

centrales als die steenkool vervangen. Of we plaatsen 2 miljoen reuzenwindturbines (1 MW), of 2 miljoen hectare aan zonnecellen. Stopzetting van de kaalkap van het tropisch regenwoud zou ook enorm helpen. Biobrandstoffen maken uit voedselgewassen is daarentegen de slechtste keus die er is, en zet bovendien geen zoden aan de dijk.

Met 7 wiggen compenseren we alleen de *groei*. Om de uitstoot *terug te dringen* zijn nog zeker 5 wiggen nodig. Daarvoor moeten we onze consumptieve levensstijl aanpassen en ons gedrag meer baseren op lokale hulpbronnen. Gemakkelijk zal het niet zijn.

We hebben de technologie en de sociale know-how. Maar economische en sociale krachten werken nu nog in de tegenovergestelde richting. De vraag is: hoe kunnen we mensen enthousiast samen laten werken aan de 2°C-doelstelling? Een koolstofarme levensstijl is geen zware persoonlijke beproeving. Alles wijst erop dat mensen die niet autorijden, niet vliegen, hun boodschappen in de buurt doen, hun eigen voedsel verbouwen en andere mensen in hun omgeving leren kennen, een veel hogere levenskwaliteit hebben dan zij die verslaafd blijven aan een koolstof verkwistende levensstijl.

De overheid zou een vorm van ‘koolstofrantsoenering’ moeten invoeren, met voor ieder een portie klimaatdukaten. Bij de benzinepomp pin je dan met je koolstofpas en als je je elektriciteitsrekening betaalt, schrijf je de ver-eiste hoeveelheid eenheden af van je koolstofrantsoen. Beroemdheden blijven alleen beroemd bij zuinigheid. In de wetenschap dat iedereen meedoet, krijgen mensen er plezier in om het anders te doen.

We zullen beseffen dat onze planeet een uniek geschenk is en dat het een ongelofelijk voorrecht is om hier te zijn geboren. Daarbij zou het leven doorgaan, met al zijn voor- en tegenspoed. En dat is precies het punt. Als we de koolstof niet aan banden leggen, gaat het leven voor het aller-grootste deel helemaal niet door.

**Zes graden – onze toekomst op een warmere planeet**, door Mark Lynas, 360 p., 5 Euro, ISBN 978 90 6224 476 8, in elke boekhandel. Zie ook [www.hitte.nu](http://www.hitte.nu). Uitgeverij Jan van Arkel, Grifthoek 151, 3514 JK Utrecht, [i-books@antenna.nl](mailto:i-books@antenna.nl)

Wat zijn de gevolgen?

**ZES GRADEN**

## Onze toekomst op een warmere planeet

door Mark Lynas

### Een graad-voor-graad-overlevingsgids

De aarde warmt op en de grens van 2°C opwarming is daarbij cruciaal. Die moeten we niet overschrijden. Toch gaat dat onherroepelijk gebeuren als we zo doorgaan. Waarom is die grens zo belangrijk? Daarover gaat het boek *Zes graden* van Mark Lynas. Deze gelauwerde activist/journalist ordende tienduizenden wetenschappelijke artikelen over de gevolgen van de opwarming per graad: In hoofdstuk 1 alle effecten van wereldwijde opwarming van 1°C, en zo verder, tot aan 6°C – het wetenschappelijke *doemscenario*. In het laatste hoofdstuk bespreekt hij hoe we een ramp kunnen voorkomen.

(We moeten beseffen dat we al 0,75°C opwarming te pakken hebben en dat er door de thermische traagheid sowieso nog een 0,5°C, misschien wel 1°C bij komt. Op basis van ons gedrag in het verleden zitten we dus al praktisch op die 2°C opwarming.)

### Eén graad

In een amper 1°C warmere wereld teisteren langdurige droogtes het westen van de vs. De landbouw wordt er van de kaart geveegd en inwoners raken er op drift. Tropische orkanen duiken op in de Middellandse Zee. In het Noordpoolgebied is het klimatologische omslagpunt in zicht waarbij de hele noordelijke ijskap verdwijnt. En zonder het ijsdek over de Noordelijke IJszee staan ons grote veranderingen in ons Hollandse weer te wachten.

In de natuur vallen als slachtoffers het beroemde regenwoud in Queensland (Australië) waar de temperaturen letterlijk langs de berghellingen omhoog kruipen, de gevoelige planten- en diersoorten van de planeet drukkend; en in het nog beroemdere Great Barrier Reef, het grootste en meest onge-repte koraalrif van de wereld. Dat zal om de paar jaar massaal verbleken door de hogere zeetemperatuur.

## Twee graden

Bij 2°C-opwarming veranderen we de hele chemische samenstelling van de oceanen, zonder enig idee te hebben van de gevolgen. Plankton sterft massaal, mosselen en oesters lossen domweg op en tropische koralen verpulveren. Zee-organismen absorberen nu de helft van de CO<sub>2</sub> die wij aanmaken. Als wij ze van de kaart vegen, komt dat proces stil te liggen. Dit is een eerste mechanisme van broeikasversterking.

De ‘arctische aanjager’ verhoogt de temperatuur aan de polen tot ergens tussen de 3,2 en 6,6°C. Die verschuiving gaan planten, dieren en ook mensen niet bijhouden. James Hansen, de wereldberoemde NASA-wetenschapper, voorspelt een zeespiegelstijging van 5 meter in 2100. Groenland gaat onomkeerbaar smelten.

Een hete zomer zoals die van 2003 – met tienduizenden dodelijke slachtoffers in Europa – wordt regel. In India dalen de landbouwopbrengsten. In Bangladesh worden in de moessontijd miljoenen mensen door overstromingen van huis en haard verjaagd, misschien wel voorgoed. In Nepal dreigen tientallen gletsjermere open te scheuren. In de Andes zijn tegen het jaar 2050 de gletsjers met 40 tot 60% geslonken, waardoor steden en akkers droog komen te staan. Met noeste planning en samenwerking hoeft de wereld nog niet per se tot ernstige voedseltekorten te vervallen. Maar bij meer dan 2°C stijging begint de verhongering. Eerst miljoenen, dan miljarden mensen komen voor een hevige overlevingsstrijd te staan.

De klimaatverandering komt bovendien op een moment dat de biologen de *zesde massale uitsterving* op aarde noemen. Nog nooit stierven zoveel soorten uit als nu. Wanneer door hogere temperaturen daar bovenop ecosystemen uit elkaar getrokken worden, verdwijnt de synchronisatie tussen soorten die fijn op elkaar afgestemd waren. Eenderde van alle soorten aarde is tot uitsterving veroordeeld als in 2050 de temperatuur wereldwijd met 2°C is gestegen. Het is niet *The Origin of Species*, maar *The End of Species*.

(De klimaatverandering maakt de hele basis van plaatsgebonden natuurbescherming twijfelachtig. Het is volstrekt zinloos om een plek tot natuurreservaat te verklaren als alle soorten die er leven de komende decennia naar het noorden moeten vluchten om te voorkomen dat ze uitsterven.)

We móeten dus stoppen bij 2°C. Tegelijk heeft al onze moeite – emissie-rechtenhandel, lichten uitdoen, Kyotoprotocol, enz. – tot nu toe een effect gehad van *nul komma nul*. De aangroei is groter dan ooit. De kans op redding raakt snel verkeken.

Bij 2°C hoort stabiliseren op 400 ppm. Dat is alleen haalbaar als voor 2015, *dus in de komende zes jaar*, de emissie van broeikasgassen wereldwijd over zijn top is. Alle huidige doelstellingen van klimaatbeleid zijn hopeloos inconsequent. Wat politiek realistisch is, is daarmee nog niet natuurkundig realistisch. De wetenschap zegt: wereldwijd hebben we een afname van de uitstoot nodig van 60% in 2030 en van 85% in 2050. Dat is gemiddeld wereldwijd. Voor Nederland moet de vermindering al in 2030 minstens 85% zijn.

We zijn evolutionair zo geconditioneerd dat we niet reageren op dreigingen als we die reactie tot later kunnen uitstellen. We vluchten liever in ontkenning en smoesjes. Bovendien hebben we te maken met een geval van ‘de tragedie van het gemeenschapsgoed’ (*tragedy of the commons*). Wat op individueel niveau zinnig gedrag is, is uiteindelijk rampzalig voor de gemeenschap. Zoals veehouders die er – vanwege individueel profijt – op de gemeenschappelijke weidegrond steeds een koe bij zetten, en door overbegrazing tenslotte alles vernietigen.

Ditzelfde doen we in de economie. Grondstoffen verschijnen als bij toverslag gratis aan het begin van het economische proces. Ook alle diensten van ecosystemen vallen onder deze ‘gratis goederen’. Het bruto nationaal product telt de waarde van productie en consumptie bij elkaar op, zonder daarin de duurzaamheid van het proces te betrekken. In een meesterzet van creatief boekhouden tellen we de uitputting als toenemende rijkdom. Deze absurditeit is de hoeksteen van onze hele economie.

Misschien is het dus niet helemaal eerlijk om individuen er de schuld van te geven dat ze de klimaatverandering niet onder ogen willen zien. Maar de collectieve hand die de pionnen verzet, is wel de onze.

Alleen al om de emissie op het huidige niveau te *stabiliseren* moeten we 7 ‘wiggens’ slaan, elk goed voor een jaarlijkse koolstofuitstootvermindering van één miljard ton. Eén wig is bijvoorbeeld alle auto’s op aarde voor de helft zo zuinig te laten rijden. Of ze rijden de helft minder kilometers. Hogere energie-efficiëntie in gebouwen en in de elektriciteitsopwekking leveren elk een wig op, evenals een verviervoudiging van het aantal gasgestookte

duur werd de zee zuurstofloos. Alle hogere levensvormen stierven de verstikingsdood. Juist toen werkte in Siberië zich een gigantische kolom magma omhoog. Uitbarstingen van CO<sub>2</sub> en zure regen brachten de broeikas in een extreme toestand. Daarbovenop kwamen uitbarstingen van methaanijs doordat warm water de diepere oceaanalagen bereikte. De opwarming van de aarde sloeg op hol. In hele hoge concentraties vernietigt methaan bovendien ozon. UV-straling alleen al kan een belangrijke oorzaak van de uitsterving geweest zijn. Nooit kende de aarde zo'n ramp.

De verschillen met nu zijn natuurlijk groot. Maar er zijn aspecten aan de huidige broeikascrisis die juist bij uitstek zorgwekkend zijn, zelfs ten opzichte van de gruwelen van toen. Om te beginnen is de natuurlijke wereld nu veel minder veerkrachtig en kan veel minder verandering aan dan in het late Perm. We zitten immers middenin de *zesde massale uitsterving*. De natuur bestaat nog slechts uit 'reservaten': eilandjes, belegerd door agrarische en stedelijke woestijnen, die één voor één bedolven zullen worden door het veranderende klimaat. Ten tweede gaan de veranderingen nu honderd maal sneller dan tijdens de grootste catastrofe die de wereld ooit heeft gekend.

We doen het niet expres, maar als we zoveel mogelijk leven op aarde zouden *willen* vernietigen, dan kunnen we dat niet beter doen dan zoals nu. Wie denkt dat wij geen serieuze invloed kunnen hebben op zoiets groots als de planeet, moet eens omhoog kijken bij een drukke snelweg. Slechts op 7.000 meter houdt de atmosfeer al op. Bedenk eens hoeveel snelwegen er kris-kras over onze planeet liggen, allemaal tjokvol auto's en vrachtwagens met hun uitlaten. En denk daar al die elektriciteitscentrales, vliegtuigen, verbrandingsketels en gasaarden bij – alleen al goed voor 80 miljoen vaten olie *per dag*. Of kijk eens hoe de aarde 's nachts oplicht door een warrig spinnenweb van steden. Het zou pas een verrassing zijn als alles gewoon z'n gangetje bleef gaan.

### De keuze voor onze toekomst

Ergens boven de 2°C ligt het 'omslagpunt' waarbij de Amazone bezwijkt. Die extra 250 ppm aan CO<sub>2</sub> loodst ons rechtstreeks de 4°C-wereld binnen. Eenmaal daar brengt dooi van Siberische permafrost ons naar de 5°C-wereld. Dan wordt het ontsnappen van methaanijs uit zee een reële optie en volgt de apocalyptische 6°C.

### Drie graden

Voor een analogie van de 3°C-wereld moeten we 3 miljoen jaar terug, naar het Pliocene, toen er bossen aan de Noordpool stonden. Het CO<sub>2</sub>-niveau lag toen zelfs lager nu, namelijk 360 ppm. We hebben nu nog geen 3°C erbij. Dat komt door de lange reactietijd van het systeem aarde. Onze temperaturen lopen achter bij de stand van de broeikasgassen.

Tropische orkanen van categorie 6 zaaien dood en verderf. Super El Niño's leiden overal ter wereld tot chaotische weersomstandigheden. In Europa slaat de Noordzee over de dijken, overstroomt de Rijn regelmatig, steekt de Sahara de Straat van Gibraltar over, terwijl een superstorm New York herhaaldelijk doet overstromen. In de Kalahari gaan de nu nog 'gestabiliseerde' duinen massaal aan de wandel. Botswana verdrinkt, niet in water, maar in zand. Pakistan raakt bij 3°C zijn meest waardevolle hulpbron kwijt: water. Tientallen miljoenen Pakistani pakken hun biezen om een (kernwapen)land te verlaten dat in chaos ten onder gaat. Ook in Midden-Amerika vertrekt de bevolking vanwege de droogte.

Boven de 30°C loopt bij elke extra graad de oogst van rijst, tarwe en maïs met 10% terug. Boven de 40°C valt er niets meer te oogsten. Simulatie modellen voorzien eerst in de tropen en dan op de gematigde breedtegraden verlammeende productiedalingen. De graanschuren raken leeg.

Het opnemen in de klimaatmodellen van de 'positieve feedback' van koolstof uit de opwarmende aardbodem en vegetatie levert een onthutsend resultaat. De wereldwijde opwarming kan zijn eigen stuwkracht genereren, waardoor er in een niet te stoppen spiraal nog meer broeikasgassen vrijkomen. Dit zou ons tot machteloze toeschouwers maken in een rampzalig scenario van een stuurlaas geworden wereldwijde opwarming. Het begint met een vrijwel totale ondergang van het regenwoud in de Amazone. De neerslag zakt er in sommige gebieden tot bijna nul. De temperaturen vliegen naar een *gemiddelde* van 38°C. Het woud vliegt in brand. Daarna is het centrale deel van het Amazonegebied in wezen een woestijn.

In een ander feedbackmechanisme zullen bij deze droogte ook de tientallen miljoenen hectaren grote, licht ontvlambare veenpakketten in Zuidoost-Azië en het Amazonegebied verbranden en ontzaglijke hoeveelheden extra koolstof in de atmosfeer doen belanden. De 4°C zijn niet meer te ontwijken.

In de natuur is bij 3°C de helft van de planten in Europa op weg naar hun gewisse ondergang. Het zwaarst getroffen worden het Andesgebied in

Colombia en Peru, het Riftgebergte in Afrika, de Hooglanden van Zambia en Angola, de Kaapprovincie in Zuid-Afrika, het zuidoosten van Australië, delen van de Himalaya, de archipels van Indonesië en de Filippijnen en de gebieden rond de Noordpool, precies de gebieden met de grootste biodiversiteit. De helft van alle planten en dieren verliezen hun klimaat. Ze worden 'levende doden'. Het wordt een *Eeuw van eenzaamheid*, waarin de mens haast moederziel alleen rondloopt op een verwoeste planeet.

#### Vier graden

Als we de 4°C-wereld bereiken vervallen steden als New York en Londen tot gefortificeerde eilandjes. Een flinke storm veegt ze in een paar uur van de kaart. Sneeuw wordt in de Alpen een zeldzaamheid. De watertoren valt droog, juist wanneer Europa ligt te smoren in de zomerse hitte. Westerstormen veroorzaken hier voor tientallen miljarden schade. In de winter stortentregens zich als een vloedgolf door dorpen en steden en laten rivieren buiten hun oevers treden. De oogst van rijst, graan en maïs in China daalt met bijna 40%. In India groeit soms niets meer. In Pakistan worden gortdroge gebieden nog droger. Honderden miljoenen mensen zijn er op drift.

Twee gigantische ijsschotsen, Ross en Ronne, elk groter dan Frankrijk, vormen de verdedigingslinie van West-Antarctica. 4°C opwarming legt de dooilijn over de ijsmassa naar het land. Als één van de twee in stukken breekt, net als de Larsen in 2002, staat niets een totale ineenstorting van het landijs van West-Antarctica nog in de weg. Het stijgen van de zeespiegel met 2,5 meter is nu een onomkeerbaar proces, dat duizenden jaren doorgaat voordat er een nieuw evenwicht is bereikt, zelfs als de mens de uitstoot van broeikasgassen onder controle krijgt.

Rond de Noordpool stijgt de temperatuur in de wintermaanden 14°C. In de nu nog permanent bevroren bodem zit zo'n 500 miljard ton koolstof opgesloten. Bij dooi ontsnapt het als CO<sub>2</sub> of methaan (op korte termijn een nog veel gevaarlijker broeikasgas dan CO<sub>2</sub>). 'We trekken de stekker uit de ijskast van het verre noorden. Alles daarin gaat liggen rotten.' Nu al is de ontthooing van de permafrost begonnen. Dit versterkende effect is nog niet meegenomen in de huidige voorspellingen. Het ontthooien van de permafrost is een 'echte joker in het spel van de koolstofcyclus'.

In de 4°C-wereld gaat het onverbiddeijk naar 5°C.

In hun natuurlijke staat houden *ecosystemen* de aarde leefbaar. De mens heeft zich echter inmiddels 40% van alle fotosynthetische productiviteit op de planeet toegeëigend. De vruchtbare bodem is nu landbouwgrond, beroofd van zijn oorspronkelijke begroeiing. Gigantische fabrieksschepen vissen de wereldzeeën leeg. De natuurlijke ecosystemen zijn ernstig in hun omvang beknot. We hebben de thermostaat van de aarde buiten werking gesteld, net op het moment dat we er de grootste behoefte aan hebben. De boel implodeert.

#### Vijf graden

Met 5°C wereldwijde opwarming ontstaat een totaal nieuwe planeet. Van beide polen is het laatste ijs weggesmolten. Regenwouden zijn verdwenen, kuststeden verzwolgen. Droogte en overstroming drijft mensen samen. In het binnenland is het minstens 10°C warmer dan nu. Zowel de verdamping als de neerslag nemen toe. In de tropen vallen enorme stortbuien. Bij ons zijn er bijna elke winter zware overstromingen. Er is een wereldomspannende droogtegordel van Midden-Amerika, de zuidelijke helft van Europa, de westelijke Sahel en Ethiopië, Zuid-India, Indo-China, Korea en Japan. Door extreme hittegolven en bosbranden keldert nu zelfs de landbouwproductie in de nieuwe landbouwkolonies in Rusland en Canada. Wie weet valt China Siberië binnen en de Verenigde Staten Canada, om beslag te leggen op de laatste resten bewoonbaar land, al zijn de bodems er meestal dun, rotsig en arm. Het is ieder voor zich.

#### Zes graden

Het allerberoerdste scenario, de ultieme Apocalyps, is de 6°C-wereld. Daarvoor kijken we naar de uitroeiing in het late Perm. Die vond, zo lijkt het, plaats in een periode van razendsnelle broeikasopwarming. Eerst viel, bij gebrek aan bergen, de chemische verwerking stil. Het CO<sub>2</sub>-gehalte werd gandereweg vier keer zo hoog als nu. Als bij een dodelijk spelletje domino leidde dit tot een kettingreactie van feedbackmechanismen, die ieder op hun manier de crisis verergerden.

Woestijngebieden breidden zich uit, waardoor er door fotosynthese minder CO<sub>2</sub> werd weggevangen. De hoge verdamping maakte het zeewater zouter en zwaarder, waardoor – omgekeerd aan vandaag de dag – warm water de oceaan in zakte. In warmer zeewater lost minder zuurstof op en op den