van het broeikaseffect leidt ook tot twijfel over of en wat er aan het broeikaseffect gedaan moet worden. Sommigen (vooral de milieubeweging) stellen dat zolang er nog geen zekerheid bestaat over het bestaan en de gevolgen van het versterkte broeikaseffect dat er dan van het voorzorgsprincipe uitgegaan moet worden: er moet nu aan gewerkt worden om te voorkomen dat het broeikaseffect versterkt, mogelijk is het te laat om maatregelen te nemen als er wel zekerheid is. Anderen verdedigen dat een dergelijk voorzorgsprincipe ten opzichte van de economie moet gelden. Zij zijn van mening dat er geen dingen gedaan moeten worden die de economie kunnen schaden als er geen noodzaak bestaat (geen zekerheid is over het belang) om die dingen te doen.

Het broeikaseffect is niet het enige milieuprobleem waar zo over gediscussieerd wordt. Bij ieder milieuprobleem wordt telkens weer de vraag gesteld: bestaat het nu wel of bestaat het nu niet? De milieubeweging wordt er van beschuldigd dat zij doemscenario's schetst, die tot doel hebben een duurzame samenleving te forceren, maar die weinig grond hebben, omdat zij telkens weer worden weerlegd (zie Verstegen, 1999). Het gaat namelijk niet slecht met de wereld, het gaat juist hartstikke goed. Het meest recente boek dat deze beweringen doet is *The Skeptical Environmentalist* van Bjørn Lomborg. In Nederland heeft zijn boek niet zo veel aandacht gekregen in de media. Daarbuiten veel meer. Lomborg kreeg lovende recensies, maar, vooral in de VS, ook veel kritiek. Critici vonden dat Lomborg de zaken veel te simpel voorstelde, en de milieubeweging geen goede zaak deed.

## 1.1 Probleemstelling

In deze scriptie wil ik mij bezighouden met de vraag wat de conflictpunten zijn in het debat over het versterkte broeikaseffect en het klimaat (het klimaatdebat). Ik wil deze conflictpunten en hun dieper liggende oorzaken proberen bloot te leggen. Ik wil dit doen om te begrijpen hoe de meningsverschillen rond het klimaat zijn ontstaan. Om de vraag te beantwoorden wat de conflictpunten zijn wil ik een analyse maken van Lomborgs boek (in het bijzonder van zijn hoofdstuk over klimaatopwarming dat éénvijfde deel van het boek beslaat) vanuit drie invalshoeken. De meningsverschillen lijken zich namelijk op drie niveaus te bevinden.

Ten eerste het niveau van de klimaatwetenschap. Hier draait de controverse rond de vraag: bestaat het versterkte broeikaseffect of is er nog te veel onzekerheid om dit te kunnen zeggen? Het tweede niveau is het niveau van wat mogelijk is. De controverse bevindt zich hier rond de vragen: a) wat zijn mogelijke gevolgen van het versterkte broeikaseffect? en b) wat is mogelijk om een verder versterking van het broeikaseffect te voorkomen? Op het derde niveau speelt de vraag wat het beste is om te doen.

Ik zal deze vragen aan het boek van Lomborg gebruiken als een raamwerk om te achterhalen wat de conflictpunten in het klimaatdebat zijn. De positie van Lomborg ten opzichte van deze vragen, zal vergeleken worden met de posities die anderen (met name het Intergovernmental Panel on Climate Change, het IPCC) innemen en de argumenten die zij daarvoor geven. Lomborg representeert één houding in het klimaatdebat, een skeptische. Ik wil daarom allereerst in het volgende hoofdstuk een beeld geven van de manier waarop Lomborg alle milieuproblemen, en dus ook het klimaatprobleem, behandelt. Ik doe dat door een samenvatting te geven van *The Skeptical Environmentalist* en de kritiek die er op dit boek kwam te bespreken. In de daarop volgende drie hoofdstukken zal ik me concentreren

op Lomborgs hoofdstuk over klimaatopwarming. In hoofdstuk 3 zal de klimaatwetenschap behandeld worden. Ik zal ingaan op de huidige stand van de klimaatwetenschap, wat er bekend is en wat nog niet. De klimaatwetenschap vertoont namelijk nog veel hiaten, doordat veel verschijnselen niet goed genoeg begrepen worden om ze te kunnen modelleren. De conflicten blijken zich vooral te bevinden rond verwachtingen (en eisen) over wat het IPCC moet doen, wat rekenmodellen moeten kunnen en wat het resultaat zal zijn van het invullen van de hiaten. Middels een wetenschapsfilosofische analyse zal ik proberen de controverse in de klimaatwetenschap te ontrafelen en achterhalen welke opvattingen en vooronderstellingen hieraan ten grondslag liggen.

In hoofdstuk 4 zal besproken worden wat de mogelijke gevolgen kunnen zijn van klimaatverandering. Het IPCC schetst vooral een negatief beeld met extremer weer en meer droogte, en de gevolgen daarvan voor de mens (bijvoorbeeld mislukte oogsten) en het milieu (verschuiven van habitatgrenzen). Lomborg is van mening dat een aantal van de voorspellingen van het IPCC te negatief zijn en dat er ook veel positieve gevolgen zijn, naast enkele negatieve gevolgen. Omdat voorkomen over het algemeen beter is dan genezen, zal in dit hoofdstuk ook ingegaan worden op verschillende manieren om de netto  $CO_2$ -uitstoot te beperken. In hoofdstuk 5 zal vervolgens ingegaan worden op de verschillende opties die men heeft om actie te ondernemen met betrekking tot klimaatverandering, en wat de gevolgen van deze handelingen kunnen zijn voor huidige en toekomstige generaties. Met behulp van milieu-ethiek en beslistheorie probeer ik aan te geven hoe gekozen kan worden voor het beste handelingsalternatief. Ook probeer ik kort een analyse te maken van de (beste) manier om over risico's (waaronder ook milieuproblemen vallen) met het publiek te communiceren. Hoofdstuk 6 zal de drie hoofdstukken 3, 4 en 5 aan elkaar koppelen en laten zien hoe de conflictpunten op het gebied van de klimaatwetenschap samenhangen met de verschillende aannames over wat de gevolgen zijn van klimaatopwarming en wat de beste handeling is in reactie hierop. Ik zal ter afsluiting proberen enige aanbevelingen te geven om de conflicten te beslechten.



## Hoofdstuk 2

### Bespreking van *The Skeptical Environmentalist*

Bjørn Lomborg is universitair hoofddocent statistiek aan de Universiteit van Aarhus in Denemarken. Hij is ook oud-lid van Greenpeace.<sup>1</sup> Het lezen van een interview met de econoom Julian Simon, waarin deze beweerde dat onze doemscenario's over het milieu niet correct zijn, prikkelde Lomborg om Simon kritisch onder de loep te nemen, en te bewijzen dat deze ongelijk had. Simon zei zijn conclusies te baseren op de officiële statistieken. Toen Lomborg deze nader bestudeerde kwam hij, tot zijn verrassing, tot de conclusie dat Simon op een groot aantal punten gelijk had. Lomborg werd gedwongen zijn eigen visie op het milieu te herzien. Hij bedacht dat er zo nog meer mensen kunnen zijn die een verkeerd beeld hebben over het milieu. Dit resulteerde in het schrijven van *The Skeptical Environmentalist*. Met zijn boek wil Lomborg een bijdrage leveren aan het milieudebat, zodat dit debat gevoerd kan blijven worden op grond van de feiten en de ware toestanden van de wereld.

#### 2.1 Samenvatting van *The Skeptical Environmentalist*

*The Skeptical Environmentalist* is opgedeeld in zes delen. In het eerste deel valt Lomborg de litanie van de milieubeweging aan, waarbij hij stelt dat deze te weinig op feiten is gebaseerd. In de daarop volgende vier delen geeft hij aan wat dan wel de feiten zijn. Het laatste deel bevat de conclusie over de ware toestand van de wereld. Hier volgt een samenvatting van *The Skeptical Environmentalist*.

##### 2.1.1 De Litanie

Lomborg heeft zich tot taak gesteld het milieudebat te voorzien van feiten over de ware toestand van de wereld<sup>2</sup> en de Litanie, de klaagzang, over het milieu te doorbreken. Hij vindt het van belang dat mensen met de best beschikbare informatie samenwerken aan een betere toekomst.

De informatie waar de meeste mensen over beschikken krijgen ze vanuit de media, en deze herhaalt, aldus Lomborg, de Litanie dat het slecht gaat met de aarde en het milieu. De Litanie geeft mensen de indruk dat het steeds slechter gaat, en dit is niet terecht. Het gaat namelijk *steeds beter*, het gaat alleen nog *niet goed genoeg*. Veel mensen lijken echter het verschil tussen deze beide niet te begrijpen en laten zich door de Litanie bang maken.

---

1. Waarschijnlijk betekent dit dat hij donateur van Greenpeace was (Heijden, 2001), zoals veel Nederlanders 'lid' zijn van milieugroeperingen.

2. De ondertitel van zijn boek luidt *Measuring the Real State of the World*, en is een verwijzing naar de rapporten van het Worldwatch Institute getiteld *The State of the World*

Angst leidt er toe dat mensen hun middelen besteden aan het oplossen van niet-bestaande problemen, waardoor de echte problemen blijven liggen. Daarom is het van belang, volgens Lomborg, om de ware toestand van de wereld te kennen, zodat we op basis van de best mogelijke informatie de best mogelijke beslissingen kunnen nemen. De politieke keuze welke onderwerpen de meeste aandacht verdienen (onderwijs, gezondheidszorg, veilig voedsel, milieu-investeringen, betere infrastructuur) laat Lomborg aan de lezer over. Hij wil alleen de best mogelijke informatie geven over hoe dingen zich hebben verbeterd en zich waarschijnlijk zullen ontwikkelen in de toekomst. Hij wil aangeven wat de ware toestand van de wereld is. Om de ware toestand van de wereld te leren kennen moet men zich richten op de *basisaannamen* en de *realiteit*, niet op mythes. De basisaannamen waar Lomborg het over heeft zijn:

1. Er moet sprake zijn van een trend, een ontwikkeling.
2. Er moet sprake zijn van een mondiale ontwikkeling.
3. Er moet sprake zijn van een lange-termijn ontwikkeling.
4. Het probleem moet groot zijn in vergelijking met andere problemen.
5. Mensen maken de beslissingen (en zijn dus referentiepunt).

Lomborg kiest ervoor om de wereld zoals deze nu is, te vergelijken met hoe deze was. Hieruit zal naar voren komen hoeveel vooruitgang er is geboekt. Om dit te doen moet gekeken worden naar de ontwikkelingen die plaats hebben gevonden. De wereld zoals deze nu is vergelijken met een ideale wereld, zoals de milieubeweging doet, geeft aan waar de prioriteiten liggen voor verandering. Dit is een politieke keuze en deze laat Lomborg (liever) aan de lezer zelf over.

Lomborg is van mening dat we de mondiale problemen alleen kunnen begrijpen als we naar de mondiale situatie kijken. De situatie in Burundi (afname van calorie-inname met 21 procent) of Ghana (toename calorie-inname met 21 procent) zegt niets over de mondiale situatie: de afgelopen tien jaar is de calorie-inname mondiaal met acht procent gestegen. De mondiale cijfers vatten *alle* succesverhalen en *alle* slechte verhalen samen. De individuele cijfers laten zien waar nog werk te doen is. Door daarbij zo veel mogelijk naar lange termijn ontwikkelingen te kijken beschermen we onszelf, stelt Lomborg, tegen het trekken van conclusies gebaseerd op achtergrondruis, een incidentele hoge of lage piek in een verder constante ontwikkeling. Lomborg laat vervolgens zien hoe organisaties als Worldwatch Institute, Greenpeace en het Wereld Natuurfonds (WWF) hebben bijgedragen aan het vormen van mythes over het milieu, bijvoorbeeld door het selectief interpreteren van statistieken en het gebruik van retoriek.

Lomborg blijft hameren op het belang van het hebben van (de juiste) informatie, en deze informatie ook op de juiste wijze te interpreteren. Lomborg zegt de officiële data te gebruiken. Daarmee bedoelt hij rapporten van de VN-organisaties, maar ook van Worldwatch Institute en WWF zelf. Deze zouden dus tot dezelfde conclusies hebben kunnen komen als Lomborg. De juiste informatie, stelt Lomborg, zorgt er voor dat in het (democratische) debat de juiste afwegingen worden gemaakt over welke problemen prioriteit verdienen in het oplossen ervan.

De Litanie over het milieu, echter, is voor veel mensen een correcte afspiegeling van de wereld. Mensen *weten* dat het slecht gaat met het milieu. Lomborg illustreert dit met een onderzoek naar hoe mensen in 24 landen denken over de kwaliteit van het milieu lokaal, nationaal en mondiaal. De algemene trend is, dat hoe verder weg het milieu is, des te groter de groep mensen die denkt dat het slecht met het milieu gaat. Zo denkt 24% van de Nederlanders dat het milieu lokaal van slechte kwaliteit is, 45% denkt dat dit de staat van het milieu

in Nederland is en maar liefst 85% denkt dat het milieu mondiaal slecht is. Dit verschijnsel heeft volgens Lomborg te maken met de manier waarop er over het milieu gecommuniceerd wordt door onderzoekers, door organisaties en door media. Deze hebben allemaal hun eigen belangen. Voor onderzoekers is het helemaal niet interessant om te rapporteren dat er op een bepaald gebied geen problemen zijn, dat is pas een belangwekkende opmerking als iemand eerder heeft vastgesteld dat er wel problemen zijn. Het belang van de milieu-organisaties bestaat eruit mensen te vertellen dat het milieu in slechte staat verkeert, en dat er nu gehandeld moet worden. Hoe slechter deze staat ons toeschijnt, des te makkelijker is het voor hen om ons te overtuigen geld aan het milieu uit te geven. De media hebben de neiging om vooral over slecht nieuws te berichten. Tegelijk geven ze ons de indruk dat we voldoende kennis hebben van een probleem om deel te nemen aan de discussie, terwijl die media daarvoor juist te weinig informatie geven.

Dit alles werkt het vooroordeel van de slechte toestand van de wereld in de hand. Lomborg stelt dat mensen wat skeptischer tegenover het beeld dat ze van de wereld hebben, moeten gaan staan, en op zoek moeten gaan naar de feiten om de ware toestand van de wereld uit af te leiden. Lomborg geeft daarbij de helpende hand.

### 2.1.2 Het welzijn van mensen

Het eerste deel met feiten gaat over het welzijn van de mensen op aarde. De VN meten het welzijn van mensen af aan de mate van hun ontwikkeling. Daarbij wordt gekeken naar levensverwachting, hoeveel kennis ze kunnen opdoen (onderwijs), en hoe hoog de levensstandaard is die ze kunnen bereiken. Anderen lijken vooral te kijken naar de mogelijkheid van de bevolking om zichzelf te voeden. Paul Ehrlich, schrijver van *The Population Bomb*, en het Worldwatch Institute zijn van mening dat de groei in voedselproductie de groei van de bevolking niet zal kunnen bijbenen. Dit zal leiden tot veel honger en sterfte en een drastische afname van de bevolking.

Lomborg laat zien dat de wereldbevolking gegroeid is, niet omdat mensen steeds meer kinderen krijgen, maar doordat er minder kinderen dood gaan. Door de afname van de kindersterfte is ook de levensverwachting van de gehele wereldbevolking de laatste honderd jaar flink toegenomen. Momenteel is de levensverwachting het laagst in landen ten zuiden van de Sahara. Dit komt vooral doordat AIDS hier veel slachtoffers eist. Het UNPD (VN afdeling voor sociale en economische ontwikkeling) verwacht dat vanaf 2010 de levensverwachting in dit gebied weer zal stijgen. Verder is het met de gezondheid van mensen beter gesteld dan vroeger: mensen leven langer, en ze brengen een kleiner deel van hun leven door met een handicap. Dit komt doordat veel dodelijke ziektes zijn uitgebannen door betere hygiëne en door vaccinaties. Een andere oorzaak is dat steeds meer mensen steeds beter gevoed worden. Vaak is voorspeld dat met een groeiende wereldbevolking er per hoofd van de bevolking steeds minder voedsel zou zijn. Zulke voorspelling houden echter geen rekening met steeds betere landbouwtechnieken. Dit wordt de Groene Revolutie genoemd. Voorbeelden van betere landbouwtechnieken zijn: gebruik maken van gewassen die een hogere opbrengst hebben; irrigatie; (kunst)mest; en pesticiden. Daardoor wordt bereikt dat er per hectare een hogere voedselopbrengst is, waardoor ook meer mensen gevoed kunnen worden. In 30 jaar tijd is het percentage mensen in hongersnood gedaald van 35% tot 18% van de wereldbevolking. Doordat de wereldbevolking ook gegroeid is, betekent dit dat er momenteel twee miljard mensen meer *niet* ondervoed zijn. Alleen in Afrika blijft de voedselproductie achter. Dit is echter vooral een politiek en economisch probleem. Lomborg stelt

dat we voor de taak<sup>3</sup> staan om Afrika hiermee te helpen, omdat internationale samenwerking veel verbetering kan brengen

Een andere maat voor het welzijn van mensen is om te kijken naar hun welvaart. De welvaart gemeten in bruto binnenlands product (BBP), is vooral de afgelopen eeuw erg gestegen. Om verschillende BBP's te vergelijken wordt gebruik gemaakt van wisselkoersen. Dit is geen handige maat. Het drukt uit wat een Ethiopiër voor zijn geld in de VS kan kopen, wat voor de meeste Ethiopiërs niet zo interessant is. De VN zijn daarom onderzoek begonnen om een index op te stellen voor de koopkracht (kk), en het BBP uit te drukken in kk\$. Hierin komt wel naar voren wat een Ethiopiër met zijn geld in Ethiopië kan kopen. Ter vergelijking: in de eerste berekening verdient een Ethiopiër per jaar US\$100, in de kk-berekening \$450. Lomborg vindt het dan ook vreemd dat de UNDP (VN ontwikkelingsprogramma) nog steeds van de wisselkoersmethode gebruik maakt voor het berekenen van de verdeling van de welvaart. Hierdoor lijken landen armer dan ze in werkelijkheid zijn. Met het BBP in kk\$ uitgedrukt, is, laat Lomborg zien, de ongelijkheid tussen arm en rijk sinds de jaren 60 niet groter geworden. Ook de armen worden rijker.

Ook op andere gebieden gaat het steeds beter: meer mensen krijgen meer onderwijs, meer vrije tijd (tijd over na werk en zorgtaken), meer veiligheid en minder ongelukken en rampen. Al met al gaat het overal een stuk *beter* dan voorheen. Het gaat echter nog niet overal *goed*. Vooral in Afrika bestaan nog veel problemen.

### 2.1.3 Het welzijn in de toekomst

De volgende vraag is of deze stijgende lijn in het welzijn van de mens behouden kan blijven of dat deze in de komende eeuw zal afnemen? Zal er genoeg voedsel zijn, genoeg energie, water en andere grondstoffen, of krijgen we te maken met ernstige tekorten? De Club van Rome voorspelde in 1972 dat nog voor het einde van de 20<sup>e</sup> eeuw veel grondstoffen als olie en zink al op zouden zijn. Paul Ehrlich maakte een vergelijkbare voorspelling in 1987. Dit bleek niet te kloppen: de olie is nog niet op, ze is zelfs nog niet eens schaars. Hetzelfde geldt voor de andere grondstoffen. Voorspellingen als van de Club van Rome en Paul Ehrlich houden er geen rekening mee dat als grondstoffen schaarser worden er meer geïnvesteerd wordt in het zoeken naar nieuwe bronnen, het zoeken naar alternatieven en het efficiënter omgaan met materialen. Zodoende zijn de voorspellingen over voor hoeveel jaar er nog olie beschikbaar is jaar na jaar omhoog bijgesteld. Olie en andere grondstoffen zijn niet schaars, en ze zullen ook niet schaars worden.

Het is namelijk niet de vraag of we wel genoeg olie en andere grondstoffen hebben en ook genoeg nalaten voor toekomstige generaties. Dat laatste is immers onmogelijk: als wij een grondstof gebruiken, zal er ooit een generatie zijn die te kort komt. Onze samenleving heeft geen behoefte aan de olie zelf, maar aan de energie die die olie kan leveren. Het is dus de vraag of we een maatschappij nalaten die de energie voldoende goedkoop kan produceren. Als olie duurder wordt, is het interessant om in andere energievormen te investeren. Daardoor worden deze energievormen goedkoper en neemt de vraag naar olie af. Het olietijdperk zal ten einde komen, maar niet omdat de olie op is. Het stententijdperk is ook niet ten einde gekomen doordat de stenen op waren (Lomborg, 2001, p120).

Hierboven is beschreven dat de voedselopbrengst steeds is gestegen. Het Worldwatch

---

3. De Engelse term *obligation* kan zowel als taak als als plicht opgevat worden. De vertaling taak klinkt neutraler, en past beter aangezien Lomborg niet toelicht waarom het onze plicht zou zijn. Niet voor iedereen is het namelijk vanzelfsprekend dat Afrika geholpen zou moeten worden.



Institute ziet deze tendens ook, maar voorspelt dat het maximum inmiddels bereikt is en dat de opbrengst per hectare zal afvlakken. Deze voorspelling uit 1996 zou meer indruk hebben gemaakt, als het in 1981 niet dezelfde voorspelling had gedaan, en sindsdien de opbrengst alleen maar is gestegen. Verder stelt Lomborg dat het niet zo erg is dat de groei in voedselopbrengst afvlakt, de bevolkingsgroei is ook sterk afgenomen. De FAO voorspelt dat er in de toekomst *meer* voedsel voor *meer* mensen zal zijn. Deze ontwikkeling is niet gelijkelijk verdeeld, vooral Afrika zal achterblijven. Net als nu is dat vooral een probleem van armoede, niet van schaarste aan voedsel.

Ook wordt wel gedacht dat waterschaarste een probleem zal vormen en zal leiden tot internationale conflicten. Volgens Lomborg is dit onwaarschijnlijk. In principe is er op aarde genoeg (zoet) water voor mensen persoonlijk (om te drinken en te wassen), landbouw en industrie. Het bevindt ze echter niet altijd waar en wanneer het nodig is. Dat hoeft geen probleem te zijn. Koeweit heeft bijvoorbeeld slechts beschikking over 30 liter water per persoon per dag. Koeweit zou een chronisch waterprobleem hebben, ware het niet dat het aan zee grenst en voor een deel in zijn waterbehoefte voorziet door zeewater te zuiveren. Op landbouwgebied is het mogelijk om water te besparen door gebruik te maken van een zeer efficiënt irrigatiesysteem, of door voedsel te importeren in plaats van zelf te verbouwen. Conflicten over water voorziet Lomborg dan ook niet. Oorlog is duur en er bestaat altijd het risico dat de vijand het felbevochten water vervuult. Waterverdragen sluiten is een beter idee. Er zijn in de afgelopen honderd jaar een zevental conflicten geweest met water als (deel)aanleiding. In dezelfde tijd zijn 149 waterverdragen afgesproken. Lomborg ziet niet waarom men in de toekomst minder geneigd zal zijn tot het maken van afspraken over water.

Samenvattend staat de wereld er goed voor: het gaat de afgelopen 50 jaar steeds beter en het ziet er naar uit dat deze trend zich ook in de toekomst zal voortzetten. Voorspellingen als van het Worldwatch Institute dat er steeds minder voedsel en water zal zijn voor steeds meer mensen hebben nauwelijks grond en houden weinig rekening met de mogelijkheden van mensen om oplossingen voor problemen te vinden. Een van de problemen die een duurzame toekomst in de weg kan staan is de mate waarin we nu de wereld vervuilen.

#### 2.1.4 Vervuiling

Onder vervuiling behandelt Lomborg niet alleen lucht- en watervervuiling en het afvalprobleem, maar ook allergieën en astma. Er wordt namelijk gedacht dat deze ziektes tegenwoordig meer optreden en dat dit het gevolg is van een slechter wordend milieu. Deze stijging kan echter ook veroorzaakt worden doordat mensen meer kennis hebben over deze ziekten. Zo denkt bijvoorbeeld 20 procent van de (Amerikaanse) bevolking dat ze een voedselallergie heeft, terwijl uit klinische studies naar voren komt dat slechts 1,4 procent van alle volwassenen een voedselallergie heeft. De stijging van het aantal astmagevallen wordt toegeschreven aan de luchtvervuiling. Dat is echter minder vanzelfsprekend dan het lijkt. Luchtvervuiling heeft van alle soorten vervuiling het meest effect op de menselijke gezondheid. Het is echter geen modern probleem, sterker nog, de lucht is momenteel schoner dan deze in lange tijd is geweest. Het verbranden van (zwavelrijke) kolen leidde in de 18<sup>e</sup> en 19<sup>e</sup> eeuw tot ernstige luchtvervuiling in Londen. Doordat is overgestapt op het verbranden van olie en het veel schoner aardgas, bevat de lucht in Londen nu minder  $SO_2$  dan aan het eind van de 16<sup>e</sup> eeuw. Luchtvervuiling is dus een oud probleem dat verbetert.

De zes belangrijkste vormen van luchtvervuiling zijn: rook- en roetdeeltjes,  $SO_2$ , ozon, lood,  $NO_x$  en  $CO$ . Deeltjes zijn vooral gevaarlijk omdat ze zo klein zijn dat ze ingeademd

kunnen worden en in de longen de zuurstofopname kunnen blokkeren. Er wordt geschat dat in de VS ongeveer zes procent van alle sterftes is toe te schrijven aan deeltjes. Hoge concentraties lood in het bloed kunnen ook de dood veroorzaken. Maar lage concentraties zijn evenmin ongevaarlijk. Deze kunnen aangeboren afwijkingen en achterlijkheid veroorzaken. Samen met  $NO_x$  is ozon het belangrijkste bestanddeel van bruine smog. Ozon heeft niet direct een schadelijk effect voor mensen, maar het heeft wel een negatief effect op de groei van planten.  $NO_x$  kan ademhalingsproblemen veroorzaken.  $SO_2$  werd als grote veroorzaker van zure regen gezien. Het gevolg daarvan was het sterven van bossen. Inmiddels is bekend dat dit effect van zure regen zwaar overdreven is.

Van al deze stoffen is sinds de jaren zeventig de uitstoot afgenomen in de Westerse landen. Veel steden in ontwikkelingslanden zijn echter zwaar vervuild. Lomborg vindt dat aangenomen mag worden, dat als deze landen rijker worden ze zich ook meer om hun leefmilieu gaan bekommeren. Hij geeft hierbij een grafiek van de wereldbank waarbij de concentratie deeltjes is uitgezet tegen het BBP per persoon. Duidelijk is te zien dat bij een hoger inkomen de vervuiling eerst toeneemt (door opkomende industrie) en bij nog hogere inkomens weer afneemt (door schonere technologieën toe te passen). Daarnaast ligt deze curve voor 1986 lager dan voor 1972. Ofwel, terwijl de economie groeide en daarmee de hoeveelheid potentiële vervuilers, is de vervuiling afgenomen. Men kan dus met recht optimistisch zijn over het verder terugdringen van luchtvervuiling.

De binnenluchtvervuiling, de luchtvervuiling in huis, vormt een veel groter gevaar voor de gezondheid dan luchtvervuiling buiten. Deze laatste is de afgelopen dertig jaar afgenomen. Binnenluchtvervuiling is in deze periode echter toegenomen, doordat huizen beter geïsoleerd en slechter geventileerd worden. Mogelijk is dit een oorzaak voor het toegenomen aantal astmagevallen.

Een ander groot probleem is watervervuiling. De misschien wel bekendste vorm hiervan is vervuiling door olie. Dit kan op drie manieren: olie lekt door scheuren in de aardkorst de oceanen in. Door het winnen van olie is de spanning op de aardkorst vermindert en komt deze vorm van vervuiling minder voor. Ten tweede doordat lege olietankers zeewater meenemen als balast, wanneer dit balastwater geloosd wordt stromen er olieresten mee de zee in. Door wetgeving is dit soort vervuiling ook minder geworden. De derde vorm is de olieramp, bekend van het ongeluk met de Exxon Valdez. Lomborg zet vraagtekens bij hoe groot deze catastrofe werkelijk was. Het ecosysteem heeft zich grotendeels herstelt en de olie die na de schoonmaak was blijven liggen is verdampt, afgebroken of ligt in klonten op de bodem. Waarschijnlijk heeft de schoonmaak (met hogedrukspuit) meer kwaad dan goed gedaan: op deze schone plekken duurde het veel langer eer er weer leven was dan op niet schoongemaakte plekken. Zo komt de vraag op of het geld voor de schoonmaak niet beter ergens anders voor gebruikt had kunnen worden.

Andere vormen van watervervuiling zijn vervuiling met chemicalieën, zware metalen of hoge concentraties bacteriën of stikstof. Dit laatste leidt tot een tekort aan zuurstof. Hierdoor trekken organismen die kunnen zwemmen weg, de overige blijven achter om te sterven. Deze stikstofvervuiling wordt in sommige gebieden voornamelijk veroorzaakt door het gebruik van kunstmest. Nu kan men deze vervuiling verminderen door minder kunstmest te gebruiken, maar men moet daarbij niet vergeten wat de gevolgen daarvan voor de mens zullen zijn. Men moet afwegen of de kosten om zuurstofarmoede in kustwateren te voorkomen opwegen tegen de voordelen, en of dit geld niet meer voordeel op zou kunnen leveren als het gebruikt zou worden om een ander probleem op te lossen. Aan de andere kant is deze stikstofvervuiling gunstig voor veel andere organismen. Deze worden echter

vaak over het hoofd gezien door de media, ze zijn de 'verkeerde soort'.<sup>4</sup>

Als laatste kaart Lomborg het afvalprobleem kort aan. Hij rekent voor dat met de verwachte groei van de Amerikaanse bevolking, en dus ook de groei in hun afvalproductie, de VS slechts 0,009 procent van hun landoppervlak hoeven op te offeren om al dit afval te kunnen storten (aangenomen dat de storthoop zo'n 30 meter hoog zal zijn). Andere afvalproblemen dan waar al het huishoudelijk afval te storten noemt Lomborg niet.

Aan het eind van dit deel concludeert Lomborg dat de last van vervuiling minder is geworden. Economische groei leidt dus niet tot verwoesting van de aarde. Eerder het omgekeerde. Maar hoe zit dat met de nieuwe problemen die we nu onderkennen, zoals klimaatverandering, zullen zij een einde maken aan de voorspoed van de mens?

### 2.1.5 Problemen in de toekomst

De problemen waar we in de toekomst mee te maken krijgen zijn volgens sommigen meer kankergevallen doordat we meer aan chemicalieën worden blootgesteld, verminderde biodiversiteit en klimaatveranderingen door het opwarmen van de aarde.

In 1962 schreef Rachel Carson *Silent Spring* waarin zij waarschuwt voor het gebruik van pesticiden. Sindsdien is er veel aandacht voor chemicalieën in ons milieu. Daarbij wordt vooral gelet op de pesticiden die op ons voedsel worden gespoten, en kanker zouden kunnen veroorzaken. Een bewijs voor de stelling dat pesticiden kanker veroorzaken wordt volgens sommigen geleverd doordat met het toenemend gebruik van pesticiden er ook steeds meer mensen aan kanker overlijden. Dit is volgens Lomborg om drie redenen een foutieve aanneme. Ten eerste zijn er meer mensen, en is het dus ook niet vreemd dat er in absolute aantallen meer mensen aan kanker overlijden. Beter is om te kijken naar hoeveel mensen per honderd-duizend er aan kanker overlijden. Ook dit getal is tussen 1950 en 1998 gestegen. Dit komt (tweede fout) doordat mensen ouder worden en met het ouder worden neemt ook de kans op kanker toe. Wordt de statistiek voor leeftijd gecorrigeerd, dan blijkt slechts een stijging van 1 procent in aantal gevallen van overlijden door kanker. Zou deze statistiek ook gecorrigeerd worden voor kanker veroorzaakt door roken, dan blijkt in 1998 30 procent minder mensen aan kanker te zijn overleden dan in 1950. Er overlijden dus niet meer mensen aan kanker. Dit is toe te schrijven aan betere medische zorg. Een ander bewijs voor Carson's stelling wordt aangedragen door er op te wijzen dat er meer kankergevallen zijn. Ook dit verwerpt Lomborg. Het toegenomen aantal kankergevallen is te wijten aan betere opsporingsmethoden en preventieve screening. Er worden nu meer mensen met kanker gediagnoseerd en behandeld die vroeger zouden zijn overleden zonder dat er ooit kanker was vastgesteld, terwijl zij wel kanker hadden.

Er is dus onvoldoende bewijs om te stellen dat chemicalieën tot meer kanker leiden. Roken en wat iemand eet zijn verantwoordelijk voor tweederde van alle kankergevallen. Pesticiden (als 'voedselvervuilers') veroorzaken nauwelijks kanker blijkt uit onderzoek van Doll en Peto, en wordt door veel andere onderzoeken bevestigd. Sommige natuurlijke chemische stoffen, zoals cafeïne, zijn meer kankerverwekkend dan synthetische chemische stoffen, terwijl deze laatste uitgebreider getest worden en er richtlijnen zijn opgesteld hoeveel van een dergelijke stof iemand mag binnen krijgen. De stelling dat mensen afweer hebben opgebouwd tegen deze natuurlijke stoffen, omdat we er al veel langer aan blootgesteld worden,

---

4. Dieren met een hoge aaibaarheidsfactor krijgen meer media-aandacht en kunnen op veel sympathie van het publiek rekenen. De panda is waarschijnlijk niet alleen het symbool van het Wereld Natuurfonds omdat het met uitsterven bedreigd wordt. Die eigenschap deelt het met heel wat, minder knuffelig uitzijende soorten.

verwerpt Lomborg. Het is namelijk evolutionair gezien niet logisch dat het lichaam een verdediging ontwikkelt tegen natuurlijke kankerverwekkende stoffen aangezien kanker over het algemeen pas op latere leeftijd optreedt, dus pas nadat voor nageslacht is gezorgd. Daarnaast maakt onze natuurlijke afweer tegen kanker (DNA-herstel) geen onderscheid tussen schade veroorzaakt door synthetische of natuurlijke stoffen, en zijn veel natuurlijke stoffen net zo nieuw voor ons als de synthetische, bijvoorbeeld door gewijzigd voedselpatroon.

Een andere angst bestaat dat synthetische chemicalieën menselijke en dierlijke hormonen imiteren, waardoor mensen veel te veel oestrogeen binnenkrijgen. Gevolgen hiervan kunnen een mindere spermakwaliteit en meer borstkanker zijn. Lomborg twijfelt er aan of de spermakwaliteit daadwerkelijk gedaald is. Tussen 1938 en 1990 zijn 61 studies naar spermakwaliteit gedaan, waarvan slechts 13 voor 1970. Van deze 13 zijn de vier grootste alle uitgevoerd in New York. Na 1970 is slechts één studie in New York uitgevoerd. Worden deze vijf New York-studies uit het onderzoek verwijderd dan blijkt er nauwelijks sprake te zijn van een daling van de spermakwaliteit.

Angst voor pesticiden omdat deze kanker zouden veroorzaken of een oestrogeen effect hebben is ongegrond. Lomborg gaat in op de vraag of het een goed idee is om het gebruik van pesticiden af te bouwen. Hij meent van niet. Pesticiden dragen bij aan hogere oogstproducties. Zouden deze niet meer gebruikt worden dan zullen groente en fruit duurder worden en minder gegeten worden, wat de kans op kanker verhoogt. Stoppen met het gebruik van pesticiden zal in de VS zo'n 20 levens per jaar redden, maar het zal veel meer landbouwgrond vereisen, zo'n \$20 miljard kosten en zo'n 26.000 levens.

Een ander probleem voor de toekomst is de biodiversiteit. Milieubewegingen en ecologen waarschuwen voor het uitsterven van soorten (planten en dieren) in rap tempo. Een schatting van verlies van zo'n 40.000 soorten per jaar is één van de lagere. Lomborg is het niet eens met dit getal. Ten eerste is het niet eens duidelijk hoeveel soorten er zijn. Schattingen lopen uiteen van 2 tot 80 miljoen, terwijl er slechts 1,6 miljoen soorten bekend zijn. Sinds 1600 zijn zo'n 25 soorten per decenium uitgestorven. Voor een groot deel is de mens hiervoor verantwoordelijk. Als soorten alleen op natuurlijke wijze zouden uitsterven, zouden er slechts twee soorten per decenium zijn uitgestorven.

Heywood en Stuart hebben een schatting van de uitsterfratio gemaakt als alle soorten net zo snel zouden uitsterven als zoogdieren en vogels (waarvan er respectievelijk 110 en 103 zijn verdwenen sinds 1600). Dit komt er op neer dat per decenium 0,08% van de soorten uitsterft. Twee andere onderzoekers hebben ook de uitsterfratio berekend, en daarbij gesteld dat deze de komende 300 jaar met een factor 12 tot 55 toeneemt, wat neerkomt op een uitsterfratio van 0,7% in 50 jaar. Dit is veel meer dan de natuurlijke uitsterfratio, maar veel minder dan de voorspelde 40.000 soorten per jaar. Lomborg verwacht dat ook deze 0,7% een te hoge schatting zal zijn van de werkelijke uitsterfratio. Doordat de bevolkingsgroei afvlakt en de economie in ontwikkelingslanden verbetert, waardoor zij meer oog krijgen voor het milieu, kan meer gedaan worden om te voorkomen dat soorten uitsterven.

Sinds de jaren 90 is klimaatverandering en opwarming het grote milieu-item. Vaak wordt er op gewezen dat het misschien wel beter gaat met het milieu, maar dat we toch onze manier van leven drastisch moeten veranderen om te kunnen overleven. Opwarming zou namelijk onze ecosystemen volledig kunnen vernietigen. Lomborg neemt aan dat de door de mens veroorzaakte opwarming bestaat. Hij stelt echter vragen bij de opgesteld klimaat-scenario's van het IPCC. Om verstandig te kunnen reageren op de uitdaging van opwarming moeten er, volgens hem, zes belangrijke vragen gesteld worden:

1. Hoeveel invloed heeft  $CO_2$  op de temperatuur?

2. Zijn er andere oorzaken voor de toenemende temperatuur?
3. Zijn de opgestelde broeikasscenario's redelijk?
4. Wat zijn de gevolgen van een mogelijke temperatuurstijging?
5. Wat zijn de kosten van het al dan niet beperken van  $CO_2$ -uitstoot?
6. Wat moeten we besluiten te doen?

Volgens Lomborg is het niet de vraag of  $CO_2$  invloed heeft op de temperatuur, maar hoeveel. Om de  $CO_2$  invloed te bepalen moet de temperatuur, zoals deze in de komende eeuwen zal zijn, voorspeld worden. Dat is geen simpele taak aangezien het aardse klimaat uiterst complex is. Veel is nog onbekend over de invloeden die atmosfeer en oceanen op elkaar hebben. De drie grootste problemen voor modelbouwers zijn: het koelende effect van deeltjes; de waterdampfeedback; en het invoeren van wolken. Het IPCC bracht in 1992 zes scenario's uit (IS92a-f). Lomborg gebruikt het IS92a (het business-as-usual scenario) als referentie voor de 40 scenario's waar het IPCC in 2000 mee kwam. Van deze 40 behandelt Lomborg een ondergroep van zes scenario's (de minimale groep aldus het IPCC). Hiervan gaan er vier uit van een duurzame economische ontwikkeling op mondiaal en regionaal gebied, waarbij er drie verschillende scenario's zijn voor de ontwikkeling van het brandstofgebruik van fossiel naar niet-fossiel. De twee overige scenario's betreffen duurzame milieu-ontwikkeling op mondiaal en regionaal niveau. Het IPCC vindt alle scenario's even aannemelijk. Lomborg deelt deze mening niet. Een scenario dat er van uitgaat dat er ook in de toekomst alleen maar fossiele brandstoffen zullen gebruiken, houdt volgens hem geen rekening met redelijke technologische verwachtingen over de ontwikkeling van zonne-energie, en het goedkoper worden hiervan. Het meest waarschijnlijk lijkt Lomborg een ontwikkeling die gericht is op duurzame economische ontwikkeling waarbij geleidelijk wordt overgestapt op niet-fossiele brandstoffen, omdat deze goedkoper zijn.

Vervolgens kijkt Lomborg naar de gevolgen van temperatuurstijging. Hij gaat er hierbij vanuit dat de voorspellingen van het IPCC correct zijn. Dit leidt tot worst-case aannames. Met betrekking tot de landbouw betekent een temperatuurstijging van  $2,5-5,5^\circ C$  een afname in productiviteit van 10-20%. Wordt echter ook rekening gehouden met  $CO_2$ -bemesting en enige aanpassing dan gaan de geïndustrialiseerde landen er 4 tot 14% op vooruit, terwijl in ontwikkelingslanden een afname van 6 à 7% te zien is. Lomborg denkt echter dat ontwikkelingslanden in de toekomst meer middelen hebben om zich aan temperatuurstijgingen aan te passen, en dat hun landbouwopbrengst dan ook zal stijgen.

Ook andere gevolgen zullen niet extreem negatief zijn. Zo is er volgens Lomborg geen enkele reden om aan te nemen dat temperatuurstijging er voor zorgt dat malariamuggen naar Europa trekken. Europa had in de kleine ijstijd veel last van malaria. Veel Europese landen en de VS is het pas na de Tweede Wereldoorlog gelukt om malaria uit te bannen. Verder zal extreem weer niet vaker voorkomen, en zal zeespiegelstijging niet tot grote overstromingen leiden. Lomborg gaat er hierbij, anders dan het IPCC, vanuit dat landen rijker zullen worden en dan ook maatregelen zullen (kunnen) nemen tegen het hoge water. Mensen zullen zich kunnen aanpassen.

Het IPCC heeft geprobeerd de kosten van de gevolgen van temperatuurstijging te berekenen. Voor de geïndustrialiseerde wereld komen deze neer op 1-1,5% van hun BBP, voor ontwikkelingslanden op 2 tot 9%. Temperatuurstijging is dus duur. In Kyoto in 1997 werd daarom besloten de uitstoot van broeikasgassen te beperken. Maar ook de kosten hiervan zullen hoog zijn. Lomborg verwacht dat in 2050 net zo veel wordt uitgegeven aan het terugbrengen van  $CO_2$ -uitstoot, als het IPCC had berekend dat er in 2100 uitgegeven zou worden aan aanpassingen aan de temperatuurstijging (zonder dat er kosten zijn gemaakt voor het

terugbrengen van  $CO_2$ -uitstoot). Deze kosten voor aanpassingen zullen sowieso gemaakt moeten worden, omdat vermindering van de  $CO_2$ -uitstoot maar een klein matigend effect blijkt te hebben op de temperatuurstijging. Lomborg vindt dat er goed nagedacht moet worden over hoe we onze middelen gaan besteden.

### 2.1.6 De ware toestand van de wereld

In deel zes, het laatste deel van *The Skeptical Environmentalist*, somt Lomborg de problemen en gevolgen van onze bevooroordeelde blik op het milieu nog eens op. En geeft hij aan voor welke uitdagingen we naar zijn mening nog staan. Een beter milieu is er daar een van, maar ook beter onderwijs, meer gezondheidszorg, een betere infrastructuur en het verbeteren van de omstandigheden in de Derde Wereld. De keuzes die we hier maken moeten gebaseerd zijn op feiten, niet op angst. De feiten zijn dat het beter gaat met de wereld: mensen leven langer, ze zijn gezonder, ze eten beter. Ook met het milieu gaat het beter: zure regen maakt geen eind aan de bossen, de ozonlaag herstelt zich, en het lijkt er niet op dat opwarming tot een catastrofe zal leiden. De Litanie maakt ons echter bang voor deze dingen, en ondermijnt daarmee ons vertrouwen in onszelf dat wij deze problemen kunnen oplossen. Het is belangrijk dat we de juiste prioriteiten stellen. Dit is moeilijk, omdat we risico's niet altijd goed kunnen inschatten. Grote risico's worden onderschat, kleine overschat. De media dragen hieraan bij doordat ze veel meer over relatief kleine risico's schrijven dan over grote. Dit kan er toe leiden dat de verkeerde keuzes worden gemaakt. Dure keuzes, niet alleen in de kosten, maar ook in de opbrengsten.

Lomborg wil met zijn boek mensen overtuigen om de juiste keuzes te maken en niet de angst te laten regeren. De feiten laten ons zien dat we de wereld beter kunnen maken, dat hebben we immers gedaan en we zullen dat kunnen blijven doen. Het gaat niet beter met de wereld omdat we ons zorgen maken, maar doordat we actie hebben ondernomen.

## 2.2 Kritiek op *The Skeptical Environmentalist*

In 1997 verschenen in de Deense krant Politiken vier artikelen van Lomborg over hoe wij naar het milieu kijken. Dit resulteerde in een van de grootste Deense krantendebatten met meer dan 400 artikelen, commentaren en reacties (Lomborg, 2001, pxix). Een aantal van de eerste reactie op Lomborgs artikelen staan, vertaald in het Engels, op een website opgezet door enkele van Lomborgs collega's aan de universiteit van Aarhus (www3). Volgend op dit debat schreef Lomborg een boek: *Verdens Sande Tilstand* (de ware toestand van de wereld). *The Skeptical Environmentalist* is een vertaling en verder uitwerking van het Deense boek. Dit boek leidde ook in het Engelse taalgebied tot veel controverse, en er verschenen veel kritieken op het werk van Lomborg, een groot aantal daarvan op internet.<sup>5</sup> Deze artikelen, waarvan vele door wetenschappers zijn geschreven, gebruik ik als leidraad voor een kritiek op *The Skeptical Environmentalist*. Hoewel de meeste van deze kritieken zelf nauwelijks een

---

5. Het internetmagazine Grist ([www.gristmagazine.com](http://www.gristmagazine.com)) wijdde een hele editie aan commentaar op het boek. Het World Resources Institute heeft een website opgezet met commentaar op Lomborg ([www.wri.org/wri.press/mk.lomborg.html](http://www.wri.org/wri.press/mk.lomborg.html)). Daarop onder andere negen punten voor journalisten om op te letten bij het bespreken van *The Skeptical Environmentalist* en links naar andere websites met kritiek op Lomborg. Een daarvan is de site [www.anti-lomborg.com](http://www.anti-lomborg.com). Deze site is opgezet naar aanleiding van drie artikelen van Lomborg die *The Guardian* in augustus 2001 publiceerde. Verder heeft Lomborg zelf, zoals aangekondigd in zijn boek, een website ([www.lomborg.org](http://www.lomborg.org)) waarop hij fouten in zijn boek corrigeert en commentaar geeft op enkele van de artikelen die in reactie op zijn boek zijn verschenen.

kritische toets zullen kunnen doorstaan, stippen zij soms toch belangrijke punten in het werk van Lomborg aan, zij werken deze echter onvoldoende uit.

De kritieken die alleen op Lomborgs hoofdstuk over klimaatverandering van toepassing zijn, zullen in het volgende hoofdstuk behandeld worden.

### 2.2.1 Lomborgs bedoeling

Allereerst iets over Lomborgs autoriteit. Zelf is hij statisticus, en weet dus veel over het interpreteren van cijfers en grafieken. Van milieu en ecologie heeft hij daarentegen weinig kaas gegeten. Dit zegt hij zelf in het voorwoord van zijn boek (Lomborg, 2001, pxx). Aangezien het boek kritiek uit op de manier waarop cijfers over het milieu geïnterpreteerd worden, lijkt Lomborg als statisticus voldoende recht van spreken te hebben. Het gaat immers over de manier van interpreteren van statistische gegevens, die toevallig over het milieu gaan.

Toch diskwalificeert Lomborg zichzelf om over het milieu te praten door te zeggen dat hij er niets van weet. "Wie is Lomborg, en waarom ben ik hem nooit tegengekomen [op milieuconferenties]?" roept Stephen Schneider uit aan het begin van zijn artikel in *Scientific American*. Ook vraagt hij zich af waarom hij nog nooit eerder iets van Lomborg over het milieu heeft gelezen. Waarschijnlijk omdat hij geen Deens kan lezen. Maar Schneider bedoelt hier dat er van Lomborgs hand nog nooit één artikel in een wetenschappelijk (peer-reviewed) tijdschrift heeft gestaan, op een publicatie over speltheorie na. Het World Resources Institute (WRI) stelt in punt acht van de negen punten voor journalisten dat de autoriteit van Lomborg op milieugebied aanvechtbaar is (WRI, 2002). Dat is ze ook, dat zal Lomborg niet ontkennen. Het was echter niet zijn bedoeling om over het milieu te spreken, maar over de manier waarop over het milieu wordt gesproken (Lomborg, 2001, pxx). Echter dat laatste is niet mogelijk zonder het eerste. Althans niet zoals Lomborg het doet. Hoewel hij stelt dat hij wil laten zien hoe er over het milieu gesproken wordt, laat hij vooral zien wat er over het milieu gezegd wordt en daarnaast dat deze beweringen niet altijd kloppen. Na het eerste inleidende hoofdstuk komt de manier van praten (overdrijving, gebruik van negatieve termen) alleen nog impliciet aan de orde in de vele voorbeelden die hij gebruikt.

Hij praat dus vooral over hoe de staat van het milieu is, en dan is enige milieukennis wel gewenst. Lomborg baseert zijn uitspraken echter niet op eigen onderzoek van het milieu, maar op bronnen met autoriteit op milieugebied en stelt (kritische) vragen bij de aannames die zij maken. Voor het stellen van kritische vragen en het beoordelen van welke bronnen deze het beste beantwoorden, is, lijkt mij, weinig milieukennis nodig.

Twee andere kritieken die worden geuit om de autoriteit van Lomborg onderuit te halen zijn opmerkingen over het grote aantal eindnoten dat hij gebruikt (het WRI noemt dit pseudo-geleerdheid (WRI, 2002)), en het feit dat zijn boek niet peer-reviewed is (Schneider, 2002), althans niet door de juiste 'peers'. Het boek is aangekocht door de divisie sociale wetenschappen van Cambridge University Press. Aangezien Lomborg ook een sociaal wetenschapper is (hij is verbonden aan het departement voor politicologie van Aarhus Universiteit), lijkt dit logisch, dat zijn immers Lomborgs peers. Schneider had het beter gevonden als het boek was aangekocht door de divisie natuurwetenschappen. Dan zou het, naar zijn mening, beter beoordeeld zijn (en afgekeurd worden voor publicatie impliceert hij) (Schneider, 2002).

*The Skeptical Environmentalist* is beoordeeld door vier wetenschappelijke 'referees'. Deze komen uit de milieuwetenschappen, klimaatwetenschappen en één uit de sociale wetenschappen. Allen raadden het boek aan voor publicatie (Woodard, 2001). Het boek is niet beoordeeld door een grote groep 'peers', zoals de IPCC-rapporten. Waardoor Lomborg, vol-

gens Schneider, de mogelijkheid heeft om alleen te citeren uit bronnen die overeenkomen met zijn persoonlijke inzichten, een luxe die de IPCC-auteurs niet hebben (Schneider, 2002). Hoewel niet is uitgesloten dat deze IPCC-auteurs die luxe toch namen. In zijn gesprek met de Tijdelijke commissie Klimaatverandering stelt Böttcher dat het IPCC onwelgevallige kritiek niet meenam in zijn eindrapport en dat wetenschappers waarvan bekend was dat ze dwars zouden liggen niet eens gevraagd zijn als reviewer (kamer, 1996).

De bedoeling van Lomborg is om, zoals gezegd, te laten zien hoe er over het milieu gepraat wordt. Door milieubewegingen en de media wordt vooral in negatieve termen over het milieu en de toestand van de wereld gesproken. De bekende doemscenario's. Deze maken mensen bang en leiden volgens Lomborg tot een verkeerde aanpak van verkeerde problemen. Lomborg wil een bijdrage leveren aan het democratische debat over het milieu, een debat dat gebaseerd is op de juiste gegevens over de toestand van de wereld, waardoor het mogelijk wordt de juiste prioriteiten te stellen.

De conclusie die Lomborg trekt naar aanleiding van het bestuderen van de juiste gegevens is dat het *beter* gaat met de wereld, en niet *slechter*. Veel van zijn critici stoppen hier met lezen om er op te wijzen dat het op veel plaatsen helemaal niet goed gaat. Er zijn nog steeds mensen die verhongeren, er zijn nog steeds mensen die in vervuilde steden wonen. Dit ontkent Lomborg niet: hij zegt dat het beter gaat, maar *ook* dat het nog niet goed genoeg gaat. Er zijn nog problemen die volgens hem aangepakt moeten worden. Het lijkt alsof zijn critici dit niet hebben gelezen. Volgens hen roept Lomborg op tot een houding van *laissez-faire* en het komt allemaal wel goed (Schneider, 2002; Bongaarts, 2002; Burke, 2001). En dit is een gevaarlijke houding, want het leidt tot passiviteit in plaats van activiteit (WRI, 2002).

Mijzelf is deze verborgen boodschap van Lomborg niet opgevallen. Waarschijnlijk omdat hij zelf zegt dat er nog veel te doen is. De kritiek dat Lomborg zou stellen dat het met het milieu in ontwikkelingslanden automatische beter zal gaan als zij rijker worden, onderschrijf ik niet. Ten eerste omdat Lomborg dit niet zegt, ten tweede omdat dit een absurde bewering is. Milieu verbetert zich niet automatisch, daarvoor is actie nodig. Wat Lomborg stelt is dat mensen als zij rijker worden meer oog krijgen voor het milieu en als de staat daarvan hen niet bevalt willen zij daar wat aan doen, omdat ze geld hebben kunnen zij dat ook. Het enige automatisme waar hier sprake van is, is dat mensen die rijker zijn ook meer eisen stellen aan hun leefomgeving. Het probleem is dat Lomborg (en zijn critici waarschijnlijk ook) over een extern standpunt beschikken. Ze kijken van buiten af naar een ontwikkeling, waardoor het lijkt alsof een proces zich autonoom ontwikkelt. Interne strubbelingen om het proces op gang te brengen en te houden blijven hierdoor onzichtbaar. In tegenstelling echter tot wat zijn critici impliceren, erkent Lomborg dat er een sociaal mechanisme aanwezig moet zijn om een proces (zoals milieuverbetering) op gang te brengen. Het sociale mechanisme kan dan zijn dat men meer eisen is gaan stellen aan de leefomgeving, en druk uitoefent op politici om de verbeteringen te bewerkstelligen.

Gevaarlijk is Lomborgs stelling niet. Gevaarlijker is, naar mijn mening, de houding van veel wetenschappers, zoals Schneider en Wilson. Lomborg wil een democratisch debat over het milieu op gang brengen en hoe wordt daarop gereageerd door wetenschappers? Door te stellen dat milieukundigen wel wat beters te doen hebben dan de dialoog aangaan (Jensen, 1998; Schneider, 2001). Wilson voegt daar meteen nog een kritiek op Lomborg aan toe: dat hij wetenschappers verder niets gevraagd heeft (Wilson, 2001).<sup>6</sup> Dit roept

---

6. Wilson schrijft in *Gristmagazine*: "My greatest regret about the Lomborg scam is the extraordinary amount of scientific talent that has to be expended to combat it in the media. We will always have contrarians like Lomborg



de vraag op of wetenschappers in dat geval wel tijd gehad zouden hebben voor het beantwoorden van die vragen? Wetenschap bedrijven is een zoektocht naar dé waarheid. Deze vindt men niet (hoogstens bij toeval) als men zich met de eigen 'waarheid' afsluit van alles wat anderen er tegenin brengen. Wetenschap lijkt me niet gebaat bij wetenschappers die weigeren de dialoog aan te gaan.

Een van de stappen in het democratiseren van het milieudebat is voor Lomborg het blootleggen en verwerpen van de Litanie, de Litanie van de milieubeweging die ons vertelt dat het slecht gaat met de wereld. De Litanie vertelde ons over de energiecrisis, over miljoenen mensen in hongersnood, over zure regen en ontbossing, om een paar van de onderwerpen te noemen. De milieubeweging reageert op deze 'beschuldiging' door te stellen dat "geen enkele milieubeweging nog beweert dat we een energiecrisis hebben" (Burke, 2001). De stelling dat het belangrijkste kenmerk van de Litanie overdrijving is, wordt door hen niet weerlegd. Ze wordt zelfs nergens expliciet aangevallen. Mag daaruit geconcludeerd worden dat de milieubeweging overdrijven een goede zaak vindt? Schijnbaar, als Thomas Lovejoy als representatief genomen kan worden voor deze groep. Lovejoy stelt dat Lomborg gelijk heeft in zijn kritiek op Myers, dat diens schatting dat 40.000 soorten per jaar uitsterven niet onderbouwd is. Wel vindt Lovejoy dat Myers complimenten verdient omdat hij als eerste durfde zeggen dat het aantal groot was in een tijd dat het nog niet mogelijk was om nauwkeuriger berekeningen te maken (Lovejoy, 2002). Lomborg maakt deze complimenten niet. Dit lijkt me terecht, omdat zomaar wat dingen roepen geen wetenschap is. In dit voorbeeld wordt echter wel duidelijk dat er een probleem ligt in de manier waarop over het milieu gesproken wordt. De één vindt het daarbij geoorloofd om te overdrijven of om aandacht te vragen op basis van ruwe schattingen. Een ander is het hier niet mee eens. Het probleem van wat de juiste manier is om over het milieu te praten zal verder uitgewerkt worden in hoofdstuk 5.

### 2.2.2 De manier van presenteren

Voor Lomborg is het erg belangrijk dat het milieudebat plaatsvindt op basis van de feiten. Maar wat zijn de feiten? Lomborg gebruikt dezelfde rapporten als Greenpeace en het Wereld Natuurfonds, maar komt tot andere conclusies over wat de feiten zijn. Het probleem ligt in de interpretatie en presentatie van de gegevens. In de Litanie geeft de milieubeweging, volgens Lomborg, blijk van verkeerd interpreteren van cijfers, selectief citeren en overdrijving. Maar wie kaatst kan de bal verwachten: de critici maken vergelijkbare verwijten aan Lomborg. Ik zal in deze paragraaf proberen enige duidelijkheid te scheppen over de manier waarop Lomborg de gegevens selecteert en presenteert, de kritiek die daarop is, en of deze kritiek terecht is.

In paragraaf 2.1.1 staan de basisaannamen genoemd die Lomborg ziet als voorwaarden voor een goede beschrijving van de wereld. Vooral op de tweede basisaannamen "Er moet sprake zijn van een mondiale ontwikkeling" is kritiek. Door alleen naar de mondiale ontwikkelingen te kijken blijven lokale problemen onderbelicht (www5, 2002; Davis, 2001; Gleick, 2001). Gleick geeft als voorbeeld dat Lomborg stelt dat er op mondiale schaal voldoende drinkwater is. Volgens Gleick is dit een "gevaarlijke en betekenisloze" uitspraak (Gleick, 2001, p8). Dat er genoeg water is op de wereld wil niet zeggen dat iedereen ook voldoende beschikking heeft over water. Regionale waterproblemen gaan verloren in het gemiddel-

---

whose sallies are characterized by willful ignorance, selective quotations, disregard for communication with genuine experts, and destructive campaigning to attract the attention of the media rather than scientists."

de. Dat wil niet zeggen dat het een slechte zaak is om naar de mondiale ontwikkelingen te kijken. Wat de critici hier bedoelen is dat vooral ook de lokale problemen niet uit het oog verloren moeten worden. Lomborg is het hier mee eens, maar vindt dat de toestand van de wereld als geheel niet afgeleid kan worden uit een paar lokale toestanden, maar alleen uit *alle* lokale toestanden. Het is terecht dat Lomborg de voorkeur geeft aan gemiddelden bij het beschrijven van de toestand van de wereld. Het is daarbij echter van belang dat negatieve uitschieters niet ondergeschoffeld worden, maar genoemd worden. Lomborg noemt deze ook in de meeste gevallen. Hij is er zelf heel goed van bewust dat een "gemiddelde aanzienlijke onevenwichtige verhoudingen in de ontwikkelingslanden kan verbergen" (Lomborg, 2001, p51).

Een kritiek die hiermee verband houdt komt van Gleick: "[Lomborg] steunt regelmatig op gegevens die verbeteringen in rijke landen laten zien, waarbij hij het bewijs (of gebrek aan bewijs) voor de situatie in ontwikkelingslanden negeert." (Gleick, 2001) Het voorbeeld dat Gleick hierbij geeft is een van de conclusies bij deel twee van *The Skeptical Environmentalist*: "Het aantal uren dat we werken is de afgelopen 120 jaar gehalveerd, en omdat we steeds langer leven, hebben we meer dan twee keer zo veel vrije tijd om van te genieten. (...) De "we" waarnaar [Lomborg] verwijst is de minderheid van de wereldbevolking die in ontwikkelde landen woont." (Gleick, 2001, p4) In de paragraaf waar Lomborg deze stelling beargumenteert, geeft hij duidelijk aan dat het hier om de Westerse wereld gaat (Lomborg, 2001, p82). Hij maakt echter geen melding over hoe de situatie in ontwikkelingslanden is of of daar überhaupt gegevens over zijn. De implicatie van Gleick dat Lomborg hier een lokale ontwikkeling generaliseert tot een mondiale ontwikkeling is niet gerechtvaardigd.<sup>7</sup> Lomborg maakt deze generalistie niet (expliciet) zelf, dat doet de niet zo oplettende lezer.

Zoals mondiale ontwikkelingen lokale ontwikkelingen kunnen maskeren, zo kunnen relatieve aantallen tot een andere inschatting van de situatie leiden dan absolute aantallen. Pimm en Harvey merken dit op naar aanleiding van de percentages ondervoedde mensen in de Sahara die Lomborg geeft. Het percentage ondervoedde mensen is lager, maar het aantal mensen is in die periode verdubbeld, dus is ook het aantal ondervoedde mensen flink toegenomen, redeneren beiden. Hoe kan dat nu een verbetering van de situatie zijn? (Pimm, 2001) Lomborg geeft zelf de voorkeur aan de relatieve aantallen om te bepalen of een situatie verbeterd is, in het geval dat de relatieve cijfers in een andere richting wijzen dan de absolute cijfers. Lomborg legt de lezer drie hypothetische gevallen voor en vraagt welke wereld de beste is. (Lomborg, 2001, p64)

A Een wereld waarin 500.000 van de 1.000.000 mensen verhongeren;

B Een wereld waarin 750.000 van de 2.000.000 mensen verhongeren;

C Een wereld waarin 499.999 van de 500.000 mensen verhongeren.

Relatief gezien is B de beste wereld. In absolute aantallen sterven in C de minste mensen, maar het is absurd om te zeggen dat dit de beste van drie werelden is. Een dergelijke argumentatiestijl om te laten zien dat de absolute waarden een vertekend beeld laten zien past Lomborg ook elders toe.

Pimm en Harvey vragen hier om de absolute aantallen, omdat deze volgens hen beter laten zien hoe de werkelijke situatie is. In dat geval moeten de absolute aantallen mensen die geen honger lijden hetzelfde beeld laten zien als de absolute aantallen hongerige mensen.

---

7. Overigens is de kritiek van Gleick op het werk van Lomborg veruit de best beargumenteerde die ik tegengekomen ben.

Maar in dezelfde tijd als het aantal ondervoedde mensen toenam, nam het aantal niet ondervoedde mensen nog sterker toe. De werkelijke situatie is dus dat er steeds meer mensen gevoed kunnen worden. Deze conclusie kan ook getrokken worden als naar de relatieve aantallen gekeken wordt. Er moet echter niet vergeten worden dat er ook ondervoedde mensen zijn, daarvoor is het niet van belang of dat uitgedrukt wordt in een percentage van de totale bevolking of in absolute aantallen.

De kritiek van Pimm en Harvey, dat Lomborg alleen relatieve cijfers gebruikt, terwijl de absolute cijfers een goed beeld geven van de werkelijke situatie, is om twee redenen onterecht. Ten eerste geven de relatieve cijfers wel een goed beeld van de ware situatie, ten tweede geeft Lomborg wel degelijk de absolute cijfers. Blijkbaar hebben de heren niet de moeite genomen om door te lezen tot pagina 61, waar Lomborg de absolute aantallen geeft van mensen op de wereld in hongersnood, laat staan tot pagina 64 waar Lomborg zijn voorkeur voor relatieve getallen toelicht. De kritiek van Pimm en Harvey is tekenend voor veel van de kritieken op Lomborgs werk. Als zij het boek zorgvuldiger gelezen zouden hebben, zouden zij zich veel van het commentaar dat ze leveren hebben kunnen besparen.

Naast commentaar op het gebruik van relatieve cijfers is er ook kritiek op de wijze waarop Lomborg een relatief cijfer uitdrukt. Bijvoorbeeld bij het uitdrukken van bebossing in een percentage van het totale landoppervlak, daardoor "worden veranderingen van miljoene hectares uitgedrukt in fracties van één procent" (Matthews, 2001; WRI, 2002). Als Matthews daarmee bedoelt dat Lomborg de ontbossingsnelheid erg laag laat lijken, dan bevestigt ze daarmee vooral de stelling dat milieubewegingen een zo donker mogelijk plaatje van de wereld schetsen. Persoonlijk kan ik me bij de mededeling: er is 5,834e7 ha bos verloren, net zo min iets voorstellen, als bij de mededeling: er is 0,44 procent minder bebossing. Een mededeling als "deze waarden zijn nog erg hoog" (Lomborg, 2001, p113) helpt om de juiste inschatting te maken.

Een terechte opmerking over het presenteren van data komt van Gleick. Lomborg legt nergens data-problemen in hun algemeenheid uit; hoe deze begrepen en geïnterpreteerd moeten worden, hoe data verzameld worden, hoe ze gebruikt worden of hoe goede data van slechte data onderscheiden kunnen worden (Gleick, 2001, p3). Dat zou een waardevolle uitbreiding zijn geweest, aangezien Lomborg met *The Skeptical Environmentalist* wil laten zien dat data door media en milieubewegingen misbruikt worden. Een duidelijke toelichting op hoe gegevens verzameld worden kan veel verwarring voorkomen. Een voorbeeld daarbij is de definities van bebossing en ontbossing. Definities blijken hier afhankelijk van wat je ermee wilt doen. Als het er alleen maar omgaat om het aantal hectares met bebossing aan te geven dan kan de aangroei van één hectare gematigd bos in Europa de kap van één hectare tropisch bos compenseren. Wordt de mate van ontbossing ook gebruikt om het aantal uitgestorven soorten te schatten dan is netto verlies aan bebossing niet zo'n handige maat, omdat de meeste soorten niet van tropisch bos naar gematigd bos zullen trekken. Wetenschappers gebruiken de maatstaf dat als 90% van het bos verloren gaat, 50% van de soorten uitsterft. De rest sterft uit als het resterende deel van het bos gekapt wordt. Stel nu dat 90% van het tropisch regenwoud gekapt wordt en dat tegelijkertijd een even groot gebied in Europa wordt ingericht als gematigd bos. Netto heeft er geen ontbossing plaatsgevonden. Echter, zo'n 50% van de soorten die nu in het tropisch regenwoud wonen zullen zijn uitgestorven. Het maakt dus wel degelijk verschil welke soorten bebossing er zijn en welke daarvan vooral worden ontbost.

Overigens trekt Lomborg de oppervlakte-uitsterftheorie in twijfel, omdat het volgens

hem mogelijk is dat soorten naar omliggende gebieden migreren. Hij haalt hiervoor een Braziliaanse studie aan die ondanks dat er in vier eeuwen tijd een groot deel van het regenwoud was gekapt, geen enkele soort die in de 16<sup>e</sup> eeuw door ontdekkingsreizigers was ontdekt, als uitgestorven kon vaststellen (Lomborg, 2001, p255). Mogelijk is de maatstaf die door wetenschappers wordt gehanteerd niet juist. Het lijkt mij echter wel aannemelijk dat als het leefgebied van soorten verwoest wordt dat een deel van deze soorten zal uitsterven. Het is dan ook zinnig om onderscheid te maken in bebossing naar soort (tropisch, gematigd, etc.).

Een veel geuite kriteik op Lomborg is dat hij dat selectief citeert en interpreteert. De critici geven hier echter zelden (goede) voorbeelden bij. Een punt waar Lomborg selectief is en de critici hun kritiek uitwerken, is de keuze voor welke milieuproblemen hij behandelt. Brown meent dat wanneer Lomborg serieus de hypothese had willen toetsen dat milieubewegingen de grootte van milieuproblemen overdrijven hij dan een systematische analyse had moeten maken van de onderzoeksoutput van belangrijke milieugroeperingen. Volgens Brown moet Lomborg dus kijken naar waar de milieubeweging de zaak overdrijft en waar ze de zaak onderschat. Hij moet dan ook kijken naar welke kwesties ze juist helemaal niet of onzorgvuldig heeft behandeld. Dit is niet gebeurd, en Brown vindt het boek dan ook maar een scherts (Brown, 2001).

Het lijkt een onmogelijke taak, zeker voor een leek op milieugebied, om te onderzoeken of alle milieuproblemen naar behoren zijn onderzocht. Of zoals Lomborg schrijft: "Het is niet mogelijk om een boek te schrijven (...) dat de gehele toestand van de wereld meet. (...) Ik wil me richten op de belangrijkste karakteristieken van de toestand van onze wereld." (Lomborg, 2001, p3) Daarmee impliceert Lomborg dat milieukwesties die hij niet behandelt, niet zo belangrijk zijn. Of dat zo is, daar kan over gediscussieerd worden. Maar aangezien Brown noch een van de andere critici concrete voorbeelden geeft van milieuproblemen, die niet in een van Lomborgs 25 hoofdstukken behandeld worden, lijkt me dat Lomborg toch wel alle belangrijke milieukwesties te pakken heeft. De lijst met onvoldoende behandelde kwesties is een stuk langer. Verschillende critici geven voorbeelden.

Eén hiervan is de manier waarop Lomborg het thema energie behandelt. Hij stelt daar dat we niet bang hoeven te zijn voor een energiecrisis, want we hebben nog genoeg grondstoffen. Maar, vragen verschillende critici, hebben we ook nog genoeg milieu? (Burke, 2001; Holdren, 2002) De milieu-impact van energieverbruik behandelt Lomborg verspreid over verschillende hoofdstukken in deel vier over vervuiling en in het hoofdstuk over opwarming van de aarde. De milieuproblemen die veroorzaakt worden door de winning van grondstoffen komen niet aan bod. Ook de gevolgen van de Groene Revolutie voor ecosystemen, zoals het uitputten van de grond en het zakken van de grondwaterstand, komen niet aan de orde (Gleick, 2001). Het probleem dat misschien wel het minst volledig wordt behandeld door Lomborg is het afvalprobleem. Met een eenvoudige berekening laat Lomborg zien dat (in ieder geval in de VS) er genoeg ruimte is om al het (huishoudelijk) afval te storten. Industrieel, giftig of kernafval worden niet genoemd (Burke, 2001). De effecten van afvalverbranding evenmin. Hij bewijst alleen dat de angst dat er niet genoeg ruimte voor al het afval is ongegrond is. Dat is echter niet de enige 'angst' met betrekking tot afval.

Op deze terreinen kan inderdaad gezegd worden dat Lomborg problemen selectief behandelt. Het is echter niet duidelijk wat de redenen zijn geweest voor deze beperking. Pasten deze onderwerpen niet goed in de schets die Lomborg van de toestand van het milieu wilde geven, of was er gewoonweg geen ruimte voor? Het is waar dat de gehele toestand van de wereld niet in een boek te vangen is, en dat men zich dus moet beperken. Maar zijn de beperkingen die Lomborg heeft gemaakt de juiste? Er waren geen aanvullingen op de on-

derwerpen die hij behandelt, wat dat betreft zit hij goed. Er waren wel aanmerkingen op de uitgebreidheid waarmee hij de onderwerpen behandelt. Waarom niet ingaan op kernafval bij het bespreken van het afvalprobleem? Was dit een bewuste keuze of een toevallige omissie? Het lijkt op het eerste. In het energiehoofdstuk wordt een paragraaf gewijd aan kernenergie. Daar merkt Lomborg de problemen met kernafval op en de politieke zorg hierom (Lomborg, 2001, p129). Schijnbaar kunnen deze problemen niet met een eenvoudige rekensom weggeredeneerd worden en ze passen daardoor niet in een hoofdstuk dat stelt dat het wel meevalt met het afvalprobleem.

Lomborgs verwachtingen zijn vaak niet gebaseerd op berekeningen, maar op aannames over het gedrag van mensen. De milieubeweging die Lomborg bekritiseert ziet fysische mechanismen als de rem op ontwikkelingen (zoals uitputting van de grond). Zij houdt volgens Lomborg onvoldoende rekening met de vindingsrijkheid van mensen en probeert aan hen een bepaald gedragspatroon op te leggen. Om mensen te overtuigen van haar gelijk gebruikt ze vaak retoriek. Maar ook verschillende critici beschuldigen Lomborg van het gebruik van retoriek. Hij zou door het selectief citeren van bronnen alleen de verbeteringen in de toestand van de wereld laten zien en lezers de indruk geven dat we niets meer hoeven doen, want zoals we het nu doen gaat het goed. Door gegevens op een bepaalde manier weer te geven zou hij problemen als minder erg afschilderen dan ze werkelijk zijn. Een opmerking als deze is evengoed een bewijs voor de retoriek die door milieubewegingen wordt gebruikt om mensen te overtuigen dat het slecht gaat: door alles zo donker mogelijk voor te stellen.

Het WRI stelt dat Lomborg associatie met causatie verwacht door een beter milieu te wijten aan betere leefomstandigheden en niet aan beter wetenschappelijk begrip of milieubeleid (WRI, 2002). Lomborg zou beweren dat hogere inkomens tot milieumaatregelen leiden, en aldus impliceren dat meer onderzoek niet nodig is. Lomborgs bewering is echter iets genuanceerder dan dit. Hij beweert dat rijkere mensen meer oog krijgen voor het milieu, en dat leidt tot milieumaatregelen, omdat mensen de middelen hebben om iets aan die situatie te veranderen (Lomborg, 2001, p176). Overigens valt er een lans te breken voor wat oorzaak is en wat gevolg: betere leefomstandigheden of milieubeleid. Waarschijnlijker is dat er een complex samenspel tussen beide bestaat: "Zonder voldoende bescherming van het milieu is [economische] groei niet mogelijk; maar zonder groei is het niet mogelijk om milieubescherming te ondersteunen." (Lomborg, 2001, p177)

Om retoriek is waarschijnlijk niet heen te komen. Lomborg wil een discussie over de toestand van de wereld gebaseerd op de ware feiten. Die geeft hij, maar hij geeft ook vaak aan hoe deze feiten geïnterpreteerd moeten worden. Zoals ik eerder al opmerkte, heeft een leek daar vaak geen goed idee van, hoe een gegeven ook wordt weergegeven. Dit zijn waarde-oordelen. Gleick stelt dat deze waarderingen van Lomborg regelmatig zijn conclusies over de zwaarte van problemen "bevuilen" (Gleick, 2001). Zo schrijft Lomborg dat de VS "slechts" 30 procent van hun bossen zijn kwijt geraakt. "Alsof dat weinig is" (Gleick, 2001, p9). Dat is weinig in vergelijking met Europa, dat 50-70 procent van zijn originele bos kwijt is. Gleick lijkt zich echter alleen te storen aan waarde-oordelen met een sussende implicatie, hij geeft geen voorbeelden van andere waarde-oordelen.

### 2.2.3 Ere wie ere toekomt

Ik heb in deze paragraaf geprobeerd een overzicht te geven van de kritiek die er op *The Skeptical Environmentalist* is verschenen. Lomborg uit in dat boek veel kritiek, met name op de milieubeweging, die hij verpersoonlijkt ziet in Greenpeace en Lester Brown van Worldwatch Institute. Lomborg meent dat de milieubeweging met haar Litanie paniek zaait en dat dit

averechts zal werken. Mensen denken door de angst niet goed na hoe ze hun middelen het beste effectief in kunnen zetten, en daardoor maken zij de verkeerde keuzen. Hij is van mening dat er meer terecht komt van een positieve boodschap. Een boodschap die hij zelf ook uitdraagt: we zijn op de goede weg, maar er is nog veel te doen. De milieubeweging is echter bang dat deze boodschap mensen laat indutten, dat ze alleen horen 'we zijn op de goede weg', maar dat ze vergeten dat er wel aangewerkt moet worden om op de goede weg te blijven.

Critici van Lomborg menen dat hij op deze manier onvoldoende krediet geeft aan de milieubeweging voor wat ze bereikt heeft. Zij halen daarbij het voorbeeld van zure regen aan. Ook Lomborg haalt dit voorbeeld aan, maar nu om te laten zien dat de milieubeweging voor misplaatste angst zorgt. "Zure regen was de grote horror van de jaren 80" (Lomborg, 2001, p178). Een angst die niet terecht bleek. Zure regen was niet het grote probleem wat iedereen er in zag. De angst ervoor leidde tot veel onderzoek naar de rol van luchtvervuiling en tot beperking van de uitstoot van zwavelverbindingen, wat leidde tot herstel van de Scandinavische meren en schonere lucht. De bezorgdheid voor zure regen was dus niet zinloos, stelt Van der Heijden (2001). Lomborg ontkent deze resultaten van de bezorgdheid voor zure regen ook niet (Lomborg, 2001, p178-180). Hij is alleen van mening dat het desondanks niet terecht is om mensen bang te maken, hoe goed de uiteindelijke resultaten ook zullen zijn. Hier zit een fundamenteel verschil in wat als de juiste manier gezien wordt om over het milieu te praten. Op dit verschil zal dieper ingegaan worden in hoofdstuk 5.

Wat vooral duidelijk wordt door het hele boek heen is dat Lomborg een optimist is, een technologie-optimist: als we met ons allen onze schouders er onder zetten lossen we het probleem wel op. Een enkele keer wordt door critici opgemerkt dat Lomborg wel erg gelooft in technologische ontwikkelingen. Zo noemt Schneider Lomborgs interpretatie van de overgang van fossiele brandstoffen, naar niet-fossiele "wishful thinking" (Schneider, 2002), en vindt Gleick Lomborg te optimistisch over de toekomstige prijs voor ontzout water (Gleick, 2001).

Lomborg lijkt hier een dubbelzinning standpunt te hebben dat niemand opmerkt. Lomborg stelt namelijk ook dat zolang we de technologische mogelijkheden niet hebben om de medicinale waarde van planten te onderzoeken dat geen reden kan zijn om biodiversiteit te verdedigen (Lomborg, 2001, p251). Dit is een rare opmerking voor iemand die veel verwacht van technologische ontwikkelingen. Deze zou eerder kunnen stellen dat dat *juist* een reden is om biodiversiteit te bewaren, omdat pas in de toekomst de medicinale waarde kan worden vastgesteld, als deze planten nog bestaan.

Veel critici richten zich in hun kritiek voornamelijk op details in het boek. De meesten van hen zijn specialisten: ze weten heel veel van één van de onderwerpen die Lomborg behandelt en van de rest weinig tot niets. Dit lijkt me echter geen reden waarom de critici Lomborgs boodschap niet afdoende kunnen aanvallen of weerleggen. Lomborg stelt dat op mondiale schaal het beter gaat met de wereld. De critici stellen dat het op lokale schaal vaak nog erg slecht gaat. Dit is echter geen bewijs dat het mondiaal niet beter gaat. Lomborg en de critici kijken op twee totaal verschillende niveau's naar de wereld. Het is dan ook niet verwonderlijk dat ze tot verschillende conclusies komen.

Ook Lomborgs vooronderstelling dat hij in staat zal zijn de ware toestand van de wereld te beschrijven, wordt door hen niet aangevallen. De critici stellen hoogstens dat hij de verkeerde data gebruikt om de ware toestand te beschrijven. Zij stellen dus impliciet dat zij het wel degelijk mogelijk vinden om de ware toestand te beschrijven. Nu is geen van deze

critici filosoof, en is het misschien niet zo vreemd dat ze zich niet afvragen of het überhaupt mogelijk is om de ware toestand te beschrijven. De 'ware' toestand is echter een subjectief gegeven. Lomborg vindt dat hij de ware toestand beschrijft. Zijn critici vinden dat zij de ware toestand, die anders is dan die van Lomborg, voor ogen hebben. Er is niet vast te stellen welk van beide objectief gelijk heeft.

De critici stippen soms interessante punten aan, zoals de vraag waarom Lomborg sommige onderwerpen niet uitgebreider behandelt. Maar veel van hun commentaar bleek al in Lomborgs boek zelf ondervangen te worden, en was soms zelfs een kwestie van een paar pagina's verder lezen.<sup>8</sup> Veel critici blijven in hun kritiek erg aan de oppervlakte hangen. Voor critici die voor *Scientific American* of *Nature* schrijven lijkt me dit te verklaren uit de fysieke beperkingen (qua ruimte) die een papieren uitgave met zich meebrengt. Dit moet echter minder gelden voor internetpublicaties (zoals TomPaine.com en gristmagazine), maar ook deze blonken over het algemeen niet uit in hun diepgang. Misschien is hier de eis van toegankelijkheid voor een breed publiek de verklaring. De kritiek was over het algemeen van een niet al te hoog niveau. Enkele critici zagen zich zelfs genoodzaakt om hun ongenoegen over *The Skeptical Environmentalist* kracht bij te zetten door over te stappen op drogredenen en ad hominem argumenten (o.a. Schneider, 2001; Davis, 2001).

De critici blijken niet in staat op overtuigende wijze Lomborgs boodschap: "Het gaat steeds beter met de wereld, alleen nog niet goed genoeg; de Litanie van de milieubeweging overdrijft wat nog slecht gaat en zaait angst." te weerleggen. Ze blijken niet eens in staat deze behoorlijk aan te vallen. Lomborg laat daarentegen overtuigend zien dat het de afgelopen eeuw steeds beter is gegaan met de mensen en de wereld. Zijn stelling dat het ook in de toekomst steeds beter zal gaan onderbouwt hij minder indrukwekkend. Deze is vooral gebaseerd op zijn eigen aanname dat technologische ontwikkelingen voor meer welvaart zorgen, meer welvaart zorgt voor betere sociale omstandigheden, meer technologische ontwikkelingen en bereidheid en mogelijkheid om allerlei (milieu)problemen op te lossen. Voor de toekomst ziet Lomborg een opwaartse spiraal.

Zijn optimisme is aanstekelijk: als we met ons allen onze schouders eronder zetten kunnen we alle problemen op lossen. Het is prettig om te horen dat we, als gehele bevolking, goed bezig zijn. De milieubeweging voorspelt dat het slecht zal aflopen als we zo doorgaan. Lomborg stelt dat resultaten uit het verleden dat tegenspreken. Nu zijn resultaten uit het verleden geen garantie voor de toekomst, maar mij lijkt dat de milieubeweging niet beter is in het voorspellen van de toekomst dan Lomborg. Ook haar toekomstbeeld is gebaseerd op eigen verwachtingen. In welk geval ik een voorkeur heb voor het optimistische toekomstbeeld.

In de volgende drie hoofdstukken wordt het milieuthema dat Lomborg het meest uitgebreid behandelt (64 pagina's, bijna éénvijfde deel van het boek), klimaatopwarming, extra uitgelicht. Hierbij zal vooral gekeken worden naar wat de grote conflictpunten in het klimaatdebat zijn en hoe deze zijn ontstaan.

---

8. Zoals in het geval van Pimm en Harvey.





## Hoofdstuk 3

### De klimaatwetenschap

#### 3.1 Inleiding

In het voorlaatste hoofdstuk van *The Skeptical Environmentalist* behandelt Lomborg het toekomstige milieuprobleem klimaatopwarming. Lomborg bespreekt daar de rapporten van het IPCC (Intergovernmenteel Panel voor Klimaatverandering) en enige andere onderzoeken, en komt daarna tot andere conclusies dan het IPCC. De kritiek van Lomborg is niet nieuw in het klimaatdebat. Ik wil in dit hoofdstuk bespreken op welke punten Lomborg en het IPCC van mening verschillen met betrekking tot de kennis over klimaatverandering en wat de achtergrond is van dit meningsverschil. In hoofdstukken 4 en 5 zal ik ingaan op de meningsverschillen over de gevolgen van klimaatopwarming en over wat de beste handeling is in relatie tot klimaatopwarming.

In zijn laatste rapport voorspelde het IPCC dat tussen 1990 en 2100 op aarde de gemiddelde oppervlaktetemperatuur<sup>1</sup> zo'n 1,4 tot 5,8°C zal stijgen (IPCC, 2001a). Momenteel is de gemiddelde oppervlaktetemperatuur 15°C, in 2100 kan deze tussen de 16,4 en 20,8°C bedragen. Dit warmer worden van de aarde is een trend die zich heeft ingezet min of meer tijdens de industriële revolutie. In de afgelopen eeuw is de gemiddelde temperatuur met 0,6°C gestegen (IPCC, 2001a). Volgens het IPCC zal deze trend zich deze eeuw versterkt voortzetten.

Het IPCC werd in 1988 opgericht door de Wereld Meteorologische Organisatie (WMO) en het VN milieuprogramma (UNEP). Het doel is om inzicht te krijgen in alle aspecten van klimaatverandering, zowel in door de mens veroorzaakte veranderingen, als in veranderingen die ontstaan door natuurlijke variabiliteit. Daarnaast wil men inzicht krijgen in hoe menselijke activiteiten klimaatveranderingen kunnen veroorzaken en hoe menselijke activiteiten beïnvloed kunnen worden door klimaatverandering (IPCC, 2001b). Het IPCC heeft dus als doel om informatie te verzamelen en door te geven over hoe het klimaat werkt en hoe het kan veranderen. Het is niet de taak van het IPCC om advies te geven over beleidsmaatregelen of zelfs voor te schrijven welke de beste zijn.

Om dit zo goed mogelijk te kunnen doen bestaat de organisatie van het IPCC uit drie werkgroepen. Deze kijken alle drie naar andere aspecten van klimaatverandering. Werkgroep I verzamelt en beoordeelt de wetenschappelijke informatie rond klimaatverandering. Ze is daarvoor geïnteresseerd in de ontwikkelingen in het wetenschappelijk begrip van onder andere het klimaat in het heden en verleden, en van variaties in het klimaat, maar ook in de ontwikkelingen op het gebied van kennis over het voorspellen van het klimaat en van

---

1. Dit is het gemiddelde van de luchttemperatuur net boven het landoppervlak en de zeeoppervlaktetemperatuur.

klimaatveranderingen. Daaronder wordt ook de vooruitgang in het modelleren van het klimaat verstaan. Daarnaast probeert werkgroep I inzicht te krijgen in welke kennis over het klimaat nog ontbreekt en waar onzekerheden zitten in de bestaande kennis (www10). Werkgroep II probeert inzicht te krijgen in de wetenschappelijke, technische, economische, milieu en sociale aspecten van de gevoeligheid (en aanpasbaarheid) voor klimaatverandering van mens en milieu. Werkgroep III wil inzicht krijgen in de mogelijkheden die er zijn om klimaatverandering te beperken (IPCC, 2001b). Het IPCC verzamelt dus alle informatie die er over het klimaat te vinden is, en beoordeelt deze op haar waarde. Het IPCC heeft inmiddels drie grote assessment rapporten gepubliceerd. De eerste in 1990, de tweede in 1994 en de meest recente in 2001. In deze rapporten staat de vooruitgang die geboekt is in de kennis over het klimaat en klimaatverandering beschreven. De kennis over het klimaat die het IPCC heeft, wordt door klimaatwetenschappers gebruikt om modellen te bouwen. In dergelijke modellen worden aannames over de sociaaleconomische situatie van mensen als input gebruikt. De modellen voorspellen hoe in 2100 het klimaat er onder bepaalde sociaaleconomische omstandigheden uit zal zien.

In dit hoofdstuk zullen achtereenvolgens deze drie onderdelen (kennis over het klimaat, aannames over de sociaaleconomische situatie en klimaatmodellen) van de klimaatvoorspellingen van het IPCC behandeld worden. In de volgende paragraaf zal als eerste aan bod komen welke kennis we al wel hebben over het klimaat en wat we nog niet weten. De daaropvolgende paragraaf behandelt wat we moeten weten over het gedrag van mensen in de toekomst om goede klimaatvoorspellingen te doen en hoe het IPCC dit weet. In paragraaf 3.4 wordt behandeld wat de klimaatmodellen doen en hoe hierin wordt omgegaan met de dubbele onzekerheid van ontbrekende kennis over het klimaat en over het gedrag van mensen. In de paragraaf daarna wordt beschreven hoe Lomborg de onzekerheden in klimaatkennis en aannames voor de toekomst waardeert en of hij deze keuzes goed kan beargumenteren. Dit hoofdstuk wordt afgesloten met een beschouwing van hoe het IPCC in vergelijking met Lomborg omgaat met de betrouwbaarheid van zijn voorspellingen en of dit overtuigend is.

## **3.2 Het broeikas effect**

Allereerst zal de vraag beantwoord worden welke kennis we al wel hebben over het klimaat. Er is bekend dat een natuurlijk broeikas effect er voor zorgt dat er op aarde (gemiddeld) een leefbare temperatuur heerst. Er wordt echter aangenomen dat menselijke handelingen de balans in de mechanismen, die dit effect veroorzaken, verstoren en dat hierdoor een versterkt broeikas effect ontstaat.

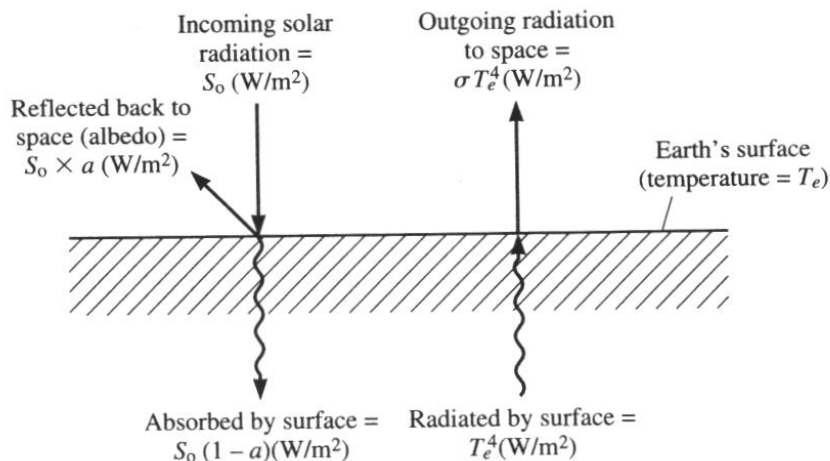
### **3.2.1 Het natuurlijke broeikas effect**

Een broeikas is een bouwsel van glas dat gebruikt wordt om planten te laten groeien. Wanneer de zon schijnt, zal de temperatuur in de broeikas hoger zijn dan die van de lucht er buiten. Het glas laat de zonne-energie door, maar houdt de energie (warmte) die van binnen naar buiten wil tegen. De atmosfeer werkt op een vergelijkbare manier: de warmte van zonnestraling wordt erin vastgehouden (Rubin, 2000). Straling van de zon valt op de aarde. Een deel wordt onmiddellijk weerkaatst. Een ander deel wordt door de aarde geabsorbeerd, waardoor de aarde opwarmt en zelf ook straling gaat uitzenden. Watermoleculen in de atmosfeer absorberen een deel van de infrarode straling die van de aarde afkomt, en stralen deze naar

alle richtingen uit. Een deel ervan gaat dus weer terug naar de aarde. De wetenschappers die dit ontdekten noemden dit het broeikas effect. Later werd ontdekt dat ook  $CO_2$ -moleculen infrarode straling absorberen (Böttcher, 1992).

Verschillende wetenschappers zijn het niet eens met de term broeikas effect. Voor veel mensen impliceert dit namelijk een oorzaak-gevolg relatie: als de zon meer schijnt, wordt het warmer in de broeikas. Dit geldt voor de ouderwetse glazen broeikas, maar niet voor de atmosfeer (Böttcher, 1992). Dit komt doordat de processen in de atmosfeer heel wat complexer zijn dan lijkt uit een simpele broeikas voorstelling. Ik zal hier echter van de term broeikas effect gebruik maken. Dit is immers de bekende term voor het warmtevasthoudend effect van de atmosfeer. Maar hoe werkt dit nu?

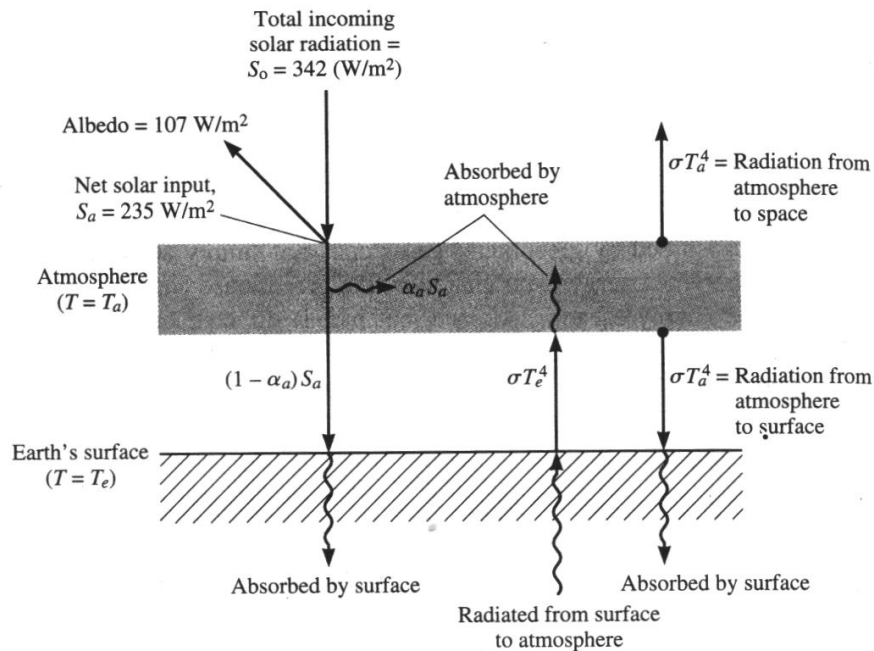
Zoals alle lichamen met een temperatuur boven het absolute nulpunt, stralen de aarde en de zon energie (warmte) uit. De hoeveelheid energie die wordt uitgestraald is afhankelijk van de oppervlakte en de temperatuur van het lichaam. De zon straalt voortdurend energie naar de aarde. Een deel van deze energie wordt door de aarde gereflecteerd, de rest wordt geabsorbeerd en warmt de planeet op. De aarde straalt vervolgens ook weer energie uit. Stel nu dat de aarde geen atmosfeer heeft, dan ziet een energiebalans van de aarde er uit als in figuur 3.1 Hieruit kan de temperatuur van de aarde afgeleid worden. Deze is  $-19^\circ C$  (Rubin, 2000). De werkelijke temperatuur op aarde is echter gemiddeld  $15^\circ C$ . Dit komt onder andere doordat in deze simpele voorstelling de aanwezigheid van bepaalde gassen in de atmosfeer, die de stralingsbalans van de aarde beïnvloeden, niet is meegenomen. Deze gassen bevinden zich voornamelijk in de onderste atmosferische laag, de troposfeer. De atmosfeer bestaat 'droog'<sup>2</sup> voor 78 procent uit  $N_2$  en 21 procent uit  $O_2$ . Voor het overige bestaat de atmosfeer uit argon, en verschillende gassen die slechts in zeer lage concentraties aanwezig zijn, zoals  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$  en  $O_3$ . Door de stralingseigenschappen van deze gassen hebben de lage concentraties ervan in de atmosfeer echter grote gevolgen (Rubin, 2000).



Figuur 3.1: De energiebalans van de aarde als er geen atmosfeer zou zijn. Bron: Rubin (2000)

Ongeveer 20 procent van de inkomende zonne-energie wordt geabsorbeerd door de atmosfeer, voornamelijk door  $CO_2$  en waterdamp. Deze absorberen ook het grootste deel

2. De term droog wordt gebruikt omdat er zich in de atmosfeer ook waterdamp bevindt. De concentratie hiervan varieert echter van 0–3 procent door verdamping en neerslag. 'Droog' kent de atmosfeer nauwelijks variatie.



Figuur 3.2: De energiebalans van de aarde met atmosfeer. Bron: Rubin (2000)

van de oppervlaktestraling vanaf de aarde. De gassen in de atmosfeer die energie absorberen worden broeikasgassen genoemd. De geabsorbeerde energie wordt ook weer uitgestraald. Een deel terug naar de aarde, waar het wordt geabsorbeerd door het oppervlak, een ander deel gaat de ruimte in. Met deze informatie kan een nieuwe energiebalans voor de aarde opgesteld worden, zie figuur 3.2. Hieruit volgt een gemiddelde oppervlaktetemperatuur van  $17^\circ\text{C}$ . Dit is een stuk dichterbij de werkelijke oppervlaktetemperatuur van  $15^\circ\text{C}$  (Rubin, 2000). De oppervlaktetemperatuur wordt namelijk niet alleen bepaald door deze broeikasgassen. Ook enkele andere processen spelen een belangrijke rol. Een daarvan is de watercyclus. Water verdampt aan het aardoppervlak, dat heeft een koelend effect en werkt het broeikaseffect tegen. Hoog in de atmosfeer condenseert de waterdamp en geeft daar warmte af. Een tweede is dat warme lucht opstijgt, dit zorgt voor de aanvoer van koude lucht naar het aardoppervlak, en werkt dus ook het broeikaseffect tegen (Böttcher, 1992).

Samenvattend: de atmosfeer straalt van nature energie terug naar de aarde, en dit draagt er toe bij dat aan het aardoppervlak gemiddeld een aangename temperatuur heerst. Het is echter mogelijk dat door toename van de concentratie van broeikasgassen in de atmosfeer, er meer energie naar de aarde teruggestraald zal worden, waardoor de aarde zal opwarmen. Dit wordt het versterkte broeikaseffect genoemd.

### 3.2.2 Het versterkte broeikaseffect

Eerder schreef ik dat sommige wetenschappers moeite hebben met de term broeikas effect, omdat de atmosfeer nauwelijks lijkt op een broeikas. Met de term versterkt broeikas effect hebben zij nog meer moeite. Ten eerste om bovenstaande reden, maar ook omdat het versterkte broeikas effect vaak kortweg broeikas effect wordt genoemd, waardoor verwarring ontstaat met het natuurlijke broeikas effect (Böttcher, 1992). Het natuurlijke broeikas effect

bestaat immers, het versterkte broeikaseffect is volgens hen een theorie. Voor velen klopt deze theorie, en bestaat het versterkte broeikaseffect, maar er zijn ook wetenschappers die een andere mening zijn toegedaan. Böttcher stelt de term Arrheniuseffect voor. Arrhenius waarschuwde in 1896 dat het toenemende gebruik van kolen zou kunnen leiden tot opwarming van de aarde (Böttcher, 1992). Door het gebruik van de term Arrheniuseffect worden beide genoemde bezwaren ondervangen. Ik zal echter gebruik maken van de term versterkt broeikaseffect.

In de vorige paragraaf is het natuurlijke broeikaseffect beschreven. Stel nu dat dit evenwicht wordt verstoord doordat er meer broeikasgassen aan het systeem worden toegevoegd. Dan kan meer straling vanaf de aarde worden geabsorbeerd; ofwel, er wordt minder energie naar de ruimte uitgestraald. De inkomende zonnestraling is dan groter dan de uitgaande straling. Zo'n verandering in de gemiddelde netto straling wordt 'stralingsopdriving' (radiative forcing) genoemd (Rubin, 2000). Positieve stralingsopdriving draagt bij aan versterking van het broeikaseffect, negatieve stralingsopdriving heeft een koelend effect. Naast absorptie (en terugstraling) van energie in de atmosfeer kan positieve stralingsopdriving ook veroorzaakt worden doordat meer zonne-energie de aarde (inclusief atmosfeer) bereikt, of doordat de aarde minder straling reflecteert, doordat er bijvoorbeeld minder sneeuw ligt. Aerosols (kleine deeltjes, bijvoorbeeld stof, in de atmosfeer) kunnen er juist voor zorgen dat meer van de zonnestraling wordt gereflecteerd. Deze veroorzaken dus een negatieve stralingsopdriving. De grootte van de stralingsopdriving bepaalt mede hoeveel het klimaat zal veranderen onder invloed van de veranderingen in de energiebalans veroorzaakt door bijvoorbeeld broeikasgassen (Rubin, 2000).  $CO_2$  absorbeert straling van de aarde en straalt deze (deels) terug naar de aarde.  $CO_2$  heeft dus een positieve stralingsopdrivende bijdrage. Om nu een schatting te kunnen maken van de temperatuurstijging is het van belang om te weten hoe groot deze bijdrage is en hoe groot de klimaatgevoeligheid is. De klimaatgevoeligheid wordt door het IPCC geschat op 1,4 tot 4,5°C bij een verdubbeling van de  $CO_2$ -concentratie. Deze schatting bestaat al tien jaar en is al die jaren nog niet aangescherpt.

Er zijn verschillende soorten stralingsopdrivende effecten. Een mechanisme kan een direct of een indirect stralingsopdrivend effect hebben, en de bijdrage van dit effect kan positief (broeikas versterkend) of negatief zijn. Broeikasgassen hebben een positief direct stralingsopdrivend effect. Het IPCC stelt dat hierover een grote mate van wetenschappelijk begrip bestaat. Het IPCC heeft dan ook groot vertrouwen in de waarde van de stralingsopdriving van  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$  en CFKs (IPCC, 2001a). De concentraties van deze gassen zijn sinds 1750 flink toegenomen (vooral die van  $CO_2$ ) en leveren samen een directe stralingsopdriving van 2,45  $W/m^2$ . Dit is ongeveer één procent van de energie die in de evenwichtssituatie de atmosfeer verlaat. Daarnaast hebben broeikasgassen (vooral CFKs) ook een indirect effect doordat ze de ozonlaag afbreken, dit heeft een negatieve bijdrage aan het broeikaseffect. Het vertrouwen in de kennis over dit indirecte effect van broeikasgassen wordt op middelmatig geschat. Het vertrouwen in de schattingen van de direct en indirecte stralingsopdriving van aerosols is daarentegen laag tot zeer laag. Deze bijdrage wordt op klein geschat, maar heeft een onzekerheid van een factor twee meegekregen. De bijdrage van aerosols zou dus ook vrij groot kunnen zijn (Rubin, 2000).

Aerosols ontstaan door verschillende processen, zowel natuurlijke (vulkaanuitbarstingen), als door de mensveroorzaakte (verbranding). Over het algemeen verlaten aerosols binnen een week door regen de atmosfeer. Door hun korte verblijf en de onregelmatige spreiding van aerosolbronnen, zijn aerosols ook onregelmatig verspreid over de atmosfeer, de grootste concentraties bevinden zich bij de bronnen. De stralingsopdriving van aerosols

hangt af van de vorm, grootte en chemische samenstelling van het deeltje, maar ook van verschillende aspecten van de watercyclus. Hierdoor is het erg moeilijk om een goede schatting te maken van de stralingsopdriving van aerosols (IPCC, 2001b), de onzekerheid over de gemaakte schatting is groot. Het stralingsopdrivende effect van aerosols kan op twee manieren plaatsvinden. Er is een direct effect waarbij aerosols zelf zonne- en thermische (vanaf de aarde) straling absorberen en uitzenden. En er is een indirect effect waarbij aerosols de samenstelling en dus ook de stralingseigenschappen van wolken beïnvloeden. Daarnaast kunnen beide effecten zowel positief als negatief stralingsopdrivend zijn.

Ook voor wolken bestaan er grote problemen bij het maken van een goede schatting van de stralingsopdrivende bijdrage. Wolken kunnen zowel zonnestraling absorberen en reflecteren als straling vanaf de aarde absorberen en uitzenden. Welk van deze effecten optreedt hangt af van de hoogte, dikte en stralingseigenschappen van de wolk. Dit hangt weer af van de samenstelling van de wolk. Wolken zorgen zo voor grote onzekerheden in voorspellingen van het klimaat (IPCC, 2001b). Andere factoren waar nog weinig over bekend is zijn de invloed van landgebruik op de mate waarin de aarde zonnestraling direct reflecteert, variaties in zonnestraling door de elfjarige zonnevlekcyclus en de waterdampcyclus in de troposfeer boven de laagste twee kilometer van de atmosfeer (IPCC, 2001b).

De onzekerheden die er zijn over broeikasinvloeden werken door bij het opstellen van klimaatmodellen. En vervolgens in het maken van verwachtingen over het toekomstige klimaat. Meer hierover in paragraaf 3.4.

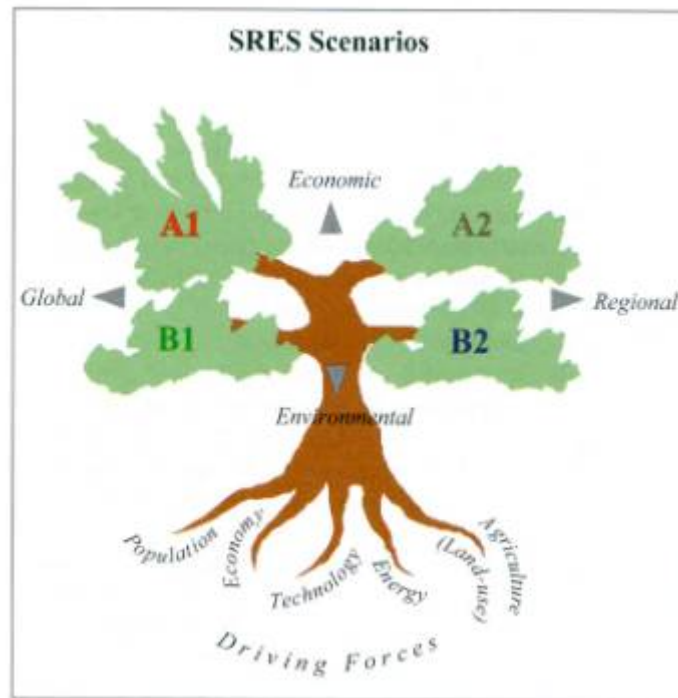
### 3.3 De IPCC scenario's

Ter ondersteuning van de studie naar mogelijke door de mens veroorzaakte invloeden op het klimaatsysteem heeft het IPCC emissie-scenario's ontwikkeld welke beschreven worden in het IPCC Special Report on Emission Scenarios (SRES, 2000). Een emissiescenario probeert een beeld te schetsen van een mogelijke toekomst. Om te kunnen berekenen hoe groot de invloed van de mens is op het klimaat, is het immers van belang om te weten *wat* de mens doet dat van invloed kan zijn op het klimaat. De meeste aandacht krijgt hierbij de vraag hoeveel  $CO_2$  de mens zal uitstoten in de komende 100 jaar. Dit is van allerlei factoren afhankelijk. Allereerst van de hoeveelheid energie die men gaat gebruiken en van hoe men deze energie gaat opwekken. Dit is weer afhankelijk van de bevolkingsgrootte en het consumptiepatroon van die bevolking. In een scenario wordt een verhaallijn geschetst waarin getracht wordt een antwoord te geven op de vragen over bevolkingsgrootte en energiebehoefte.

Het verhaal is niet zomaar uit de lucht gegrepen, maar gebaseerd op een uitgebreide literatuurstudie. Het opstellen van scenario's over een periode van honderd jaar is relatief nieuw, en er is nog veel onbekend. Scenario's beschrijven dan ook geen zekere toekomst, maar mogelijke toekomst. In klimaatmodellen worden de scenario's gekwantificeerd (www1; www14).

De eerste set scenario's verscheen in 1992. Die scenario's dragen daarom de namen IS92a–IS92f. Omdat toekomstige klimaatverandering nog veel onzekerheden kent, raadde het IPCC analisten aan om gebruik te maken van de hele set van IS92 emissiescenario's en zich in klimaatmodellen niet te richten op slechts één scenario. In de praktijk bleek echter dat vooral het IS92a, het "business-as-usual" scenario, als centraal scenario werd gebruikt (SRES, 2000). Door het IPCC wordt IS92a niet gezien als het centrale scenario, sterker nog, het heeft geen enkele objectieve criteria om één van de zes scenario's als meer waarschijnlijk aan te

duiden dan de overige. Om deze reden, en omdat de IS92 scenario's inmiddels verouderd waren (de rol van  $SO_2$  wordt bijvoorbeeld inmiddels anders begrepen), werden nieuwe scenario's opgesteld (SRES, 2000).



Figuur 3.3: De vier clusters van de scenario's met de belangrijkste 'wortels' die deze scenario's voeden. Bron: SRES (2000).

De nieuwe verhaallijnen werden opgesteld langs twee assen: de eerste as geeft de mate van globalisering versus regionalisering; de tweede de mate van oriëntatie op materiaal versus sociale en ecologische waarden (economie vs. ecologie), zie figuur 3.3. Hieruit ontstonden vier clusters: A1, gericht op mondiale, economische ontwikkeling; A2, gericht op regionale, economische ontwikkeling; B1, gericht op mondiale, ecologische ontwikkeling; en B2, gericht op regionale, ecologische ontwikkeling. Een verdere uitwerking leidde tot 40 verschillende scenario's. Zes scenario's worden door het IPCC als hoofdscenario's gezien: A2, B1, B2, A1FI (A1 fossiele brandstoffen intensief), A1T (A1 overgegaan op andere energiebronnen) en A1B (A1 met een balans tussen fossiele en niet-fossiele bronnen). Hieronder volgt een korte beschrijving van de verhaallijnen van de vier clusters. Een belangrijk punt is dat er in geen enkel scenario rekening mee gehouden is dat er aanvullende maatregelen genomen worden vanwege klimaatverandering. Ik heb niet precies kunnen achterhalen waarom er geen nieuwe klimaatmaatregelen worden meegenomen (Lomborg doet daar ook geen mededeling over) alleen dat dat zo is afgesproken (www9). Waarschijnlijk hangt dit samen met het feit dat het IPCC het niet tot zijn taak ziet om advies te geven over of voor te schrijven welke beleidsmaatregelen het beste gevolgd kunnen worden. Als het IPCC in bijvoorbeeld het B1 scenario zou schrijven dat en hoe er maatregelen worden genomen om klimaatopwarming te voorkomen, zou het er op lijken dat het IPCC advies geeft over wel-

ke maatregelen het beste zijn om te nemen. Reeds genomen beleidsmaatregelen, die (vaak) niet genomen zijn vanwege het versterkte broeikaseffect, zijn wel in de scenario's meegenomen. Zoals de maatregel om door vermindering van zwaveluitstoot de luchtkwaliteit te verbeteren. Deze maatregel heeft echter een matigende invloed op het broeikaseffect.

### *Verhaallijn A1*

In het A1-cluster wordt een wereld beschreven die snelle economische groei kent, weinig bevolkingsgroei en snelle introductie van nieuwe en meer efficiënte technologieën. Belangrijke thema's hier zijn convergentie tussen regio's en toenemende sociale en culturele interactie. Regionale verschillen in inkomen per hoofd zullen sterk afnemen. Omdat er in dit cluster veel verwacht wordt van technologische ontwikkelingen, bijvoorbeeld op het gebied van energieproductie, is dit cluster wat dat betreft in drie groepen onderverdeeld: een groep scenario's waar fossiele brandstoffen als de belangrijkste energieleverancier gelden (A1FI); een groep scenario's met snelle ontwikkelingen van niet-fossiele energietechnologieën (A1T); en een groep scenario's waarin een mix ontstaat tussen gebruik van verschillende energiebronnen (A1B) (www1; www14). Het A1-cluster levert dus drie hoofdscenario's. De overige clusters ieder slechts één.

Deze A1 scenario's vooronderstellen een verdergaande globalisering en grote economische groei, met de focus vooral op de materiële aspecten van het leven. Het is een voortzetting van het 'moderniseringsproces' van de afgelopen 50 jaar, en leidt tot 'verwestersing' of 'amerikanisering' van de wereld. Democratie en vrije markt economie zijn hier de enige wegen voorwaarts. Hieronder vallen liberalisatie en privatisering, secularisatie, emancipatie van vrouwen, enzovoort.

Belangrijke elementen in dit cluster zijn materiële welvaart en technologie als motor van de economische groei. Daarnaast zal hier de rol van de overheid beperkt worden tot procesbewaker. Dit zal grote economische groei tot gevolg hebben, waarbij de inkomensverschillen tussen de regio's kleiner worden. Verder wordt verwacht dat in deze toekomst de bevolking zal pieken op negen miljard en tot 2100 weer zal afnemen tot zo'n zeven miljard. Deze mensen zullen veelal overschakelen op een Westers dieet. Daarnaast zal een hoger inkomen er voor zorgen dat mensen meer bereid zijn en meer kunnen om milieuproblemen zoals lucht- en watervervuiling aan te pakken (www14).

Dit scenario ligt in lijn met het boek *Het einde van de geschiedenis* van de Amerikaanse politicoloog Francis Fukuyama. Fukuyama schetste *McWorld*, een homogene en wereldwijde liberale democratie, met Westerse kennis, technologie en waarden als de grote exportproducten (Egmond, 2002).

### *Verhaallijn A2*

In de A2 scenario's wordt een heterogene wereld geschetst. Het onderliggende thema is zelfvoorziening en behoud van lokale identiteit. Economische ontwikkeling vindt primair regionaal plaats en economische groei en technologie-ontwikkeling zijn daardoor meer gefragmenteerd en langzamer dan in andere verhaallijnen. Er zullen grote regionale verschillen zijn. In sommige regio's wordt het materialisme afgewezen, in andere investeert men juist veel in onderwijs en wetenschap en zal de economische productiviteit toenemen. De ene regio zal een verzorgingstaat ontwikkelen, een andere een 'slanke' overheid. De A2 wereld zal meer internationale spanningen kennen en minder samenwerking dan de A1 of B1 wereld. Nationalisme en fundamentalisme zullen de antwoorden zijn op sociale en politieke onrust, regio's zullen zich terugtrekken van bemoeienis met het wereldtoneel (www1; www14).



Belangrijke elementen in de A2 scenario's zijn culturele identiteit en traditionele waarden, wantrouwen ten opzichte van technologie en een sterke rol voor de overheid. Doordat er weinig interactie is tussen regio's zal de economie in geïndustrialiseerde landen gestaag door groeien, maar in minder geïndustrialiseerde regio's veel minder. Er zullen grote verschillen zijn in economische welvaart tussen en binnen regio's. Regio's met weinig grondstoffen zullen zich richten op efficiëntie-ontwikkelingen en proberen te voorkomen dat ze afhankelijk worden van import (www1; www14).

Van Egmond en De Vries noemen dit het Huntington-scenario. Huntington voorspelt in *Botsende Beschavingen* dat snelle globalisering leidt tot een heroriëntatie op traditionele cultuurpatronen (Egmond, 2002). Dit brengt polarisatie van beschavingen te weeg. Volgens Van Egmond en De Vries is deze nu al zichtbaar tussen de islamitische en de vanouds christelijke westerse cultuur. In dit scenario zal de bevolking tegen het eind van de eeuw uit 14 miljard mensen bestaan, met een grote energie- en voedselvraag (Egmond, 2002).

### *Verhaallijn B1*

Het B1 scenario neemt aan dat globalisering en economische groei doorgaan, en dat de focus daarbij ligt op het milieu en de sociale en immateriële aspecten van het leven. Snelle veranderingen in economische structuren leiden tot een dienst- en kenniseconomie. De nadruk ligt op mondiale aanpak van economische, sociale en ecologische duurzaamheid. Grondstoffen worden efficiënter gebruikt. Dit komt door technologie, maar ook door organisatorische maatregelen. Men zal hierdoor besparen op materiaal en energie, en minder vervuilen. Deze wereld kent hoge economische activiteit en een duidelijke en opzettelijke ontwikkeling naar nationale en internationale inkomensgelijkheid. Geld wordt uitgegeven aan kwaliteit, niet aan kwantiteit (www1; www14).

In de B1 wereld is de overgang op alternatieve energie relatief gemakkelijk, voornamelijk vanwege milieu-overwegingen. De milieukwaliteit in deze wereld is hoog. Mensen zijn zich bewust van het belang van duurzame vormen van ontwikkelingen en overheden kunnen milieuproblemen effectief oplossen door regulering, milieubelasting (ecotax) en andere beleidsinstrumenten. De bevolkingsgroei zal zich op dezelfde manier ontwikkelen als in scenario A1, maar om andere redenen (meer sociale, minder economische redenen) (www1; www14). Dit scenario wordt door Van Egmond het Brundtland-scenario genoemd, naar het Brundtland-rapport uit 1986. "Brundtland vond dat de omvang van de bevolking en het energieverbruik binnen de ecologische draagkracht van de aarde moest blijven. En dat alleen wereldwijd samenwerkende staten uiteindelijk het doel van duurzame ontwikkeling kunnen bereiken." (Egmond, 2002).

### *Verhaallijn B2*

Het B2 scenario beschrijft een wereld waar de nadruk ligt op lokale oplossingen voor economische, sociale en ecologische duurzaamheid. Het is een wereld met bescheiden bevolkingsgroei, kleinere economische groei en minder snelle, maar meer diverse technologische ontwikkelingen dan in A1 of B1. Lokale ongelijkheid neemt sterk af door de ontwikkeling van samenlevingondersteuningsnetwerken. Milieubescherming is één van de weinige internationale prioriteiten, maar overheden hebben moeite met het sluiten van verdragen hierover, omdat allen een andere mix van milieubescherming en economische ontwikkeling voorstaan (www1; www14).

Dit scenario is het minst gevisualiseerd en slechts begrepen (www14). Van Egmond en De Vries noemen dit het antiglobalismescenario. Anti-globalisme heeft nog geen afgeronde

theorie. Wel is duidelijk dat het gekenmerkt wordt door verzet tegen de huidige ontwikkelingen, waarin de balans te ver is doorgeslagen naar technologie en markt. De identiteit van mensen lijdt daaronder, en mensen gaan zich daardoor heroriënteren op de eigen cultuur (Egmond, 2002). In tegenstelling tot het A2 / Huntington-scenario richten deze regio's zich op sociale en ecologische duurzaamheid en veel minder op materiële welvaart.

Uit deze vier clusters werden door het IPCC zes hoofdsenario's gekozen die ieder een bepaalde verhaallijn goed illustreren. Deze zes zijn A1B, A1T, A1FI, A2, B1 en B2. Het IPCC vindt deze zes net zo waarschijnlijk als alle andere scenario's. Het is namelijk voor alle scenario's onzeker hoe ontwikkelingen op technologisch, economisch en sociaal gebied daadwerkelijk gaan lopen. Het IPCC wil met deze scenario's ook niet aangeven hoe de toekomst eruit gaat zien, maar wat de gevolgen voor het klimaat kunnen zijn van bepaalde ontwikkelingen. De werkelijke ontwikkelingen zullen waarschijnlijk een combinatie zijn van verschillende scenario's. De scenario's beschrijven een wijde waaier aan mogelijke ontwikkelingen, zodat de werkelijke ontwikkelingen hier altijd wel binnen zullen vallen. Ook de werkelijke klimaatontwikkelingen zullen dan binnen de uiterste waarden die het IPCC voorspelt vallen.

### **3.4 De klimaatmodellen**

In deze paragraaf zullen de klimaatmodellen besproken worden die gebruikt zijn bij het kwantificeren van de scenario's van het IPCC. De klimaatmodellen voorspellen niet alleen de mogelijke temperatuurstijging tot 2100, maar onder andere ook veranderingen in neerslagpatronen en landgebruik en stijging van de zeespiegel.

Klimaatmodellen (General Circulation Models, GCMs) zijn fysische rekenmodellen. Op basis van de fysische gegevens over klimaatmechanismen en input van de sociale gegevens uit de scenario's rekenen klimaatmodellen het toekomstige klimaat door en doen daar voorspellingen over. Zo wordt onderzocht wat voor invloed de mens op het klimaat heeft. De scenario's vertellen het sociale verhaal, zij kunnen echter niet gezien worden als sociale modellen. Daarvoor zouden bijvoorbeeld de resultaten uit de klimaatberekeningen weer teruggekoppeld moeten worden naar de scenario's waar een veranderd klimaat tot ander gedrag leidt. Dit gebeurt hier echter niet.

#### **3.4.1 Beschrijving van enkele modellen**

Om inzicht te krijgen in toekomstige klimaatontwikkelingen worden klimaatmodellen gebruikt. Klimaatmodellen die veel van de componenten van het klimaatsysteem in detail beschrijven kosten veel rekentijd. Om klimaatvoorspellingen tot ver in de toekomst te kunnen doen, wordt gebruik gemaakt van een simpeler model, een rekenmodel met niet al te veel detail. Er zijn verschillende modellen die ieder een deel van het klimaatsysteem beschrijven, zoals een oceaanmodel (OGCM) of een atmosfeermodel (AGCM). Deze modellen worden zoveel mogelijk gekoppeld om een zo goed mogelijk beeld van het klimaat te krijgen. Dit wordt een AOGCM genoemd of een gekoppeld model. Daarnaast worden regionale klimaatmodellen (RCM) gebruikt om het klimaat van een beperkt gebied (bijvoorbeeld een continent) gedetailleerder te bekijken.

Een atmosfeermodel bestaat uit een drie-dimensionale weergave van de atmosfeer gekoppeld aan het landoppervlak en de cryosfeer, en lijkt enigszins op een model dat gebruikt

wordt voor weersvoorspellingen, maar is veel grofmaziger dan deze. Een atmosfeermodel is bruikbaar om atmosferische processen te bestuderen, de variabiliteit van het klimaat en de reactie op veranderingen in zee-oppervlaktetemperatuur. Data over zee-oppervlaktetemperatuur en zee-ijsoppervlak moeten in het atmosfeermodel gestopt worden. Atmosfeermodellen kunnen niet gebruikt worden om klimaatvoorspellingen te doen, omdat ze niet kunnen aangeven hoe de condities in wisselwerking met de oceaan kunnen veranderen. Daarvoor is een oceaanmodel nodig. Dit probleem wordt enigszins ondervangen door aan het atmosfeermodel een 'slab' oceaanmodel te hangen. Hierin wordt de oceaan gezien als een laag water met constante diepte. Hierdoor is het mogelijk om een schatting te maken van mogelijke klimaatveranderingen. Het is echter niet mogelijk om de snelheid van klimaatveranderingen te voorspellen. Deze worden grotendeels bepaald door veranderingen in processen die zich in de oceaan afspeelen (www1), deze veranderingen worden in het 'slab' model juist onderdrukt.

Een atmosfeermodel is opgebouwd uit een drie-dimensionaal grid. Deze gridcellen zijn voor de meeste modellen 1 km hoog en 250 tot 400 km lang en breed (IPCC, 2001b). In zo'n grofmazig systeem kunnen wolken slecht weergegeven worden. Een wolk wordt geparаметeriseerd: als in de gridcel een temperatuur en luchtvochtigheid heersen waarbij wolkvorming optreedt dan wordt de gehele gridcel bewolkt (Kerr, 1997). Dingen als orkanen kunnen al helemaal niet weergegeven worden in zo'n grof grid. Daarom wordt om het klimaatverloop van een continent te bepalen ook wel gebruik gemaakt van een regionaal klimaatmodel. Dit heeft gridcellen van 'slechts' 125 km bij 125 km. Een regionaal klimaatmodel beslaat slechts een klein deel van de aarde. Voor informatie over de waardes van klimaatvariabelen aan de grenzen van het regionale grid is het afhankelijk van een mondiaal klimaatmodel (www1).

Het oceaanmodel is de oceaanversie van het atmosfeermodel: een drie-dimensionale weergave van de oceaan en zee-ijs. Dit model heeft een andere resolutie dan een atmosfeermodel. Over het algemeen zijn de gridcellen van een oceaanmodel 200 tot 400 meter hoog en 125 tot 250 km lang en breed. Afzonderlijk kunnen oceaanmodellen gebruikt worden voor het bestuderen van oceaancirculatie, de inwendige processen en variabiliteit, maar ze zijn afhankelijk van data over oppervlakteluchttemperatuur en andere atmosferische eigenschappen (www1).

Een van de onderdelen van beide modellen is de koolstofcyclus. Het koolstofcyclusmodel is van belang voor het vaststellen van verschillende belangrijke klimaatveranderingen met betrekking tot de  $CO_2$ -concentratie, zoals stimulatie van plantengroei en opname en afgifte van  $CO_2$  door oceanen (www1). Om voorspellingen te kunnen doen over klimaatveranderingen en het verloop hiervan worden de oceaan- en atmosfeermodellen aan elkaar gekoppeld tot gekoppelde atmosfeer-oceaan general circulation models (AOGCMs). Deze gekoppelde modellen zijn de meest complexe modellen die momenteel gebruikt worden (www1). Door de wetenschappelijke expertise die nodig is om de modellen op te stellen en de computerkracht die nodig is om ze door te rekenen zijn er maar een klein aantal landen dat zich bezighoudt met dit vergevorderde klimaatmodellieren.<sup>3</sup>

De eerste modellen waarin de klimaatprocessen werden weergegeven ontstonden eind jaren zeventig. Dit waren nog erg eenvoudige modellen. Oceanen werden erg oppervlakkig beschreven, wolken werden slecht weergegeven en de modellen waren erg grofmazig: va-

---

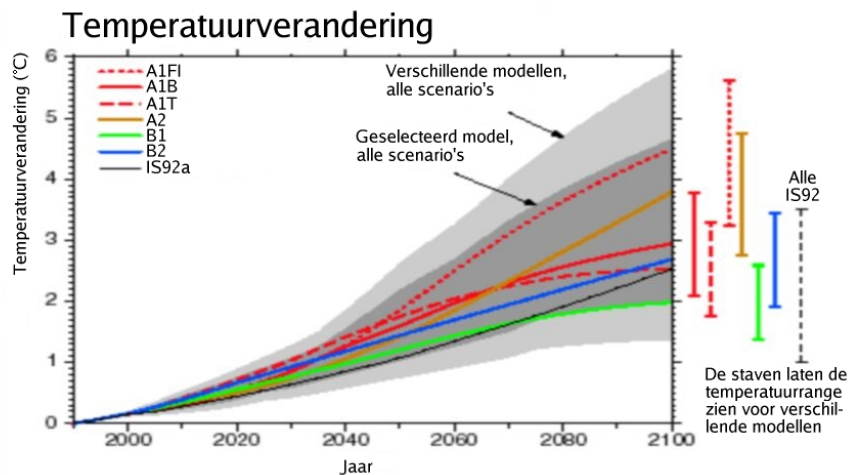
3. De data die deze instituten gebruiken en de resultaten van runs zijn voor iedereen beschikbaar op het internet: ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk .

riabelen konden slechts gesimuleerd worden op een schaal van 800 km of meer. Eind jaren tachtig waren de modellen al een stuk verbeterd. Ze waren nog steeds erg simpel, maar het was inmiddels mogelijk om het evenwicht dat zich na een klimaatverandering instelt te bestuderen. Het was echter nog niet mogelijk om iets over het klimaatsysteem te zeggen terwijl het aan het veranderen is. Dit is belangrijk, omdat het een betere benadering is van hoe we het klimaat van jaar tot jaar bekijken. De derde generatie klimaatmodellen, de gekoppelde modellen, kunnen dit wel (Hengeveld, 2000).

Klimaatmodellen kennen nog vele onzekerheden. Een voorbeeld: in de gemodelleerde warmtestroming en stroming van vocht tussen oceaan en atmosfeer kunnen onvolkomenheden in de modellering er toe leiden dat het model gaat zwalken, met onrealistische resultaten tot gevolg. Een mogelijkheid om dit probleem te ondervangen is om aanpassingen te maken in de stroming van warmte en water tussen oceaan en atmosfeer tijdens de run. Dit wordt fluxaanpassing genoemd. Het wordt voor mogelijk gehouden dat deze methode voor nieuwe fouten in de resultaten kan zorgen. Het is dan ook zaak dat toekomstige modellen deze fluxaanpassingen niet meer nodig zullen hebben (Hengeveld, 2000). Andere onvolkomenheden kunnen zich in de invoerdata of de grofmazigheid van het model bevinden. De modellen kunnen daardoor geen absolute zekerheden leveren over het toekomstige klimaat. Sommige voorspellingen zijn nauwkeuriger dan andere. Kleinere gridcellen zouden de spreiding van de bewolking beter weer kunnen geven. Ze nemen echter niet het probleem weg dat er nog weinig bekend is over het effect van wolken op het klimaat.

Een andere reden waarom modellen geen exacte voorspellingen kunnen doen is omdat klimaatontwikkelingen afhankelijk zijn van allerlei sociale ontwikkelingen die weer afhankelijk kunnen zijn van de klimaatontwikkelingen. Deze terugkoppeling is echter niet in de klimaatmodellen opgenomen. Het is ook niet de bedoeling van het IPCC om *het* klimaat in 2100 te voorspellen. Het IPCC wil met de klimaatmodellen en de scenario's een schatting maken van hoe het klimaat op bepaalde ontwikkelingen (zoals bevolkingsgroei, economische en technologische ontwikkeling en veranderingen in landgebruik) reageert, en inzicht krijgen in de gevoeligheid van het klimaat voor dergelijke veranderingen. Hoewel er sprake lijkt te zijn van een dubbele onzekerheid: onzekerheid over sommige klimaatprocessen en onzekerheid over sociale ontwikkelingen, blijken scenario's hier juist de kracht te zijn, omdat zij de mogelijkheid geven een breed scala aan mogelijke ontwikkelingen door te rekenen.

De scenario's worden gebruikt om een gevoeligheidsanalyse van de klimaatkennis uit te voeren. Kleine variaties in bevolkingsgroei of energieverbruik kunnen duidelijke verschillen veroorzaken in de voorspellingen van klimaatverandering in 2100. Een tweede gevoeligheidsanalyse wordt uitgevoerd door de scenario's met verschillende rekenmodellen door te rekenen. Modellen kunnen van elkaar verschillen door de grootte van het gekozen grid, maar bijvoorbeeld ook doordat andere algoritmen worden gebruikt. Dit kan leiden tot een andere voorspelling van de temperatuurstijging van de hoofdscenario's. Dit is te zien in figuur 3.4. De lijnen geven de gemiddelde temperatuurstijging van de hoofdscenario's aan. Dit gemiddelde is berekend uit de voorspelde temperatuurstijging van verschillende modellen. Er naast staat met staven aangegeven hoe groot het interval van temperatuurstijging is voor ieder scenario bij de verschillende berekeningsmethoden. Eveneens staat in deze figuur aangegeven tussen welke waarden de temperatuurstijging ligt als alle scenario's met één en hetzelfde model worden doorgerekend (donker grijs gebied). De uiteindelijke voorspelling van het IPCC zijn de grenswaarden van de resultaten als alle scenario's met verschillende modellen worden doorgerekend (licht grijs gebied).



Figuur 3.4: Het temperatuurinterval dat het IPCC voorspelt na het doorrekenen van alle scenario's. Bron: IPCC (2001a).

### 3.4.2 Het testen van een klimaatmodel

Zoals beschreven is er in de klimaatwetenschap onzekerheid over hoe bepaalde klimaatprocessen precies verlopen, en hoe deze gemodelleerd moeten worden. Dit leidt tot onzekerheden in de resultaten van klimaatmodellen. Resultaten waar grote onzekerheid over bestaat zijn erg onbetrouwbaar. Voor het IPCC is het van belang om resultaten te kunnen presenteren met zo groot mogelijke betrouwbaarheid. Zij wil immers zo goed mogelijk informeren over de mogelijke klimaatveranderingen in de toekomst. Het probleem met de onzekerheid over de sociale processen wordt ondervangen door een groot aantal verschillende scenario's door te rekenen. Het IPCC kan zo mededelen dat het groot vertrouwen heeft dat de temperatuurstijging tot 2100 tussen 1,4 – 5,8°C zal bedragen.

Om de betrouwbaarheid van het klimaatmodel met betrekking tot de fysische processen vast te stellen wordt het model aan enkele tests onderworpen. Er zijn vier tests. Als een gekoppeld model het huidige klimaat goed kan weergeven, in het bijzonder de cyclus van de seizoenen en daarbij bij voorkeur geen fluxaanpassingen nodig heeft gehad, heeft het met succes de eerste test doorstaan. In deze test wordt gekeken of het klimaatmodel een goede evenwichtssituatie bereikt. Dit zegt echter nog niets over hoe het model reageert op veranderingen. In de tweede test worden scenario's doorlopen van de 20<sup>e</sup> eeuw, inclusief grote vulkaanuitbarstingen. De meeste modellen doorstaan deze test, zij het vaak met een afwijking van ongeveer een decennium (Grassl, 2000).

In de derde test voor een gekoppeld rekenmodel wordt een klimaattoestand uit het verleden gesimuleerd, bij voorkeur een die danig afwijkt van het huidige klimaat. Voor deze test is veel paleodata van hoge kwaliteit nodig. Die is echter maar voor een beperkt aantal tijdsperiodes beschikbaar (Grassl, 2000). Paleodata zijn klimaatdata die verkregen kunnen worden uit uitgeboorde ijskernen, jaarringen van bomen, oceaanafzettingen of koraal. Data uit de periode vanaf ongeveer 1400 zijn er overvloedig, maar het klimaat van toen week minder af van het huidige dan wat verwacht wordt voor het einde van deze eeuw (Grassl, 2000). De derde test wordt meestal uitgevoerd met paleodata uit de mid-Holocene, zo'n 6000 jaar geleden. De resultaten van de gekoppelde modellen komen echter maar voor een

deel overeen met de paleoklimaatdata (Grassl, 2000). De moeilijkste test voor een klimaatmodel is het simuleren van een abrupte klimaatverandering. De huidige, middelhoge resolutie klimaatmodellen kunnen deze test doorstaan (Grassl, 2000).

De klimaatmodellen zijn dus in staat om het huidige klimaat goed weer te geven. Ze reproduceren het klimaatverloop van de afgelopen eeuw redelijk en ze kunnen abrupte klimaatveranderingen simuleren. Ze hebben alleen wat moeite met het reproduceren van het klimaat van 6000 jaar geleden, maar dit kan ook liggen aan gebreken in de invoerdata, doordat paleodata maar op zeer beperkte locaties gevonden kan worden (Lomborg, 2001). Dit alles geeft goede hoop voor de toekomstvoorspellingen van de klimaatmodellen.

### 3.4.3 Moeilijkheden in modellen

Sommige mensen hebben weinig vertrouwen in de voorspellingen die door de klimaatmodellen worden gedaan, omdat deze modellen geen absolute zekerheid kunnen geven. Vooral tegenstanders van ingrijpende maatregelen vinden dat de modellen deze zekerheid wel moeten geven omdat er zo veel (economische) belangen op het spel staan. Zij willen pas maatregelen nemen als onomstotelijk vaststaat dat deze ook nodig zijn. Zij lijken te denken dat het überhaupt mogelijk is om met zekerheid het klimaat op lange termijn te voorspellen: andere natuurlijke systemen zijn immers ook met zekerheid te voorspellen?!

Natuurlijke systemen zijn grofweg te verdelen in twee categorieën: deterministische systemen en stochastische systemen. In een deterministisch systeem ligt de toestand op elk willekeurig moment volledig vast als de toestand op een willekeurig eerder moment gegeven is. Hierbij is het dus mogelijk om de toekomst van het systeem te voorspellen. Bij stochastische systemen ligt met de toestand op een bepaald moment alleen de waarschijnlijkheid van een bepaalde toestand op een ander moment vast. Op een gegeven begintoestand kunnen verschillende eindtoestanden volgen (Giere, 1997). De systemen uit de klassieke mechanica zijn deterministisch. De meeste andere systemen zijn stochastisch. Er zijn echter stochastische systemen die zo goed te voorspellen zijn dat het wel deterministische systemen lijken, zoals de bewegingen van de planeten. Het is mogelijk dat mensen hierdoor denken dat (bijna) alle natuurlijke systemen deterministisch zijn, waaronder ook het klimaat.<sup>4</sup> Dit is niet zo. Het weer en het klimaat zijn geen 'deterministisch' stochastische systemen. Daardoor valt alleen met waarschijnlijkheid, niet met zekerheid, te voorspellen wat gegeven de huidige situatie de toestand van het klimaat zal zijn in 2100. Zekerheid krijgt men pas als het klimaat in 2100 wordt waargenomen.

Daarbij komt dat klimaatmodellen (mathematisch) geen gesloten systemen zijn. Ze maken namelijk gebruik van inputparameters die niet volledig bekend zijn, bijvoorbeeld om wolken te beschrijven, en bij het meten van de afhankelijke en onafhankelijke variabelen worden allerlei aannames gemaakt. Deze aannames kunnen op basis van ervaring gerechtvaardigd worden, maar er kan nooit a priori vastgesteld worden dat ze in het model kloppen. Daardoor blijft het systeem open (Oreskes, 1994). De bijkomende aannames en inputparameters worden "aanvullende hypothesen" genoemd. Het probleem met het verifiëren<sup>5</sup> van modellen is tweeledig. Ten eerste als het model niet met de werkelijkheid overeenkomt, kan dat aan de hypothese liggen of aan een aanvullende hypothese, maar er is nog niet bekend aan welk van beide. Meestal probeert men het model aan te passen, zodat het wel overeenkomt met metingen. Het tweede probleem is echter, dat een model op meerdere manieren het-

4. Volgens Giere denken de meeste mensen deterministisch (Giere, 1997).

5. Verificatie is het vaststellen van de waarheid van een model.

zelfde resultaat kan bereiken, bijvoorbeeld doordat twee foutieve aanvullende hypothesen elkaar kunnen opheffen. Een foutief model kan dan een juiste uitkomst geven en daardoor voor waar worden gehouden (Oreskes, 1994). Van een open systeem kan daarom niet met zekerheid vastgesteld worden of het model juist is, en dus kan er ook geen absolute zekerheid bestaan over de voorspellingen die het model doet.

Vaak wordt ook gedacht dat als de klimaatmodellen nauwkeuriger worden, bijvoorbeeld doordat ze met kleinere gridcellen werken, de resultaten van deze modellen meer zekerheid geven. Dit is niet zo. De voorspellingen worden nauwkeuriger, er zit minder speling in de resultaten, ze worden niet zekerder. "Waarheid (zekerheid) kan niet worden geeist. Dat is vragen om het onmogelijke. Dus verzwakken we de eis tot een zo hoog mogelijke waarschijnlijkheid." (Koningsveld, 1987, p69). Het is dan ook te veel gevraagd van het IPCC om wel zekerheid te geven. De modelbouwers van het IPCC proberen een zo hoog mogelijke waarschijnlijkheid te geven door te testen hoe goed een model het klimaat in heden en verleden kan weergeven. Als een model dit goed kan, wil dat echter nog niet zeggen dat een model ook in staat zal zijn om op hetzelfde niveau de toekomst te voorspellen (Oreskes, 1994). Het grote belang van modellen is echter niet dat ze zekerheid kunnen geven, maar dat ze "nuttig zijn in het sturen van verder onderzoek" (Oreskes, 1994). Dit is ook de manier waarop het IPCC zijn modellen gebruikt.

### 3.5 Lomborgs visie

Lomborg en het IPCC komen tot een verschillende conclusie over de mogelijke temperatuurstijging tot 2100, dit terwijl Lomborg in zijn analyse veel gebruik maakt van de data van het IPCC. Het IPCC denkt dat de temperatuurstijging in het gunstigste geval  $1,4^{\circ}C$  zal bedragen en in het ongunstigste geval  $5,8^{\circ}C$ . Lomborg denkt dat de temperatuurstijging veel minder zal zijn dan door het IPCC voorspeld wordt. Dit verschil is ontstaan door de verschillende manieren waarop het IPCC en Lomborg omgaan met onzekerheid en voorspellingen. In deze paragraaf wil ik Lomborgs benadering bespreken.

In het hoofdstuk over klimaatopwarming stelt Lomborg zes vragen die naar zijn mening belangrijk zijn om een juiste inschatting te kunnen maken van de uitdaging waar klimaatopwarming ons voor stelt. De eerste drie van deze vragen hebben betrekking op de vragen die ik in dit hoofdstuk aan de orde stel. Deze vragen zijn:

1. Hoeveel invloed heeft  $CO_2$  op de temperatuur?
2. Zijn er andere oorzaken voor de toenemende temperatuur?
3. Zijn de opgestelde broeikasscenario's redelijk?

Eerder heb ik het antwoord van het IPCC op deze vragen gegeven. Hier zal ik ingaan op Lomborgs antwoord. Er zal gekeken worden naar de manier waarop Lomborg met de eerder beschreven onzekerheden omgaat en hoe hij zijn keuze om de IPCC voorspelling als 'te hoog' te verwerpen onderbouwt.

#### 3.5.1 Onbekende processen

Allereerst stelt Lomborg dat "het onwaarschijnlijk is dat de toegenomen  $CO_2$ -concentratie niet op de een of andere manier opwarming veroorzaakt" (Lomborg, 2001, p266). Vraag is echter hoeveel opwarming  $CO_2$  veroorzaakt. Het IPCC probeert deze vraag te beantwoorden met behulp van klimaatmodellen. Maar door leemten in de klimaatkennis ontstaan er problemen bij het modelleren van klimaatprocessen. Lomborg noemt het modelleren van het

koelend effect van aerosols, de waterdampkringloop en wolken de drie grootste modelleerproblemen.

Het IPCC noemt deze ook als de grootste leemten in de kennis over het klimaat. Over de effecten van aerosols, bijvoorbeeld, bestaat weinig zekerheid, waardoor de meeste effecten niet goed in modellen verwerkt kunnen worden, simpelweg omdat men niet weet hoe het mechanisme werkt. Lomborg merkt op dat het koelend effect van zwaveldeeltjes als enige is meegenomen in de klimaatmodellen. Lomborg vindt de reden hiervoor niet helder. Misschien probeert het IPCC zo het aantal onbekenden in de modellen laag te houden, door niet alle aerosoleffecten mee te nemen. Lomborg vraagt zich af waarom ze juist dit effect wel hebben meegenomen. Hij stelt dat het goed mogelijk is dat de klimaatgevoeligheid voor  $CO_2$  overschat is. Een verdubbeling van  $CO_2$  leidt tot minder opwarming dan tot nu toe beweerd is. Lomborg impliceert dat het IPCC nog helemaal niet over deze mogelijkheid wil nadenken, maar gedwongen werd een verklaring te vinden, voor het feit dat de opwarming die tot nu toe gemeten is, lager is dan de voorspelde opwarming. Deze verklaring werd gevonden in de vorm van een afkoelend effect van zwaveldeeltjes. Het lijkt, volgens Lomborg, alsof zwaveldeeltjes zijn meegenomen om de modellen te laten kloppen met de realiteit, zonder dat men een andere schatting voor de  $CO_2$ -opwarming hoeft te maken. Hij is van mening dat als alle (bekende) effecten van opwarming en afkoeling worden meegenomen, dan het aandeel van  $CO_2$  aan opwarming misschien wel naar beneden zal moeten worden bijgesteld (Lomborg, 2001, p268-9). Dit is belangrijk omdat de meeste voorstellen om klimaatopwarming tegen te gaan gebaseerd zijn op een verlaging van  $CO_2$ -uitstoot. Als de bijdrage van  $CO_2$  aan opwarming niet zo groot is als het IPCC nu voorspelt dan zullen deze maatregelen nauwelijks daadwerkelijke invloed hebben op klimaatveranderingen.

Vervolgens signaleert Lomborg een probleem rond de waterdampcyclus. Het probleem is ook hier dat de metingen niet overeenkomen met de voorspellingen. Het directe effect van verdubbeling van de  $CO_2$ -concentratie is dat de temperatuur met  $1 - 1,2^\circ C$  zal stijgen.<sup>6</sup> Het indirecte effect van deze verdubbeling is dat door het warmer worden van de aarde er meer water zal verdampen. Deze waterdamp zal ook weer warmte insluiten, waardoor het nog warmer wordt op aarde (Lomborg, 2001, p269). Deze waterdampcyclus is voor een groot deel afhankelijk van de temperatuur in de troposfeer, stijgt de temperatuur in de troposfeer dan versterkt de waterdampcyclus. De voorspellingen van de temperatuurstijging in de troposfeer zijn echter veel hoger dan wat werkelijk gemeten is. De oppervlakte-temperatuur is wel gestegen zoals voorspeld. Als de temperatuur van de troposfeer niet stijgt, of veel minder dan de oppervlakte-temperatuur, dan kan dit betekenen dat de waterdamp-terugkoppeling af zal nemen en er minder opwarming plaats zal vinden dan door de klimaatmodellen voorspeld wordt (Lomborg, 2001, p269-70). Volgens Lomborg overschat het IPCC aldus het effect van de waterdampcyclus. Mahlman (een klimaatwetenschapper) stelt dat Lomborg hier een juiste conclusie trekt uit de data die hij heeft, maar dat hij onvoldoende heeft gekeken naar de betrouwbaarheid van die data. De temperatuur van de troposfeer is bepaald door deze data te middelen over de temperatuur van verschillende druklagen. Hierbij wordt, volgens Mahlman, te veel gewicht gegeven aan de temperatuur in een lage druklaag. Maar door het dunner worden van de ozonlaag is de toplaag (de lage druklaag) van de troposfeer afgekoeld (Mahlman, 2001, p4). Volgens Mahlman mogen er om die reden geen al te zware conclusies getrokken worden over de waterdamp-terugkoppeling op basis van deze data. Naar mijn mening is deze aanbeveling van Mahlman alleen terecht als de wa-

---

6. Lomborg noemt onder andere het IPCC als bron voor dit gegeven.



terdampsterugkoppeling vooral beïnvloed wordt door de temperatuur in de lage troposfeer, waar de temperatuur (zoals Mahlman impliceert) meer is gestegen dan gemiddeld. Mahlman doet daar echter geen mededeling over. In de Technische Summary van het werkgroep I rapport staat dat het broeikas effect van waterdamp het belangrijkste is in de troposfeer vanaf twee kilometer hoogte (IPCC, 2001b). De waterdampcyclus is dus niet alleen belangrijk in de lage troposfeer, en mij lijkt het dan zinnig om de temperatuur zoals deze over de gehele troposfeer gemeten is te nemen. Lomborg doet dit en maakt dan ook een redelijke veronderstelling door te stellen dat opwarming door de waterdampkringloop minder zal zijn dan voorspeld.

Het derde probleem dat Lomborg aankaart is het gebrek aan kennis rond het effect dat wolken hebben op het (versterkte) broeikas effect. Hij is van mening dat zodra men wolken beter kan modelleren dat dan de mogelijkheid bestaat dat deze de temperatuurvoorspellingen van het IPCC omverwerpen (Lomborg, 2001, p271). Om dit te onderstrepen haalt Lomborg een recent onderzoek aan waarin een mechanisme van wolken wordt beschreven dat 'global iris' genoemd wordt. Bij een hogere zee-oppervlakte temperatuur in bewolkt gebied, neemt de hoeveelheid hoge bewolking af waardoor afkoeling optreedt. Na afkoeling neemt deze bewolking weer toe, waardoor het weer warmer wordt. Op deze manier zorgt de bewolking ervoor dat de temperatuur slechts kleine beetje fluctueert. Geen van de huidige gekoppelde modellen bevat dit terugkoppelingsmechanisme. Zou dit wel opgenomen worden, stelt Lomborg met deze onderzoekers, dan daalt de klimaatgevoeligheid tot  $0,46 - 1,6^{\circ}C^7$  (Lomborg, 2001, p271).

Evenals het IPCC is Lomborg van mening dat de kennis van het klimaat van het IPCC nog veel hiaten vertoont. Lomborg is er echter van overtuigd dat wanneer deze leemten worden opgevuld het IPCC tot een lagere voorspelling van de temperatuurstijging zal komen.

### 3.5.2 Overbodige scenario's

De laatste vraag van Lomborg die betrekking heeft op de onderwerpen die in dit hoofdstuk behandeld zijn, is of de scenario's realistisch zijn. Onder deze vraag blijkt Lomborg twee subvragen te behandelen, namelijk: welke scenario is het meest wenselijk; en welk scenario is het meest waarschijnlijk. Deze twee vragen splitst hij niet uit, maar behandelt hij door elkaar.<sup>8</sup> Een van de eerste dingen die hem opvalt is dat de scenarioschrijvers het B1 scenario (mondiaal en milieu gericht) met 'goed' waarderen, en het A1 scenario (monidaal en op economie gericht) met 'redelijk'. Dit kan een oordeel over de waarschijnlijkheid van de scenario's zijn (B1 is waarschijnlijker dan A1), maar Lomborg lijkt dit op te vatten als een oordeel over de wenselijkheid van de scenario's (B1 is wenselijker dan A1). Dit lijkt in strijd te zijn met de doelstelling van het IPCC om objectief te informeren over mogelijke klimaatveranderingen en geen adviezen te doen voor beleid. Een waarde-oordeel aan de scenario's verbinden kan niet op objectieve gronden gebeuren en lijkt op een advies. Mogelijk spraken de scenario-auteurs hier op persoonlijke titel. Lomborg geeft hier geen informatie over. Hij stelt dat het vreemd is dat de scenario-schrijvers een (waarde-)oordeel vellen zonder duidelijke criteria, waarbij B1 hoger geplaatst wordt dan A1, terwijl de A1 wereld veel rijker is

7. Klimaatgevoeligheid is de temperatuurstijging bij een verdubbeling van  $CO_2$  (twee maal de natuurlijke concentratie). Deze wordt geschat op  $1,5 - 4,5^{\circ}C$ . De klimaatgevoeligheid is dus iets anders dan de verwachte temperatuurstijging voor 2100, omdat in sommige scenario's meer dan een verdubbeling van  $CO_2$  optreedt en in andere juist minder.

8. Ik wil hier vooral aangeven dat Lomborgs behandeling van de scenario's van het IPCC niet volledig wetenschappelijk is doordat hij niet in staat lijkt onderscheid te maken tussen waarschijnlijkheid en wenselijkheid.

dan de B1 wereld (Lomborg, 2001, p282). Een realistische afweging zou volgens Lomborg gemaakt worden als naar de voor- en nadelen van B1 ten opzichte van A1 gekeken zou worden op het gebied van milieu én economie. Lomborgs eerste kritiek is dus dat realistische criteria om de wenselijkheid van de scenario's te bepalen ontbreken. Dit heeft echter niets te maken met het al dan niet realistisch zijn van de scenario's.

Lomborgs tweede kritiek heeft hier wel mee te maken. Deze luidt namelijk dat er onrealistische aannames worden gedaan in de scenario's om bepaalde ontwikkelingen te verklaren. Lomborg illustreert dit aan de hand van de verhaallijnen rond energieverbruik en -productie. Het totale energieverbruik en het aandeel fossiele brandstoffen in de productie bepalen samen de hoeveelheid  $CO_2$ -uitstoot. Er wordt minder  $CO_2$  uitgestoten als de energie efficiënter wordt gebruikt, en ook als er meer duurzame energiebronnen worden gebruikt. Een reden om energie efficiënter te gebruiken is omdat deze duur is. Ook bij de keus tussen verschillende energiebronnen ziet Lomborg de prijs als een doorslaggevende factor. Nu nemen alle scenario's aan dat de prijs van fossiele brandstoffen zal stijgen, en de prijs van duurzame bronnen zal dalen. Lomborgs vraag is of deze prijs voldoende zal dalen om te kunnen concurreren met fossiele brandstoffen (Lomborg, 2001, p284). Want prijs en technologische vooruitgang (die leidt tot een lagere prijs) zijn voor Lomborg de belangrijkste redenen om over te stappen op duurzame energie. Hij merkt op dat dit in de B-scenario's niet het geval is. Daar wordt de overstap gemaakt om milieuredenen. De scenarioschrijvers baseren zich, volgens Lomborg, op naïeve argumenten om de besluiten in het B1 scenario te verklaren (Lomborg, 2001, p284). Het B1 scenario geeft weer hoe men hoopt dat de dingen zullen gaan. Volgens Lomborg is er ook niet beredeneerd dat duurzame energie zal winnen in B1, maar is dat besloten. De argumenten in het B1 scenario<sup>9</sup> doen inderdaad enigszins naïef aan als gesteld wordt dat conflicten in de toekomst niet meer uitgevochten maar uitgepraat zullen worden, en dat de ontwikkelde landen zullen bijdragen aan duurzame ontwikkelingen in ontwikkelingslanden. De VN ijvert al ruim 55 jaar om dit te bereiken, maar het uitvechten van conflicten in de wereld lijkt er niet minder om geworden. Daarnaast zijn er momenteel slechts vier landen (Zweden, Noorwegen, Denemarken en Nederland) die voldoen aan de VN-richtlijn om 0,7% van hun BNP aan ontwikkelingssamenwerking te besteden. Het lijkt niet in lijn met de huidige trends dat zich snel een B1 wereld zal ontwikkelen. Het lijkt echter aannemelijk dat men in een B-wereld zal kiezen voor duurzame energie, ondanks dat deze duurder is dan energie van fossiele brandstoffen. Deze wereld is immers veel minder gericht op de economie, en men zal zich daar dan ook minder laten leiden door economie. Hoe waarschijnlijk een dergelijke besluitvorming is gezien de huidige (wereld)politiek, is een andere zaak.

Lomborg stelt dat in plaats van vooraf aan te nemen dat duurzame energie zal winnen, het beter is om te kijken hoe waarschijnlijk het is dat dat zal gebeuren. Hij neemt de A1 scenario's als voorbeeld. In A1FI (fossiele brandstof intensief) zal de wereld rijk worden en heel veel  $CO_2$  uitstoten. In A1T (overgestapt op duurzame bronnen) zal de wereld rijk worden en maar weinig  $CO_2$  uitstoten. Welk van beide is waarschijnlijker, en wat kunnen we doen als we de ontwikkelingen meer naar A1T willen sturen, vraagt Lomborg. Het is waarschijnlijk, stelt hij, gezien de huidige ontwikkelingen dat duurzame energie nog deze helft van de 21<sup>e</sup> eeuw kan concurreren met fossiele brandstoffen. Het is dan ook onwaarschijnlijk dat het A1FI scenario het verhaal van de toekomst zal worden. Afhankelijk van hoe snel de prijs van zonne-energie zal dalen en of er aanvullende maatregelen (zoals energiesubsidie) worden

---

9. Lomborg citeert enkele van deze argumenten in eindnoot 2336 (Lomborg, 2001, p418).

genomen om zonne-energie te stimuleren, zal de toekomstige ontwikkeling meer lijken op het A1T, B1 of A1B scenario. Lomborg baseert zich hierbij op een model van Chakravorty. Deze heeft vier mogelijke energieproductie-ontwikkelingen doorberekend en gekeken hoe de  $CO_2$ -uitstoot en de temperatuur voor ieder van deze verhalen zal ontwikkelen. Als de prijs van zonne-energie met het huidige tempo blijft dalen, zal vanaf 2025 de uitstoot van  $CO_2$  af beginnen te nemen, omdat zonne-energie op kostprijs kan concurreren met fossiele brandstoffen. Dit betekent ook dat de temperatuur tot 2100 met slechts  $0,5 - 1^\circ C$  zal stijgen. Lomborg concludeert hieruit dat nog deze eeuw (zelfs als de prijs van zonne-energie in de toekomst minder hard zal dalen) de overstap wordt gemaakt naar bijna volledig gebruik van duurzame energie (een A1T scenario), en dat de temperatuur niet meer zal stijgen dan in het B1 scenario (Lomborg, 2001, p285-6). Lomborg meent zelf dat economische motieven de belangrijkste redenen zijn om op duurzame energie over te stappen. Deze studie van Chakravorty onderschrijft dat. Lomborg concludeert hieruit ook dat maatregelen om zonne-energie te stimuleren zinnig zijn en goedkoper dan allerlei maatregelen uit het Kyoto-protocol om de  $CO_2$ -uitstoot te beperken.

In tegenstelling tot het IPCC dat alle scenario's even waarschijnlijk noemt (alle scenario's worden behandeld als reële mogelijkheden), vindt Lomborg wel degelijk dat er een scenario waarschijnlijker is dan de andere. En dat dat scenario (als enige) gebruikt had moeten worden om een voorspelling te doen over de temperatuurverandering in 2001. Hierbij moet opgemerkt worden dat Lomborg nauwelijks aandacht besteedt aan de A2 en B2 scenario's. Waarom niet, is niet duidelijk. Schneider merkt op dat Lomborg alleen scenario's met de laagste  $CO_2$ -uitstoot plausibel vindt, en de overige verwerpt, zoals A2 en B2. Waarbij Lomborg, volgens Schneider, doet alsof hij meer weet dan de vele schrijvers en reviewers van de scenario's (Schneider, 2001). Of Lomborg zelf denkt dat hij meer weet dan het IPCC is onduidelijk, hij stelt enkel dat hij meer vraagt: hij vraagt welk scenario waarschijnlijker is en hoe we de wereld meer richting een gewenst scenario kunnen sturen. Het IPCC wil echter geen beleidsvoorstellen doen, en misschien vindt het IPCC het om die reden niet verstandig om de vraag te stellen hoe ontwikkelingen gestuurd kunnen worden. De eerste vraag stelt het IPCC niet omdat het geen objectieve methode kent om alle relevante karakteristieken van de scenario's te testen (SRES, 2000). Lomborg kijkt echter maar naar één karakteristiek, energiebronnen. Daarbij trekt hij de huidige lijn van prijsontwikkelingen door naar de toekomst. Lomborg noemt de lage emissiescenario's niet waarschijnlijker omdat hij alleen goed nieuws wil brengen, zoals Schneider impliceert, maar omdat deze scenario's in Lomborgs optiek een goed vervolg zijn op de huidige ontwikkelingen op gebied van technologie en economie.

Dat Lomborg het A1T en in minder mate de A1B en B1 scenario's naar voren schuift als meest waarschijnlijk, komt ook door zijn toekomstvisie die uit *The Skeptical Environmentalist* blijkt. Lomborg lijkt zelf een typisch A1 mens: gericht op mondiale, economische ontwikkelingen. Deze mensen richten zich pas op milieudoelen als hun economische doelen (grotendeels) bereikt zijn. Door van tevoren aan te nemen dat economie de belangrijkste drijfveer is en blijft, sluit Lomborg automatische alle B scenario's uit. In *The Skeptical Environmentalist* bespreekt Lomborg eerst de economische toestand van de wereld, de welvaart van mensen, en daarna pas de milieutoestand. Het B2 scenario past totaal niet bij deze visie. Het is regionaal gericht en op milieu. Exact het tegenovergestelde van A1. Mogelijk heeft het daardoor weinig aandacht van Lomborg gekregen. Misschien vond hij dat het voor zich sprak dat dit scenario onwaarschijnlijk zou zijn. Ook het A2 scenario zal hier onder te lijden hebben gehad.

Daarnaast is Lomborg een technologie-optimist: technologie zal helpen om de problemen op te lossen. In A2 en B2 werelden maakt technologie slechts een kleine ontwikkeling, daarom krijgen ze geen aandacht van Lomborg. A1FI valt af omdat technologie hier geen ontwikkeling doormaakt die (wat betreft energieproductie) in lijn is met de huidige ontwikkelingen. Technologie-optimisme, geloof in mondiale ontwikkelingen en de aanname dat voor (de meeste) mensen geld de drijvende factor is, leiden er toe dat Lomborg A1T als het meest waarschijnlijke scenario ziet. Dit scenario sluit het beste aan bij zijn eigen beeld van de wereld.

Net zo min als het IPCC heeft Lomborg een objectieve toets kunnen vinden om het meest waarschijnlijke scenario te bepalen. Lomborg toetst de scenario's namelijk maar op één kenmerk: de prijsontwikkeling van zonne-energie ten opzichte van fossiele brandstoffen. Het criterium dat hij zelf het belangrijkste vindt.

### 3.5.3 Modellen met tekortkomingen

Met betrekking tot de huidige klimaatmodellen stelt Lomborg dat deze nog onvoldoende factoren hebben (onvoldoende complex zijn) om alle essentiële aspecten van het mondiale klimaat aan te pakken. Daardoor is, volgens Lomborg, de ruis van de modellen groter dan de klimaatresultaten. Het kan nog wel een jaar of tien duren voor er modellen bestaan die het klimaat met meer zekerheid kunnen voorspellen (Lomborg, 2001, p273). In deze modellen zal naast een betere weergave van wolken in de modellen, ook de warmtestroming in de oceanen en de positieve vegetatie feedback beter weergegeven zijn (Grassl, 2000). Lomborg noemt de onbekendheid met de warmtestroming in de oceaan, maar besteedt er verder geen aandacht aan. Informatie uit (ijs)boorkernen hebben laten zien dat in de klimaatgeschiedenis de warme oceaanstroming tot staan is gebracht. Uit de huidige experimenten met gekoppelde modellen blijkt dat dit ook mogelijk is bij een versterkt broeikaseffect. Meer computerkracht (en dus een complexer model) kan hier uitsluitsel over geven (Grassl, 2000).

Niet alleen zijn de huidige meest geavanceerde klimaatmodellen onvoldoende complex, de meeste scenario's zijn zelfs met eenvoudiger modellen doorgerekend, omdat er niet genoeg tijd was om alle scenario's met de meest geavanceerde klimaatmodellen door te rekenen. Alleen de A2 en B2 hoofdscenario's zijn met verschillende van die gekoppelde modellen doorgerekend. De overige hoofdscenario's zijn met simpeler modellen doorgerekend, die gecalibreerd zijn aan de complexe gekoppelde modellen (IPCC, 2001b). Lomborg heeft kritiek op de resultaten van deze A2 en B2 'experimenten'. Er zitten namelijk grote verschillen in de voorspellingen voor de temperatuur in 2100 door de negen klimaatmodellen die beide scenario's hebben doorgerekend. Het interval van de verschillende modellen is voor het A2-scenario bijna net zo groot als het interval dat het IPCC aangeeft voor de temperatuurstijging over alle scenario's (Lomborg, 2001, p272). Het IPCC merkt dit ook op (IPCC, 2001a). Voor A2 varieert de verwachte temperatuurstijging tot 2100 van minimaal  $1,43^{\circ}C$  tot maximaal  $5,04^{\circ}C$ . Alle scenario's doorgerekend met verschillende modellen leverde een variatie van de verwachte temperatuurstijging van minimaal  $1,4^{\circ}C$  tot maximaal  $5,8^{\circ}C$ . De gemiddelde temperatuurstijging is voor A2, volgens Lomborg,  $3,21^{\circ}C$ . Het IPCC stelt echter dat hier de gemiddelde temperatuurstijging  $3,79^{\circ}C$  is (Lomborg, 2001, p272). De enige verklaring die ik voor dit verschil kan bedenken is dat het IPCC zich hierbij niet baseert op negen klimaatmodellen, maar op zes. De zes waarvan de resultaten ook zijn opgenomen in het IPCC Data Distributie Centrum. Hierin zijn de drie modellen met de laagste temperatuurverwachting niet opgenomen, zie [ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk](http://ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk). Waarom het IPCC deze modellen niet opneemt

in het data distributie centrum, maar wel opneemt in het derde rapport van werkgroep I<sup>10</sup> is onduidelijk. Mogelijk beoordeelde het IPCC de drie klimaatmodellen als onvoldoende betrouwbaar. Maar wat is dan de reden om ze wel mee te nemen in het derde rapport?

Lomborg trekt hieruit de conclusie dat de gemiddelde temperatuurstijgingen die het IPCC voor alle scenario's geeft zo'n 20 procent te hoog zijn (analoog aan de voorspelling voor A2), en dat dus de temperatuurrange die het IPCC geeft (1,4 – 5,8°C stijging in 2100) ook 20 procent te hoog is, en 1,2 – 4,8°C moet zijn (Lomborg, 2001, p273). Deze conclusie vind ik wat kort door de bocht zolang niet duidelijk is wat voor het IPCC de redenen zijn geweest om de drie laagste voorspellingen niet mee te nemen. Een mogelijkheid is dat om alle scenario's te kunnen kwantificeren het IPCC ook van minder complexe modellen gebruik heeft gemaakt (IPCC, 2001a, p13), maar vervolgens de belangrijkste conclusies (zoals de toekomstige temperatuurstijging) alleen gebaseerd heeft op de resultaten van de meest complexe modellen. Voor Lomborg tellen de resultaten van alle negen modellen even zwaar mee.

### 3.5.4 Achtergrond van Lomborgs visie

De kritiek die Lomborg uit op de onzekerheden in de klimaatwetenschap leidt bij hem telkens tot dezelfde conclusie: meer kennis en betere modellen zullen er toe leiden dat de voorspelde temperatuurstijging naar beneden zal worden bijgesteld. Nu is de vraag of deze conclusie van hem terecht is, terecht in de zin van deugdt de bijbehorende argumentatie van Lomborg.

De argumentatie van Lomborg vertoont onvolkomenheden. Deze onvolkomenheden hangen samen met de leemten in de klimaatkennis, veel is nog onbekend. Van enkele leemten bespreekt Lomborg wat het resultaat zal zijn als deze worden ingevuld. Er bestaan momenteel immers al aanwijzingen voor deze resultaten. Voor elk van deze leemten geldt dat als er sprake was van een positief opdrijvende bijdrage, deze, volgens Lomborg, overschat wordt, zoals bij de waterterugkoppeling. Van koelende effecten wordt volgens Lomborg de bijdrage steeds onderschat. Lomborg laat dit slechts voor een drietal problematische gevallen zien: zwaveldeeltjes, waterterugkoppeling en één van de effecten van wolken. Er zijn echter nog meer problematische gevallen: andere aerosols en andere effecten van wolken. Lomborg doet geen uitspraken over deze gevallen. Waardoor hij hetzelfde lijkt te doen als waar hij het IPCC van beschuldigt: slechts enkele effecten meenemen om zo een schatting voor de temperatuur in 2100 te krijgen die dichterbij het gewenste resultaat ligt. Dit is geen geheel eerlijke opmerking, omdat er momenteel nog zo veel onbekend is en er nog onvoldoende onderzoek is geweest naar deze onbekenden. Lomborg kan dus net zo min als het IPCC alle effecten bespreken als hij dat zou willen. Echter, Lomborg baseert zich in zijn uitspraken vaak op slechts één enkele studie, waar hij steeds heel sterke conclusies aan verbindt. Eén studie kan reden zijn om aan de voorspellingen van het IPCC te twijfelen, het is onvoldoende om met zo veel zekerheid te twijfelen als Lomborg doet.

Het lijkt inderdaad alsof Lomborg rechtstreeks naar een bepaalde uitkomst wil argumenteren (zoals zijn critici beweerden). Deze uitkomst zijnde: ook in de toekomst zal de toestand van de aarde niet zo slecht zijn als vaak beweerd wordt. Maar Lomborgs argumentatie hiervoor is mager. Hij vertrouwt op een paar studies buiten het IPCC en vooral op zijn eigen overtuiging dat technologie ervoor zal zorgen dat alles goed zal komen. Dit leidt er toe dat hij alleen die scenario's die veel technologische ontwikkeling verwachten realistisch

---

10. Lomborg vermeldt voor de resultaten van alle negen klimaamodellen dit IPCC rapport als bron.

vindt. Waarbij hij de scenario's die meer economische groei en welvaart verwachten nog het meest aannemelijk vindt. Dit past in lijn met de verwachtingen die hij zelf heeft over de ontwikkeling van welvaart.

Evenals het IPCC is hij van mening dat betere (meer) kennis over het klimaat zal leiden tot betere klimaatmodellen. Omdat hij verder van mening is dat meer kennis over het klimaat vooral betekent meer kennis over effecten die de huidige voorspellingen niet onderschrijven, leiden betere klimaatmodellen, volgens Lomborg, tot lagere voorspellingen voor de temperatuur in 2100. Maar, zoals gezegd, zijn argumentatie hiervoor is mager, want vooral gebaseerd op zijn eigen verwachtingen.

Lomborgs argumentatie om de huidige voorspellingen van het IPCC als te hoog te verwerpen rammelt, op zijn zachtst gezegd. Deze stelling is volledig gebaseerd op het verschil in gemiddelde temperatuurstijging voor het A2 en B2-scenario dat het IPCC berekende en het gemiddelde dat Lomborg berekende. De berekening van het IPCC komt 20 procent hoger uit dan die van Lomborg, waarop deze stelt dat voor alle hoofdscenario's en dus ook voor het interval, de temperatuurstijging zoals deze door het IPCC berekend wordt 20 procent hoger is dan het IPCC op basis van eigen gegevens had moeten concluderen. Deze argumentatie rammelt omdat ten eerste niet duidelijk is waarom het IPCC zijn schatting slechts op zes klimaatmodellen heeft gebaseerd, waar Lomborg deze op negen klimaatmodellen baseert (De argumentatie van het IPCC om drie modellen buiten beschouwing te laten rammelt ook). Ten tweede is er geen enkele reden om aan te nemen dat een klimaatmodel (laat staan alle) voor ieder scenario steeds dezelfde afwijking heeft ten opzichte van de gemiddelde temperatuur. Voor veel klimaatmodellen geldt dat een kleine variatie in de invoer van één model kan leiden tot grote verschillen in de resultaten van de model (Gleick, 1991). Er is dan ook geen enkele reden om aan te nemen dat wanneer de voorspelling voor scenario A2 20 procent afwijkt, dat dit ook het geval zal zijn voor de andere scenario's. Ten derde zijn niet alle scenario's met dezelfde negen klimaatmodellen doorgerekend.

Lomborg geeft belangrijke punten aan waarover vragen aan het IPCC gesteld kunnen worden en waarover nog onderzoek nodig is. Hij kan zijn kritiek echter onvoldoende onderbouwen om tot grote twijfels over de zorgvuldigheid van het IPCC te leiden.

### **3.6 Het conflict**

In dit hoofdstuk heb ik geprobeerd aan te geven waar de conflictpunten tussen het IPCC enerzijds en Lomborg (en andere critici) anderszijds liggen. In deze paragraaf wil ik op een rijtje zetten hoe dat conflict er precies uitziet. Er is namelijk geen conflict over wat bekend is, of zelfs wat nog onbekend is. Er zijn verschillen van mening over hoe (positief of negatief) de effecten van nog onbekende processen zijn, maar de grootste conflicten lijken het gevolg te zijn van verschillen van opvatting: opvatting over de taak van het IPCC; en opvatting over de functie en mogelijkheden van rekenmodellen. In de vorige paragraaf is Lomborgs visie op de klimaatwetenschap besproken, waarbij naar voren kwam dat deze sterk gekleurd is door zijn eigen opvattingen over hoe de wereld zich zal ontwikkelen, dat het met de wereld minder slecht gesteld is dan vaak beweerd wordt en dat dit ook geldt voor de toekomst. Dit verschil in taakopvatting leidt ook tot het conflict in de manier waarop men omgaat met onzekerheid. Dat conflict bevindt zich op verschillende plaatsen: de schattingen die gemaakt worden van onbekende processen; de scenario's voor de toekomst; de functie en het doel van een voorspelling. En resulteert uiteindelijk in de verschillende conclusies die Lomborg

en het IPCC trekken uit de resultaten van de klimaatmodellen. Het IPCC stelt dat, zoals het er nu naar uitziet, de temperatuurstijging (waarschijnlijk) in het gunstigste geval  $1,4^{\circ}\text{C}$  zal bedragen in het ongunstigste geval  $5,8^{\circ}\text{C}$ . Lomborg komt na zijn analyse van de klimaatwetenschap tot de conclusie dat de temperatuurstijging veel minder zal zijn dan het maximum dat het IPCC voorspelt.

Het IPCC geeft de indruk over het algemeen goed om te gaan met de onzekerheden en de betrouwbaarheid van de huidige klimaatwetenschap. Zijn taak is om zoveel mogelijk informatie over het klimaat te verzamelen, (de wetenschappelijke kwaliteit hiervan) te beoordelen en met zoveel mogelijk factoren rekening te houden bij het maken van voorspellingen over de temperatuurstijging in de toekomst. Het IPCC probeert zeer zorgvuldig te werk te gaan en doet zelfs pas een uitspraak als 'waarschijnlijk' als daarvoor zeer veel aanwijzingen bestaan. Er is wel kritiek op de manier waarop dit gebeurt, namelijk in "een zeer zorgvuldig reviewproces, waarin commentaren van velerlei experts en regeringen worden verwerkt" (Petersen, 2001). De kritiek is dat landen zo kunnen proberen conclusies aan te scherpen of af te zwakken. Landen als Koeweit, die een groot belang hebben bij het gebruik van fossiele brandstoffen (en Kyoto niet hebben ondertekend), mogen meepraten en doen hun best om de besluitvorming te vertragen (Knip, 1994). Onafhankelijke reviewredacteurs bewaken echter het proces. Zij letten erop dat de auteurs serieus aandacht besteden aan het gegeven commentaar, maar dat de conclusies wel aansluiten op de onderliggende hoofdstukken. Ook sceptici komen in dit proces aan het woord (Petersen, 2001; Böttcher, 1992). Dit kan er volgens Petersen toe leiden dat het debat over het wel of niet bestaan van het versterkte broeikas effect een steeds gematigder karakter krijgt. Wetenschappers komen steeds minder fel recht tegenover elkaar. Volgens anderen laat het zien dat het IPCC er niet in slaagt om de politiek van de wetenschap te scheiden (de wetenschappers worden steeds stelliger om sceptici te ontmoedigen op al te veel onzekerheden te wijzen) (Knip, 1994). Lomborg merkt bijvoorbeeld op dat in verschillende (voorlopige) versies van de samenvatting voor beleidsmakers de verantwoordelijkheid van de mens voor opwarming van de aarde steeds sterker wordt uitgedrukt zonder dat er nieuw wetenschappelijk bewijs is (Lomborg, 2001). Dit lijkt me een gevolg van het gebruik van reviewers<sup>11</sup> en is niet noodzakelijk moedwillig gedaan om angst aan te jagen of meer onderzoeksgelden vrij te krijgen.

Het IPCC lijkt goed op de hoogte te zijn van de onzekerheden die er zijn in de klimaatwetenschap. De wetenschappers van het IPCC proberen daar zo goed mogelijk mee om te gaan door schattingen te geven van de waarschijnlijkheden van bepaalde effecten en door geen mededelingen te doen over dingen waarover nog onvoldoende kennis is. Dit is een verschil met Lomborg, die het niet als zijn taak ziet om een zo breed mogelijk beeld van de toekomst te schetsen (zoals het IPCC). Hij wil een zo precies en waarschijnlijk mogelijk beeld van de toekomst hebben. Lomborg is niet tevreden met een schatting, maar gaat op zoek naar duidelijke aanwijzingen met betrekking tot de richting van het effect van het onbekende proces. Op basis van deze aanwijzingen stelt hij dat het positieve stralingsopdrijvende effect van sommige processen wordt overschat, en dat andere processen een groot koelend effect blijken te hebben. Hij baseert deze uitspraken echter op slechts enkele studies. Te weinig voor het IPCC. Evenals Lomborg verwacht het IPCC dat het komende decennium de kennis over het klimaat zal verbeteren en dat dit tot betere klimaatmodellen zal leiden die een nauwkeurigere voorspelling van de temperatuurstijging kunnen maken. Lomborg is van mening dat

---

11. De uiteindelijke versie van mijn afstudeerscriptie zal naar alle waarschijnlijkheid ook anders geformuleerde conclusies bevatten dan eerdere versies.

deze voorspelling lager uit zal vallen. Het IPCC doet geen enkele uitspraak over zijn verwachting of deze nauwkeuriger voorspelling hoger of lager uit zal vallen. Goed beschouwd kan het IPCC een dergelijke uitspraak ook niet maken, omdat deze volledig gebaseerd is op wat het IPCC nog niet weet en kan dus ook niet meer zijn dan een slag in de lucht, iets waar het IPCC zich niet meebezighoudt. Daarnaast denkt het IPCC dat deze onbekenden (zoals wolken) zowel een positieve als een negatieve bijdrage kunnen hebben aan het versterkte broeikas effect. De temperatuurverandering zou dus alle kanten op kunnen gaan, of gelijk blijken aan wat de modellen nu voorspellen.

Lomborg lijkt de huidige modellen allemaal even betrouwbaar te vinden.<sup>12</sup> Het IPCC vindt de complexere modellen (de modellen met meer factoren en hogere resolutie) nauwkeuriger en betrouwbaarder dan de simpeler modellen. Beide zijn van mening dat het komende decennium betere modellen gebouwd zullen worden. Met beter bedoelen zij modellen die nog meer factoren bevatten en nog nauwkeuriger zijn. Volgens Petersen vragen de modelbouwers zich echter onvoldoende af hoe een model, dat een voldoende nauwkeurige voorspelling van de temperatuurstijging in de toekomst geeft, er uit moet komen te zien (Petersen, 2000). Nu wordt vooral aangenomen dat een model met een hoge resolutie of meer factoren beter is. Een dergelijk model is ook trager, daarom worden deze momenteel alleen gebruikt voor lokale voorspellingen zoals voor (delen van) continenten. De complexiteit van modellen wordt beperkt door de rekenkracht van computers. Deze zal steeds groter worden, zodat ook modellen steeds complexer kunnen worden. Petersen vraagt zich af of het wel nodig is om een zo hoog mogelijke resolutie (complexiteit) te bereiken. Hij stelt enerzijds dat veel parameterisaties, zoals wolken, afhankelijk zijn van de gebruikte schaal, deze veranderen als de resolutie van het model verandert. Anderzijds stelt hij dat nog niet is onderzocht of sommige processen in het klimaat die op een grote schaal afspelen weergegeven kunnen worden door de gecombineerde effecten van kleinere schaal processen. Petersen is van mening dat simpeler klimaatmodellen even goed een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan het voorspellen van het toekomstige klimaat als de complexere modellen (Petersen, 2000). Modelbouwers lijken er nu vooral vanuit te gaan dat meer complexiteit beter is, zonder daar verdere vragen bij te stellen, zoals waarom dat beter is en of iets anders misschien niet nog beter is. Het lijkt mij echter wel van belang dat modelbouwers zich afvragen of ze niet alleen een beter model bouwen, maar ook het best mogelijke. Men lijkt niet voldoende helder voor ogen te hebben wat men met het model wil. Het IPCC gebruikt de klimaatmodellen om voorspellingen te doen over wat mogelijk is. Het wil met die voorspellingen grenzen aangeven van wat mogelijk is. De ruime grenzen aan de voorspellingen laten zien dat als ontwikkelingen een bepaalde richting in gestuurd kunnen worden, dat dan de temperatuur in de toekomst minder zal stijgen of juist meer. Dit is ook de functie van de 40 scenario's. Het IPCC stelt dat van geen enkel van deze 40 scenario's objectief vastgesteld kan worden dat deze meer of minder waarschijnlijk is dan enig ander scenario. Alle scenario's zijn dus even waarschijnlijk. Met deze 40 scenario's wordt een brede waaier aan mogelijke toekomstige ontwikkelingen beschreven, en er wordt mee bedoeld dat nog niets vast staat, de toekomst is nog onzeker. De voorspellingen zijn dan ook voorspellingen, ze bieden geen zekerheid. Overigens moeten de scenario's ook niet gezien worden als aanbevelingen voor te volgen beleid (SRES, 2000).

---

12. Dit kan afgeleid worden uit het feit dat hij de gemiddelde temperatuurstijging van wereld A2 uit de resultaten van negen modellen wil berekenen, waar het IPCC dit gemiddelde uit slechts zes modellen berekent.



Lomborg lijkt wel zekerheid<sup>13</sup> van de klimaatmodellen te willen. Hij wijst alle hoofdscenario's af op één na, en blijft dus achter met een kleine variëteit aan mogelijkheden. Een voorspelling moet van hem een uitspraak doen over hoe het zal zijn. Hij probeert in het vijfde deel van zijn boek dé toestand van de wereld in de toekomst te beschrijven. Lomborg wil dus een exacte voorspelling van de toekomst, hij wil zekerheid dat het zo zal worden. Aangezien klimaatmodellen niet (nog niet volgens Lomborg) met zekerheid kunnen voorspellen, zijn de huidige voorspellingen voor hem ook niet veel meer dan een slag in de lucht. Betere voorspellingen (lager en met meer zekerheid) zullen volgens hem volgen. Dit is een misvatting van de functie en de capaciteit van modellen, zoals toegelicht in paragraaf 3.4.3.

Het conflict tussen het IPCC en Lomborg (en andere critici) vindt zijn basis in de vraag hoe om te gaan met wat onbekend is. Het IPCC maakt geen schattingen van effecten waar het nog (te) weinig wetenschappelijke kennis over heeft, het doet pas een uitspraak als er wetenschappelijke consensus is. Lomborg durft een schatting te maken op basis van één enkele studie. Het IPCC doet geen uitspraak over welke sociale ontwikkelingen in de toekomst zullen plaatsvinden, maar geeft een brede waaier aan mogelijkheden. Lomborg stelt dat op basis van huidige trends de toekomst zich in één bepaalde richting zal ontwikkelen. Nu is het niet zo vreemd om aan te nemen dat huidige trends in de toekomst zullen doorzetten, vreemd is dat Lomborg precies weet welke trends zullen doorzetten: de positieve.<sup>14</sup> Daarnaast verschillen beide van mening over doel en functie van een voorspelling, die voor het IPCC aangeeft wat mogelijk kan zijn, en voor Lomborg (lijkt het) moet aangeven wat er zal zijn. Klimaatmodellen zullen echter nooit voorspellingen kunnen leveren die aan deze eis voldoen.

Lomborg is te optimistisch over de ontwikkelingen in de toekomst. Misschien zal hij later gelijk krijgen, maar momenteel is er nog onvoldoende grond om op zijn optimisme te vertrouwen. Ik heb wat dat betreft meer vertrouwen in het IPCC dat niets wil zeggen tot het meer weet.

---

13. Of in ieder geval een veel grotere mate van waarschijnlijkheid dan het IPCC geeft.

14. De 'gebruikelijke' manier van toekomstdenken wordt toegelicht in de wetenschappelijke scheurkalender 2002: "Allerlei negatieve trends van vandaag worden doorgetrokken en er ontstaat een zwarte toekomst." Deze manier van toekomstdenken is natuurlijk net zo subjectief als die van Lomborg.



## Hoofdstuk 4

### Het voorkomen van klimaatverandering<sup>1</sup>

De vraag 'Wat is mogelijk?' kan op verschillende manieren worden opgevat. Ik zal dat hier op twee verschillende manieren doen. Ten eerste zal ik ingaan op de vraag wat voor mogelijke gevolgen van een temperatuurstijging voorspeld worden. Hier zal ik vooral ingaan op wat het IPCC daarover zegt en wat Lomborg ervan vindt. De tweede vraag waar ik me mee bezig zal houden is wat mogelijk is om klimaatverandering te voorkomen.

#### 4.1 De gevolgen van klimaatverandering

##### 4.1.1 De voorspellingen van het IPCC

In het vorige hoofdstuk is de klimaatwetenschap van het IPCC besproken. Daarin is ook verteld met hoeveel graden het IPCC voorspelt dat de temperatuur in 2100 ten opzicht van de huidige temperatuur zal stijgen. Dat is niet het enige dat het IPCC voorspelt. Door de invloed van (onder andere) de  $CO_2$ -uitstoot verandert het hele weerbeeld. Het gemiddeld warmer worden is daar een aspect van. Ook neerslagpatronen kunnen bijvoorbeeld veranderen. Dit kan gevolgen hebben voor de wereldbevolking.

Het IPCC voorspelt dat tot 2100 de gemiddelde mondiale oppervlaktetemperatuur tussen 1,4 en 5,8°C zal stijgen. Het landoppervlak van het noordelijk halfrond zal meer dan gemiddeld opwarmen, vooral in de winter, wat zal leiden tot een kortere winter. In Zuid en Zuidoost-Azië en in Zuid-Amerika zal de opwarming minder dan gemiddeld zijn. Verder zal gedurende de 21<sup>e</sup> eeuw de neerslag toenemen. Bepaalde fenomenen, zoals het stijgen van de temperatuur, zijn nu al merkbaar. Het laatste decennium van de 20<sup>e</sup> eeuw was het warmste decennium ooit gemeten. Van andere fenomenen, waarvan het IPCC voorspelt dat deze de komende eeuw zullen veranderen in intensiteit, is nu nog niets te merken. Zo voorspelt het IPCC een toenemende cycloonintensiteit. Er is echter over de 20<sup>e</sup> eeuw te weinig cycloondata beschikbaar om iets zinnigs te kunnen zeggen over de cycloonintensiteit, en gegevens die er wel zijn duiden niet op een toegenomen intensiteit (IPCC, 2001a).

In de voorspellingen van het IPCC zit regionale variatie en variatie vanwege de verschillende klimaatscenario's. Voor bepaalde regio's zijn de voorspellingen van de meeste klimaatscenario's redelijk consistent. Zo zal de doorstroming in rivieren in gebieden op een hogere breedtegraad en Zuidoost-Azië toenemen, maar in Centraal-Azië, zuidelijk Afrika en Australië afnemen. De doorstroming neemt vooral af door een toename in de verdamping. Naast de afname van de water kwantiteit, neemt ook de kwaliteit van het water af door hogere watertemperaturen (betere kiemplaats voor ziekteverwekkers), en vervuiling. Het

---

1. Voorkomen kan hier zowel met de klemtoon op de eerste als op de tweede lettergreep gelezen worden.

aantal mensen dat in een gebied leeft met waterschaarste zal tot 2025 bijna verdrievoudigen, afhankelijk van de bevolkingsgroei. Deze mensen zullen niet zozeer meer water eisen voor zichzelf en hun industrie, maar wel voor hun irrigatie vanwege de toegenomen verdamping. Daarnaast zullen in veel regio's de grootte en frequentie van overstromingen toenemen, veel gletsjers zullen kleiner worden en in gebieden waar nu 's winters sneeuw valt, kan een groter gedeelte van de neerslag als regen vallen, wat weer bijdraagt aan het verschuiven van de piekdoorstroming in rivieren van lente naar winter (IPCC, 2001c). Dit kan gevolgen hebben voor de landbouw en de voedselopbrengst.

Op basis van experimenteel onderzoek stelt het IPCC dat er grote variaties bestaan in veranderingen in de oogstopbrengst door klimaatverandering. Veranderingen in oogstopbrengst zijn afhankelijk van de soort van het gewas en het zaaigoed, kwaliteit van de grond, waterschaarste, directe effecten van  $CO_2$  en dergelijke. Een toename in  $CO_2$ -concentratie kan zorgen voor snellere groei van de oogst. Dat voordeel kan teniet worden gedaan door de gevolgen van toegenomen warmte en droogte. Er zullen aanpassingen gemaakt moeten worden in de vorm van aanpassen van de zaaitijden, mate van bemesting en selectie van rassen. Door aanpassingen is het mogelijk dat een kleine klimaatopwarming (niet meer dan enkele graden) in het algemeen zal leiden tot positieve reacties (hogere opbrengst). In tropische gebieden zal echter zelfs een minimale opwarming tot minder oogstopbrengsten leiden, omdat daar gewassen al hun temperatuurmaximum hebben bereikt. Oogstopbrengsten zullen hier nog verder afnemen als ook nog de hoeveelheid neerslag afneemt. Dit zal er toe leiden dat de prijzen van voedsel zullen stijgen. Het gevolg hiervan voor de hele economie kan zijn dat inkomens, van vooral de kwetsbare groep, zullen dalen, en dat er een groter (absoluut) aantal mensen in hongersnood komt (IPCC, 2001c).

Klimaatverandering heeft daarnaast ook invloed op de gezondheid van mensen. Het optreden van malaria kan zich uitbreiden naar andere regio's en andere tijden van het jaar. Of de ziekte zich ook meer zal voordoen hangt af van de lokale omstandigheden op milieugebied en gezondheidszorg. Dat het warmer wordt betekent dat er meer hittegolven zullen optreden, met meer doden als gevolg van warmte. Tegelijkertijd zullen er ook minder mensen door de kou omkomen. Door het stijgen van de zeespiegel zal er door meer overstromingen een groter gevaar zijn voor verdrinking, en zoals zo vaak gebleken bij overstromingen uit het verleden, een grote kans op ziektes als diarree en aandoeningen aan de luchtwegen. In ontwikkelingslanden zal dit leiden tot meer honger en ondervoeding. Snelle klimaatverandering kan de sociaaleconomische stabiliteit van sommige regio's verstoren, wat ook weer negatieve gevolgen heeft op het welzijn en de gezondheid van mensen (IPCC, 2001c). Samenlevingen kunnen op drie belangrijke manieren verstoord worden door klimaatverandering:

1. Economische sectoren die de samenleving ondersteunen kunnen verstoord worden door veranderingen in beschikbare bronnen of vragen van de markt voor goederen en diensten.
2. Sommige delen van de fysieke infrastructuur (waaronder (energie) distributiesystemen), gebouwen, stadsdiensten, en bepaalde industrieën (zoals landbouw en toerisme) kunnen direct getroffen worden.
3. De bevolking kan direct getroffen worden door extreem weer, veranderingen in de gezondheid en migratie.

Het grootste risico wordt gevormd door overstromingen en landverschuivingen, door toegenomen neerslag en stijging van de zeespiegel, waarbij afvoersystemen de extra toevoer niet aan kunnen. Snelle verstedelijking van laaggelegen gebieden, met daarbij horende bevolkingsgroei en toename van de waarde van bezit, heeft ervoor gezorgd dat bijvoorbeeld

cyclonen en overstromingen meer menselijke en materiële schade kunnen toebrengen. Deze schade zal door klimaatveranderingen alleen maar toenemen, want de cyclonen zullen toenemen. Vooral gebieden met weinig economische diversificatie of waar een groot deel van het inkomen afhankelijk is van klimaatgevoelige industrieën (landbouw, bosbouw en visserij) lopen een groot risico op sociaaleconomische problemen, doordat zij geen middelen hebben om een eventuele klap op te vangen. Ze kunnen waarschijnlijk niet snel op iets anders overstappen. Dit kan grote invloed hebben op het BBP. Voor ontwikkelingslanden kan het zelfs betekenen dat hun ontwikkeling wordt stilgezet (IPCC, 2001c).

Verder kan klimaatverandering van grote invloed zijn op ecosystemen. Het is niet waarschijnlijk dat ecosystemen (alle soorten die in een bepaald gebied leven) in hun geheel zullen verhuizen, er zullen voornamelijk veranderingen optreden in de soortensamenstelling in een gebied. De grenzen van de leefgebieden van zoet- en zoutwatervissen zullen verschuiven richting polen: koudwatervissen zullen een kleiner leefgebied krijgen, warmwatervissen een groter. Dit zal invloed hebben op de aantallen en soorten vissen in een gebied en de samenlevingen die afhankelijk zijn van de visvangst. Naast het stijgen van de zeeoppervlaktetemperatuur, zullen ook het gemiddeld stijgen van de zeespiegel (onder andere door het uitzetten van het zeewater), het veranderen van het zoutgehalte van oceanen en de oceaancirculatie gevolgen zijn van klimaatverandering voor oceanen. Door het stijgen van de zeespiegel zullen veel kustgebieden vaker te maken krijgen met overstromingen, afslag van kustgebieden (erosie) en zeewater dat zoetwatergebieden (rivieren) instroomt (IPCC, 2001c).

Veel soorten die momenteel erg bedreigd zijn, zouden kunnen uitsterven, omdat ze zich niet kunnen aanpassen aan klimaatverandering. Ze kunnen bijvoorbeeld niet naar een andere streek trekken, doordat de mens daarvoor obstakels heeft opgeworpen in de manier waarop hij zijn land gebruikt (onder andere door het kappen van bossen). Of soorten zich aan kunnen passen hangt vooral af van de snelheid waarmee de veranderingen optreden. De zeespiegel mag niet sneller stijgen dan het koraalrif groeit, en het koraalrif moet natuurlijk wel de (fysieke) ruimte krijgen om te groeien (IPCC, 2001c).

Het IPCC geeft ook een aantal mogelijke oplossingen om de wereld voor te bereiden op klimaatverandering en grote schade te voorkomen. Watermanagementsystemen kunnen bijvoorbeeld toegepast worden om aan te passen aan de hydrologische effecten (te veel water of juist te weinig) van klimaatverandering. Om de voedselvoorziening voor mensen veilig te stellen kan bijvoorbeeld gekozen worden voor ander zaaigoed, een ander ras van een gewas dat wel bestand is tegen het nieuwe (veranderde) klimaat. De gezondheidsrisico's van klimaatverandering kunnen aangepakt worden door bijvoorbeeld de infrastructuur van de gezondheidszorg te verbeteren (vooral in ontwikkelingslanden) en milieubeheer die gericht is op gezondheid (verbeteren van lucht- en waterkwaliteit, stadsplanning en ontwerp van huizen). Dit laatste houdt ook in dat er gekeken moet worden naar waar bewoning en industrie gebouwd worden in verband met gevaren voor overstromingen en dergelijke. Om te voorkomen dat soorten uitsterven door klimaatverandering, stelt het IPCC voor dat de mens reservaten en corridors moet opzetten, zodat soorten kunnen migreren, maar ook fok- en herlocatieprogramma's (IPCC, 2001c).

#### **4.1.2 De verwachtingen van Lomborg**

De vierde vraag die Lomborg stelt met betrekking tot klimaatopwarming is: Wat zijn de gevolgen van een mogelijke temperatuurstijging?<sup>2</sup> In deze paragraaf zal ingegaan worden

---

2. Op de eerste drie vragen is ingegaan in paragraaf 3.5.

op Lomborgs antwoord op deze vraag. Het antwoord van het IPCC is inmiddels gegeven. Wederom ziet Lomborg het niet zo donker in; hij gaat bij zijn bespreking van de gevolgen van klimaatopwarming uit van het worstcase-scenario van het IPCC (Lomborg, 2001, p287). Naar aanleiding van een studie van het IPCC uit 1996 naar de gevolgen voor de landbouw stelt Lomborg dat het niet vreemd is dat de landbouw-opbrengsten achteruit gaan als boeren, ondanks dat het warmer wordt en meer zal regenen, zich totaal niet aanpassen aan de veranderde situatie. Er had met twee dingen rekening gehouden moeten worden: meer  $CO_2$  stimuleert de groei van planten<sup>3</sup>, en boeren kunnen aanpassingen maken in gewasras en zaaitijd. Hierdoor zal de wereldgraanproductie nauwelijks toe- of afnemen, in plaats van met 10 tot 20% dalen.<sup>4</sup> De onderstaande tabel over de procentuele veranderingen in graanproductie is aan Lomborg ontleend (2001, p288):

	Wereld	Industrielanden	Ontwikkelingslanden
Alleen temperatuurstijging	-20 tot -11 %	-24 tot -4 %	-16 tot -14 %
+ $CO_2$ -bemesting	-8 tot -1 %	-4 tot +11 %	-11 tot -9 %
+ kleine aanpassing	-5 tot 0 %	+2 tot +11 %	-13 tot -9 %
+ bescheiden aanpassing	-2 tot +1 %	+4 tot +14 %	-6 tot -7 %

Het zijn dus vooral de ontwikkelingslanden die onder opwarming zullen leiden, voor ontwikkelde landen kan opwarming voordelig uitpakken. Maar, stelt Lomborg, deze opwarming en de klimaatverandering zullen slechts geleidelijk plaatsvinden. Tegen de tijd dat er duidelijk iets aan de hand is, zullen veel ontwikkelingslanden veel rijker zijn en beter in staat om het probleem aan te pakken, dan nu het geval is (Lomborg, 2001, p289). Lomborg concludeert dat het wel mee zal vallen met het achteruitgaan van de wereldgraanproductie.

Ook het extremer worden van het weer (meer stormen) en het overstromen van laaggelegen gebied zal volgens Lomborg wel meevallen. Wederom, stelt Lomborg, is in de voorspellingen van het IPCC geen rekening gehouden met de maatregelen die mensen zullen nemen. Het IPCC geeft aan hoeveel mensen risico lopen op overstroming in 2080, als ze dezelfde bescherming (even hoge dijken) hebben als mensen nu. Aangezien de bevolking met minstens een paar miljard zal toenemen is het niet zo vreemd dat er meer mensen risico lopen op overstroming. Lomborg vindt het onredelijk om aan te nemen dat in een veel rijkere wereld er weinig tot niets gedaan zal worden om zich tegen het stijgende water te beschermen<sup>5</sup> (Lomborg, 2001, p290). Als voorbeeld noemt Lomborg de Art Deco wijk in Miami. Deze toeristische trekpleister brengt jaarlijks US\$11 miljard op. Deze wijk beschermen tegen overstroming zal maar een schijntje kosten van wat deze wijk jaarlijks opbrengt. Het lijkt Lomborg sterk dat een beetje hoog water ervoor zal zorgen dat deze wijk in een spookstad verandert (Lomborg, 2001, p291).

3. Het is niet duidelijk of er in de berekeningen van de stijging van de oogstopbrengst door  $CO_2$ -bemesting ook rekening meegehouden is dat  $CO_2$  alleen niet voldoende is voor de groei van gewassen. De grond moet ook voldoende mineralen bevatten.

4. Hier is een vergelijking gemaakt tussen een wereld in 2060 zonder klimaatopwarming en één met klimaatopwarming.

5. In de jeugdroman *Niemand houdt mij tegen: een avontuur in de 22ste eeuw* schrijft Evert Hartman dat vanwege de stijgende zeespiegel grote delen van Nederland zijn overstroomd. De meeste mensen zijn naar het oosten gevlucht. De Amsterdammers hebben een groot deel van hun stad afgebroken en herbouwd even onder Staphorst. De Rotterdammers hebben hoge wanden van kunststof en beton rondom hun stad gezet om die te beschermen tegen de zee. Rotterdam is nu een diepgelegen eiland, maar nog steeds een wereldhaven (Hartman, 1991).

Lomborg ziet ook geen grote problemen met de volksgezondheid door klimaatopwarming. Sterfte door warmte wordt, ten eerste, gecompenseerd door minder sterfte door kou. Ten tweede begint sterfte door warmte niet vanaf een vaste temperatuur voor de hele wereld, maar bij een temperatuur die boven de gebruikelijke lokale temperatuur ligt. In Finland begint sterfte door warmte bij  $17,3^{\circ}\text{C}$ , in Athene bij  $25,7^{\circ}\text{C}$ . De lokale bevolking zal zich dus aan kunnen passen aan gestegen temperaturen, zonder veel toename in de sterfte door warmte (Lomborg, 2001, p291). Vraag is natuurlijk hoe snel de bevolking zich aan stijgende temperaturen kan aanpassen, Lomborg gaat hier niet op in. Het is waarschijnlijk dat de sterfte door warmte eerst zal toenemen met stijgende temperatuur. Als de temperatuur gestabiliseerd is, zal de sterfte door warmte geleidelijk dalen.

Een ander punt is dat zogenaamde tropische ziekten als malaria veel meer zullen voorkomen. Volgens Lomborg is voor het voorkomen van malaria niet de temperatuur de belangrijkste factor, maar meer de ontwikkeling en mogelijkheden van een land om de ziekte te bestrijden. Tot na de Tweede Wereldoorlog kwam malaria nog voor in veel Europese landen en grote delen van de VS. Inmiddels is malaria hier verdwenen, en is het niet waarschijnlijk dat ze zal terugkeren (Lomborg, 2001, p287).

Verder wordt vaak voorspeld dat klimaatopwarming zal leiden tot meer extreem weer, zoals El Niño en tropische stormen. Computermodellen kunnen dit echter niet onderbouwen, schrijft Lomborg. El Niño zorgt ervoor dat de passaatwinden afzwakken, waardoor het heet wordt en veel regent in Ecuador en Peru. Het spiegeleffect La Niña wakkert de passaatwinden aan waardoor het veel gaat regenen in de westelijke tropische Stille Oceaan. Tegelijk zijn er in El Niño-jaren minder orkanen op de VS dan andere jaren. Een sterker El Niño-effect zou een andere voorspelling, namelijk dat klimaatopwarming tot meer orkanen zou leiden, tegenwerken, meent Lomborg (2001, p293). Voor beide effecten zijn echter onvoldoende aanwijzingen. El Niño is de laatste jaren sterker geworden, maar dit kan een natuurlijke variatie in het patroon van El Niño zijn. Verder is het de afgelopen decennia wel warmer geworden, maar zijn er niet (duidelijk) meer orkanen of cyclonen geweest (Lomborg, 2001). De schade door cyclonen is wel toegenomen. Dit ligt echter niet aan het toenemen van het aantal cyclonen of zelfs het toenemen van de kracht van de cyclonen. De economische schade is toegenomen doordat in gebieden die getroffen worden door orkanen steeds meer mensen wonen, die steeds meer te verliezen hebben (Lomborg, 2001, p297).

Het is wel warmer geworden, stelt Lomborg, maar het weer is niet extremer geworden. Wat is er dan wel gebeurd? De gemiddelde opwarming over de afgelopen eeuw van  $0,6^{\circ}\text{C}$  blijkt vooral de stijging van de laagste temperaturen te betreffen. De minimumtemperaturen zijn meer gestegen dan de maximumtemperaturen. Het zijn dus vooral de nacht- en wintertemperaturen die gestegen zijn. Dit betekent dat kou gerelateerde spanningen (zoals de griep) zullen afnemen zonder dat warmte gerelateerde spanningen zullen toenemen. Zulk soort opwarming kan erg voordelig zijn. Het zou bijvoorbeeld ook kunnen zorgen voor hogere oogstopbrengsten. Het is op veel plaatsen namelijk ook meer gaan regenen. Op andere plaatsen is het echter droger geworden (Lomborg, 2001, p298).

Volgens Lomborg zijn dus sommige gevolgen van klimaatopwarming overdreven. Soms omdat er geen aanwijzingen voor bestaan (orkanen), soms omdat er geen rekening wordt gehouden met redelijke aanpassingen aan problemen (zeespiegelstijging). Sommige gevolgen zullen voordelig zijn, zoals het stijgen van de koudste temperaturen, andere nadelig, zoals meer verdamping in toch al droge gebieden. Opwarming zou deze ongewenste effecten nog verder kunnen versterken (Lomborg, 2001, p300).

Lomborg en het IPCC maken op veel punten dezelfde voorspellingen over de gevolgen van het toekomstige klimaat, en geven bij enkele punten dezelfde bedenkingen. Toch verschillen zij op belangrijke punten, zoals de gevolgen voor de landbouw, van mening. Het IPCC schetst namelijk wat er kan gebeuren als er geen aanpassingen worden gedaan aan de veranderingen in het klimaat en als er ook niets (effectiefs) is gedaan om klimaatverandering te voorkomen. Lomborg vindt het absurd om te stellen dat mensen niets zullen doen, zelfs als ze 'met eigen ogen zien' dat het weer en de zeespiegel veranderen. Eenzelfde verschil van opvatting was ook al te zien in hoofdstuk 3 bij de beoordeling van de scenario's. Het IPCC stelde zes hoofdsenario's op en kwam met de daarvan afgeleide scenario's op 40 toekomstschetsen die het alle 40 even aannemelijk vindt. Lomborg daarentegen vindt dat het IPCC beter had moeten kijken in welke richting de huidige ontwikkelingen gaan, dan zouden er slechts enkele scenario's zijn geschreven. Ook hier is het probleem dat het IPCC niet kijkt naar ontwikkelingen. Het is echter de vraag of het binnen de taak van het IPCC valt om te anticiperen op hoe mensen zullen reageren op klimaatverandering. Waarschijnlijk niet. Bij het opstellen van de toekomstscenario's is besloten dat in geen enkel scenario bewust maatregelen genomen zouden worden om klimaatopwarming te voorkomen.

Het IPCC lijkt te willen schetsen wat er zou gebeuren als we van niets weten, en dus ook niets kunnen doen om het tegen te houden. Ik ben het met Lomborg eens dat het vreemd is dat in de toekomst niets ondernomen zal worden, terwijl men wel merkt dat de zeespiegel stijgt of dat het 's winters warmer wordt.<sup>6</sup> Mensen zullen proberen zich aan te passen aan deze veranderingen. In veel gevallen zal dit ook wel lukken, als de veranderingen niet te snel gaan. Aan andere dingen zal het moeilijker aanpassen zijn, en voor die gevallen is het misschien beter om klimaatverandering te voorkomen. Daarover zijn het IPCC en Lomborg het wel eens.

## 4.2 De tempering van klimaatverandering

Er lijkt nauwelijks discussie te zijn over de vraag of het überhaupt mogelijk is om de opgetreden versterking van het broeikas effect ongedaan te maken. Men lijkt zich vooral te concentreren op de vraag hoe het mogelijk is om verdere versterking te temperen. Dat dat mogelijk is lijkt logisch te volgen uit de aanname: meer  $CO_2$ -uitstoot versterkt het broeikas effect. Dus minder  $CO_2$ -uitstoot versterkt het broeikas effect niet. In deze paragraaf wil ik bespreken welke mogelijkheden er zijn om de netto  $CO_2$ -uitstoot terug te dringen. Dat kan door minder  $CO_2$  uit te stoten, maar ook door meer  $CO_2$  op te nemen. Ik wil mij hier vooral richten op de technische mogelijkheden die er zijn. Daarnaast zullen ook economische en sociale mogelijkheden aan bod komen, maar deze zijn in veel gevallen bedoeld om de technische mogelijkheden te stimuleren. Er zijn verschillende technische mogelijkheden om de netto  $CO_2$ -uitstoot terug te dringen. De meest directe manier hiervoor is minder  $CO_2$  uit te stoten door minder fossiele brandstoffen te gebruiken. Dat kan door fossiele brandstoffen en de energie die ermee opgewekt wordt efficiënter te gebruiken. Of door de benodigde energie op een andere manier op te wekken. Een andere methode is om meer  $CO_2$  op te nemen door het creëren van sinks. Ik wil in deze paragraaf laten zien wat er (technisch) zoal mogelijk is

---

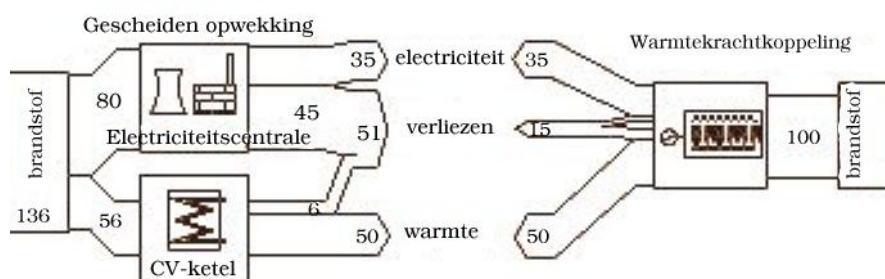
6. Ook als we aannemen dat we het klimaat (helemaal) niet kunnen voorspellen, en klimaatverandering niet te voorzien is, dan nog zullen mensen in staat zijn om klimaatverandering vast te stellen (wanneer deze optreedt). Vraag is of ze deze kunnen zien optreden tussen de gebruikelijke fluctuaties van het klimaat door? Waarschijnlijk is dit niet zo'n relevante vraag: als mensen één keer last hebben gehad van een overstroming willen ze daarna hogere dijken, of hoog water nu een structureel probleem is of eenmalig.



om de  $CO_2$ -uitstoot terug te dringen. Ik concentreer me hierbij vooral op wat er in Nederland mogelijk is, maar de meeste projecten die ik beschrijf zouden ook wereldwijd toegepast kunnen worden, zij het vaak in een enigszins aangepaste vorm. De informatie die ik hier gebruik is voor een groot deel afkomstig van het Projectbureau Duurzame Energie (PDE). Het PDE is een initiatief van de Nederlandse overheid, de energiesector en het bedrijfsleven. Zijn hoofddoelstelling is de bekendheid, de productie en het gebruik van duurzame energie te bevorderen. Het PDE kijkt hierbij naar de economische en milieu argumenten (zoals Lomborg het graag ziet (Lomborg, 2001, p282)). Ik wil in deze paragraaf niet ingaan op de redenen waarom in Nederland duurzame energie maar een klein deel uitmaakt van het totale energieverbruik. Ik zal enkel aangeven welke voor- en nadelen er aan duurzame energie zijn, en aan de andere mogelijkheden om netto minder  $CO_2$  uit te stoten.

#### 4.2.1 Energie-efficiëntie

Onder energie-efficiëntie kunnen twee dingen verstaan worden: 1) een hoger rendement (meer bruikbare energie) halen uit fossiele brandstoffen; en 2) zuiniger om gaan met de geproduceerde energie (electriciteit en warmte). Warmtekrachtkoppeling is een manier om een hoger rendement te halen uit fossiele brandstoffen. Over het algemeen worden warmte en electriciteit gescheiden opgewekt. Warmte thuis met een cv-ketel, electriciteit in een gas-of kolengestookte electriciteitscentrale. Hierbij treden echter grote verliezen op. De electriciteitscentrale verliest 45 van de 80 eenheden brandstof aan warmte, de cv 6 eenheden van de 56. Totaal zijn dus 136 eenheden brandstof nodig om 35 eenheden electriciteit, 50 eenheden nuttige warmte en 51 eenheden verloren warmte te produceren. Zie figuur 4.1. In een centrale met warmtekrachtkoppeling (WKK) wordt tegelijk warmte en electriciteit opgewekt. De warmte die bij de electriciteitsproductie vrijkomt, wordt voor het grootste deel nuttig gebruikt. In een WKK zijn slechts 100 eenheden brandstof nodig om 35 eenheden electriciteit, 50 eenheden nuttige warmte en 15 eenheden verloren warmte te produceren. Een aanzienlijke besparing (pde2, 2001; www6).



Figuur 4.1: Vergelijking gescheiden opwekking en warmtekrachtkoppeling. Bron: pde2 (2001)

Doordat minder brandstof wordt gebruikt wordt ook minder  $CO_2$  uitgestoten. De nuttige warmte uit een WKK kan gebruikt worden om huizen en gebouwen te verwarmen in de vorm van stadsverwarming. Hiervoor wordt de afvalwarmte die vrijkomt bij electriciteitsproductie middels een warmtewisselaar afgestaan aan een stadsverwarmingssysteem. De warmte in het stadsverwarmingssysteem wordt via warmtewisselaars afgegeven bij individuele afnemers.

De tweede vorm van nergie-efficiëntie leidt over het algemeen tot besparing van energie<sup>7</sup>. Dit betekent dat er ook minder fossiele brandstoffen worden gebruikt, en dus minder  $CO_2$  uitgestoten. Industrieën zouden dit kunnen bereiken door hun productierendement te verhogen. Individuen kunnen kiezen voor het gebruik van zuiniger apparaten, zoals koelkasten en wasmachines<sup>8</sup>, en in zuiniger auto's rijden. Ook een goed geïsoleerd huis kan een bijdrage leveren aan minder warmte (energie) verlies, dus aan energiebesparing, en dus aan minder  $CO_2$ -uitstoot.

#### 4.2.2 Duurzame energie

Weer een andere manier om minder  $CO_2$  uit te stoten is minder fossiele brandstoffen gebruiken door energie op een andere manier te produceren. Door over te stappen op duurzame energie wordt de  $CO_2$ -uitstoot verminderd. Duurzame energie is energie die 1) gewonnen wordt uit bronnen waarbij geen schadelijke milieu-effecten optreden bij winning en omzetting en die 2) in onuitputtelijke hoeveelheden beschikbaar zijn (pde3, 2001). Zoals bekend zijn de bronnen van fossiele brandstoffen eindig<sup>9</sup>, en komt er bij de verbranding hiervan  $CO_2$  vrij wat de eerder beschreven schadelijke gevolgen voor het milieu kan hebben. Fossiele brandstoffen voldoen dus op geen van beide punten aan de eisen voor duurzame energie. De zon en de wind blijken echter wel onuitputtelijke energiebronnen te zijn, en er komt geen  $CO_2$  vrij bij de winning van wind- en zonne-energie. Andere duurzame energiebronnen zijn water en aard- en omgevingswarmte. Ook biomassa is een duurzame energiebron, hoewel er bij de verbranding van biomassa  $CO_2$  vrijkomt. Evenals bij de verbranding van fossiele brandstoffen komt er net zoveel  $CO_2$  vrij als er eerder is opgeslagen in de biomassa. Biomassa heeft echter in vergelijking met fossiele brandstoffen een zeer korte levenscyclus, de hoeveelheid biomassa groeit snel aan en er wordt snel weer  $CO_2$  opgeslagen, daardoor kan biomassa gezien worden als onuitputtelijk, ofwel een duurzame bron. Een ander twijfelpunt is kernenergie. Kernenergie kent geen  $CO_2$ -uitstoot, maar de afvalproducten kunnen wel degelijk schadelijke milieu-effecten hebben. Door sommigen wordt kernenergie vanwege de afwezigheid van  $CO_2$ -uitstoot gezien als een 'groene' energiebron. Door milieu-organisaties echter niet. Koude fusie zou minder grote problemen hebben met radio-actiefafval. Helaas is koude fusie nog vooral een theoretische energiebron.

Hieronder zal ik enkele duurzame energiebronnen nader beschrijven.

##### *Windenergie*

Windenergie is een van de bekendste vormen van energie, en ook een van de oudste. Ver voor onze jaartelling werden door oude beschavingen in China, India en Perzië windmolens gebruikt om water te verpompen en graan te malen. Wind is ook een onmisbaar hulpmiddel geweest om ons over het water voort te bewegen. De machtige zeilvloten van de VOC en Michiel de Ruyter werden voortgestuwd door deze onuitputtelijke bron van energie. In Nederland zijn met behulp van windmolens vele polders drooggelegd. Veel van deze functies van de windmolen werden na de uitvinding van de stoommachine door deze overgenomen. In landen zonder eigen kolenvoorraad, zoals Denemarken, bleef de windmolen populair.

7. Behalve wanneer men de zuiniger lamp (spaarlamp) gebruikt om meer en langer het licht aan te laten.

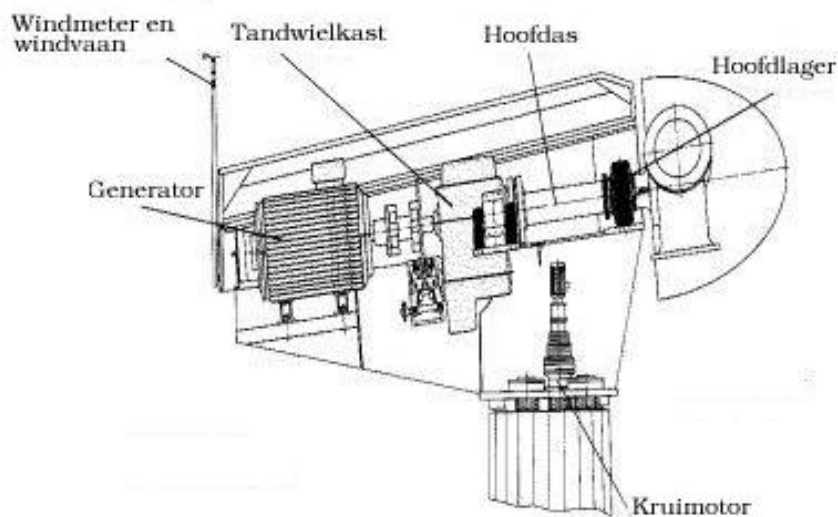
8. Overigens is het nog energiezuiniger om niet zelf een wasmachine te hebben, maar naar een wasserette te gaan.

9. Analoog met de fabel van Achilles en de schildpad, kunnen fossiele brandstoffen echter nooit opraken. Eerst gaat de helft op, daarna de helft van de overgebleven helft, daarna daar de helft van, enzovoort.

Na de olieboycotten in de jaren zeventig kwam er ook daarbuiten meer aandacht voor de windmolen als electriciteitopwekker (Lomborg, 2001; pde6, 2001).

Om met een windmolen electriciteit op te kunnen wekken is het van belang dat het waait. Wind ontstaat doordat de aarde ongelijkmatig wordt verwarmd. De luchtdrukverschillen die hierdoor ontstaan veroorzaken samen met de draaiing van de aarde stroming van de lucht. Het waait niet overal op aarde even hard. Op open vlaktes waait het harder en obstakels zoals bomen remmen de wind af. Nederland ligt wat wind betreft vrij gunstig, en is dus bijzonder geschikt om er electriciteit met windturbines op te wekken (pde6, 2001).

Het belangrijkste onderdeel van een windturbine is het rotorblad; door de uitgekiende vorm van het blad wordt de energie van de langstromende lucht omgezet in een draaiende beweging. De rotorbladen zitten vast aan de hoofdas of naaf, waar van de draaiende beweging wordt versneld in een tandwielkast. De sneldraaiende, uitgaande as van de tandwielkast drijft op zijn beurt een generator aan die elektriciteit opwekt. Assen, tandwielkast en generator zijn ondergebracht in de gondel bovenop de mast. Een kruimotor zorgt ervoor dat de gondel recht op de wind wordt gericht. In figuur 4.2 staat een doorsnede van een windturbine.



Figuur 4.2: Doorsnede van een windturbine. Bron: pde6 (2001)

De energie-opbrengst van de windmolen neemt toe naarmate de rotordiameter en de ashoogte toenemen (hoge bomen vangen immers veel wind). De rotordiameter is de middellijn van de cirkel die de uiteinden van de rotorbladen beschrijven. De ashoogte is de afstand van de hoofdas tot de grond. Windmolens worden steeds groter: in 1988 was het vermogen van de gemiddelde windturbine nog zo'n 100 kilowatt met een rotordiameter van 20 meter en een ashoogte van 30 meter. Momenteel worden veel projecten gepland waarbij de turbine een vermogen heeft van rond de 1500 kilowatt. De bijbehorende rotordiameter is 60 tot 70 meter en de ashoogte kan oplopen tot wel 100 meter. De electriciteitsopbrengst hangt sterk af van de hoeveelheid wind op een locatie. Een klein verschil in de gemiddelde windsnelheid kan een groot verschil in de opbrengst veroorzaken. Om te voorkomen dat windmolens elkaars opbrengst beïnvloeden moeten ze op een bepaalde minimale afstand van elkaar staan: gemiddeld zes maal de rotordiameter. Vanaf windkracht 2 begint de turbine te draaien en bij

ongeveer windkracht 6 wordt het maximale vermogen door de turbine geleverd. Bij windsnelheden boven windkracht 10 wordt de windturbine stilgezet om overbelasting te voorkomen. Op een goede locatie levert een gemiddelde turbine jaarlijks een electriciteitsopbrengst van zeker 850 kWh per vierkante meter rotoroppervlak (dat is het oppervlak van de cirkel die de rotorbladen beschrijven) (pde6, 2001).

Windmolens worden voornamelijk op land geplaatst, maar zouden ook op zee geplaatst kunnen worden. Hier is wel een herontwerp voor nodig. Op zee waait het harder, dus kunnen er molens met een groter vermogen neergezet worden. Maar op zee stormt het ook aanmerkelijk harder en daar zullen deze molens ook bestand tegen moeten zijn. Daarnaast moeten de molens zo ontworpen worden dat ze minder onderhoud nodig hebben (bijvoorbeeld door het achterwege laten van de onderhoudsgevoelige tandwielkast). Het is op zee immers niet mogelijk om bij ieder gebrek even met een bootje langs te varen om het te repareren.

Een andere mogelijkheid is om windmolens op het dak van hoge gebouwen te plaatsen. Ook hiervoor is een herontwerp nodig, of beter, een geheel nieuw ontwerp. Er bestaan twee basisprincipes voor verticale windmolens. De eerste is de zogenaamde Savoniusmachine. Dit zijn twee halve cilinders die met de bolle kant aan elkaar vastzitten (ze staan veel bij benzinepompen als draaiend reclamebord). Theoretisch heeft deze machine een maximaal rendement van 19%. De andere is de zogenaamde Darrieusrotor. Deze heeft een verticale as, waar onder en boven gebogen rotorbladen aan zijn bevestigd. Deze rotor heeft wel een goed rendement, maar het grote nadeel is dat deze hinderlijke trillingen opwekt. Dit probleem blijkt ondervangen te kunnen worden door gebruik te maken van rechte rotorbladen en deze als schoepen tussen twee velgen te spannen. Zo ontstaat een kleine windmolen met een hoog rendement die gemakkelijk op flatdaken te plaatsen is, zodat de flat zelfvoorzienend wordt (Mieras, 2001; www15)

De kostprijs van windenergie is erg afhankelijk van de locatie van de windturbines. Per locatie zijn het windaanbod en de kosten voor onder andere de aansluiting op het elektriciteitsnet verschillend. De kostprijs varieert van 5 cent<sup>10</sup> per kilowattuur op goede windrijke locaties tot zo'n 8 cent per kWh landinwaarts. Ter vergelijking, de kostprijs van electriciteit uit fossiele brandstoffen zoals gas en steenkool bedraagt ca. 4 cent per kWh (pde6, 2001). Behalve dat windenergie iets duurder is dan fossiele energie (10 jaar geleden was het verschil met fossiele energie veel groter, de verwachting is dat windenergie in verhouding met fossiele energie goedkoper blijft worden (Lomborg, 2001)), heeft het nog meer nadelen. Al zijn dit veelal "fabels" (Rispen, 2001). Eén van de kritieken is het dierenleed dat windmolens veroorzaken. Vele vogels vliegen tegen windmolens te pletter of worden door de wervelingen achter de rotor gegrepen. Jaarlijks leggen daarbij zo'n 10.000 vogels (in Nederland) het loodje. In het verkeer komen in Nederland jaarlijks 2 miljoen vogels om, en door de jacht 1,5 miljoen. Het is dus maar een fractie van het aantal vogels dat jaarlijks overlijdt waarbij dat ten gevolge van een windmolen is. Windmolens kunnen wel het leefgebied van vogels verstoren. Veel vogels raken aan windturbines in hun omgeving gewond, maar er moet aandacht worden besteed aan eventuele verstoring van kwetsbare vogelsoorten. Bij grote windparken (meer dan 10 megawatt of meer dan tien turbines) moet een milieu-effect rapportage gemaakt worden, waarbij ook de effecten op de vogelpopulatie beoordeeld moeten worden (pde6, 2001).

Een ander probleem met windmolens is dat ze veel lawaai maken en hinderlijke scha-

---

10. Alle prijzen zijn in euro's.

duwen geven ('fabel 3' (Rispens, 2001)). Windmolens worden echter ieder jaar stiller door zorgvuldig ontwerpen van de rotorbladen, een niet al te hoog toerental en een goede geluidsisolatie van tandwielkasten en generator. Door verder rekening te houden met de afstand van windmolens tot bebouwing of andere geluidsgevoelige plaatsen wordt geluidshinder voorkomen. Als de zon schijnt, veroorzaakt een draaiende rotor bewegende schaduwen. Hier wordt tegenwoordig echter rekening meegehouden bij de plaatsing van windmolens. Een huis op 250 meter afstand van een windmolen heeft zo slechts vijf uur per jaar last van slagschaduwen. Op die momenten kan de windturbine stilgezet worden zonder al te veel opbrengstverlies (pde6, 2001; Rispens, 2001).

Verder is er veel kritiek op windmolens omdat ze het uitzicht bederven. Dit is een subjectieve kritiek. Bij de plaatsing van windmolens probeert men rekening te houden met de lijnen in het landschap. Maar veel belangrijker voor het uitzicht blijkt te zijn welke associatie men met windmolens heeft. Clusteropstellingen worden eerder geaccepteerd als omwonenden duidelijk is geworden dat daarmee een grote opbrengst wordt gegenereerd (pde6, 2001). In Duitsland staan de fabrieken die windmolens produceren allemaal in de windrijke kuststreek. De windmolenindustrie is daar een grote werkgever. Windmolens zijn daar geen uitzichtbelemmerende machines, maar machines die brood op de plank brengen (Rispens, 2001).

### *Waterkracht*

In de rivieren stroomt water onder invloed van het hoogteverschil naar de zee. Dit hoogteverschil wordt verval genoemd. Van dit verval wordt gebruik gemaakt om waterwielen aan te drijven. Op deze manier werden tot ver in de negentiende eeuw rechtstreeks zaagmachines en graanmolens aangedreven. Rond 1880 werd echter voor het eerst electriciteit opgewekt met een waterrad. Vanaf dan gaat het snel, er worden steeds meer en steeds grotere stuwdammen gebouwd om verzekerd te zijn van voldoende aanvoer van water, waarbij een zo groot mogelijk verval gecreëerd wordt. Bij een groot verval worden hoge watersnelheden verkregen. Het water spuit dan met grote snelheid tegen een waterwiel aan, of in een moderne 'impuls'-waterturbine. Door de as van de turbine te koppelen aan een generator wordt electriciteit opgewekt (pde5, 2001; Knoppers, 1999).

In Nederland zijn er gebieden waar waterkracht-energie niet zozeer te halen is uit een hoogteverschil of snelheid van het water, maar uit de enorme watermassa die in een kort tijdsbestek passeert. De toegepaste turbines maken gebruik van het drukverschil voor en achter de turbine, dit zijn zogenaamde 'reactie'-turbines. Het toerental van deze turbines is niet zo hoog als dat van de 'impuls'-turbines. De aanvoer van het water is benedenstrooms echter veel regelmatigiger dan bovenstrooms, zodat de aanleg van stuwweren niet nodig is. De electriciteitsproductie van een waterkrachtcentrale is sterk afhankelijk van het hoogteverschil en van de hoeveelheid water die de centrale passeert. Voor de Maas, met een hoogteverschil van 44 meter en een waterhoeveelheid van  $250 \text{ m}^3$  per seconde, is er een potentieel aan waterkracht van 108 MW. Doordat de Maas zonder stuwen voor de scheepvaart te snel leeg zou stromen, kan dit potentieel ook grotendeels werkelijk gebruikt worden. Want bij stuwen ontstaat een bruikbaar hoogteverschil over korte afstand. Momenteel staat er ongeveer 38 MW aan dergelijke turbines opgesteld. De productie kan per jaar verschillen door variatie in de watertoevoer. In 1999 was het huidig opgesteld vermogen goed voor een electriciteitsproductie van 90 GWh (pde5, 2001).

Daarnaast zijn er nog andere vormen van waterkracht. Bijvoorbeeld door gebruik te maken van golfbewegingen op zee. Hiervan zijn verschillende technieken in gebruik of ont-

wikkeling, zoals een caisson met een Wells luchturbine en de Archimedes Wave Swing (waterschommel). Een caisson met een Wells luchturbine bestaat uit een afgesloten betonnen kolom met een opening boven en één onder de waterspiegel. In het caisson bevindt zich een luchtbuffer die op en neer beweegt met de golfbeweging van het water en daardoor gedeeltelijk in- en uitstroomt door de opening boven de waterspiegel. Een zogenaamde Wells luchturbine zet de bewegingsenergie van de luchtkolom om in electriciteit. De Archimedes Wave Swing (AWS) maakt gebruik van het feit dat onder de top van een golf de druk hoger is dan onder het dal van de golf. Een mechaniek zet de op- en neergaande beweging van de onderdelen van de waterschommel om in een draaiende beweging. Hiermee wordt door middel van een generator electriciteit opgewekt. Momenteel wordt voor de kust van Portugal een AWS in de praktijk getest. Een andere methode is om gebruik te maken van de stromingen in het water door getijden, bijvoorbeeld met gebruikmaking van een rad met schoepen met scharnierende kleppen (pde5, 2001).

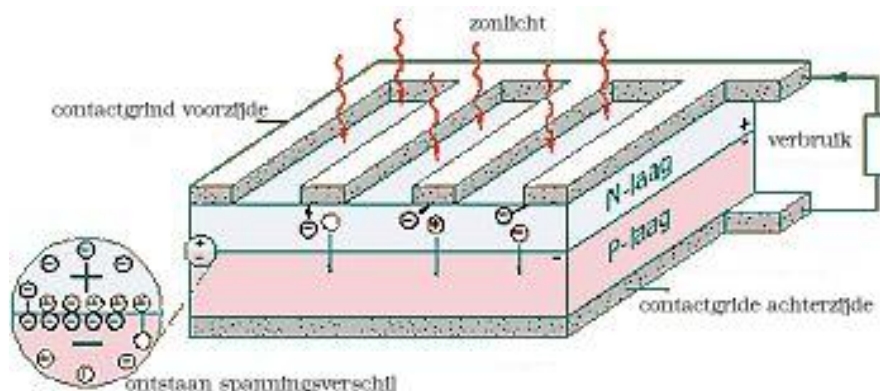
Hoewel waterkrachtcentrales prettig zijn voor de natuur, omdat ze geen uitstoot van schadelijke stoffen hebben, zijn ze ook onprettig voor de natuur: niet alle vissen overleven een tocht langs de waterturbines. Om dit probleem te ondervangen kunnen visgeleidingssystemen worden toegepast die vissen via een watertrap langs de waterkrachtcentrale leiden. De moeilijkheid hierbij is hoe de vissen naar de watertrap te lokken. Vissen reageren namelijk niet allemaal hetzelfde op dezelfde signalen. Waar de ene vis van schrikt, daar wordt de ander juist door aangetrokken (pde5, 2001). Verder is in Nederland een nadeel van waterkrachtcentrales dat de kostprijs van 'waterenergie' vrij hoog is (zo'n 9 cent per kWh). Dit komt door de beperkte valhoogte waardoor in Nederland slechts kleine projecten mogelijk zijn. Bij grote projecten met een grotere valhoogte (Scandinavië en in de Alpen) wordt de energiedichtheid veel groter waardoor compacte en meer kosteneffectieve installaties kunnen worden toegepast. Technologische ontwikkelingen zullen in Nederland ook nog leiden tot een kostprijreductie (pde5, 2001).

### *Zonne-energie*

Zonne-energie is ook een oude bekende als energiebron. In veel mediterrane landen zijn de huizen op het zuiden geïoriënteerd om 's winters zo veel mogelijk zonnewarmte op te vangen (Knoppers, 1999). Ook in Nederland wordt zonlicht gebruikt voor warmte. Passief gebeurt dit in serres, waarbij de zon gebruikt wordt als warmtebron zonder tussenkomst van speciale voorzieningen. Zo wordt in de winter op een relatief eenvoudige en goedkope manier energie bespaard. Zonnewarmte kan ook actief opgevangen worden. In woningen bijvoorbeeld met behulp van een zonneboiler. Een zonneboiler bestaat uit een zonnecollector en een voorraadvat. De collector bestaat uit een donker gekleurd buizenstelsel dat afgedekt is met een vlakke glasplaat, hierop valt het zonlicht. De vloeistof (vaak water) die door het buizenstelsel stroomt, wordt verwarmd door het zonlicht. Het warme water wordt opgeslagen in een voorraadvat, de warmteproductie komt over het algemeen namelijk niet overeen met de warmtevraag. Bij een geopende warmwaterkraan stroomt het koude leidingwater via een warmtewisselaar door het opgewarmde voorraadvat naar de kraan. Als het water niet warm genoeg is, wordt het eventueel naverwarmd door bijvoorbeeld een cv-ketel (pde7, 2001).

Daarnaast is het mogelijk om zonlicht om te zetten in electriciteit. Deze methode komt uit de ruimtevaart. Maar sinds anderhalf decennium wordt ze ook op aarde toegepast. Nu nog vooral om huishoudens in afgelegen gebieden (in bijvoorbeeld Indonesië) van stroom te voorzien. Er worden echter ook steeds meer nieuwbouwwoningen van zonneboilers en zonnepanelen voorzien, zodanig dat deze huizen grotendeels zelfvoorzienend zijn in energie.

In Nederland is genoeg zonlicht om met zonnecellen alle electriciteit op te wekken die nodig is (pde8, 2002). Een zonnecel werkt volgens het principe van de fotovoltaïsche (PV, naar het engels: photovoltaic) omzetting: de omzetting van licht naar electriciteit. De meest gebruikte zonnecel is gemaakt van silicium. Dit silicium bestaat uit twee lagen, de zogenaamde N-laag en P-laag, zie figuur 4.3. Door kleine chemische toevoegingen ontstaat een spanningsverschil op het scheidingsvlak van de twee lagen. Onder invloed van licht worden er extra elektronen losgemaakt in de zonnecel. Door een verbinding tussen beide lagen te maken gaat er een elektrische stroom lopen. Het fotovoltaïsche proces kan zonder felle zon op gang komen. Ook op een bewolkte dag kan een zonnecel electriciteit leveren.



Figuur 4.3: Schema van een zonnecel. Bron (pde8, 2002)

Zonnecellen worden meestal aan elkaar gekoppeld en ondergebracht in een zonnepaneel. Deze maken weer deel uit van een compleet PV-systeem (compleet met kabels en regelapparatuur). Een PV-systeem kan autonoom zijn of netgekoppeld. Bij een autonoom PV-systeem wordt de gewonnen electriciteit in een accu opgeslagen. Dit systeem wordt vooral gebruikt in gebieden waar geen electriciteitsnet is. Netgekoppelde PV-systemen zijn aan het electriciteitsnet gekoppeld. De overproductie van electriciteit uit het PV-systeem wordt afgegeven aan het electriciteitsnet. Wanneer meer electriciteit wordt verbruikt dan het PV-systeem produceert, wordt het tekort vanuit het electriciteitsnet aangevuld (pde8, 2002).

De opbrengst van een zonnepaneel is afhankelijk van de hellingshoek van het paneel en de richting waarin het paneel staat. De opbrengst is optimaal als het paneel een hellingshoek heeft van  $36^\circ$  en gericht is op het zuiden. Een gangbaar zonnepaneel van  $1 \text{ m}^2$  heeft een piekvermogen van 100 watt-piek. Het piekvermogen is het maximale vermogen dat bij maximale zoninstraling onder vastgestelde condities wordt geleverd. Een netgekoppeld PV-systeem levert in Nederland ongeveer 80 kilowattuur per jaar per vierkante meter. Een gemiddeld huishouden gebruikt ongeveer 40 keer zoveel energie (pde8, 2002). Om zelfvoorzienend te zijn zou bij ieder huis  $40 \text{ m}^2$  zonnepaneel moeten zijn opgesteld. Het PDE (Projectbureau Duurzame Energie) stelt dat er in Nederland voldoende zonlicht binnenvalt om te voorzien in onze energiebehoefte. Onze totale energiebehoefte<sup>11</sup> bedraagt bijna 2900 PJ of  $800 \cdot 10^9 \text{ kWh}$ , ofwel  $10.000 \text{ km}^2$  aan zonnepanelen. Dit is bijna een kwart van de oppervlakte van Nederland. Om alle huishoudens van stroom te voorzien is nog geen  $250 \text{ km}^2$  nodig. Tenzij er een enorme verbetering in de opbrengst van zonnepanelen komt, is het niet waarschijnlijk dat Nederland het van zonne-energie alleen zal moeten hebben. Daarnaast is

11. De energiebehoefte van huishoudens, industrie en andere.

een probleem met zonne-energie dat de kostprijs per kilowattuur relatief hoog is: 70 cent.

### *Aard- en omgevingswarmte*

Een andere, duurzame manier van energieproductie is gebruik te maken van warmte die al aanwezig is, bijvoorbeeld de warmte in de aarde, de buitenlucht, of afvalwarmte. In de laatste twee gevallen wordt gebruik gemaakt van een warmtepomp. Een warmtepomp 'pompt' warmte van een laag naar een hoog temperatuurniveau, de warmte wordt opgewarmd. Warmtepompen werken in vier stappen. De eerste stap is om warmte aan de warmtebron (bijvoorbeeld de buitenlucht) te onttrekken. Hiervoor wordt een vloeistof gebruikt met een kookpunt lager dan de omgevingstemperatuur. Deze vloeistof verdampt en onttrekt daarbij warmte aan de buitenlucht. Een compressor drukt vervolgens de verdampte vloeistof samen. Hierdoor stijgt de druk en de temperatuur van de damp. In de derde stap wordt de warmte van de damp afgestaan aan bijvoorbeeld een cv-installatie. In de condensor wordt de warmte afgegeven aan het koudere cv-water. De damp koelt daardoor zover af dat deze weer tot vloeistof condenseert. Een expander zorgt er voor dat de druk van de vloeistof weer daalt. De vloeistof stroomt naar de verdamper, waar het proces van voor af aan begint. Een koelkast werkt op deze manier: er wordt warmte onttrokken aan de koelkast en afgegeven aan de omgeving. Voor het samenpersen van de damp is energie nodig (aandrijfenergie). De omgevings- of afvalwarmte is echter gratis waardoor een warmtepomp altijd meer nuttige energie (warmte) levert dan er aan aandrijfenergie is ingestopt. Warmtepompen zijn in de woningbouw nog niet echt rendabel, vooral door de hoge investeringskosten ten opzichte van de reguliere verwarmingsopties, zoals een cv-ketel. Er wordt echter een aanzienlijke verbetering verwacht van de kosteneffectiviteit door verhoging van het rendement van warmtepomp en elektrische centrale, techniek- en systeemontwikkeling en massaproductie (pde4, 2002).

Aardwarmte is een andere manier om gebouwen of kassen te verwarmen. Momenteel zijn er geen projecten met aardwarmte in Nederland. In Nederland wordt wel, met behulp van warmtepompen, steeds vaker gebruik gemaakt van de warmte tot enkele meters in de bodem. Deze warmte is echter het gevolg van zoninstraling, daardoor is geen sprake van aardwarmte, maar van omgevingswarmte. Aardwarmte is energie die ontstaat door radioactiviteit in de kern van de aarde. Door geleiding wordt deze energie naar de aardkorst getransporteerd. De hoeveelheid aardwarmte is enorm. De buitenste zes kilometer van de aardkorst bevat thermische energie die overeenkomt met vijftigduizend keer de energie van alle olie- en gasvoorraden in de wereld. De voorraad aardwarmte kan als onuitputtelijk worden beschouwd, doordat de aarde slechts zeer langzaam afkoelt (pde1, 2001).

De Romeinen maakten al gebruik van aardwarmte voor de vloerverwarming in Pompeï. Daarvoor maakten ze gebruik van warmwaterbronnen en geisers. Aardwarmte met een hoge temperatuur zat daar dicht onder het oppervlak. Vanaf het aardoppervlak neemt de temperatuur toe met de diepte. Dit hangt wel af van de opbouw van de ondergrond. In Nederland, op zo'n drie kilometer diepte, is de temperatuur ongeveer 110°C. Om van deze warmte gebruik te kunnen maken moet er op die diepte een watervoerende laag aanwezig zijn. Dit is een laag bestaande uit poreus gesteente waardoor de stroming van water mogelijk is. Hoe poreuzer de laag hoe meer water per tijdseenheid aan de laag onttrokken kan worden. In Nederland is de temperatuur van de aardwarmte te laag voor electriciteitsproductie, maar de warmte kan wel gebruikt worden voor het verwarmen van gebouwen en kassen. In landen als Italië is de temperatuur op geringe diepte al zo hoog dat er direct stoom van hoge temperatuur aan de aarde kan worden onttrokken. Met een stoomturbine en een generator



wordt hiermee electriciteit opgewekt (pde1, 2001).

Zou men in Nederland warmte willen onttrekken aan de aardkorst dan moeten twee putten geslagen worden waarvan de uiteinden in de watervoerende laag zo'n 1,5 kilometer uit elkaar liggen. Warm water wordt opgepompt. Deze warmte wordt via een warmtewisselaar aan het warmtegebruikersnet van bijvoorbeeld een tuinder overgedragen. Het afgekoelde water wordt via de andere put teruggepompt in de watervoerende laag. Omdat de aanvulling van de warmte uit de aardkern veel tijd vergt, raakt de warmtebron na zo'n dertig jaar afgekoeld (pde1, 2001). De investering van een aardwarmtesysteem ligt tien keer boven de investering in bijvoorbeeld een gasketel. Een aanzienlijk deel van de investering komt voor rekening van het boren van de putten. De kosten voor onderhoud en beheer van de installatie zijn vrij laag. Omgerekend in m<sup>3</sup>-aardgasequivalenten is de kostprijs voor aardwarmte ca. 7 cent per m<sup>3</sup>-aardgasequivalent. De huidige prijs voor één m<sup>3</sup> aardgas bedraagt voor huishoudens ongeveer 32 cent. Voor tuinders is de gasprijs afhankelijk van de bedrijfstijd (pde1, 2001). Vanwege de hoge investeringskosten is aardwarmte nog niet echt rendabel.

### *Bio-energie*

Bio-energie is een verzamelnaam voor energie die vrijgemaakt wordt uit afval en biomassa. Onder invloed van zonlicht wordt CO<sub>2</sub> uit de atmosfeer vastgelegd in plantaardig materiaal. Dit kan direct als energiebron dienen. Duurzaam is bio-energie pas als de voorraad biomassa niet afneemt. Als er hout wordt verstoekt, moet ervoor gezorgd worden dat er minstens evenveel hout bijkomt (onder andere door bijplanten) als dat voor energietoepassingen wordt gebruikt. Snelgroeiende gewassen worden speciaal voor dit doel geteeld. Andere vormen van biomassa zijn onder andere: dunningshout uit bossen; groente-, fruit- en tuinafval; agrarisch restmateriaal (stro en mest); en oud papier. Sommige reststromen vallen in de categorie afval. Volgens de ladder van Lansink (pde2, 2001) is de eerste prioriteit van afvalbeleid het voorkomen van afval, vervolgens komt het hergebruik. Als er niks meer mee gedaan kan worden dan storten, kan het beter gebruikt worden voor energie-opwekking. Uit het brandbare deel van het afval kan via diverse conversietechnieken energie worden gewonnen. Voorbeelden van deze reststromen zijn: rioolwaterzuiveringsslib; huishoudelijk afval; en verpakkingsmateriaal (pde2, 2001).

Biomassa en afval kunnen op verschillende manieren worden omgezet in bruikbare energievormen zoals electriciteit, warmte en gasvormige of vloeibare brandstoffen (biofuels). Door vergassing en vergisting kunnen (resp.) vaste en 'natte' biomassa worden omgezet in een gasvormige brandstof of biogas. Ook op stortplaatsen ontstaat biogas. In Nederland wordt dit op tal van plaatsen opgevangen en gebruikt. Na zuivering heeft het praktisch dezelfde kwaliteit als aardgas. Voor het zo efficiënt mogelijk omzetten van biomassa en afval in energie wordt meestal gebruik gemaakt van een centrale met warmtekrachtkoppeling. Uit de warmte die vrijkomt bij de verbranding van biomassa en afval (of het biogas) kan met behulp van een stoomturbine electriciteit opgewekt worden. De restwarmte kan voor verwarmingsdoeleinden worden gebruikt. Verder kan de biomassa omgezet worden in biofues met behulp van bacteriën of door extractie. De meeste biofuels worden toegepast in de transportsector (pde2, 2001).

Door gebruik te maken van bio-energie komt er geen extra CO<sub>2</sub> vrij. De CO<sub>2</sub> die bij het omzettingsproces vrij komt, is kort daarvoor vastgelegd door fotosynthese. Daarnaast maakt bio-energie nuttig gebruik van afvalstoffen die aan het eind van hun gebruikscyclus zijn gekomen. Verder kan de teelt en beheer van bossen ten behoeve van bio-energie positieve effecten hebben op de werkgelegenheid in land- en bosbouw. Het bijstoken van hout in

kolencentrales en de winning van stortgas voor electriciteitsproductie zijn al zonder financiële stimuleringsregelingen rendabel (respectievelijk 5 en 3 cent per kWh). Op lange termijn kunnen ook de meeste andere bio-energie-opties kosteneffectief worden. Een mogelijk probleem is dat er in Nederland momenteel een relatief beperkt aanbod aan biomassa is (pde2, 2001). Verder kan biomassa in de vorm van zuiveringsslib zware metalen bevatten, en in de vorm van kippenmest stikstofoxiden. Deze stikstofoxiden zijn echter ook problematisch bij alle andere vormen van verwerking van deze mest. Daarnaast is het gebruik van kippenmest voor bio-energie-opwekking omstreden, omdat deze mest wordt geproduceerd door legbatterijkippen. De dierenbescherming strijdt al jaren tegen deze vorm van pluimveehouderij en vreest dat het vinden van een nuttige toepassing voor de mest aangegrepen zal worden om het bestaan van legbatterijen te rechtvaardigen. Wat voor haar onacceptabel is. De dierenbescherming is dan ook tegen bio-energie opgewekt door dergelijke kippenmest.

Eén belangrijke kritiek op deze duurzame bronnen is dat ze allerminst schoon zijn. Bij bio-energie is al genoemd dat hierbij  $CO_2$  wordt uitgestoten. Windmolens en zonnepanelen stoten wel geen  $CO_2$  uit, maar er is veel 'vuile' energie (niet duurzaam geproduceerde energie) nodig geweest om een windmolen te bouwen. Critici stellen dat er per kilowattuur stroom zo'n 50 gram  $CO_2$  vrijkomt bij de productie van electriciteit door een windmolen. Bij een kerncentrale maar twaalf. Een gascentrale stoot maar liefst 400 gram uit. Daarvan kan echter 90% worden afgescheiden en opgeslagen. Dus eigenlijk stoot een gascentrale maar 40 gram  $CO_2$  per kilowattuur uit (Paul, 2000). Een windmolen is dus veel vuiler dan een gascentrale. In dergelijke simpele berekeningen wordt echter geen eerlijke vergelijking gemaakt tussen windmolens en andere centrales. Er wordt bijvoorbeeld niet aangegeven hoeveel  $CO_2$  er vrijkomt bij de bouw en afbraak van een gascentrale. En of het mogelijk is om de  $CO_2$  die vrijkomt bij de productie van een windmolen ook voor 90 procent weg te filteren. Overigens is met het wegfilteren en opslaan van  $CO_2$  het  $CO_2$  nog niet verdwenen. "De uitstoot is slechts opgeschort." (Paul, 2000). Als een goede levenscyclusanalyse van windmolens en gascentrales gemaakt zou worden, waarbij dus met de bouw, het in bedrijf zijn en de afbraak (en hergebruik van materialen) rekening gehouden zou worden, dan, meent Paul, zal wind-energie het voordeligst uit de vergelijking komen. In een levenscyclusanalyse (LCA) wordt de complexe interactie tussen een product en het milieu behandeld. Dit gebeurt in twee stappen. In de eerste stap (de inventarisatie stap) wordt beschreven welke grondstoffen worden gebruikt gedurende het 'leven' van een product en welke emissies hierbij vrijkomen. In de tweede stap (de impact assessment) wordt bepaald wat de impact op het milieu is van deze emissies en het gebruik van deze grondstoffen (www12). Met een LCA wordt dus van de wieg tot het graf, van winning van de grondstoffen tot stort of recycling van een product (een windmolen of gasgestookte energiecentrale) gekeken hoe en welk effect het product op het milieu heeft. Door dit van verschillende producten te doen, kan een eerlijke vergelijking gemaakt worden tussen de producten op 'milieuvriendelijkheid'.

#### 4.2.3 Creëren van sinks

Eén van de dingen waar bij het maken van afspraken naar aanleiding van het Kyoto-protocol veel onenigheid over was tussen landen, was in hoeverre (bestaande) bossen meegeteld mogen worden als  $CO_2$ -sinks.  $CO_2$ -sinks nemen  $CO_2$  op uit de atmosfeer. Bossen zijn sinks, ze nemen  $CO_2$  op uit de atmosfeer en leggen deze vast in biomassa; oceanen kunnen als sinks gebruikt worden en ook zou  $CO_2$  opgeslagen kunnen worden in lege aardgasvelden. Bossen aanplanten is waarschijnlijk de meest simpele vorm van een sink creëren. Echter, het lijkt

vooral simpel. Het valt namelijk niet mee om te berekenen hoeveel  $CO_2$  een bos daadwerkelijk opneemt. Bossen zijn namelijk dynamische ecosystemen, koolstof wordt voortdurend uitgewisseld tussen het levend materiaal, de atmosfeer en de grond (www13). Een ander probleem met het aanplanten van bossen als  $CO_2$ -sinks is dat het vooral gedaan wordt uit economische motieven, er hoeven dan minder investeringen gedaan te worden om de daadwerkelijke uitstoot te verminderen. Dat zal er toe leiden dat er vooral gekeken wordt naar de goedkoopste vorm van bosbouw (monocultuur) en naar soorten die snel veel  $CO_2$  opnemen. Monoculturen putten echter de grond snel uit, en veel snelgroeiende soorten hebben ook zeer veel water nodig, wat de lokale samenleving ernstig kan belasten (www13). Zulke  $CO_2$ -sinks hebben misschien een gunstig effect op het milieu, omdat ze  $CO_2$  opnemen en zo bijdragen aan het verminderen van klimaatopwarming, ze leggen echter ook een groot beslag op het milieu doordat ze de grond en de watervoorziening uitputten.

Er worden echter ook andere manieren ontwikkeld om  $CO_2$  op te nemen, door bijvoorbeeld oceanen met ijzer te bemesten gaan algen harder groeien en nemen ze meer  $CO_2$  op. Ook zou  $CO_2$  diep in de oceanen opgeslagen kunnen worden. Deze methoden hebben echter gemeen dat ze onvoorspelbare effecten op het leven op aarde kunnen hebben (www13). Op mij komt het stimuleren van algengroei vreemd over, want meestal wordt grote algengroei als een plaag gezien, doordat de algen de andere soorten verstikken. Dit lijkt me niet wenselijk. Om  $CO_2$  op te kunnen slaan in bijvoorbeeld oceanen of onder de grond, moet het eerst gescheiden worden van de rookgassen of moet het aardgas voor verbranding omgezet worden in  $CO_2$  en  $H_2$ . De  $H_2$  wordt gemengd met lucht en verbrand om energie op te wekken. Er wordt daarbij geen  $CO_2$  meer uitgestoten. Een andere mogelijkheid is om zuurstof uit de lucht af te scheiden, en deze oxyfuel met aardgas te mengen, zodat een rookgas met een zeer hoge concentratie  $CO_2$  ontstaat (www4).  $CO_2$  kan uit rookgassen verwijderd worden door gebruik te maken van membranen of absorptiemethoden. Studies van onder andere TNO laten zien dat absorptiemethoden momenteel het meeste effect hebben bij het verwijderen van  $CO_2$ . Uit dezelfde studies blijkt dat op de lange termijn membranen het grootste technologische potentieel hebben. Op de korte en middenlange termijn liggen de meeste kansen voor een hybride proces: membraan gas absorptie (MGA). Een absorptievloeistof en het (rook)gas worden van elkaar gescheiden door een membraan. De vloeistof kan niet door het membraan diffunderen, maar de  $CO_2$ -molekulen wel, en worden door de vloeistof geabsorbeerd. Later wordt de  $CO_2$  van de vloeistof gescheiden door bijvoorbeeld verhitting. De schone vloeistof wordt dan weer langs het membraan gestuurd om nog meer  $CO_2$  op te nemen (www16).

Na scheiding van de  $CO_2$  moet de  $CO_2$  opgeslagen worden. Eén manier is om de  $CO_2$  in kassen te pompen. De  $CO_2$  wordt daar opgenomen door de planten die daardoor sneller groeien. De oogstopbrengst kan op deze manier wel met 25% verbeterd worden (www16). Een andere manier is om  $CO_2$  onder de grond op te slaan in lege aardgas- en olievelden of zoutformaties.  $CO_2$  kan er diep onder de grond voor zorgen dat vastzittende olie los komt, wat de olie-opbrengst ten goede komt (www4). Verder zou de  $CO_2$  diep in de oceanen opgeslagen kunnen worden. De  $CO_2$  wordt hiervoor samengedrukt tot deze vloeibaar is, en daarna naar de oceanbodem gepompt. Op een diepte van 3000 meter zou de druk van de oceaan de  $CO_2$  vloeibaarhouden, zodat er een onderzeese  $CO_2$ -vijver ontstaat. De vloeibare  $CO_2$  zou ook iets minder diep gepompt kunnen worden (500-3000 meter diep) en daar oplossen in de oceaan en 'verdwijnen'. Voorstanders van dit proces nemen aan dat de  $CO_2$  pas na duizenden jaren terug komt in de atmosfeer. Door de complexiteit van oceaansystemen zal dit vermoeden (noch het tegengestelde) niet met modellen of experimenten onderbouwd

kunnen worden (www8).

Tot nu toe is er nog geen  $CO_2$  in de oceaan opgeslagen. De eerste praktijktest zal eind juli, begin augustus 2002 voor de kust van Noorwegen uitgevoerd worden. Greenpeace is tegen het opslaan van  $CO_2$  in de oceaan. Greenpeace noemt dit dumpen. De belangrijkste reden dat Greenpeace tegen is, is dat het niet bekend is hoe lang het duurt voor de  $CO_2$  weer in de atmosfeer zit. De meeste  $CO_2$  zal uiteindelijk naar de atmosfeer diffunderen, dus door het op te slaan in de oceaan wordt de  $CO_2$ -uitstoot hoogstens opgeschort, en niet teruggedrongen. Zulke technologieën zullen, volgens Greenpeace, afleiden van investeren in technologieën die wel een bijdrage kunnen leveren aan het terugdringen van de  $CO_2$ -uitstoot. En, stelt Greenpeace, het is verboden om industrieel afval in zee te lozen (www8).

#### 4.2.4 Economische en sociale mogelijkheden

Sociale en economische oplossingen zijn alle oplossingen die de eerder genoemde (technische) oplossingen stimuleren. Consumenten kunnen bijvoorbeeld gestimuleerd worden om duurzame energie te gebruiken door te zorgen dat ze hiervoor minder hoeven te betalen dan voor niet duurzame energie, bijvoorbeeld door er geen ecotax over te heffen. Daarnaast geeft de Nederlandse overheid premies<sup>12</sup> als mensen zuinige apparaten (A-klasse) of auto's kopen of hun huis goed isoleren. Een andere manier is om mensen door voorlichting bewust te maken van het belang van duurzame energie en energiebesparing.<sup>13</sup>

Een andere economische maatregel is het mogelijk maken om emissierechten of behaalde reducties te verhandelen. Ook over het toestaan van deze emissiehandel is veel gediscussieerd bij het implementeren van het Kyoto-protocol. Handel in emissies stelt de markt in staat om, bij een gegeven doelstelling, de meest kosteneffectieve maatregelen voor emissiereductie van broeikasgassen te selecteren. Bij handel in emissierechten moeten bedrijven een recht verwerven om een bepaalde hoeveelheid broeikasgassen uit te mogen stoten. De totale hoeveelheid rechten in omloop ligt vast en wordt bepaald door het gestelde emissiedoel; dit is het uitstootplafond. De in omloop gebrachte rechten zijn verhandelbaar. Bedrijven die meer rechten hebben verworven dan nodig voor hun totale uitstoot kunnen de overgebleven rechten verkopen aan bedrijven die te weinig rechten hebben voor hun uitstoot (SER, 2000). De SER-commissie  $CO_2$ -handel geeft de voorkeur aan een systeem met een vast uitstootplafond. Ze stelt voor Nederland twee handelssystemen voor: één afgeschermd, waarbij de emissierechten via een veiling verdeeld worden; en één niet-afgeschermd, waarbij geen uitstootplafond geldt, maar een prestatienorm (bijvoorbeeld uitstoot per hoeveelheid productie). Nadrukkelijk stelt de commissie dat een Nederlands emissiehandelssysteem binnen een Europees systeem moet passen. Verder stelt ze dat een strikte handhaving (de uitstootboekhouding controleren) een eerste vereiste is voor het functioneren van een emissiehandelssysteem. "Een tekort aan emissierechten over een boekjaar moet leiden tot sancties. Deze sancties moeten zodanig zijn dat het niet nakomen van de verplichting financieel niet interessant is." (SER, 2000).

Een systeem van emissiehandel heeft meer succes als er meer deelnemers zijn (SER, 2000). Volgens Lomborg is het ook goedkoper (Lomborg, 2001). Lomborg zet daarvoor vier verschillende opties naast elkaar: geen emissiehandel; alleen handel tussen industriële landen; handel binnen kleine groepjes industriële landen (bijvoorbeeld EU); en wereldhandel.

12. Hoe lang nog? De nieuwe regering wil drastisch bezuinigen op het geven van subsidies op duurzame energie. Mogelijk worden deze energiepemie-regelingen ook stopgezet.

13. Een nadeel van zuiniger met energie omspringen is dat dat niet altijd leidt tot een lagere energierekening, omdat de vaste kosten van de electriciteitsproductie over minder (afgenomen) kWh verrekend moeten worden.

Hij laat daar zien dat hoe meer deelnemers aan de handel hoe minder het halen van de Kyoto-reductie-eisen kost. Merkwaardig hierbij is dat als de EU-landen alleen onderling handelen ze dat meer kost dan wanneer ze geen emissiehandel zouden hebben (Lomborg, 2001, p303). Handel is immers alleen interessant als een emissieverkopende partij goedkoper de emissiereducties kan bereiken dan de koper. Hoewel de kosten in dollars zijn gegeven en niet als percentages van het BBP, geeft Lomborg de indruk dat het de EU meer zal kosten als ze niet in hetzelfde schuitje zit als de overige geïndustrialiseerde landen, doordat de economische groei van de EU lager uit zal vallen dan van de overige landen.

Een van de kritieken op emissiehandel is, dat Rusland daardoor emissierechten krijgt toegewezen, maar omdat de Russische industrie grotendeels op haar gat ligt, kan Rusland deze rechten verkopen. Dit leidt er niet toe dat er in de Russische industrie geïnvesteerd wordt om  $CO_2$ -emissies te reduceren (Metz, 2000). Ik zie het probleem niet helemaal omdat Rusland ook daadwerkelijk geen  $CO_2$  zal uitstoten, en mogelijk de opbrengsten van emissiehandel zal gebruiken om zijn industrie te moderniseren.

Een andere vorm van emissiehandel, is de joint implementation: daar waar de reducties het goedkoopst gehaald kunnen worden, wordt geïnvesteerd. Industriële landen mogen deze emissiereducties van hun eigen doelstellingen aftrekken. Het maakt voor het klimaat namelijk niet uit waar de emissies gereduceerd worden. Voor ontwikkelingslanden maakt het wel uit, zij noemen dit systeem al *ecokolonialisme*: 'Het Westen schrijft nu weer voor hoe ontwikkelingslanden zich moeten ontwikkelen.' Daarnaast vinden ontwikkelingslanden sowieso dat ze buiten het hele Kyoto-protocol gehouden moeten worden, want zij hebben het probleem niet veroorzaakt (Metz, 2000).

### 4.3 Het conflict rond voorkomen

Ik heb in dit hoofdstuk een beeld proberen te schetsen van wat de voorspelde mogelijke gevolgen kunnen zijn van klimaatverandering, en welke mogelijkheden er zijn om klimaatverandering te voorkomen. Bij het eerste bleken het IPCC en Lomborg verschillende ideeën te hebben over mogelijke gevolgen van klimaatverandering doordat ze verschillende uitgangspunten hebben. Het IPCC wil schetsen wat er zal gebeuren als er niets gedaan wordt om klimaatopwarming te voorkomen of zich tegen klimaatopwarming te beschermen. Lomborg vindt het absurd om aan te nemen dat mensen zichzelf niet zullen beschermen tegen problemen die ze kunnen voorzien. Lomborg stelt dan ook dat de meeste gevolgen niet zo ernstig zullen zijn als het IPCC voorspelt. Dit is nog afgezien van het feit dat Lomborg meent dat de klimaatopwarming minder sterk zal zijn dan het IPCC voorspelt. Lomborg is echter wel van mening dat er regio's kunnen zijn waar zelfs een beetje klimaatopwarming al voor grote problemen zoals droogte (met mislukte oogsten tot gevolg) kan zorgen.

Vervolgens heb ik gekeken naar de mogelijkheden om klimaatopwarming te voorkomen. Omdat ik met het IPCC van mening ben dat het waarschijnlijk is dat meer  $CO_2$  in de atmosfeer kan leiden tot klimaatverandering, heb ik mij in de bespreking van de verschillende mogelijkheden vooral gericht op het voorkomen van  $CO_2$ -uitstoot. Overstappen op duurzame bronnen voor electriciteit en warmte heeft hierbij de meeste aandacht gekregen. Duurzame bronnen zijn bronnen die geen schadelijke milieu-effecten hebben bij winning of omzetting van de energie, en die in onuitputtelijke hoeveelheden aanwezig zijn. Critici van duurzame energie wijzen er graag op dat deze 'groene bronnen' helemaal niet 'groen' zijn. Er is immers veel 'vuile' energie nodig om een windmolen of zonnecel te produceren. Wat

zij voor het gemak achterwege lijken te laten is dat er ook 'vuile' energie nodig is geweest om een conventionele centrale te bouwen. Een andere optie om de netto  $CO_2$ -uitstoot te beperken, het aanleggen van sinks (het aanplanten van bossen of  $CO_2$  in de oceanen pompen), krijgt ook de kritiek dat ze niet milieuvriendelijk is. Voor alle gevallen geldt dat een grondig uitgevoerde levenscyclusanalyse misschien duidelijk kan maken hoe milieuvriendelijk een bepaalde optie is. Hoewel een dergelijke analyse voor dynamische ecosystemen als bossen en oceanen niet eenvoudig zal zijn, en misschien wel onmogelijk.

## Hoofdstuk 5

### Handelen en het klimaat

In de klimaatwetenschappen is nog veel onzeker. Misschien hebben de processen die nu nog niet gemodelleerd kunnen worden inderdaad een koelend effect. Mogelijk hebben ze een verwaarloosbaar effect. Mogelijk zijn de gevolgen van klimaatverandering heel ernstig, mogelijk zijn ze voornamelijk voordelig. Deze onzekerheden kunnen bij mensen (experts en leken) tot verschillende interpretaties leiden over wat juist is om te doen. De milieubeweging pleit vaak voor het voorzorgsprincipe. Dit gaat er vanuit dat we wel niet weten wat er gaat gebeuren, maar het is beter om te voorkomen dat het gebeurt. Het is ook mogelijk om voor een ander voorzorgsprincipe te pleiten: we weten niet wat er gaat gebeuren, maar we kunnen beter geen dingen doen waarvan we weten welk (negatief) effect ze hebben op de economie. Vaak worden deze twee voorzorgsprincipes gepresenteerd als zouden ze tegenstrijdige belangen vertegenwoordigen (dit hoeft niet zo te zijn, zoals later duidelijk zal worden), daarom rijst de vraag: 'wat is de juiste handeling?'

In dit hoofdstuk zal deze vraag behandeld worden. Dit is een zeer open vraag en ik wil hier op twee manieren op ingaan. Allereerst zal ik ingaan op de vraag of het juist is om ingrijpende maatregelen te nemen om mogelijke klimaatverandering te voorkomen. Dit is een probleem van beslissen in onzekerheid: het is niet zeker dat klimaatverandering zal optreden, het is niet zeker dat de gevolgen negatief zullen zijn<sup>1</sup>, en het is onzeker of maatregelen die genomen worden wel het gewenste effect zullen hebben. Ik zal daarom eerst de theorie van beslissen in onzekerheid uiteenzetten. Daarna zal ik bekijken welke handelingsalternatieven er zijn en wat de gevolgen van deze handelingen zullen zijn voor de diverse betrokkenen. Vervolgens zal ik een morele beoordeling van de verschillende opties maken.

De tweede vraag waar ik me mee bezig wil houden is de vraag of het juist is om angst aan te jagen. Lomborg stelt dat de milieubeweging met haar verhalen het publiek angst aanjaagt, waardoor mensen niet goed meer nadenken of ze wel de juiste beslissing nemen. De milieubeweging stelt zelf dat zij geen angst aanjaagt maar het publiek op een juiste manier informeert over de gevolgen van klimaatopwarming. De discussie die hier eigenlijk gaande is, is wat de beste manier is om met het publiek over klimaatopwarming te communiceren. Ik wil proberen enig inzicht te krijgen in de relatie tussen (rationele) communicatie over risico's en risicoperceptie.

---

1. Hierbij neem ik aan dat als voor iedereen de gevolgen in meer of mindere mate positief zullen zijn, niemand er voor zal pleiten om klimaatverandering te voorkomen.

## 5.1 Beslissen in onzekerheid

In deze paragraaf zet ik de beslistheorie zoals deze door Giere is uitgelegd in *Understanding Scientific Reasoning* kort uiteen. Omdat beslistheorie op een redelijk eenvoudige en overzichtelijke manier kan helpen bij het maken van een beslissing, wil ik gebruik maken van deze theorie bij de beslissing wat de juiste handeling is. Beslistheorie gaat over de problemen die voorkomen bij het maken van beslissingen. Het makkelijkst is het om een beslissing te maken in volledige zekerheid. Nu zal deze situatie in de praktijk zelden of nooit voorkomen. Wat wel mogelijk is, is dat er zoveel aanwijzingen zijn dat een bepaalde situatie zich zal voordoen dat de kleine kans dat deze zich niet zal voordoen gewoon genegeerd wordt. In zo'n geval doet men er het beste aan te kiezen voor die optie (handelingsalternatief) die in die situatie de hoogste waarde heeft. Een voorbeeld: je weet dat alle knikkers in de zak rood zijn. Je hebt de alternatieven om op rood, op groen of op blauw te wedden. Als er een rode knikker getrokken wordt dan leveren deze opties resp. 10, 0 en -10 punten op. -10 punten is de waarde van het handelingsalternatief wedden op blauw. Dan heeft kiezen voor het alternatief wedden op rood de hoogste waarde, en moet men daarvoor kiezen (Giere, 1997).

In de praktijk zal men meestal te maken krijgen met een beslissing in onzekerheid of een beslissing met bekend risico. Op deze laatste zal ik hier niet ingaan aangezien de vraag wat de juiste handeling is met betrekking tot klimaatverandering duidelijk een beslisprobleem in onzekerheid is. Het is een probleem met een onbekend risico. Bij beslissen met bekend risico is bekend hoe groot de kans is dat een bepaalde eindtoestand zal optreden, in geval van klimaatverandering is niet bekend hoe groot de kans daarop is. Er is alleen bekend dat er verschillende eindtoestanden mogelijk zijn, onder andere: geen klimaatverandering; wel klimaatverandering, maar met positieve gevolgen; wel klimaatverandering, maar met negatieve gevolgen. Om de beste oplossing te kiezen zijn in zo'n geval diverse strategieën mogelijk. Allereerst kan men kijken of sommige opties beter zijn dan andere en proberen de slechtere handelingsalternatieven te verwijderen. Alternatief A is beter dan alternatief B als er tenminste één (eind)toestand is waarvoor A een hogere waardering krijgt dan B, en er geen toestand is waarvoor B een hogere waardering krijgt dan A (Giere, 1997).

Als er één handelingsalternatief is dat beter is dan alle andere dan is die optie de best beschikbare voor het probleem. Het is verstandig om die optie te kiezen als het uit te voeren handelingsalternatief. Dit is de 'beste-optie' strategie. Als er geen beste optie is, maar het probleem bevat wel een 'voldoende goede handeling' dan moet voor die handeling gekozen worden. Een voldoende goede handeling wordt gedefinieerd als een handeling die voor iedere eindtoestand tenminste de minimumwaarde heeft die de beslisser nog voldoende vindt. Dit is de 'voldoende goede handeling' strategie (Giere, 1997). Stel bijvoorbeeld dat er in een zak knikkers blauwe en groene knikkers zitten. Als je op blauw wedt er er wordt een blauwe knikker getrokken dan krijg je 10 punten, anders worden er vijf afgetrokken. Wed je op groen en er wordt een groene knikker getrokken dan krijg je vijf punten, als er een blauwe knikker getrokken wordt krijg je geen punten. Als je wat er ook gebeurt geen verliespunten wilt krijgen, de minimumwaarde van de handeling moet tenminste nul zijn, dan is wedden op groen een voldoende goede handeling. Zou hier de minimumwaarde te hoog zijn gesteld, bijvoorbeeld op tenminste vijf punten krijgen, dan zou geen van beide handelingen goed genoeg zijn. Door de grenswaarde van de minimumwaarde te verlagen (naar nul punten krijgen), wordt er een voldoende goede handeling gevonden. Er is nog een andere manier om naar de hoogst haalbare minimumwaarde te zoeken. Iedere handeling heeft namelijk één minst gewaardeerde eindtoestand. Dit wordt het zekerheidsniveau van



een handeling genoemd. De handeling met het hoogste zekerheidsniveau is ook de optie met de hoogst haalbare minimumwaarde. Kiest men voor deze handeling dan speelt men op zeker. Deze strategie wordt gebruikt om het verlies te minimaliseren, er wordt niet gelet op mogelijke winsten. Wie meer geïnteresseerd is in mogelijke winsten dan in mogelijke verliezen kan kiezen voor de gokstrategie. Hier wordt gekozen voor de handeling met de hoogst gewaardeerde uitkomst (Giere, 1997). In bovenstaand voorbeeld wordt dan gekozen voor wedden op blauw. Bij beslissen in onzekerheid heeft men dus de keus uit het maximaliseren van het voordeel (de gokstrategie) of het minimaliseren van het nadeel (het spelen op zeker).

Om tot de juiste beslissing te komen, wordt een beslismatrix opgesteld met langs de verticale as de opties die iemand heeft en langs de horizontale as de eindtoestanden die mogelijk zijn. Bij iedere eindtoestand heeft elk handelingsalternatief een bepaalde waarde. De handeling 'ingrijpende maatregelen om  $CO_2$ -uitstoot te beperken' heeft bijvoorbeeld een lage waarde als de eindtoestand aanmerkelijke klimaatopwarming (met negatieve gevolgen) is. Giere geeft een vereenvoudigd schema van de beslismatrix rond klimaatopwarming, deze staat in tabel 5.1:

	wel opwarming	geen opwarming
iets doen	0	90
niets doen	10	100

Tabel 5.1: Belismatrix van Giere

Giere kent hier maar twee handelingsalternatieven, iets doen of niets doen. In dat laatste geval wordt er gereageerd alsof klimaatopwarming geen echt probleem is, in het eerste geval wordt het probleem wel onderkend en er wordt moeite gedaan om het te bestrijden. De twee eindtoestanden zijn opwarming (met al haar gevolgen) en geen opwarming. Er zijn hier dus vier mogelijke uitkomsten. Volgens Giere is het niet al te moeilijk om ruwweg wat waarden aan deze uitkomsten toe te kennen. De slechtste uitkomst is dat ondanks (ingrijpende) maatregelen er nog steeds opwarming optreedt. Deze uitkomst krijgt daarom de waarde 0. De beste uitkomst is dat zonder iets te doen er toch geen opwarming optreedt. Deze uitkomst krijgt de waarde 100. Omdat, of er nu opwarming optreedt of niet, iets doen altijd meer kost dan niets doen, krijgt niets doen bij iedere eindtoestand een hogere waarde dan iets doen (zie tabel 5.1). Giere behandelt het probleem, vanwege de grote wetenschappelijke controverse, als een beslisprobleem in onzekerheid. In dat geval is niets doen de beste optie. Zowel gezien vanuit de strategie om op zeker te spelen als vanuit de gokstrategie. Giere vindt het dan ook niet vreemd dat degenen die het meeste voordeel hebben bij de handeling niets doen, zo benadrukken dat er nog zo veel onenigheid is over de klimaatwetenschap (Giere, 1997).

Ik vind deze beslismatrix onbevredigend. Er wordt bijvoorbeeld totaal geen rekening gehouden met de gevolgen die opwarming kan hebben en of deze goed of slecht zijn. Er wordt al helemaal geen aandacht besteed aan de mogelijkheid dat de positieve en negatieve gevolgen van klimaatverandering onevenredig over betrokkenen verdeeld kunnen zijn. Daarnaast wordt er vanuit gegaan dat iets doen meer kost dan het zal opbrengen. Terwijl het best mogelijk is dat iets doen ook wat oplevert, hier zal ik later op terug komen. Verder gaat Giere er in zijn analyse (impliciet) vanuit dat alleen wat geld kost relevant is om mee te nemen in de analyse, maar ook allerlei andere menselijke waarden kunnen van belang zijn. Er blijven allerlei, vooral ethische vragen liggen. Deze kunnen meegenomen worden als

de beslismatrix meer uitgebreid wordt. Dat betekent het opnemen van meer eindtoestanden en handelingsalternatieven, maar ook het waarderen van die handelingsalternatieven door gebruik te maken van de ethiek.

Klimaatverandering is een milieuprobleem, hoewel het grote sociaaleconomische gevolgen kan hebben. Ik zal in de volgende paragraaf dan ook eerst enkele milieu-ethische theorieën uiteenzetten. Vanwege de sociaaleconomische gevolgen van klimaatverandering zal ik mij beperken tot twee antropocentrische milieu-ethieken. In paragraaf 5.3 zal ik de handelingsalternatieven met betrekking tot klimaatverandering uiteenzetten en de gevolgen hiervan voor mensen nu en mensen in de toekomst. Vervolgens zal ik proberen deze gevolgen zo precies mogelijk te beschrijven en met behulp van de milieu-ethiek te wegen en waarderen, zodat een nieuwe beslismatrix ingevuld kan worden. Ik gebruik de beslismatrix als een analytisch instrument, maar ik zal er, in tegenstelling tot Giere, meer ethische aspecten in meewegen.

## 5.2 Milieu-ethiek

Milieu-ethiek is een relatief nieuwe stroming binnen de ethiek. Er zijn filosofen die van mening zijn dat er helemaal geen milieu-ethiek kan bestaan. Vesilind komt bijvoorbeeld tot deze conclusie nadat hij vergeefs heeft geprobeerd het milieu (al dan niet in delen) op te nemen in de morele gemeenschap (Vesilind, 1996). Ethiek is de studie van de moraliteit. Rationele mensen worden als morele actoren gezien: zij hebben een bewuste keuze hoe zij elkaar zullen behandelen. Deze mensen behoren tot de morele gemeenschap. Dit is een groep wezens die morele bescherming verdienen, maar ook morele plichten hebben. Hoe om te gaan met de niet-menselijke natuur is nooit een aandachtspunt geweest voor de klassieke ethiek. Het gaat niet over menselijke wezens, dus behoren ze niet tot onze morele gemeenschap. We hebben dus ook geen ethische verantwoordelijkheid tegenover hen en ze verdienen onze morele bescherming niet (Vesilind, 1996). Toch voelen mensen aan dat ze verantwoordelijkheid hebben tegenover de natuur. De klassieke ethiek probeert dit uit te leggen als een indirecte verantwoordelijkheid naar de mens. De twee argumenten van de klassieke ethiek die Vesilind ziet zijn:

1. De natuur kan de mens tot nut zijn (een utilistisch argument);
2. Slechte behandeling van de natuur door de mens kan er toe leiden dat mensen elkaar slecht zullen behandelen (een gevolgenethisch argument).

Vesilind heeft problemen met beide argumenten. Het eerste argument beschermt het individuele dier niet en het vervreemt de mens van de natuur, doordat hij zich alleen nog maar als heerser over de natuur kan zien (Vesilind, 1996). Het tweede argument gaat uit van een hellend vlak, wie eerst zijn hond slaat, zal later zijn vrouw slaan. Het is echter nooit bewezen dat een dergelijk hellend vlak bestaat. Vesilind concludeert hieruit dat de klassieke ethiek niet kan verklaren waarom we voor de natuur willen zorgen omwille van de natuur.

Vervolgens probeert Vesilind het begrip morele gemeenschap op te rekken, zodat ook (delen van) de natuur er onder valt (vallen). Het begrip is immers al eerder opgerekt om er de niet-rationele mensen (zoals kinderen, zwakzinnigen en doden) in op te nemen. Dit is gedaan door een beroep te doen op wederkerigheid (hoe zouden wij zelf in die situatie behandeld willen worden) en op onvervreembare natuurlijke rechten die mensen hebben. Ook de natuur kan onvervreembare rechten hebben. Zo wordt de natuur opgenomen in de

morele gemeenschap. Vesilind vraagt zich af wat er dan allemaal de morele gemeenschap binnenkomt. Hij stelt vier uitbreidingen van de morele gemeenschap voor:

- Uitbreiding met alle bewuste wezens. Dat zijn alle wezens die pijn kunnen voelen en deze dus ook willen vermijden;
- Uitbreiding met alle levende wezens;
- Uitbreiding met ecosystemen;
- Uitbreiding met alles wat leeft.

Vesilind vindt alle uitbreidingen onbevredigend. Ten eerste omdat (behalve in het laatste geval) het moeilijk is om een grens te trekken wat wel en wat niet meer in de morele gemeenschap valt: welke dieren en welke planten voelen pijn? Zijn virussen levende wezens? En zo ja, verdient het polio-virus dan bescherming? Dit leidt meteen tot Vesilinds tweede kritiek: alle leden van de morele gemeenschap gelijk behandelen zou voor de mens tot moreel onacceptabele situaties leiden, dat niet doen betekent dat er een hiërarchie van waarden gemaakt moet worden (wiens pijn vermijden staat boven dat van alle anderen?). Dit zal een door de mens opgestelde hiërarchie worden, wat niet eerlijk is tegenover de andere (nieuwe) leden van de morele gemeenschap. Zo komt Vesilind tot de conclusie dat geen enkele ethiek (noch de klassieke, nog de uitbreidingstheorie) iets nuttigs kan bijdragen over het milieu. Hij stelt dat er drie opties zijn:

1. Het hele idee van een milieu-ethiek verwerpen en negeren welk effect onze handelingen hebben op het milieu. Toekomstige generaties redden zich wel;
2. Een milieu-ethiek aannemen en accepteren dat deze niet onze hele houding ten opzichte van het milieu kan verklaren, en dat we onvoldoende rationele argumenten hebben om anderen te overtuigen;
3. Opgeven naar een rationele milieu-ethiek te zoeken.

Vesilind kiest zelf voor de derde optie. Hij stelt dat we nog naar een spirituele milieu-“ethiek” kunnen zoeken (Vesilind, 1996).

Ik ben het niet met Vesilind eens. Allereerst heeft hij mij niet kunnen overtuigen dat de mens alleen verantwoordelijkheid heeft naar andere leden van de morele gemeenschap. Waarom niet voor wat daarbuiten ligt? Rijkswaterstaat is verantwoordelijk voor (het onderhoud van) de dijken. Niet omdat dijken deel uitmaken van de morele gemeenschap, maar om de mensen die achter die dijken wonen te beschermen. Zo kan men dus ook verantwoordelijkheid hebben voor de natuur, vanwege het nut voor mensen. Vesilind wijst dit utilistische argument af omdat het utilisme het individuele dier niet beschermt. Utilisme biedt ook weinig bescherming aan de individuele mens, maar wordt nog steeds geaccepteerd als een ethiek (ook door Vesilind). Om toch bescherming te geven aan de individuele mens wordt het utilisme uitgebreid met bepaalde beginselen. Een dergelijk beginsel kan zijn ‘je behoort niet te doden om sneller een erfenis te krijgen’. Een utilistische milieu-ethiek zou uitgebreid kunnen worden met het beginsel ‘je behoort geen dieren te doden als dat geen geld oplevert’. Ik ben het dan ook niet met Vesilind eens dat er geen rationele milieu-ethiek kan bestaan, vooropgesteld dat de klassieke ethiek wel rationeel is. Er bestaan verschillende klassieke ethische theorieën (utilisme, beginsel-ethiek, gevolgenethiek). Blijkbaar worden deze ook niet alleen met rationele argumenten verdedigd, anders was ieder mens wel door één en dezelfde theorie overtuigd. Waarom zouden we van een milieu-ethiek dan wel eisen dat deze zuiver rationeel is? Ik ben van mening dat er verschillende milieu-ethieken zijn die elkaar aanvullen. Zoals gezegd kan er een utilistische milieu-ethiek bestaan. Verder impliceert Vesilind in de eerste van zijn drie opties dat een milieu-ethiek volgt uit het rekening houden met toekomstige generaties.

Er bestaan dus wel milieu-ethische theorieën. In het vervolg van deze paragraaf wil ik twee milieu-ethieken bespreken die van pas kunnen komen bij het beantwoorden van de vraag of het juist is om ingrijpende maatregelen te nemen om klimaatverandering te voorkomen. Deze twee milieu-ethieken zijn antropocentrisch van aard, omdat ze de mens als uitgangspunt nemen bij het oplossen van milieuproblemen.

### 5.2.1 Economische milieu-ethiek

Economische milieu-ethiek is een utilistische ethiek. Bij het utilisme gaat het om het grootste voordeel voor het grootste aantal. Levert een handeling A meer voordeel of minder nadeel op voor de gehele groep dan een handeling B (waarbij handeling B ook kan zijn: niets doen) dan is volgens het utilisme handeling A moreel juist. Met voordeel wordt meer geluk of plezier bedoeld. Men kan ook andere voorkeuren hebben voor wat voordeel geeft, zoals meer geld, maar uiteindelijk komen deze alle neer op meer geluk. Een extreme vorm van utilisme bepaalt voor iedere afzonderlijke handeling of deze meer voordeel op zal leveren. Andere vormen van utilisme gaan er vanuit dat er een aantal belangrijke principes bestaat die over het algemeen voordeel opleveren, zoals het principe 'niet doden'.

Op het utilisme is veel kritiek. Het maakt namelijk mogelijk (moreel juist) dat sommige mensen door anderen worden uitgebuit, omdat dit meer geluk oplevert voor de hele groep. Minder extreme vormen van utilisme zouden hier tegen beschermen, doordat het principe van rechtvaardigheid uiteindelijk meer oplevert dan uitbuiting. Een ander probleem is dat utilisme altijd voordeel probeert te maximaliseren. De vraag is dan hoe weet men of men alle relevante feiten heeft afgewogen? Of het voordeel inderdaad maximaal is?

Economische milieu-ethiek is een vorm van voorkeur-utilisme: waar mensen meer voorkeur voor hebben (wat ze denken dat hen meer geluk zal geven) daarvoor zijn ze bereid meer te betalen. Hier wordt marktwerking op het milieu losgelaten. Stel er is een natuurgebied waar gekampeerd en gewandeld kan worden. De beheerder van het gebied rekent uit dat als er in het natuurgebied een skihelling komt, wat ten koste gaat van de kampeeren wandelmogelijkheden, er meer mensen naar het gebied komen, die bereid zijn meer te betalen voor hun verblijf (Des Jardins, 2001). Marktwerking laat zien dat mensen meer behoefte hebben aan skiën dan aan natuur. Ze zijn namelijk bereid er meer voor te betalen. De economische milieu-ethiek stelt dan dat mensen moeten kunnen skiën.

Volgens deze theorie heeft alles een waarde in relatie tot de mens. Door alles over te laten aan een systeem van vrije markt zal overal de optimale balans worden bereikt tussen wat mensen willen (geen vervuiling, natuur om in te wandelen) en wat ze bereid zijn er voor te betalen. Dit geldt ook voor milieuproblemen. Mensen willen schoon drinkwater, maar niet tegen elke prijs. Hoe hoger de eisen aan de kwaliteit van het drinkwater, des te meer zal het kosten om aan die eisen te voldoen. Op een gegeven moment zullen mensen besluiten dat het water schoon genoeg is, ze hebben er dan niet meer geld voor over om het nog schoner te maken. Economische milieu-ethiek kent voor een deel dezelfde bezwaren als er tegen het utilisme zelf worden gemaakt. Ook hier bestaat de kans op uitbuiting van sommigen door anderen. Rijke mensen kunnen meer betalen voor een schoon milieu, arme mensen niet en ze lopen daardoor meer kans om in de vervuiling te komen zitten. Eveneens weet men in de economische milieu-ethiek niet of wel over alle relevante feiten beschikking is om de optimale prijs-kwaliteitverhouding te bepalen. Daarbij heeft het als extra problemen dat het voor niet-verhandelbare goederen een prijs moet bepalen, zoals voor een goede gezondheid, of wat op lange termijn het meest kosten-efficiënt is. Vaak zijn zulke dingen niet te voorzien, doordat toevallige ontdekkingen een grote verbetering kunnen betekenen ten opzichte van

reeds bekende kosten-efficiënte processen. Ook is het een probleem dat de markt niet echt vrij is door bijvoorbeeld prijsafspraken. Dit draagt er nog extra aan bij dat sommigen door anderen uitgebuit kunnen worden.

Bij klimaatverandering is een deel van het ethische probleem dat de klimaatverandering zelf zich voor een groot deel in de toekomst af zal spelen, terwijl de vraag is of we daar nu maatregelen tegen moeten nemen. De economische milieu-ethiek zou de wensen van toekomstige generaties mee kunnen nemen in haar afweging, als ze voldoende kennis zou hebben over die wensen. Aan deze kennis schort het echter vaak, en de economische milieu-ethiek is daarom minder geschikt voor toekomstproblemen. Een betere milieu-ethiek voor dit soort problemen is er een die handelt vanuit respect voor toekomstige generaties.

### 5.2.2 Respect voor toekomstige generaties

De commissie Brundtland stelde: “duurzame ontwikkeling is ontwikkeling die voorziet in de huidige noden, zonder de mogelijkheid van toekomstige generaties om in hun noden te voorzien te frustreren.” (Brundtland *et al.*, 1987). Dit is een beginsel-ethische regel.<sup>2</sup> Om te bepalen wat juist is om te doen, moet dus ook gekeken worden naar de belangen van toekomstige generaties. Een economische milieu-ethiek zou in principe rekening kunnen houden met de wensen van toekomstige generaties, als ze zou weten wat die wensen zijn, hoeveel men voor die wensen over heeft en of dat meer is dan wat huidige generaties over hebben voor hun wensen (die de belangen van toekomstige generaties schaden). De belangrijkste reden die naar voren wordt geschoven om niet na te hoeven denken over een mogelijke verantwoordelijkheid ten overstaan van toekomstige generaties is dat we niet weten wat hun wensen zijn, hoe kunnen we daar dan rekening mee houden? Dit is deels een onzinnig argument, omdat we wel degelijk een redelijke schatting kunnen maken van wat toekomstige generaties zouden willen, zoals een goede gezondheid en een schoon milieu. Dat willen we zelf ook. We weten dan echter nog niet of toekomstige generaties voor hun wensen meer over hebben dan de huidige generaties bereid zijn te betalen voor hun wensen, die botsen met de wensen (of belangen) van toekomstige generaties. De economische milieu-ethiek is hier dus niet zo geschikt.

Een ander argument tegen rekeninghouden met toekomstige generaties is dat de keuze voor handeling A leidt tot een andere toekomstige generatie dan een handeling B. De mensen van generatie B zullen onder andere omstandigheden opgroeien dan de mensen van generatie A. Mogelijk zal generatie A er demografisch en qua aantal heel anders uitzien dan generatie B. Het is dus onmogelijk om te zeggen dat dé mensen in de toekomst beter af zijn met handeling A dan met handeling B, omdat de mensen die lijden onder handeling B, niet eens zullen kunnen genieten van handeling A. Wat wel gezegd kan worden is dat met handeling B een grotere aanslag op de rechten en belangen van mensen in de toekomst wordt gepleegd, dan met handeling A. Rechten en (daarmee samenhangende) belangen blijven gelijk wie de mensen in de toekomst ook mogen zijn. Om de tweede kritiek te omzeilen, kan beter gesteld worden dat we een verplichting hebben naar de belangen van de generaties in de toekomst, en niet zozeer naar de (individuele) mensen zelf.

Een ethiek die in staat is om de belangen van toekomstige generaties te wegen tegen belangen van huidige generaties, is de ethiek die uitgaat van respect voor mensen. De com-

---

2. Overigens had Brundtland hier ook met een utilistische regel kunnen komen. Het is namelijk aannemelijk te maken dat duurzame ontwikkeling en duurzaam gebruik van grondstoffen uiteindelijk veel meer winst opleveren dan het zo snel mogelijk opsouperen van grondstoffen.

missie Brundtland gaat van dit principe uit. De Gouden Regel daarbij is: doe een ander niet aan wat je niet wilt dat jou aangedaan wordt. Deze ethiek zet de rechten van toekomstige generaties op gelijke hoogte met de rechten van de huidige generatie. Des Jardins vindt dit problematisch. We stellen dan dat toekomstige generaties ook recht hebben op energie, maar moeten we dan ook stellen dat ze recht hebben op fossiele brandstoffen? (Des Jardins, 2001). Als toekomstige generaties dat recht hebben mogen wij nu niet alle fossiele brandstoffen opgebruiken, stelt Des Jardin. Maar consequent deze stelling doorvoeren leidt tot de conclusie dat we niet eens van het gebruik van fossiele brandstoffen mogen afstappen en alle met deze vorm van energieproductie samenhangende technologie (zoals gasgestookte elektriciteitscentrales) vernietigen, omdat toekomstige generaties nu eenmaal het recht hebben om fossiele brandstoffen te gebruiken. Des Jardins volgen en stellen dat toekomstige generaties in alles gelijke rechten hebben leidt dus tot absurde situaties.

Het is beter om te stellen dat toekomstige generaties gelijke primaire rechten hebben. Primaire rechten zijn dan: recht op leven, autonomie, goede gezondheid, goed milieu, energie. Recht op fossiele brandstoffen is geen primair recht. Respect voor toekomstige generaties houdt dan in dat de huidige generaties er voor proberen te zorgen dat toekomstige generaties niet beperkt worden in hun primaire rechten, maar dat het er op zich niet zo veel toe doet hoe in het recht op energie wordt voorzien. Dat mag met fossiele brandstoffen maar ook op een andere manier.

In de volgende paragraaf worden de economische milieu-ethiek en de milieu-ethiek die rekening houdt met de toekomstige generaties gebruikt om de waarde van de verschillende handelingsalternatieven te bepalen. Doordat het in beslistheorie kan gaan om het maximaliseren van het voordeel of het minimaliseren van het nadeel (al naar gelang de strategie waarvoor men kiest), kan de indruk bestaan dat beslistheorie een utilistische theorie is. Dit klopt niet helemaal. De gevolgenethiek en beginsel-ethiek kennen mogelijkheden om in geval van botsende gevolgen of beginselen toch een moreel oordeel te vellen over wat te doen. Dit kan door een hiërarchie aan te brengen in de gevolgen of beginselen: welk gevolg of beginsel is zo belangrijk dat het eerst nageleefd moet worden? Denk bijvoorbeeld aan het geval dat je iemand verbergt in je huis. Als deze persoon gevonden wordt, zal hij gedood worden. Een agent komt aan je deur om te vragen of je die persoon verbergt. Vertel je die agent de waarheid dan zal de persoon gedood worden en breek je (indirect) het niet-doden beginsel. Vertel je de agent niet de waarheid dan breek je het niet-liegen beginsel. Door andere waarden aan de beide principes toe te kennen, kun je toch tot een moreel oordeel komen over wat te doen. De beslistheorie werkt op dezelfde manier. Aan verschillende handelingsalternatieven worden verschillende waarden gegeven. Dit toekennen van waarden kan op utilistische, beginsel-ethische of gevolgenethische gronden. Zo kunnen deze ethieken bijdragen aan het tot een besluit komen met behulp van de beslismatrix.

### **5.3 Is het juist om ingrijpende maatregelen te nemen?**

Ik zal in deze paragraaf behandelen welke handelingsalternatieven er zijn met betrekking tot klimaatverandering en wat mogelijke gevolgen van deze handelingen kunnen zijn voor de betrokkenen. Met gebruikmaking van in de vorige paragraaf behandelde milieu-ethieken wil ik pogen een moreel oordeel te vellen over de verschillende handelingsalternatieven.

### 5.3.1 Relevante feiten

Voor begonnen kan worden met de besprekking van de handelingsalternatieven, moet eerst op een rijtje gezet worden welke informatie er ter beschikking staat en wie allemaal betrokkenen zijn bij klimaatopwarming. In hoofdstuk 3 is de klimaatwetenschap behandeld. De relevante feiten uit dit hoofdstuk zijn:

- Het IPCC voorspelt dat tot 2100 de temperatuur met 1,4 tot 5,8°C zal stijgen.
- Anderen (onder andere Lomborg) menen dat deze stijging minder zal zijn.
- Het IPCC ziet CO<sub>2</sub> als de belangrijkste veroorzaker van het versterkte broeikaseffect.
- Anderen (waaronder Lomborg) stellen dat dit effect van CO<sub>2</sub> wel meevalt.

Dit zijn deels tegenstrijdige 'feiten', wat het maken van een beslissing erg lastig maakt. Want wie heeft er gelijk? Ik heb zelf aangegeven meer vertrouwen te hebben in het IPCC. Maar anderen kunnen een heel andere inschatting maken van het risico van het daadwerkelijk optreden van klimaatverandering, doordat zij andere feiten als relevant zien. Minder klimaatopwarming zal ook betekenen minder klimaatverandering. Doordat mensen verschillende inschattingen maken van het risico, is het waarschijnlijk dat zij ook kiezen voor verschillende handelingsalternatieven.

Verder is het van belang te weten wie de betrokkenen zijn. In principe is bij het klimaat iedereen betrokken. Als betrokkenen worden hier dus gezien: toekomstige generaties die mogelijk te maken krijgen met klimaatverandering en de gevolgen hiervan; huidige generaties die te maken krijgen met de gevolgen van bepaalde genomen maatregelen. Zowel bij de toekomstige als de huidige generaties kan een uitsplitsing gemaakt worden naar bewoners van ontwikkelde landen en bewoners van ontwikkelingslanden. Voor ontwikkelingslanden kan maatregelen nemen tegen klimaatopwarming en de gevolgen van klimaatopwarming een zware aanslag zijn op hun ontwikkeling, terwijl deze voordelig zouden kunnen zijn voor de ontwikkeling van ontwikkelde landen. Ik zal hier geen uitsplitsing maken naar de bewoners van verschillende regio's. Ik zal niet kijken of een bepaalde regio voornamelijk de negatieve gevolgen zal dragen en een andere de positieve. Als ik in het vervolg van mijn analyse stel dat iets een positief of een negatief gevolg is, dan is dat gemiddeld een positief of negatief voor de hele wereldbevolking. Dit heeft tot gevolg dat mijn analyse slechts een ruwe schatting wordt van wat de beste handeling is. Ik verwacht echter dat deze inschatting een goede indicatie is van wat de uitkomst zou zijn van een meer uitgewerkt analyse.<sup>3</sup>

Daarnaast zijn overheden betrokken. Zij moeten kiezen welke handelingsalternatieven zij willen uitvoeren en bedenken hoe dit te doen. Sommige maatregelen kunnen grote invloed hebben op industrie, landbouw, visserij, de toeristensector, flora en fauna. Bedrijven en personen die werkzaam zijn in deze sectoren zijn dus ook betrokken bij het probleem of het juist is om ingrijpende maatregelen te nemen.

Er zijn verschillende eindtoestanden mogelijk:

- Er treedt geen klimaatopwarming op, en daardoor ook geen klimaatverandering;
- De voorspelde klimaatopwarming treedt op, maar de klimaatverandering is positief;
- De voorspelde klimaatopwarming treedt op, maar de klimaatverandering is negatief;
- Het klimaat warmt meer op dan voorspeld (meer negatieve klimaatverandering);
- Het klimaat warmt minder op dan voorspeld (meer positieve klimaatverandering).

---

3. Ik baseer dit op een grove analyse die ik heb gemaakt van de gevolgen voor ontwikkelde en ontwikkelingslanden. Ontwikkelingslanden zouden daar gezien kunnen worden in een vergelijkbare positie als de toekomstige generaties.

Het IPCC stelt dat de mens klimaatopwarming veroorzaakt, en dat de mens in principe in staat is om klimaatopwarming zo veel mogelijk te voorkomen. Een moreel probleem ontstaat echter doordat men er nog niet over uit is (zoals met alles wat betrekking heeft op het klimaat), of de gevolgen van klimaatverandering positief of negatief zullen zijn. Stel dat de gevolgen van klimaatverandering positief zullen zijn, en wij handelen daarnaar (nemen geen maatregelen om klimaatverandering te voorkomen), dan wordt niemand nu of in de toekomst benadeelt. Stel, wij handelen zo, maar de gevolgen blijken negatief te zijn, dan worden toekomstige generaties benadeelt. Stel wij handelen om te voorkomen dat er negatieve gevolgen van klimaatverandering optreden, daarmee kan de huidige generatie benadeelt worden (zoals later duidelijk zal worden). Het morele probleem is nu: hoe kunnen we er voor zorgen dat noch mensen nu, noch mensen in de toekomst benadeelt worden? En als we dat niet kunnen voorkomen, mogen we dan enkelingen opofferen, zodat de rest meer voordeel heeft? Het is voor de mens dus zaak om het juiste handelingsalternatief te kiezen. Ik zal me in het vervolg vooral bezighouden met het eerste probleem.

### 5.3.2 De handelingsalternatieven

Welke handelingsalternatieven heeft men? Allereerst heeft men verschillende opties met betrekking tot het terugdringen van de netto  $CO_2$ -uitstoot. Wat hier precies gedaan kan worden, zoals overstappen op duurzame energie, energiebesparingen en het creëren van sinks, heb ik al besproken in hoofdstuk 4. De verschillende opties zijn hier de mate waarin verschillende opties worden toegepast. Eén van de handelingsalternatieven is om geen enkele maatregel te nemen om de  $CO_2$ -uitstoot terug te dringen. Een andere om juist zeer ingrijpend de  $CO_2$ -uitstoot terug te dringen. Een handelingsalternatief dat tussen deze beide in staat is het stapsgewijs terugdringen van de  $CO_2$ -uitstoot. Het Kyoto-protocol kan gezien worden als een eerste stap in het stapsgewijs terugdringen van de  $CO_2$ -uitstoot, al vinden sommigen het Kyoto-protocol al te rigoreus. Verder zijn er verschillende handelingsalternatieven om voor te bereiden op eventuele klimaatveranderingen. Men kan bijvoorbeeld nu al aanpassingen maken aan de gevolgen van klimaatverandering, zoals het ophogen van dijken. Of men heeft het alternatief om dit niet te doen, eventueel om het later te plannen. Daarnaast is het afwachten (doen) van meer onderzoek een handelingsalternatief.

De verschillende handelingsalternatieven sluiten elkaar niet allemaal uit. Zo is het best mogelijk om tegelijk te kiezen voor het nemen van geen enkele  $CO_2$ -maatregel, maar wel maatregelen te nemen om geen last te hebben van negatieve gevolgen van klimaatopwarming, door bijvoorbeeld irrigatiesystemen aan te leggen in gebieden waar grote droogte wordt verwacht of door dijken te verhogen tegen het stijgen van de zeespiegel. In het volgende zal besproken worden wat de gevolgen van de handelingsalternatieven zijn voor de in de vorige subparagraaf genoemde betrokkenen. De gevolgen van de verschillende eindtoestanden zijn al besproken in hoofdstuk 4.

#### *Handelingsalternatief 1: geen maatregelen om $CO_2$ terug te dringen*

Dit handelingsalternatief gaat uit van een business-as-usual scenario: gewoon doorgaan op de oude voet. De achtergrond van dit alternatief is dat de voorspellingen van het IPCC overdreven worden gevonden of dat men meent dat het goedkoper is om later, als blijkt dat het IPCC het niet (helemaal) mis had, aanpassingen aan klimaatverandering te maken. De huidige bevolking zal, omdat er niets wordt ondernomen, geen negatieve gevolgen van deze handeling ondervinden, maar ook geen positieve. Mocht blijken dat er later toch klimaatverandering optreedt, dan komen de kosten voor aanpassingen geheel te liggen bij toekomstige



generaties, tenzij de huidige generatie al enige aanpassingen heeft gemaakt. Dit is echter niet waarschijnlijk als men meent dat het later goedkoper kan, of dat er nauwelijks klimaatopwarming op zal treden. Mocht het IPCC het mis hebben en treedt er geen klimaatverandering op of slechts een beetje met positieve gevolgen, dan zal men spijt krijgen als er (grote) investeringen zijn gedaan om een verandering te voorkomen die helemaal niet zal optreden. Deze handeling beschermt dan tegen het doen van onnodige investeringen. Echter investeringen in technologieën die voor minder  $CO_2$ -uitstoot zorgen, zoals duurzame energietechnologieën en elektrische auto's, zorgen indirect ook voor minder luchtvervuiling en smogvorming, wat een gunstig effect kan hebben op de gezondheid van de huidige generaties. Mogelijk worden dergelijke schone luchtmaatregelen toch wel genomen, maar de kans is groot dat daar dezelfde tegenwerpingen (zoals de hoge kosten en dat het pas op termijn mogelijk iets oplevert) tegen worden gemaakt als tegen het nemen van maatregelen om de  $CO_2$ -uitstoot terug te dringen.

#### *Handelingsalternatief 2: stapsgewijze maatregelen om de $CO_2$ -uitstoot terug te dringen*

Lomborg heeft kritiek op het Kyoto-protocol, onder andere omdat het te weinig zoden aan de dijk zou zetten en het onevenredig veel kost voor wat het oplevert. De temperatuurstijging die het IPCC in 1992 voor 2100 voorspelde, zou door Kyoto tien jaar uitgesteld worden. Kyoto lost het probleem dus niet op, het schuift het hoogstens een beetje naar voren (Lomborg, 2001, p302). Kyoto is in zijn ogen dan ook veel te duur. Er moeten maatregelen genomen worden om aan de emissie-eisen in het Kyoto-protocol te voldoen, dit kost geld, en er moeten dan nog steeds maatregelen genomen worden om mensen te beschermen tegen klimaatverandering. Dus van het Kyoto-protocol worden zowel huidige als toekomstige generaties de dupe. Wat Lomborg hier niet lijkt in te zien is dat het Kyoto-protocol slechts voorschrijft wat de uitstoot van  $CO_2$  (voor geïndustrialiseerde landen) mag zijn in 2012. Daarna moet er weer een nieuw protocol komen, dat nieuwe eisen stelt (Burke, 2001). Het Kyoto-protocol is dus een eerste stap in het proces om de  $CO_2$ -uitstoot terug te dringen.

Velen vinden de voorstellen uit het Kyoto-protocol al veel te ver gaan. Enkelen hiervan hebben zich verenigd in de 'Cooler Heads Coalition'. Op [www.globalwarming.org](http://www.globalwarming.org) houden ze een overzicht bij van publicaties over klimaatopwarming. De Cooler Heads staan sceptisch tegenover de voorspellingen van het IPCC en de meeste artikelen op deze site zijn negatief over klimaatverandering en het Kyoto-protocol (www7). Onder de kop 'Ontnuchterende feiten' wordt ingegaan op de gevolgen van het doorzetten van het Kyoto-protocol voor de (Amerikaanse) consumenten, boeren en bedrijven. De belangrijkste maatregel die zij zien om aan de eisen van Kyoto te voldoen is het verhogen van de belasting op energieverbruik. Een soort 'de vervuiler betaalt'. Volgens de Cooler Heads zal dit echter leiden tot minder groei van het inkomen en vooral de armste Amerikanen zullen nog armer worden. Het leven zal duurder worden doordat meer betaald moet worden voor het verwarmen van huizen, voor vervoer, maar ook voor voedsel. Zo'n 2 à 3 miljoen Amerikanen zullen hun baan verliezen. Veel industrieën zullen naar ontwikkelingslanden verhuizen, omdat ze daar wel  $CO_2$  mogen uitstoten. Daarnaast bedreigt het Kyoto-protocol de economische en burgerrechten, want het geeft overheden een vrijbrief om alle activiteiten te "controleren, belasten, reguleren of verbieden, want iedere activiteit verbruikt energie of produceert uitstoot van broeikasgasen." (www7). Volgens de Cooler Heads maakt het niet uit of  $CO_2$ -uitstootreducties nu of over 30 jaar worden gerealiseerd, en zij stellen dat het makkelijker is deze over 30 jaar te rea-

liseren als technologieën om dat goedkoop te doen uit-ontwikkeld zijn.<sup>4</sup> Zij staan een 'geen spijt' (no regrets) benadering voor: investeren in klimaatonderzoek, en alleen investeren in het terugdringen van uitstoot als die investering op zichzelf economisch zin heeft. Minder  $CO_2$ -uitstoot zou dan een gelukkige bijkomstigheid zijn. De Cooler Heads zien dus niets in opgelegde  $CO_2$ -reducties, er moet eerst een economische noodzaak zijn. De economische nadelen van  $CO_2$ -reducties zijn, volgens hen, echter groot.

De Cooler Heads zien echter een aantal belangrijke dingen over het hoofd. Ten eerste is het belasten van energieverbruik niet de enige mogelijkheid om lagere  $CO_2$ -emissie te bereiken. Verder geven ze niet aan waar die extra belastingopbrengsten voor gebruikt kunnen worden. Als ze gebruikt worden om andere belastingen te verlagen, dan zal dit niet leiden tot een algehele daling van de koopkracht. Doordat de economen, waarop de Cooler Heads hun uitspraken baseren, hogere belastingen als enige maatregel zien, zien ze alleen werkgelegenheid verloren gaan, maar niet dat er banen bijkomen in bedrijven die duurzame (energie) technologieën produceren. Daarnaast is het voor de zware industrieën, zoals de chemische en de staalindustrie, niet economisch aantrekkelijk om naar een ontwikkelingsland te verhuizen, want daar moet een geheel nieuwe fabriek neergezet worden, een compleet nieuwe infrastructuur aangelegd worden, en er moet geschoold personeel gevonden worden. Ook dat kost allemaal veel geld.

De Cooler Heads stellen voor dat er 'geen spijt'-maatregelen genomen worden, maar hoe weten ze dat maatregelen die nu geen spijt opleveren dat later nog steeds doen? Voor huidige generaties is dit misschien de beste, want minst kostbare, oplossing. Toekomstige generaties worden echter mogelijk geconfronteerd met hoge kosten voor  $CO_2$ -reductie en aanpassingen aan klimaatverandering, terwijl dit eerder mogelijk veel goedkoper had gekund, omdat de uitstoot minder sterk gereduceerd had hoeven worden.

De Union of Concerned Scientists (UCS) en Tellus Institute, een organisatie die analyses maakt met als doel milieukwaliteit en sociale gelijkheid te verbeteren, stellen in een gezamenlijk rapport dat de economische voorspellingen (waar de Cooler Heads zich op baseren) "op foutieve analyses zijn gebaseerd, die aannemen dat [de VS] het gebruik van fossiele brandstoffen op bijzonder kostbare en kortzichtige manieren gaat terugdringen." (UCS, 1998). De onderzoekers van UCS en Tellus Institute merken op dat deze economen bij hun voorspellingen geen rekening houden met de bijdrage van bestaande low-carbontechnologieën, noch met nieuwe technologische ontwikkelingen op dit terrein, of beleid om deze ontwikkelingen te stimuleren. Maar vooral houden ze geen rekening met de enorme kosten die klimaatverandering zelf kan hebben, noch met wat  $CO_2$ -maatregelen nu kunnen opleveren op het gebied van gezondheid en economie (UCS, 1998).

In *A Small Price to Pay* worden zes Amerikaanse onderzoeken naar de kosten van  $CO_2$ -maatregelen met elkaar vergeleken. Hieruit komt naar voren dat sommige maatregelen negatieve kosten hebben (geld opbrengen) waar andere positieve kosten hebben. Maatregelen in de energieproductie kosten bijna allemaal geld, maar het invoeren van standaarden voor efficiëntie op het gebied van vervoer leveren zo'n US\$115 per ton minder  $CO_2$  op. De besparing van energie levert hier zoveel op dat de kosten om de besparing mogelijk te maken daarbij in het niet vallen. De positieve kosten in de energiesector zien deze onderzoekers als een aansporing om op meer duurzame energiebronnen over te stappen en zo nog meer  $CO_2$ -reductie te realiseren (UCS, 1998). Deze maatregelen leveren dus de huidige generatie

---

4. Vraag is of technologieën überhaupt uitontwikkeld worden als er geen behoefte aan deze technologieën lijkt te zijn.

wat op in de vorm van kostenbesparingen, maar ook in de vorm van betere gezondheid door minder luchtvervuiling en (netto) meer banen doordat de verbeteringen moeten worden uitgevoerd (Bailie *et al.*, 2001). Ook toekomstige generaties zullen beter af zijn: zij zullen weinig tot geen last hebben van klimaatveranderingen en dan ook geen aanpassingsmaatregelen hoeven te nemen.

Een andere kritiek op klimaatmaatregelen die genoemd wordt, over het algemeen in combinatie met de kritiek dat klimaatmaatregelen geld kosten, is dat dat geld niet besteed kan worden aan maatregelen om de situatie *nu* te verbeteren (Lomborg, 2001, p6). Geld dat besteed wordt aan klimaatmaatregelen wordt niet besteed aan ontwikkelingshulp (tenzij in de vorm van joint implementation), niet aan schoon drinkwater, niet aan onderwijs of gezondheidszorg. Burke is van mening dat er wel zowel aan klimaatmaatregelen als aan ontwikkelingshulp geld kan en moet besteed worden (Burke, 2001). Een dubbeltje kan echter maar één keer uitgegeven worden. Maar waarom zouden de kosten voor klimaatmaatregelen niet van de defensiebegroting afgetrokken kunnen worden? Ook deze kritiek kan ondergaan worden door er op te wijzen dat er klimaatmaatregelen genomen kunnen worden die geld opleveren, zo komt er juist meer geld vrij voor ontwikkelingshulp of defentie.

Er is een mogelijkheid dat het klimaatprobleem is overschat, in dat geval zou het zonde zijn om klimaatmaatregelen te nemen, met uitzondering van die maatregelen natuurlijk die meer voordeel opleveren dan alleen het terugdringen van  $CO_2$ . Een andere mogelijkheid is dat het klimaatprobleem onderschat is en dat deze stapsgewijze maatregelen onvoldoende zijn om klimaatverandering te voorkomen. Misschien zouden in dat geval rigoreuze maatregelen beter zijn?

### *Handelingsalternatief 3: zeer ingrijpend $CO_2$ -uitstoot terugdringen*

Bij het handelingsalternatief 'zeer ingrijpend de  $CO_2$ -uitstoot terugdringen' stel ik mij vooral voor dat de stapsgewijze maatregelen op een veel kortere termijn worden doorgevoerd, en er hogere reductie-eisen worden gesteld (niet 5% reductie maar 10 of 20%). De economen die aangaven dat stapsgewijze maatregelen al desastreuze gevolgen zullen hebben voor de economie, zullen van deze optie helemaal niets willen weten. Doordat bedrijven zich veel sneller aan hogere eisen moeten aanpassen, zullen er meer zijn die zich niet aan kunnen passen en moeten sluiten, met meer werklozen tot gevolg. Zelfs de meer optimistisch gestemde wetenschappers van UCS kunnen waarschijnlijk niet onderbouwen dat verdergaande maatregelen ook voornamelijk geld opleveren. Zeer ingrijpende maatregelen om de  $CO_2$ -uitstoot terug te dringen is dus slecht voor de huidige generaties. Het zou een (flinke) recessie kunnen betekenen voor de huidige economie. De economie zal zich op termijn weer herstellen (de beurskrach van 1929 is de wereld ook te boven gekomen). Het is onduidelijk of bij een herstel van de economie de nadruk zal komen te liggen op schone technologieën. Waarschijnlijk zal men weinig boodschap hebben aan wat beter is voor het milieu of de verre toekomst bij de wederopbouw van de economie. Aan de andere kant, zoals ik hierboven beschreef, zullen het de vervuilende technologieën zijn die (in de toekomst) de instorting van de economie veroorzaken. Een (korte) vermindering in  $CO_2$ -uitstoot zal van invloed zijn op veranderingen in het klimaat. Als  $CO_2$ -uitstoot daarna niet opnieuw toeneemt, zullen toekomstige generaties nauwelijks met klimaatveranderingen te maken krijgen. Dat is voordelig voor hen. Als  $CO_2$ -uitstoot daarna des te sterker opkomt, is dat nadelig voor hen. Het is echter nog niet duidelijk hoe zij er economisch voor zullen staan. Lomborg stelt dat toekomstige generaties veel rijker zullen zijn dan de huidige. Hij houdt daarbij geen rekening met een instorting van de economie, zoals hier beschreven. Wat de eindtoestand ook zal zijn: voor de huidige

generatie zullen de gevolgen van dit handelingsalternatief negatief zijn. Voor toekomstige generaties is er een kans dat de gevolgen positief zullen zijn, maar er is eveneens een kans dat ze negatief zullen zijn.

#### *Handelingsalternatief 4: nu aanpassen aan klimaatverandering*

Nu aanpassingen maken aan mogelijke klimaatveranderingen betekent dat er nu kosten gemaakt moeten worden, terwijl het nog helemaal niet zeker is of die aanpassingen wel nodig zijn. Het kost de huidige generatie dus geld, hoewel er ook werkgelegenheid is in het maken van de aanpassingen. Als de juiste aanpassingen gedaan zijn, zal toekomstige generaties geld bespaard blijven. Er zijn klimaatveranderingen mogelijk waarvoor nu geen aanpassingen gedaan kunnen worden, zoals het verschuiven van de seizoenen (kortere winter, vroegere zomer).

#### *Handelingsalternatief 5: niet of later aanpassen aan klimaatveranderingen*

Als er tegelijk ook wordt gekozen voor een optie om de  $CO_2$ -uitstoot terug te dringen, is het misschien helemaal niet nodig om aanpassingen te maken aan klimaatverandering, omdat er geen klimaatverandering zal optreden. Toekomstige generaties zullen hier beter zicht op hebben. Aan de andere kant, als tegelijk wordt besloten om ook geen maatregelen te nemen om de  $CO_2$ -uitstoot terug te dringen, komen alle kosten en gevolgen van mogelijke klimaatverandering terecht bij toekomstige generaties.

#### *Handelingsalternatief 6: meer onderzoek afwachten*

Meer onderzoek afwachten kan een beter beeld geven van wat de temperatuurstijging zal zijn tot 2100 en wat de klimaatveranderingen zullen zijn. In de tijd dat het onderzoek wordt afgewacht, kan echter kostbare tijd verloren gaan om het probleem aan te pakken. Toekomstige generaties zullen hiervan de dupe zijn. In hoofdstuk 3 is al ingegaan op welke gebieden meer kennis nodig is. Zo wil men meer weten over het effect van aerosols en van wolken op temperatuurstijging, en is het nodig om de klimaatmodellen te verbeteren. Vooral door skeptici van klimaatmaatregelen wordt verwacht dat meer onderzoek zal leiden tot lagere voorspellingen van de temperatuurstijging, waardoor minder klimaatmaatregelen nodig zullen zijn. Deze verwachting is echter niet gebaseerd op gebeurtenissen uit de praktijk van het klimaatonderzoek: in 1992 voorspelde het IPCC voor 2100 een temperatuurstijging tussen 1,3 – 3,2°C (Lomborg, 2001, p264). Toen werd door skeptici van de IPCC voorspellingen beweerd dat meer onderzoek zou leiden tot lagere voorspelling (Beckman, 1992). Na acht jaar meer onderzoek werd de voorspelling door het IPCC bijgesteld. Het IPCC voorspelt nu voor 2100 een temperatuurstijging van minimaal 1,4°C tot maximaal 5,8°C. Meer onderzoek leidde dus tot een hogere voorspelling.

### **5.3.3 Morele afweging**

Kort gezegd zijn de gevolgen als volgt:

nu maatregelen nemen	kosten voor de huidige generatie evt. ook voordelen voor huidige generatie geen tot weinig kosten voor toekomstige generaties (bij geen klimaatverandering)
nu geen maatregelen nemen	geen voor- of nadelen voor huidige generatie

### alle nadelen van klimaatopwarming voor toekomstige generaties

Het is volgens de economische milieu-ethiek moreel niet juist om (zeer) ingrijpende maatregelen te nemen om de  $CO_2$ -uitstoot terug te dringen, waarschijnlijk gaat dit zeer veel geld kosten en er zullen weinigen zijn die er dat voor over zullen hebben. Huidige generaties zullen niet mee kunnen profiteren van wat ingrijpende maatregelen opbrengen. Het is zelfs nog maar de vraag of ze überhaupt iets opbrengen, ook voor toekomstige generaties. Totaal geen maatregelen nemen om de  $CO_2$ -uitstoot terug te dringen is toegestaan als daar in de toekomst geen prijs voor hoeft te worden betaald. Met deze ethiek bekeken is het verder juist om nu nog geen aanpassingen aan klimaatverandering te maken. Deze maatregelen kosten geld en het is nog niet duidelijk of ze ook nodig zullen zijn, en wat die aanpassingen in de toekomst zullen kosten. Als aannemelijk gemaakt kan worden dat voor toekomstige generaties de kosten voor aanpassingen aan klimaatverandering veel hoger zullen zijn dan de kosten van  $CO_2$ -reductie voor de huidige generatie, dan stelt het utilisme dat er nu begonnen moet worden met  $CO_2$ -reductie. Hier wordt immers de maximale winst, of beter de minimale kosten, mee behaald. De economische milieu-ethiek kan zich hierbij aansluiten, maar zij vindt het wel van belang dat het nemen van maatregelen ook nu al winst moeten opleveren.

Het blijkt van belang te zijn welk soort maatregelen wordt genomen om de  $CO_2$ -uitstoot te verminderen. De Cooler Heads stellen slechts één maatregel voor, heffen van belastingen, welke tot gevolg heeft dat het slechter zal gaan met de economie en de werkgelegenheid. Deze maatregel (alleen) is binnen de economische milieu-ethiek niet toegestaan. In de economische milieu-ethiek gaat het om voorkeuren, de voorkeur die de meeste winst maakt wordt uitgevoerd. Het voorstel om belastingen te heffen op energieverbruik levert belastinginkomsten op, maar volgens de Cooler Heads vooral veel economische malaise. Deze voorkeur levert niet de meeste winst op (niets doen levert meer op, het kost namelijk minder), dus is zij binnen de economische milieu-ethiek niet toegestaan. De UCS (Union of Concerned Scientists) stelt echter een combinatie van maatregelen voor, die alle tezamen leiden tot een netto opbrengst. In dat geval is men volgens de economische milieu-ethiek verplicht tot het nemen van maatregelen om de  $CO_2$ -uitstoot te reduceren. Deze maatregelen leveren winst op, en in een vrije markt zal de voorkeur uitgaan naar het maken van winst boven het niet maken van winst. De UCS neemt aan dat als nu (succesvolle) maatregelen genomen worden voor minder  $CO_2$ -uitstoot dat dit in de toekomst zal leiden tot minder kosten voor aanpassingen aan klimaatveranderingen. Waarschijnlijk leiden de maatregelen die de UCS voorstelt tot de maximale winst. De winst zou namelijk ook gemaximaliseerd kunnen worden doordat klimaatopwarming leidt tot positieve veranderingen in het klimaat, zoals minder droge gebieden en meerdere oogsten per jaar. Het is echter onbekend of klimaatveranderingen positief dan wel negatief zullen uitpakken. De economische milieu-ethiek zal in dat geval de voorkeur geven aan het voordeel dat de huidige generatie zal krijgen, boven het voordeel dat een toekomstige generatie mogelijk kan krijgen. In dat geval leveren de maatregelen die de UCS voorstelt de maximale winst op.

De economische milieu-ethiek leidt dus tot de conclusie dat het meest juiste handelingsalternatief is om stapsgewijze maatregelen in te voeren om  $CO_2$ -uitstoot terug te dringen, waarbij verscheidene maatregelen uitgevoerd moeten worden die samen per ton bespaard  $CO_2$  meer opleveren dan ze gekost hebben. Het is mogelijk om alleen voor de maatregelen te kiezen die op zichzelf geld opbrengen, doordat de investering in de maatregel grote besparingen in kosten met zich meebrengt, en niet te kiezen voor maatregelen

die op zichzelf geld kosten, zoals maatregelen in energieproductie.<sup>5</sup> Dit zal echter leiden tot minder  $CO_2$ -reductie en mogelijk hogere kosten in de toekomst. Daarnaast is het niet duidelijk of maatregelen die op de korte termijn geen winst opleveren, op de (midden)lange termijn ook geen winst op zullen leveren. De UCS stelt dat in de cijfers die zij citeert over de opbrengsten van  $CO_2$ -reducties korte termijn voordelen op het gebied van gezondheid, industriële productiviteit of het minder afhankelijk zijn van schommelingen in de olieprijs niet zijn meegenomen (UCS, 1998). Er kan dus nog meer winst behaald worden dan zij al noemt. Stapsgewijze  $CO_2$ -maatregelen doorvoeren is dus de beste handeling.

Wanneer gekeken wordt naar het beginsel ethische principe dat toekomstige generaties dezelfde primaire rechten hebben als de huidige generatie kan een vergelijkbare conclusie getrokken worden. De huidige generatie en de toekomstige generaties hebben allen rechten en belangen en deze kunnen voor geen van allen zomaar geschonden worden. Door ingrijpende maatregelen te nemen om de  $CO_2$ -uitstoot terug te dringen kunnen de rechten van de huidige generatie geschaad worden. Mensen hebben recht op arbeid en ze hebben economische rechten die onmisbaar zijn voor hun waardigheid.<sup>6</sup> Dit zijn Universele Mensenrechten. Ingrijpende maatregelen kunnen leiden tot grote werkloosheid en ze tasten de economische stabiliteit aan. Het is dus moreel onacceptabel om ingrijpende  $CO_2$ -maatregelen te nemen. Zeker als daarbij niet duidelijk is of ingrijpende maatregelen toekomstige generaties beschermen tegen inperking van hun rechten en belangen door klimaatverandering. Echter, als helemaal geen maatregelen worden genomen, worden de rechten en mogelijkheden van toekomstige generaties ingeperkt, zoals het recht op een goede gezondheid en ongestoord wonen. Deze zouden verstoord kunnen worden door bijvoorbeeld overstromingen als gevolg van klimaatverandering. De huidige generatie moet hier goed de Gouden Regel in acht nemen. Ze moet zich afvragen hoe zij zich zou voelen als haar overkwam wat toekomstige generaties te wachten staat. Had ze dan graag gezien dat een eerdere generatie, die een idee had wat er zou kunnen gebeuren en wist hoe dat te voorkomen, ook had geprobeerd dat te voorkomen? Als het antwoord op deze vraag "ja" is, dan is geen maatregelen nemen om de uitstoot van  $CO_2$  terug te dringen geen optie. Er moet dan een balans gemaakt worden tussen de rechten van de huidige generatie en de toekomstige generaties. Volgens de Gouden Regel tellen beide even zwaar mee. Het nemen van ingrijpende maatregelen is al afgefallen, omdat het de rechten van de huidige generatie te veel aantast. Dit leidt tot de conclusie dat het nemen van stapsgewijze maatregelen het meest juiste handelingsalternatief is.

Als gekeken wordt naar de handelingsalternatieven om nu of niet aanpassingen te maken aan klimaatverandering moet ook gekeken worden naar het soort aanpassingen dat gemaakt wordt. Ik heb hier steeds het ophogen van dijken als voorbeeld genoemd. Dat houd ik hier nog even aan. Rijkswaterstaat is momenteel aan het onderzoeken welke gebieden zij kan aanwijzen als overloopgebied (gebied waar water geloosd kan worden bij hoge waterstand om druk op de dijken te verminderen), omdat zij ziet dat het steeds maar verder ophogen en verstevigen van de dijken niet de juiste oplossing is voor het probleem van hoog water in de rivieren. Mensen die in deze overloopgebieden wonen, stellen dat zij hierdoor in hun recht om ongestoord te wonen worden geschaad. Dit probleem zal ook spelen bij het later maken van aanpassingen aan klimaatveranderingen. Toekomstige generaties zouden zich geschaad kunnen voelen in hun recht om ongestoord te wonen, doordat hun leefgebied overstroomt, doordat er eerder geen maatregelen zijn genomen tegen hogere waterstanden.

5. Zie het artikel van UCS voor enkele voorbeelden (UCS, 1998).

6. Artikelen 23 en 22 van de Universele Verklaring van de Rechten van de mensen. (Schrijver, 1989).

Omdat bij het maken van aanpassingen aan klimaatverandering zowel nu als later mensen geschaad zullen worden, is het misschien beter om te voorkomen dat er klimaatveranderingen zullen plaatsvinden, ofwel er zullen maatregelen genomen moeten worden om de  $CO_2$ -uitstoot te verminderen.

Overwegingen vanuit de economische milieu-ethiek en vanuit respect voor toekomstige generaties leiden tot dezelfde conclusie. Volgens beide ethieken is het niet juist om nu ingrijpende maatregelen te nemen. Dit zou grote schade aan de economie kunnen toebrengen en het is niet duidelijk of dit uiteindelijk het gewenste resultaat zou hebben, namelijk geen klimaatopwarming. De huidige generatie wordt door ingrijpende maatregelen ernstig te kort gedaan in haar economische rechten, zonder dat duidelijk is dat toekomstige generaties daarvoor niet beperkt zullen worden in hun rechten. Ook over het maken van aanpassingen aan klimaatverandering denken beide hetzelfde: het is beter daarmee te wachten tot bekend is wat nodig is. Als het al nodig is, want beide ethieken leiden tot de conclusie dat het nemen van stapsgewijze maatregelen om de  $CO_2$ -uitstoot terug te dringen de beste handeling is.

#### 5.3.4 De beslismatrix

Nu de morele analyse van de handelingsalternatieven is uitgewerkt, kan een nieuwe beslismatrix opgesteld worden, zie tabel 5.2. Langs de horizontale as staan de mogelijke eindtoestanden. De eindtoestanden staan uitgebreider beschreven op pagina 79. De handelingsalternatieven staan langs de verticale as. Een uitgebreide beschrijving van de handelingsalternatieven staat in paragraaf 5.3.2. De eerste drie handelingsalternatieven (geen maatregelen nemen, stapsgewijze maatregelen nemen en ingrijpende maatregelen nemen) zijn elkaar uitsluitende handeling, slechts één van deze drie handelingen wordt uitgevoerd. Ieder van deze handelingen kan wel uitgevoerd worden naast handelingsalternatief 4 of 5, en 6. Om wille van de argumentatie wordt hier aangenomen dat handelingsalternatieven 4 en 5 (nu of later aanpassingen maken) ook elkaar uitsluitende handelingen zijn. Dat hoeft niet zo te zijn: als nu aanpassingen gemaakt worden aan klimaatverandering, kan het best zo zijn dat er later nog aanpassingen aan klimaatverandering nodig zijn. Het handelingsalternatief 'onderzoek afwachten' kan tegelijk met ieder ander handelingsalternatief uitgevoerd worden, al suggereert de term enigszins dat dit handelingsalternatief vooral naast de optie 'geen maatregelen nemen' wordt gekozen.

In deze matrix is met plussen en minnen aangegeven hoe een bepaalde uitkomst gewaardeerd wordt door de economische milieu-ethiek (bovenste rij) en de ethiek die uitgaat van respect voor toekomstige generaties. De uitkomst van de optie 'geen maatregelen nemen' bij de eindtoestand 'geen opwarming'  $\begin{bmatrix} +++ \\ +++ \end{bmatrix}$  heeft voor beide ethische overwegingen drie plussen gekregen, dit is dus een zeer goede uitkomst. De uitkomst van het handelingsalternatief 'later aanpassingen maken' bij de eindtoestand 'wel opwarming, met negatieve gevolgen'  $\begin{bmatrix} + \\ - \end{bmatrix}$  heeft uit economische milieu-ethische overwegingen één plus gekregen, omdat er nu (begin 21<sup>e</sup> eeuw) geen geld is uitgegeven om aanpassingen te maken, en dit voordeel telt zwaarder dan de kosten die toekomstige generaties moeten maken. Daarnaast weten toekomstige generaties beter wat er nodig is. Aan de andere kant heeft het niet maken van aanpassingen ook niets opgeleverd aan de huidige generatie in de vorm van werkgelegenheid. Vandaar slechts één plus. Uit overwegingen vanuit het respect voor toekomstige generaties

	geen opwarming	wel opwarming, positief	wel opwarming, negatief	meer opwarming	minder opwarming
geen maatregelen	+++	+++	–	– –	+
	+++	+	– –	– –	o
stapsgewijze maatregelen	+++	+	–	– –	+
	+++	++	o	–	+
ingrijpende maatregelen	– –	–	– – –	– – –	–
	–	–	– – –	– – –	–
nu aanpassingen	– –	–	+	+	o
	– –	– –	+	+	–
later aanpassingen	++	++	+	–	o
	++	++	–	– –	+
onderzoek afwachten	++	+	–	– –	+
	++	+	–	– –	o

Tabel 5.2: De beslismatrix bij het belisprobleem rond klimaatverandering.

heeft deze uitkomst één min gekregen. De Gouden Regel is hier niet nageleefd, terwijl het aan het begin van de 21<sup>e</sup> eeuw best mogelijk is om enkele klimaatveranderingen te voorzien, en hiervoor aanpassingen te verzinnen.

Eerder heb ik geschreven dat het beslisprobleem rond klimaatverandering een beslisprobleem in onzekerheid betrof, omdat de kans op een bepaalde uitkomst niet bekend was. Er is echter een moeilijkheid met het belisprobleem als zodanig te definiëren. Neem het eerder gegeven voorbeeld van de zak blauwe en groene knikkers. De handelingsalternatieven wedden op blauw en wedden op groen hebben geen enkele invloed op de kleur van de knikkers die getrokken zal worden. In het beslisprobleem rond klimaatverandering zijn de eindtoestanden niet onafhankelijk van de handelingsalternatieven, althans niet wanneer aangenomen wordt dat de hoeveelheid  $CO_2$  die de mens uitstoot van invloed is op het optreden van klimaatopwarming.<sup>7</sup> Dit probleem is dus niet oplosbaar als een beslisprobleem in onzekerheid. Het IPCC stelt bijvoorbeeld dat het waarschijnlijk is dat als geen maatregelen worden genomen (scenario IS92a), dat de temperatuur de komende paar decennia met 0,1 à 0,2°C per decennium zal stijgen. Met waarschijnlijk bedoelt het IPCC dat er een kans van 66-90% is dat dit een correct voorspelling is en dat dit zal optreden (IPCC, 2001a).

Giere geeft een vergelijkbaar voorbeeld als het gaat om het al dan niet roken. De handelingsalternatieven zijn dan roken of niet-roken; de eindtoestanden zijn ouder dan 65 worden of voor de leeftijd van 65 sterven. Dit kan als een beslisprobleem in onzekerheid behandeld worden, maar, stelt Giere, dan wordt genegeerd dat er een positieve correlatie bekend is tussen roken en jong sterven (Giere, 1997). Giere vult in ieder uitkomstveld een kans in dat deze uitkomst op zal treden. De kans op de uitkomst ouder worden dan 65 terwijl men rookt is bijvoorbeeld 0,6 (60 procent). Nu wordt het beslisprobleem een beslissing met bekend risico. In een beslissing met bekend risico wordt voor iedere uitkomst de waardering van die uitkomst vermenigvuldigd met de kans op die uitkomst. Om te bepalen welk handelingsalternatief het beste is worden de uitkomsten bij elkaar opgeteld en het handelingsalternatief

7. Diegene die van mening zijn dat er geen verband tussen  $CO_2$ -uitstoot en klimaatopwarming bestaat, kunnen dit beslisprobleem gewoon als een beslissing in onzekerheid blijven zien.



met de hoogste kans-waardering is het beste. In het roken-voorbeeld van Giere<sup>8</sup>:

	ouder dan 65 sterven	jonger dan 65 sterven	totaal
roken	W = 90 K = 0,6	W = 0 K = 0,4	54 + 0
niet roken	W = 100 K = 0,8	W = 10 K = 0,2	80 + 2

Tabel 5.3: Belismatrix bij roken

Iets vergelijkbaars is gedaan met het beslisprobleem rond klimaatverandering. Omdat het IPCC geen kansen geeft voor bepaalde handelingsalternatieven in relatie tot de eindtoestanden (behalve voor niets doen en de eindtoestand klimaatopwarming), moet dit intuïtief gebeuren. Op deze manier zou dan tabel 5.4 ingevuld kunnen worden. Alleen de handelingsalternatieven die over het nemen van  $CO_2$ -maatregelen gaan zijn meegenomen. De overige handelingsalternatieven hebben namelijk geen (directe) invloed op de eindtoestanden. De waarden in deze tabel kunnen dan vermenigvuldigd worden met de waarden in de beslismatrix. Stel dat voor de plussen en minnen in de beslismatrix getallen worden ingevuld op de schaal -6 tot +6<sup>9</sup>, dan komt de beslismatrix er als volgt uit te zien, zie tabel 5.5.

	geen opwarming	wel opwarming, positief	wel opwarming, negatief	meer opwarming	minder opwarming
geen maatregelen	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
stapsgew. mrg.	0,5	0,1	0,1	0,1	0,2
ingrijpende mrg.	0,3	0,1	0,1	0,25	0,25

Tabel 5.4: De kansen op een eindtoestand gegeven een handelingsalternatief

	geen opwarming	wel opwarming, positief	wel opwarming, negatief	meer opwarming	minder opwarming
geen maatregelen	1,2	0,8	-0,6	-0,8	0,2
stapsgew. mrg.	3	0,3	-0,1	-0,3	0,4
ingrijpende mrg.	-0,9	-0,2	-0,6	-1,5	-0,5

Tabel 5.5: De nieuwe beslismatrix bij klimaatverandering met waarderingen voor de uitkomsten vermenigvuldigd met de kansen van die uitkomsten

Het handelingsalternatief 'geen maatregelen nemen' heeft als totaal waarde:  $1,2 + 0,8 - 0,6 - 0,8 + 0,2 = 0,8$ . De totaalwaarde van het handelingsalternatief 'stapsgewijze maatregelen nemen' is 3,3; de totaalwaarde van het handelingsalternatief 'ingrijpende maatregelen nemen' is -3,7. Het handelingsalternatief 'stapsgewijze maatregelen nemen' is dus het beste

8. W = waarde, K = kans.

9. +++ = 6, ++ = 4, + = 2, o = 0, - = -2, -- = -4, --- = -6. Als beide ethieken een uitkomst verschillend waarderen bijvoorbeeld met ++ en +, dan krijgt deze uitkomst in getal een waarde die ligt tussen beide getalwaarden, dus 3 in dit voorbeeld.

handelingsalternatief met betrekking tot het al dan niet nemen van maatregelen om klimaatopwarming te voorkomen.<sup>10</sup>

Voor de handelingsalternatieven 'nu aanpassingen maken' en 'later aanpassingen maken' is er nog steeds sprake van een beslissing in onzekerheid. Deze handelingen hebben namelijk geen invloed op de eindtoestanden.<sup>11</sup> De 'beste optie' strategie kan hier niet toegepast worden, omdat geen van beide handelingsalternatieven voor alle eindtoestand minstens even goed of beter is dan het andere alternatief. Zou gekozen worden voor de 'voldoende optie'

strategie, dan moet men geen hogere eisen stellen dan: 

—
—

 want dan zouden beide handelingsalternatieven afvallen. In dit geval moet de beslissing dus gemaakt worden met de gokstrategie of de 'op zeker spelen' strategie. In beide gevallen blijkt uit tabel 5.2 dat het niet of later maken van aanpassingen aan klimaatverandering een betere handeling is dan het nu maken van aanpassingen. Dit was eerder al beredeneerd bij de milieu-ethiek.

Het maken van beslissingen over wat de beste handelingen zijn met betrekking tot klimaatveranderingen kan gedaan worden met behulp van de beslistheorie. Men heeft echter wel de milieu-ethiek nodig om de beslistmatrix te kunnen invullen. Doordat milieu-ethiek ook in staat is om het beslisprobleem rond klimaatverandering te analyseren, lijkt beslistheorie enigszins overbodig. Het voordeel van beslistheorie is dat de waardering van alle argumenten (de gevolgen van de handelingsalternatieven) overzichtelijk in een schema komen te staan, zodat anderen snel overtuigd kunnen worden van wat het beste handelingsalternatief is.

## 5.4 Angst

De tweede vraag waar ik op in wil gaan in dit hoofdstuk is of het juist is om angst aan te jagen (als middel om een bepaald doel te bereiken). Lomborg stelt in zijn boek dat de milieubeweging met haar verhalen mensen angst aanjaagt waardoor ze in paniek de verkeerde beslissingen nemen. Ze kiezen bijvoorbeeld voor heel dure opties om  $CO_2$ -uitstoot te verminderen, die nauwelijks leiden tot minder klimaatverandering. Een ander probleem is dat mensen op een gegeven moment murw worden van de verhalen, en er geen aandacht meer aan besteden. Angst aanjagen heeft dan een averechts effect. In deze opzichten is angst aanjagen dus een kwalijke zaak. Maar het probleem zit dieper. De milieubeweging vindt namelijk helemaal niet dat ze angst aanjaagt, zij noemt het voorlichting over een reëel gevaar. Aan de andere kant staan diverse economen (zoals de Amerikaanse minister van economie) die beweren dat de klimaatmaatregelen die de milieubeweging voorstelt desastreuze gevolgen zullen hebben voor de economie. Op pagina 81 staan enkele van hun beweringen. Dit lijkt mij even goed angst aanjagen, al is het nog nooit zo genoemd in de media. De milieubeweging maakt mensen bang door de manier waarop ze (haar visie op) de toestand van de

---

10. Degenen die het beslisprobleem rond klimaatverandering als een beslissing in onzekerheid blijven zien, kunnen de gokstrategie of de op-zekerspelen strategie toepassen met behulp van tabel 5.2. In het laatste geval is de beste optie om 'stapsgewijze maatregelen te nemen', omdat deze de hoogste minimale waarde heeft. In het eerste geval komt 'geen maatregelen nemen' beter uit de bus, omdat deze voor twee eindtoestanden de hoogste waardering heeft.

11. Het nu nemen van maatregelen zou er toe kunnen leiden dat de gevolgen van klimaatopwarming positief uitvallen. Deze mogelijkheid wordt hier genegeerd, omdat dit slechts een correlatief verband is met twee van de mogelijke eindtoestanden.

wereld presenteert. Dit kan een onbedoeld neveneffect zijn. Lomborg is echter van mening dat dit een bewust strategie is van de milieubeweging. Het is immers haar doel om de aandacht van het publiek bij het milieu te houden, en dit gaat minder goed als zij vertelt dat het eigenlijk best wel goed gaat met het milieu. Hetzelfde kan misschien wel gezegd worden over de economen en hun verhalen over de economie.

De eigenlijke vraag hier is waarom in het ene geval gesproken wordt over angst aanjagen en in het andere niet. Mij lijkt dat hier sprake is van verschillende ideeën over hoe met het publiek over risico's gecommuniceerd moet worden. Daarmee hangt samen dat er verschillende ideeën zijn over hoe het publiek een risico rationeel benadert. En zelfs het idee dat mensen niet in staat zijn verschillende risico's even rationeel te benaderen. Volgens Lomborg leidt angst tot irrationaliteit. Dit lijkt mij een opmerking die grond heeft. Maar blijkbaar is Lomborg van mening dat met betrekking tot sommige risico's mensen eerder tot irrationaliteit worden verleid (milieurisico's) dan met betrekking tot andere risico's (economische risico's). Hij acht mensen wel tot rationaliteit in staat, als ze maar op de juiste wijze voorgelicht worden over de risico's die er bestaan.

In deze paragraaf wil ik kijken naar de relatie tussen risicoperceptie en rationaliteit. Ik maak hierbij gebruik van de uiteenzetting in *Risk and Rationality* van Shrader-Frechette. Mogelijk kan dat antwoord geven op de vraag waarom in het ene geval gesproken wordt over angst aanjagen en in het andere over voorlichten of waarschuwen. Daarna wordt het ook duidelijk wat een betere manier is om over risico's te communiceren.

Burgers (leken) hebben een andere perceptie van risico's dan wetenschappers (experts). Experts bepalen een risico in drie stappen: 1) het vaststellen van het risico of de risicovolle activiteit; 2) het inschatten van het niveau van het mogelijke gevaar van het risico; 3) het evalueren van de accepteerbaarheid van het risico (Shrader-Frechette, 1991). Experts menen dat dit de enige juiste wijze van het bepalen van risico's is: een rationele afweging. Een risico is bijvoorbeeld autorijden of electriciteit opwekken in een kerncentrale. Het risiconiveau van het mogelijke gevaar wordt meestal uitgedrukt in de kans per jaar die een persoon op een plaats  $p$  loopt om dodelijk te worden getroffen door een ongeval binnen de inrichting, als de persoon zich continu op die plaats zou bevinden (Zandvoort, 2001). Autorijden en kerncentrales hebben een even hoog risiconiveau, de kans dat er in een jaar een dode valt door een ongeluk in een kerncentrale is even groot als de kans in een jaar dat er een dode valt door een auto-ongeluk, ze zijn dus even veilig (of onveilig). Voor experts zijn kerncentrales even acceptabel als autorijden, want ze hebben hetzelfde risiconiveau. Het publiek vindt autorijden echter acceptabeler dan kerncentrales. Wat bij experts tot de conclusie leidt dat leken niet in staat zijn tot het maken van een rationele afweging van risico's.

Shrader-Frechette is van mening dat het publiek wel in staat is om een rationele afweging van risico's te maken. Risico-evaluatie, stelt zij, is nooit helemaal waardenvrij. Publiek en experts hebben verschillende waardensystemen, waardoor verschillende evaluaties van de acceptabiliteit van risico's ontstaan. Het publiek vindt één ongeluk met een kerncentrale waarbij 50.000 mensen omkomen erger dan 50.000 auto-ongelukken waarbij steeds één persoon omkomt. Een van de redenen daarvoor is dat autorijden vrijwillig gebeurt, waarbij men dus vrijwillig het risico op een ongeluk aangaat. Experts vinden dit een subjectieve risico-evaluatie en niet rationeel omdat de objectieve feiten (zelfde risiconiveau) worden genegeerd. Het is echter mogelijk om zo objectief mogelijk en zo rationeel mogelijk naar de evaluatie van een risico te kijken. Experts hebben vijf argumenten waarmee zij de risico-evaluaties van leken aanvallen:

1. het publiek is anti-overheid en anti-industrie;
2. het publiek heeft zelf geen macht en valt daarom de macht aan;
3. het publiek is onredelijk, want het vreest dingen die weinig kans hebben om op te treden;
4. het publiek is irrationeel t.o.v. risico's omdat het zich niet realiseert dat het leven veiliger wordt;
5. het publiek heeft een onrealistische verwachting van veiligheid.

Shrader-Frechette bekritiseert deze vijf argumenten. Ten eerste, stelt ze, is het publiek niet anti-overheid en anti-industrie. Het publiek maakt immers gebruik van de overheid door milieuwetgeving af te dwingen. De stelling dat het publiek anti-industrie is gaat voorbij aan een redelijke wens van mensen, namelijk (lijfs-)behoud. Aversie tegen kernenergie heeft weinig te maken met een anti-industriehouding, maar veel meer met de ongelukken in Tsjernobyl en Three Mile Island. Daarnaast worden veel duurzame industrieën wel ondersteund door het publiek. Het tweede argument, stelt Shrader-Frechette, reduceert alle gronden voor risico-aversie tot sociale structuren. Mensen hebben geen macht, dus ze zijn tegen de macht. Maar risico-aversie hangt sterk samen met persoonlijke voorkeuren en ethische overtuigingen. Daarbij heeft de milieubeweging wel degelijk macht. Ze heeft een invloedrijke lobby en kan wetgeving afdwingen. Ook in de argumenten dat het publiek onredelijk, irrationeel en onrealistisch is, kan Shrader-Frechette zich niet vinden. Mensen zijn namelijk best bereid om een belangrijk risico te lopen (zoals autorijden) als zij goede kennis over de waarschijnlijkheid en de alternatieven van het risico hebben. De grootte van het risico is niet de enige afweging die mensen maken. Ze vragen zich ook af voor wie het risico geldt en wie het wat oplevert (eerlijke verdeling van risico's). Tevreden zijn met een bepaald risico betekent dat mensen het gevaar accepteren. In sommige gevallen echter worden mensen onvoldoende gecompenseerd voor het risico dat ze lopen. Dergelijke risico's hoeven mensen niet te accepteren, meent Shrader-Frechette, dat zou irrationeler zijn dan eisen dat de veiligheid nog verder toeneemt. Shrader-Frechette stelt dat wie beweert dat mensen die ontevreden zijn over het veiligheidsniveau onredelijk zijn, moet aantonen dat er geen grond is om daarover ontevreden te zijn (Shrader-Frechette, 1991).

De rationaliteit van het lekenpubliek wordt door experts dus verkeerd gewaardeerd. De argumenten die het publiek gebruikt zijn wel rationeel. Zij kunnen goed beargumenteren waarom zij een risico dat vrijwillig wordt aangegaan acceptabeler vinden dan een risico dat wordt opgedrongen. De argumenten van het publiek zijn anders dan die van de experts, deze maken geen verschil tussen gedwongen of vrijwillig risico. Ze zijn gebaseerd op andere waarden. De controverse rond rationele bepaling van risico's is eigenlijk een conflict over waarden stelt Shrader-Frechette. Ze bekijkt vervolgens twee theorieën met betrekking tot en hun kijk op de relatie tussen risicobepaling en waarden, en draagt zelf een derde theorie aan. De eerste theorie is van cultureel relativisten.

Cultureel relativisten stellen dat risicobepaling nooit objectief kan zijn, maar altijd het gevolg is van sociale constructie. Ze geven enkele argumenten waarom leken geen rationele risicobepaling kunnen maken. Ten eerste, stellen zij, maakt meer kennis mensen niet rationeler. Shrader-Frechette vindt dit een alles of niets argument: 'omdat ik niet alles kan weten, kan ik ook geen goede inschatting van een risico maken, en is mijn inschatting sowieso waardeloos.' Maar zelfs zonder alles te weten kunnen mensen goede (risico-) inschattingen maken. Daarnaast is het bepalen van een risico niet een kwestie van smaak, of wordt het gedictieerd door wat binnen de groep als problemen worden gezien. Binnen sociale groepen kunnen verschillende meningen bestaan over risico's, terwijl er tussen sociale groepen ge-

lijke meningen kunnen bestaan. Een ander argument van de cultureel relativisten waarom er geen objectieve risicobepaling mogelijk is, is dat iedere manier van leven, ook een risicovol leven, gerechtvaardigd kan worden. Dat levert de merkwaardige situatie op dat iedere inschatting van een risico even correct is (ook als het tegenstrijdige opvattingen zijn). Cultureel relativisten stellen verder dat alle mensen zich laten leiden door de vooroordelen van de sociale structuren waaruit zij afkomstig zijn, en dat men daardoor niet in staat is objectief te oordelen over risico's. Shrader-Frechette stelt dat de relativisten zelf ook een waarde-oordeel geven door de risicobepaling van anderen niet-waardenvrij te noemen (Shrader-Frechette, 1991).

In tegenstelling tot de cultureel relativisten die de bijdrage van waarden aan risicobepaling overschatten, onderschatten de naïef positivisten deze juist. Naïef positivisten reduceren alle risico-analyses tot wetenschappelijke regels en negeren daarbij dat deze ethische inhoud kunnen hebben. Volgens Shrader-Frechette komt dit doordat de positivisten niet in staat bleken onderscheid te maken tussen de verschillende soorten waarden die een rol kunnen spelen bij risico-analyses. Zelf onderkent ze er drie. Bevooroordeelde waarden komen in de risico-evaluatie terecht als degene die de evaluatie maakt, bewust gegevens verkeerd interpreteert of weglaat om tot een bepaalde, gewenste conclusie te komen. Deze bevooroordeelde waarden kunnen en moeten uit de risico-analyse weggelaten worden. Contextuele waarden zijn wat moeilijker buiten de analyse te houden. Dit zijn de sociale, culturele en filosofische accenten die worden gelegd. De risico-analyse van orale anticonceptie (de pil) werd gekleurd door de contextuele waarde van het onder controle houden van de bevolkingsgroei. Het verschil met bevooroordeelde waarden is dat contextuele waarden vaak onbewust worden toegepast. De laatste vorm zijn methodologische waarden. Deze zijn vrijwel onmogelijk uit de analyse te houden, omdat ze samenhangen met de methodologische voorkeuren van de onderzoeker. Deze moet bepalen welke informatie relevant is en welke niet. Een andere onderzoeker zou mogelijk tot andere conclusies kunnen komen (Shrader-Frechette, 1991).

Shrader-Frechette stelt zelf een derde benadering voor, die een middenweg is tussen cultureel relativisme en naïef positivismisme: *scientific proceduralisme*. Deze accepteert dat een risico-analyse niet geheel waardenvrij is, maar stelt ook dat er verschillende gradaties van objectiviteit zijn. 'Wetenschappelijke objectiviteit' wordt bereikt door de risico-analyse te onderwerpen aan intelligente discussies en kritiek van wetenschappers en leken die het risico lopen. Rationaliteit en objectiviteit worden bepaald in vergelijking met risico-evaluaties in andere gevallen.

Lomborg en de economen lijken op bovengenoemde experts, zij weten de risico's juist in te schatten, vinden zij zelf. Zij lijken de milieubeweging tot de groep leken te rekenen, deze maken geen goede risico-inschatting. Voor de risico's die de economen zelf benoemen (de economische) lijken ze het naïef positivismisme te volgen: zij zijn de experts en hebben een waardenvrije risico-analyse gemaakt. De economen hebben echter maar voor één type maatregel gekozen om de  $CO_2$ -uitstoot terug te dringen, belastingenheffen, en kwamen daardoor tot de conclusie dat dit niet de juiste maatregel is. Ik kan niet achterhalen of zij bewust zo beperkt hebben gekeken of dat zij werkelijk over onvoldoende fantasie en werkelijkheidszin beschikten om alternatieven te verzinnen.<sup>12</sup> In ieder geval bevat deze 'waardenvrije analyse' contextuele waarden. Dat maakt hun analyse op zich niet minder waard, als zij maar erkennen dat hun analyse niet waardenvrij is. Dit erkennen zij echter niet (misschien omdat zij er

---

12. Het blijft ongelofelijk dat in het land van de onbegrensde mogelijkheden (de VS) er veel mensen zijn die (g)een mogelijkheid zien om de  $CO_2$ -uitstoot terug te dringen.

nog niet op zijn geweest), tegelijk kijken ze naar de risico-analyses van de milieubeweging (die de milieurisico's benoemt) door de ogen van de cultureel relativist: de gehele analyse staat bol van de waarde-oordelen. "De milieubeweging vecht voor het milieu (...), ze heeft daarom een duidelijk belang bij het presenteren van een bepaald beeld van de wereld: dat het milieu er verschikkelijk aan toe is en erger wordt." (Lomborg, 2001, p331). Maar ook de risico-analyse van de milieubeweging heeft een kern van (objectieve) waarheid. De benadering die Shrader-Frechette voorstelt erkent beide: dat de economen niet helemaal waardenvrij analyseren en dat de milieubeweging ook een (deels) objectief oordeel kan vellen. Het scientific proceduralisme leidt waarschijnlijk tot de beste risico-analyses. Het geeft in ieder geval de mogelijkheid om alle kanten van de zaak goed te belichten.

#### 5.4.1 Communicatie over risico's

Om tot een goede (rationele) risico-analyse te komen moet er een intelligente discussie bestaan tussen experts en leken. Dit kan alleen als de leken goed geïnformeerd worden. Mensen hebben ook recht op deze informatie, want één van de morele grondrechten is het recht om niet in vrijheid beperkt te worden. Dat betekent dat mensen in vrijheid (dus met alle beschikbare informatie tot hun beschikking) keuzes moeten kunnen maken (Valenti, 1995). Alle partijen moeten dan ook de informatie kunnen begrijpen. Experts moeten dus met leken communiceren in 'gewone mensentaal'. Daarnaast mag er bij het verstrekken van de informatie niet gelogen worden, dat is onjuiste informatie geven, of bewust informatie achterhouden, om zo een voordeel te verkrijgen (Valenti, 1995). Onlangs werd de tvkijker in Frankrijk gewaarschuwd dat er een product op de markt is waar kankerverwekkende stoffen (kwik en aceton) in zitten. Er werd niet verteld wat het product was, wel werd er een informatienummer gegeven. Duizenden mensen belden naar het informatienummer. Het bleek om sigaretten te gaan. In dit geval werd dus bewust informatie achtergehouden, wat de paniek veroorzaakte. Aan de ene kant maakte dit het punt van de organisatie die het spotje gemaakt had duidelijk: het publiek reageert veel te gezapig op de risico's van roken. Aan de andere kant werd het publiek onheus benaderd, het publiek werd niet serieus genomen.

Valenti en Wilkins geven een protocol hoe het publiek het beste benaderd kan worden. Risicocommunicatie moet, volgens hen, namelijk ruimte laten voor discussie over de oorzaken van risico's en deze discussie ook stimuleren, verder moet het aandacht geven aan risicopreventie en aangeven waar nadere informatie te vinden is (zoals een telefoonnummer, of website). De taken voor wetenschappers, journalisten en voorlichters zijn in het protocol duidelijk aangegeven. Wetenschappers en experts moeten niet alleen de harde feiten geven, maar ook de informatie daaromheen als het om de communicatie over een risico gaat. Journalisten hebben de verantwoordelijkheid om deze informatie op te zoeken, vanuit verschillende bronnen, en deze informatie juist en in context met de feiten van wetenschap, economie en politiek te rapporteren. Als journalisten over risico's rapporteren moeten de verhalen het mensen mogelijk maken om deel te nemen in het communicatieproces. Voorlichters moeten een effectieve informatieverwerking mogelijk maken. Daarvoor moeten zij niet alleen een bepaalde visie (over een risico) bekend maken, maar ook de oorsprong van die visie en de middelen om de discussie voort te zetten (Valenti, 1995).

Lomborg merkt op dat de media vooral een voorkeur lijken te hebben voor negatieve berichten: "als de oogsten goed zijn, vertellen ze ons dat lage prijzen slecht zijn voor de boeren, als de oogsten slecht zijn, vertellen ze ons dat consumenten onder de hoge prijzen lijden." (Lomborg, 2001, p332); en voor tragedies en plotselinge ongelukken: "Vliegtuigongelukken krijgen [vergeleken met hun voorkomen] 12.000 keer meer aandacht dan doden als

gevolg van roken.” (Lomborg, 2001, p336). Dat heeft tot gevolg dat mensen veel lezen over kleine risico's en denken dat deze groter zijn dan ze werkelijk zijn, juist omdat ze zoveel aandacht krijgen. Dit leidt er volgens Lomborg toe dat mensen de verkeerde prioriteiten stellen met betrekking tot de problemen die opgelost moeten worden, ze beschikken namelijk over de verkeerde informatie om vast te stellen welke risico's de grootste zijn.

Bij de communicatie over risico's is het dus van belang dat alle partijen de juiste informatie geven, geen informatie achterhouden en de informatie zo formuleren dat leken deze ook begrijpen. Het IPCC probeert dit.<sup>13</sup> Alle kennis die het IPCC heeft, alle voorspellingen en verwachtingen naar aanleiding van die kennis, en welke kennis nog ontbreekt, worden door het IPCC gerapporteerd. Andere partijen gaan echter niet zo zorgvuldig met deze informatie om. Sceptici van de theorie over het versterkte broeikaseffect benadrukken de onzekerheden en onbekendheden die het IPCC erkent. Hierdoor zou een onderschatting van het risico van (het optreden van) klimaatverandering kunnen ontstaan. De milieubeweging benadrukt vooral de negatieve gevolgen van klimaatverandering, wat kan leiden tot een overschatting van het risico. Volgens Lomborg heeft de milieubeweging er belang bij om een negatief beeld van de wereld te schetsen. Mogelijk hebben de sceptici (althans sommigen) er belang bij om een zo positief mogelijk beeld van de wereld te schetsen, zij het dat dit belang minder openlijk wordt gepresenteerd, waardoor het voor het publiek moeilijker is om vast te stellen wat het belang van de risicocommunicator is.

Het lijkt dat “de feiten vertellen zoals ze zijn” (wat het IPCC doet) de beste methode is. Volgens Morgan en Lave is dit echter niet altijd gemakkelijk en is het dan nog niet zeker of een risico wel goed begrepen wordt. Als een risicoverhaal op één manier verteld wordt, wordt het mogelijk op een bevooroordeelde manier verteld. De enige manier, stellen Morgan en Lave, om een evenwichtig beeld te krijgen, is om verschillende verhalen te vertellen die de boodschap anders formuleren (Morgan). In de communicatie over klimaatverandering lijkt dit aan de hand te zijn. Het publiek moet vervolgens zelf gaan wegen wat de werkelijke risico's zijn, en dit is een zware klus.

## 5.5 Slot

In dit hoofdstuk heb ik twee vragen willen beantwoorden: 1) is het juist om ingrijpende maatregelen te nemen om  $CO_2$ -uitstoot terug te dringen? en 2) is het juist om angst aan te jagen? Op beide vragen bleek het antwoord nee te zijn. De eerste vraag werd beantwoord met behulp van beslistheorie en een korte ethische analyse. Hieruit kwam naar voren dat, aangenomen dat het nemen van uitstootbeperkende maatregelen van invloed is op het minder sterk stijgen van de temperatuur in de toekomst, de beste optie is om stapsgewijze maatregelen te nemen om de  $CO_2$ -uitstoot te beperken. Vanuit de milieu-ethiek die uitgaat van respect voor mensen is dit de beste optie, omdat als wij de toekomstige generatie zouden zijn geweest, dan hadden wij ook graag gezien dat een eerdere generatie moeite had gedaan om te voorkomen dat wij ellende zouden ondervinden van klimaatverandering (Gouden Regel). Vanuit de economische milieu-ethiek is dit de beste optie als het nemen van maatregelen meer geld oplevert dan het kost, en dit is mogelijk. Vooral (Amerikaanse) economen waarschuwen echter dat het nemen van klimaatmaatregelen slecht zal zijn voor de economie en werkgelegenheid. Zij lijken slecht nagedacht te hebben over wat mogelijke klimaatmaatregelen zijn. Maar belangrijker nog, zij lijken dezelfde tactieken toe te passen als waar de

---

13. Waarbij de Summaries for Policymakers als de informatie voor leken opgevat moeten worden.

milieubeweging vaak van beschuldigd wordt: ze schetsen een doemscenario en jagen het publiek angst aan. Alleen worden de voorspellingen van de economen in de media niet als zodanig benoemd. Het verschil lijkt te zijn dat economen als experts beschouwd worden (niet in de laatste plaats door henzelf) en de mensen van de milieubeweging als leken. De experts menen dat alleen zichzelf in staat zijn tot een rationele en objectieve evaluatie van de feiten, en dat leken 'gekleurde' risico-analyses maken. De milieubeweging speelt daarbij in op de angst van mensen en de economen spelen in op hun ratio. Economen maken echter net zo min als de milieubeweging een waardenvrije analyse, en ook zij spelen in op de angst van mensen, angst voor recessie en werkloosheid bijvoorbeeld. Economen en milieubeweging zouden beide de manier waarop ze met het publiek communiceren moeten herzien. De economen moeten zich realiseren dat ze niet in staat zijn tot het maken van een waardenvrije analyse van klimaatbeleid en de gevolgen daarvan voor de economie. De milieubeweging en economen moeten in hun communicatie met het publiek aangeven waarom zij het verhaal zo vertellen, wat zijn de waarden waar zij vanuit gaan? Om terug te komen op de vraag uit hoofdstuk 2 hoe de cijfers gepresenteerd moeten worden: men zal bijvoorbeeld moeten motiveren waarom men de absolute of juist de relatieve cijfers gebruikt. Het publiek voorlichten zou niet moeten gebeuren door het publiek (doelbewust) angst aan te jagen, maar bijvoorbeeld door hen juist de positieve verhalen te vertellen: wat kan er bereikt worden met klimaatmaatregelen? Een beter milieu, maar ook (met de juiste maatregelen) een betere economie. Zo kan er voor gezorgd worden dat het publiek niet meer in angst beslissingen hoeft te nemen.



## Hoofdstuk 6

### Het conflict blootgelegd

In deze scriptie heb ik antwoord proberen geven op de vraag wat de conflictpunten zijn in het debat over het versterkte broeikaseffect en wat de achtergronden zijn voor deze conflictpunten. Ik heb geprobeerd dat te doen aan de hand van *The Skeptical Environmentalist* van Bjørn Lomborg. In dit boek pakt Lomborg allerlei milieuproblemen aan en probeert ze naar het rijk der fabelen te verwijzen. Het probleem van klimaatopwarming krijgt van hem de meeste aandacht. Lomborg blijkt zelf een optimist te zijn. Hij ziet dat de toestand van de wereld zich verbetert, maar ook dat er lokaal nog grote problemen zijn. Deze problemen kunnen echter opgelost worden, meent hij, omdat elders ook de problemen opgelost zijn. Daarnaast vindt Lomborg het van belang dat de discussie over wat er moet gebeuren om de problemen op te lossen, gebaseerd is op de juiste feiten. Deze standpunten komen duidelijk naar voren in Lomborgs bespreking van het klimaatprobleem. Hij stelt daar zes vragen:

1. Hoeveel invloed heeft  $CO_2$  op de temperatuur?
2. Zijn er andere oorzaken voor de toenemende temperatuur?
3. Zijn de opgestelde broeikasscenario's redelijk?
4. Wat zijn de gevolgen van een mogelijke temperatuurstijging?
5. Wat zijn de kosten van het al dan niet beperken van  $CO_2$ -uitstoot?
6. Wat moeten we besluiten te doen?

Deze vragen heb ik vervolgens gekoppeld aan mijn drie vragen om het klimaatdebat te ontleden.

Mijn eerste vraag was 'bestaat het broeikaseffect of is er nog te veel onzekerheid om dit te kunnen zeggen?' Er blijkt inderdaad veel onzekerheid te bestaan. Deze onzekerheid is terug te vinden op drie niveau's:

1. De kennis over het klimaat. Bekend is dat er een natuurlijk broeikaseffect bestaat. Waarschijnlijk is ook dat als de concentratie van de gassen die het natuurlijke broeikaseffect veroorzaken toeneemt dat dan een versterking van het broeikaseffect optreedt. Onbekend is echter welk effect sommige processen, zoals wolkvorming en de waterdampcyclus, op het klimaat hebben en omgekeerd. Dit betekent dat deze processen ook niet gemodelleerd kunnen worden en (nog) niet meegenomen zijn in de voorspellingen van het IPCC. Daardoor bestaat onzekerheid over hoe juist de voorspellingen over de temperatuurstijging tot 2100 zijn. Lomborg stelt dat de voorspelling van het IPCC te hoog is. Hij baseert zich hierbij op slechts een enkele studie. Voor het IPCC is dit te weinig om over andere voorspellingen te speculeren.
2. De kennis over sociaaleconomische ontwikkelingen. De mate van  $CO_2$ -uitstoot heeft invloed op het klimaat, en de  $CO_2$ -uitstoot wordt beïnvloed door de sociaaleconomische situatie van de wereld. Momenteel hebben de meeste (geïndustrialiseerde) lan-

den een economie die gebaseerd is op fossiele brandstoffen. Onbekend en onzeker is hoe de sociaaleconomische situatie van de wereld zich zal ontwikkelen. Om dat te ondervangen heeft het IPCC vier verhaallijnen opgesteld en daarvan 40 scenario's afgeleid die verschillende verhalen voor de toekomst vertellen. Al deze scenario's worden vervolgens gebruikt om de klimaatmodellen te kwantificeren. Het IPCC vindt alle 40 scenario's even waarschijnlijk, omdat het geen objectieve criteria heeft om de scenario's te beoordelen, en omdat het een zo breed mogelijke waaier aan mogelijke toekomsten wil beschrijven. Lomborg lijkt van mening dat deze criteria er wel zijn. Hij stelt dat als gekeken wordt naar bepaalde ontwikkelingen die nu gaande zijn dat de A1T en A1B scenario's de meest waarschijnlijke zijn (Dit zijn de scenario's die uitgaan van mondiale ontwikkeling gericht op economie, met een gehele of gedeeltelijke overstap op duurzame energie). Wat, volgens hem, leidt tot een lagere voorspelling van de temperatuurstijging, met een kleiner interval.

3. Het gebruik van klimaatmodellen. De kennis die er is over het klimaat wordt gemodelleerd, en met de gegevens over de sociaaleconomische ontwikkeling als input wordt berekend hoe het klimaat er over 100 jaar uit zal zien. Ontbrekende kennis over het klimaat zorgt dus voor onzekerheid in de voorspellingen. Ontbrekende kennis over de sociaaleconomische ontwikkeling zorgt voor een groot interval in de voorspellingen. Van de klimaatmodellen wordt geeist dat ze zekerheid geven. Dit is om verschillende redenen niet mogelijk. Ten eerste niet omdat er onzekerheden bestaan over de input (de algoritmen en de gegevens). Ten tweede omdat het klimaat een stochastisch systeem is, daarover kunnen voorspellingen nooit met zekerheid gegeven worden, maar altijd slechts met waarschijnlijkheid. Er blijft dus altijd onzekerheid bestaan.

De onzekerheid rondom de wetenschap over het klimaat en het versterkte broeikas effect wordt door het IPCC en Lomborg verschillend opgevat. Het IPCC probeert overal zo veel mogelijk kennis te verzamelen, zoveel mogelijk verschillend verloopende sociaaleconomische ontwikkelingen mee te nemen, en een aantal verschillende modellen te gebruiken om alle gegevens mee door te rekenen. De uitkomsten, de voorspellingen van het IPCC, zijn nu niet erg precies, maar het IPCC kan wel met grote zekerheid zeggen dat, zoals het er nu uitziet, de temperatuur tot 2100 zal stijgen met een waarde die tussen de 1,4 en 5,8°C in ligt. Het IPCC is erg voorzichtig met de uitspraken die het doet. Lomborg lijkt veel minder voorzichtig: hij vindt in één studie genoeg aanwijzingen om te concluderen dat de voorspellingen van het IPCC te hoog zijn. Dit lijkt ingegeven door zijn eigen technologie-optimisme en doordat hij veel ziet in een duurzame mondiale ontwikkeling. Omdat hij daarbij economie als de drijvende factor ziet, kan hij slechts een klein aantal scenario's als waarschijnlijk aanwijzen, wat leidt tot een kleiner interval van de voorspelde temperatuurstijging. Doordat Lomborg zich vooral laat leiden door zijn eigen mening, kan hij niet voldoende hard maken dat er aan (de voorspellingen van) het IPCC getwijfeld moet worden.

Mijn tweede vraag is 'wat is mogelijk?' Hier heb ik gekeken naar de mogelijke gevolgen van klimaatverandering en naar de mogelijkheden om de netto CO<sub>2</sub>-uitstoot terug te dringen. Het IPCC voorspelt dat de gevolgen vooral negatief zullen zijn: meer droogte waardoor meer oogsten verloren gaan, meer extreem weer en door stijging van de zeespiegel meer overstromingen. Lomborg stelt echter dat het IPCC met één belangrijk ding geen rekening houdt: mensen zullen zich aanpassen aan het klimaat dat zich voordoet. Ze zullen niet lijdzaam toe zien hoe de zeespiegel stijgt en steeds meer land en mensen bedreigt, ze zullen dijken bouwen om het hoge water buiten de deur te houden. De gevolgen van kli-

maatopwarming zullen volgens Lomborg dus minder ernstig zijn dan door het IPCC voorspeld wordt. Het verschil van mening wordt hier veroorzaakt doordat het IPCC het niet tot zijn taak rekent om advies te geven over beleidsmaatregelen of voor te schrijven welke uitgevoerd moeten worden, en daarom niet in wil gaan op welke maatregelen genomen kunnen worden om de gevolgen van klimaatverandering af te weren. Expliciet rekening houden met maatregelen die genomen kunnen worden zou uitgelegd kunnen worden alsof het IPCC die maatregelen ook (dwingend) voorschrijft en dat past niet binnen de taak van het IPCC. Daarnaast is Lomborg van mening dat temperatuurstijging minder hoog zal zijn, en dit betekent ook dat er minder klimaatverandering zal zijn, met minder negatieve gevolgen.

Wat betreft de mogelijkheden om de netto  $CO_2$ -uitstoot terug te dringen heb ik me vooral bezighouden met de technologieën en minder met de discussie over de nuttige bijdrage van deze methoden. Naast het feit dat de ontwikkeling van veel van deze technologieën veel geld kost, is er ook vaak kritiek dat deze technologieën helemaal niet bijdragen aan minder  $CO_2$  in de atmosfeer, omdat ze veel indirecte uitstoot hebben. Voor het gemak lijkt in die discussie vergeten te worden dat het ook veel geld heeft gekost om kolen- en of gasgestookte elektriciteitscentrales te ontwikkelen, en dat deze, naast hun reguliere uitstoot, ook een behoorlijke indirecte uitstoot van  $CO_2$  hebben. Het uitvoeren van een gedetailleerde levenscyclusanalyse zal kunnen uitwijzen hoeveel  $CO_2$  een windmolen per kWh uitstoot, en hoeveel een conventionele centrale.

Mijn derde vraag is 'wat is de juiste handeling?' Ook deze vraag heb ik weer in twee stukken behandeld. Allereerst ging ik in op de vraag of het juist is om ingrijpende maatregelen te nemen. Mijn antwoord op deze vraag is nee. Het blijkt beter te zijn stapsgewijze maatregelen te nemen. Vanuit beginselethiek is dit eenvoudig te verklaren: men moet de Gouden Regel in acht nemen die stelt dat je anderen (waaronder toekomstige generaties) zo moet behandelen als jezelf behandeld wilt worden. Er kan gesteld worden dat toekomstige generaties dan een redelijk verzoek doen wanneer zij van ons verlangen om te proberen klimaatverandering te voorkomen. Voldoen aan dit verzoek mag echter niet ten koste gaan van de rechten en verlangens van de huidige generatie en daarom is het nemen van stapsgewijze maatregelen de beste optie. Wordt gekeken vanuit de economische milieu-ethiek dan heeft deze keuze wat meer voeten in aarde. Een belangrijk argument hier is namelijk dat het nemen van klimaatmaatregelen veel geld kost. Een tegenargument kan zijn dat klimaatverandering ook veel geld kan kosten, maar dat is hier onvoldoende overtuigend, omdat de economische milieu-ethiek meer waarde hecht aan het hier en nu dan aan een onzekere toekomst. Er zijn echter legio klimaatmaatregelen die ook op de korte termijn al geld opleveren, waardoor ook de economische milieu-ethiek kan concluderen dat stapsgewijs maatregelen nemen om klimaatverandering te voorkomen de beste optie is.

Vervolgens ging ik in op de vraag of het juist is om angst aan te jagen. Ook op deze vraag is het antwoord nee. Verhalen over risico's die het publiek angst aanjagen lijken afkomstig van personen of instanties die het publiek niet serieus nemen. Ik ben dieper ingegaan op de redenen waarom de communicatie door de milieubeweging als angst aanjagen wordt getypeerd, en de communicatie door bijvoorbeeld economen niet. Het blijkt hier te gaan om verschillende interpretaties van de objectiviteit van gemaakte (risico-)analyses. De milieubeweging wordt niet in staat geacht tot het maken van een waardenvrije analyse, dus ook niet tot een waardenvrije, objectieve, en rationele communicatie over het geanalyseerde risico. De economen worden hiertoe wel in staat geacht. Shrader-Frechette stelt echter dat beiden waarde-oordelen meenemen in hun analyses, maar dat het wel mogelijk is hier rationeel mee om te gaan. De milieubeweging is dus niet minder in staat om een risico-analyse van

klimaatverandering en de gevolgen van klimaatmaatregelen te maken dan de economen.

De conflicten in het klimaatdebat blijken zich veelal af te spelen rond verschillen over taakopvatting. Of invulling van die taak. Ik zie taakopvatting hier heel ruim. Economen zien het bijvoorbeeld als hun taak om objectief te communiceren over de gevolgen van klimaatmaatregelen (voor de economie), en zij achten verder niemand in staat tot het uitvoeren van die taak. De economen zijn echter zelf niet in staat tot het uitvoeren van een volledig objectieve analyse (ze geven veel te veel aandacht aan slechts één klimaatmaatregel en zien andere, betere maatregelen over het hoofd). De milieubeweging kan waarschijnlijk even goed voorzien in de taak om zo objectief mogelijk te communiceren over de gevolgen van klimaatmaatregelen. Het subjectieve zal hier vooral blijken uit de andere aandachtspunten van de milieubeweging ten opzichte van de economen. Wat bij de communicatie met het publiek vooral in het oog gehouden moet worden is dat men eerlijk dient te zijn. De waarde-oordelen die milieubeweging en economen maken moeten ze ook aan het publiek communiceren, zodat het publiek zelf kan beoordelen welke waarde ze hecht aan de risico-communicatie.

Het conflict over de klimaatwetenschap en de gevolgen van klimaatopwarming tussen Lomborg en het IPCC blijkt ook gebaseerd op een verschil van taakopvatting. Het IPCC ziet het als zijn taak om zo veel mogelijk informatie over het klimaat te verzamelen, (de wetenschappelijke kwaliteit hiervan) te beoordelen en met zoveel mogelijk factoren rekening te houden bij het maken van voorspellingen over de temperatuurstijging in de toekomst, zonder daarbij advies te geven over hoe er op die voorspellingen gereageerd moet worden. Lomborg is van mening dat de voorspellingen van het IPCC beter zullen zijn, als het IPCC wel rekening houdt met de manier waarop mensen kunnen reageren op de voorspellingen van het IPCC, maar hij gaat daarbij dus voorbij aan de taak van het IPCC. Hoewel Lomborg gelijk heeft als hij stelt dat het absurd is om aan te nemen dat mensen zich niet zullen beschermen tegen de gevolgen van klimaatverandering, zelfs als ze het zien aankomen (zoals bij een geleidelijk stijgende zeespiegel), is het toch goed dat het IPCC hier blijft vasthouden aan zijn taak: het zo objectief mogelijk weergeven van de kennis die er over het klimaat is.

Mogelijk wordt het debat over het klimaat minder rumoerig als het IPCC duidelijker communiceert over zijn taak, over wat verwacht mag worden van de klimaatmodellen en waarom er zoveel emissiescenario's zijn. Het IPCC kan bijvoorbeeld zijn status (beter dan nu gebeurt) aangeven in de Summary for Policymakers. Zo kan het IPCC duidelijk maken waarom het niet meer zekerheid kan geven dan het doet. Verder moet het klimaatonderzoek voortgezet worden, zodat een einde kan komen aan (een deel van) het gespeculeer over wat het effect op het klimaat zal zijn van nog onbekende processen, en ook deze onzekerheden verdwijnen. Het zal waarschijnlijk niet mogelijk zijn om alle onzekerheden te laten verdwijnen. Maar door communicatie van het IPCC over de onzekerheden, zijn taak en dergelijke kan misschien voorkomen worden dat 'de onzekerheden van de klimaatwetenschap' als wapen in de discussie over het wel of niet nemen van klimaatmaatregelen worden gebruikt.

Om daarnaast de discussie rond het 'groen zijn' van duurzame energie en andere opties om de netto  $CO_2$ -uitstoot terug te dringen, te beslechten zouden er van al deze opties levenscyclusanalyses gemaakt moeten worden. Verder heb ik in hoofdstuk 5 aangegeven dat mijn (ethische) analyse een eerste schatting is om te bepalen wat de beste handeling is. Deze analyse zou uitgebreid kunnen worden door ook te kijken naar de verschillende regio's in de wereld en de verschillende gevolgen van klimaatverandering hier (waar zullen de gevolgen van klimaatverandering negatief zijn, waar positief? waar zal de grootste last getorst worden als er maatregelen genomen worden om de  $CO_2$ -uitstoot terug te dringen?). Ook zou

de analyse uitgebreid kunnen worden door precieser te formuleren welke maatregelen genomen kunnen worden als gesproken wordt over het stapsgewijs invoeren van maatregelen of het maken van klimaataanpassingen.

Het conflict in het klimaatdebat lijkt als oorzaak te hebben dat er niet goed naar elkaar geluisterd wordt. Het conflict gaat dus niet over botsende waarden. Botsende waarden zouden overigens wel de reden kunnen zijn waarom er niet naar elkaar geluisterd wordt, maar dat zal uitgezocht moeten worden in een vervolgonderzoek.

Ter afsluiting nog een opmerking over de intentie van Lomborg. Lomborg heeft met zijn boek willen laten zien hoe er over het milieu gesproken wordt. Ik heb daarover eerder al opgemerkt dat hij vooral laat zien wat er over het milieu gezegd wordt (pagina 15). Lomborg wil laten zien dat de wereld en het milieu er niet zo slecht voor staan als vaak beweerd wordt (door de milieubeweging). In zijn hoofdstuk over klimaatopwarming valt Lomborg het IPCC aan, en niet de milieubeweging. Het is niet waarschijnlijk dat Lomborg het IPCC ook ziet als een verpersoonlijking van de milieubeweging (al hebben het IPCC en de milieubeweging gemeen dat ze, volgens Lomborg, zich beide niet op de juiste dingen concentreren). Wat wel waarschijnlijk is, is dat Lomborg probeert om de milieubeweging de wind uit de zeilen te nemen: er is geen grond meer voor haar om te beweren dat we onze manier van leven radicaal moeten omgooien om voor onze kinderen en (achter)kleinkinderen een leefbare wereld achter te laten. Lomborg is van mening dat hij heeft laten zien dat ook als we op de huidige voet doorgaan er een leefbare wereld voor hen overblijft.



## Bibliografie

- Bailie, A., S. Bernow, W. Dougherty, M. Lazarus, S. Kartha, M. Goldberg, 2001, *Clean Energy: Jobs for America's Future*, studie voor het Wereld Natuurfonds.
- Beckman, K., 1992, *Het broeikaseffect bestaat niet: de mythe van de ondergang van het milieu*, Balans, Amsterdam.
- Bongaarts, J., 2002, *Population: ignoring its impact*, Scientific American, januari , pp 65–67.
- Böttcher, C.J.F., 1992, *Science and Fiction of the Greenhouse Effect and Carbon Dioxide*, The Global Institute for the Study of Natural Resources, Den Haag.
- Brown, L.R., 2001, *Bjorn Again: on Bjorn Lomborg and population* op [www.gristmagazine.com](http://www.gristmagazine.com), december.
- Brundtland, G.H., et al., 1987, *Our Common Future*, Oxford University Press.
- Burke, T., 2001, *Ten Pinches of Salt: a Reply to Bjorn Lomborg* op [www.green-alliance.com](http://www.green-alliance.com), augustus.
- Davis, D., 2001, *Unhealthy Skepticism: on Bjorn Lomborg and environmental hazards to human health* op [www.gristmagazine.com](http://www.gristmagazine.com), december.
- Des Jardins, J.R., 2001, *Environmental Ethics: an Introduction to Environmental Philosophy*, Wadsworth.
- Egmond, K. van, B. de Vries, 2002, *Vier wegen voor de wereld: VN-conferentie in Johannesburg staat voor de keus van duurzame ontwikkeling*, NRC-Handelsblad, 2 maart.
- Giere, R.N., 1997, *Understanding Scientific Reasoning*, Hartcourt Brace College Publishers.
- Gleick, J., 1991, *Chaos: de derde wetenschappelijke revolutie*, uitgeverij Contact, Amsterdam.
- Gleick, P.H., 2001, *Where's Waldo: A review of The Skeptical Environmentalist*, Union of Concerned Scientists, op [www.ucsusa.org](http://www.ucsusa.org), 6 november.
- Grassl, H., 2000, *Status and Improvements of Coupled General Circulation Models*, Science, vol 288, 16 juni , pp 1991–1997

- Hartman, E., 1991, *Niemand houdt mij tegen: een avontuur in de 22ste eeuw*, Lemniscaat, Rotterdam.
- Heijden, M. van der, 2001, *Pessimisten hebben de halve wereld: optimisten de andere helft*, Het Parool, 21 september.
- Hengeveld, H., 2000, *Projections for Canada's climate future*, op [www.tor.ec.gc.ca/apac](http://www.tor.ec.gc.ca/apac) .
- Holdren, J.P., 2002, *Energy: Asking the Wrong Question*, Scientific American, januari, pp 62–65.
- IPCC, 2001a, *Summary for Policymakers of the Working Group I Report*, Cambridge University Press.
- IPCC, 2001b, *Technical Summary of the Working Group I Report*, Cambridge University Press.
- IPCC, 2001c, *Summary for Policymakers of the Working Group III Report*, Cambridge University Press.
- Jensen, A.A., 1998, *Pesticides: Associate Professor always gets the last Word*, Ingeniøren, 18 december.
- Kameronderzoek Klimaatverandering, gesprek met Frits Böttcher op 9 mei 1996.
- Kerr, R.A., 1997, *Climate Change: Greenhouse Forecasting Still Cloudy*, Science, vol 276, pp 1040–1042.
- Knip, K., 1994, *Broeikasraadselopgelost in handjeklap met politici*, NRC-Handelsblad, 13 oktober.
- Knoppers R., 1999, *Van houtvuurtje tot zonnecel*, EOS magazine, (12).
- Koningsveld, H., 1987, *Het verschijnsel wetenschap*, Boom, Meppel.
- Lomborg, B., 2001, *The Skeptical Environmentalist*, Cambridge University Press.
- Lovejoy, T., 2002, *Biodiversity: dismissing scientific process*, Scientific American, januari, pp 67–69.
- Mahlman, J.D., 2001, *Global Warming: Misuse of Data and Ignorance of Science*, [www.ucsusa.org](http://www.ucsusa.org), 6 december.
- Matthews, E., 2001, *Not seeing the Forest for the Trees: on Bjorn Lomborg and deforestation*, op [www.gristmagazine.com](http://www.gristmagazine.com), december.



- Meadows, D., 1972, *Rapport van de Club van Rome: Grenzen aan de groei*, Uitgeverij Het Spectrum N.V., Utrecht-Antwerpen.
- Metz, B., en A. de Moor, 2000, *Nederland wacht zware taak op klimaatconferentie*, NRC-Handelsblad, 13 november.
- Mieras, M., 2001, *Oogst uw eigen groene stroom*, Intermediair, 13 december.
- Morgan, M.G. en L.B. Lave, *Ethical Considerations in Risk Communication, Practice and Research*, uit werkboek bij Ethiek en Techniek, H. Zandvoort (sam), Faculteit Techniek, Bestuur en Management, TUD, juli 2001
- Myers, N., 2001, *Specious: on Bjorn Lomborg and species diversity* op [www.gristmagazine.com](http://www.gristmagazine.com), december.
- Oreskes, N., K. Shrader-Frechette, K. Belitz, 1994, *Verification, Validation, and Confirmation of Numerical Models in the Earth Sciences*, *Science*, vol 263, pp 641-646.
- Paul, H., 2000, *Kritiek op windmolens is ondoordacht*, *Nederlands Dagblad*, 6 mei.
- Petersen, A.C., 2000, *Philosophy of Climate Change*, *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol 81, no 2, p 265-271.
- Petersen, A.C., 2001, *Twijfel bewijst zorgvuldigheid klimaatonderzoek*, *De Volkskrant*, 9 augustus.
- pde1, *Informatieblad Aardwarmte*, Projectbureau Duurzame Energie, december.
- pde2, *Informatieblad Bio-energie*, Projectbureau Duurzame Energie, juni.
- pde3, *Informatieblad Duurzame Energie*, Projectbureau Duurzame Energie, april.
- pde4, *Informatieblad Warmtepompen*, Projectbureau Duurzame Energie, januari.
- pde5, *Informatieblad Waterkracht*, Projectbureau Duurzame Energie, juni.
- pde6, *Informatieblad Windenergie*, Projectbureau Duurzame Energie, juni.
- pde7, *Informatieblad Zonneboilers: Algemene informatie over thermische zonne-energie*, Projectbureau Duurzame Energie, mei.
- pde8, *Informatieblad Zonnestroom: Algemene informatie over fotonvoltaïsche zonne-energie (PV)*, Projectbureau Duurzame Energie, januari.
- Pimm, S., en J. Harvey, 2001, *No need to worry about the Future*, *Nature*, vol 414, no 8.
- Rispens, S.I., 2001, *Molens met tegenwind*, Intermediair, 13 december.

- Rubin, E.S., C.I. Davidson, 2000, *Introduction to Engineering and the Environment*, McGraw-Hill, New York.
- Schneider, S.H., 2001, *Hostile Climate: on Bjorn Lomborg and the climate*, op [www.gristmagazine.com](http://www.gristmagazine.com), december.
- Schneider, S.H., 2002, *Global Warming: Neglecting the complexities*, Scientific American, januari, pp 60–62.
- Schrijver, N., et al., 1989, *Mensenrechten, voor armen weggelegd? : mensenrechten, ontwikkeling en democratie, in Noord-Zuid perspectief*, Evert Vermeer Stichting, Amsterdam.
- SER-advies 2000/06 *Emissiehandel in Klimaatbeleid*.
- Shrader-Frechette, K.S., 1991, *Risk and Rationality*, University of California Press.
- SRES (Special Report on Emission Scenarios), 2000, N. Nakicenovic en R. Swart (red.), Cambridge University Press.
- Union of Concerned Scientists en Tellus Institute, 1998, *A Small Price to Pay: US Action to Curb Global Warming Is Feasible and Affordable* op [www.ucsusa.org](http://www.ucsusa.org) .
- Valenti, J.A., L. Wilkins, 1995, *An ethical risk communication protocol for science and mass communication*, uit werkboek bij Ethiek en Techniek, H. Zandvoort (sam), Faculteit Techniek, Bestuur en Management, TUD, juli 2001, eerder verschenen in *Public Understanding of Science*, vol 4, no 2, pp 177–194.
- Verstegen, W., 1999, *Vervuiling van het milieudebat*, Nieuwezijds, Amsterdam.
- Vesilind, P.A., 1996, *There is no such thing as environmental ethics*, *Science and Engineering Ethics*, vol 2, no 3, pp 307–318.
- Wildekamp, A., en S. Heldoorn, 2001, *Zonder windpark verdwijnt het wad*, De Volkskrant, 15 november.
- Wilson, E.O., 2001, *Vanishing Point: On Bjorn Lomborg and extinction*, op [www.gristmagazine.com](http://www.gristmagazine.com), december.
- Woodard, C., 2001, *The Tabloid Environmentalist*, op [www.TomPaine.com](http://www.TomPaine.com), 12 oktober.
- WRI (World Resources Institute), 2002, *Nine points for journalists*, op [www.wri.org/wri/press/mk\\_09\\_lomborg.html](http://www.wri.org/wri/press/mk_09_lomborg.html)
- Zandvoort, H., I.R. van de Poel en M. Brumsen (sam), 2001, *Ethiek en Techniek*, collegedictaat, Faculteit Techniek, Bestuur en Management, TUD, juli.

### *Internetbronnen*

- www1 [ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk](http://ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk)
- www2 [sres.ciesin.org](http://sres.ciesin.org)
- www3 [www.au.dk/cesamat/debate.html](http://www.au.dk/cesamat/debate.html)
- www4 [www.co2captureproject.org](http://www.co2captureproject.org)
- www5 [www.economist.com](http://www.economist.com) ook verschenen in *The Economist*, vol 362, no 8258, pp 71–72
- www6 [www.eren.doe.gov](http://www.eren.doe.gov)
- www7 [www.globalwarming.org](http://www.globalwarming.org)
- www8 [www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)
- www9 [www.grida.no/climate/ipcc/emission](http://www.grida.no/climate/ipcc/emission)
- www10 [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)
- www11 [www.lomborg.org](http://www.lomborg.org)
- www12 [www.pre.nl](http://www.pre.nl)
- www13 [www.risingtide.nl](http://www.risingtide.nl)
- www14 [www.rivm.nl/image](http://www.rivm.nl/image)
- www15 [www.syntens.nl](http://www.syntens.nl)
- www16 [www.mep.tno.nl](http://www.mep.tno.nl)