



Vijf graden

Een nieuwe wereld

Met vijf graden wereldwijde opwarming ontstaat een totaal nieuwe planeet, één die in vrijwel niets meer lijkt op de aarde zoals we die vandaag de dag kennen. Van de beide polen is het laatste ijs uiteindelijk weggesmolten. Regenwouden zijn al langer opgebrand en verdwenen. De stijgende zeespiegel heeft kuststeden verzwolgen en begint de continenten tot ver in het binnenland binnen te dringen. Door de dubbele crisis van droogte en overstroming worden mensen samengedreven op de alsmaar kleiner wordende stukken land die nog bewoonbaar zijn. Gebieden in het binnenland kennen temperaturen van tien graden hoger dan nu, of meer.

Met reusachtige hoeveelheden extra hitte in de lucht neemt zowel de verdamping als de neerslag toe. In de tropen bouwen zich in de zone waar de passaatwinden samenkomen enorme stortbuien op. Daar komt nog een heviger Zuid-Aziatische moesson bij, waardoor de Ganges en de Brahmaputra bijna 50 procent meer water krijgen. In het hoge noorden zijn rivieren in Siberië, Canada en Alaska door de grotere hoeveelheden regen ook al dramatisch in omvang toegenomen. Een weer opgeleefde Oost-Aziatische moesson dumpst ongeveer eenderde meer water in de Yangtze en bijna 20 procent meer in de Gele Rivier. In Groot-Brittannië zijn er bijna elke winter zware overstromingen.

Extreme hitte doet de tropen zinderen: een modelstudie uit 2008 onthulde dat aan het einde van de eeuw grote delen van het landoppervlak tot de dertigste breedtegraad temperaturen krijgen tot 50°C en hoger. De auteurs wijzen erop dat “dit slaat op dichtbevolkte gebieden zoals India en het

Midden-Oosten". Daarbij bereiken het grootste deel van de Verenigde Staten, Zuid-Europa en de kusten van Australië temperaturen die "ver uitstijgen" boven de 40°C. Zulke temperaturen zijn niet alleen levensbedreigend voor de bevolking, maar ook voor de landbouw en de wilde dieren.

De toegenomen regenval in waterrijke gebieden gaat gepaard met een toenemende droogte op plekken die toch al kampen met watertekorten. Een wetenschappelijk team onder leiding van de ervaren Japanse meteoroloog Syukuro Manabe voerde een modelsimulatie van de vijf-gradenwereld uit. In de conclusie daarvan staat dat het "aannemelijk is, dat een afname van de bodemvochtigheid in semi-aride gebieden ervoor zal zorgen dat de belangrijkste woestijnen in de wereld zich uitbreiden. Dat geldt voor de Noord-Amerikaanse woestijn, de Sahara en Kalahari in Afrika, de woestijn van Patagonië in Zuid-Amerika en de Australische woestijn." Bovendien zou "de afname van de bodemvochtigheid in het noordoosten van China een uitbreiding van de Gobiwoestijn naar het oosten kunnen veroorzaken."

De resolutie van dit model is te laag om een nauwkeurig beeld te krijgen van de voorspelde veranderingen op het niveau van aparte landen. Toch wekt het de indruk dat er in het noordoosten van Brazilië een compleet nieuw woestijngebied ontstaat – de bezweken Amazone – en dat er in de zuidelijke helft van de Verenigde Staten een dramatische uitdroging aankomt – zoals in het Dust Bowl-scenario. Op de kaart van het toekomstige vijf-gradenklimaat tekenen zich duidelijk twee wereldomspannende gordels van voortdurende droogte af. Op het noordelijk halfrond omvat deze droogtegordel heel Midden-Amerika, de hele zuidelijke helft van Europa, de westelijke Sahel en Ethiopië, Zuid-India, Indo-China, Korea, Japan en het westelijk deel van de Stille Zuidzee.

Op het zuidelijk halfrond houdt een vergelijkbare droogtegordel Chili en Argentinië, Oost-Afrika en Madagaskar, vrijwel heel Australia en de eilanden in de Stille Zuidzee in haar greep. Ook hier komt er weer een zichzelf verster-

kende terugkoppeling op gang: meer verdamping verlaagt de bodemvochtigheid in gebieden die nu halfwoestijnen zijn, waardoor de regenval er verder daalt en ze over de hele linie overgaan in echte woestijnen. De zwaarst getroffen gebieden raken 40 procent van hun beschikbare water kwijt.

Tel hier de uitputting van de fossiele grondwatervoorraden en het verdwijnen van sneeuw en gletsjers in de bergen bij op, en het is duidelijk dat deze droogtegordels de zones die niet langer geschikt zijn voor grootschalige menselijke bewoning breder maken. Onbewoonbare zones zullen zich dramatisch uitbreiden, terwijl in ons huidige klimaat alleen plekken als het midden van de Sahara en de Gobiwoestijn als onbewoonbaar te boek staan. Vandaag de dag danken gigantische steden als Caïro en Lima hun voortbestaan midden in de woestijn louter aan de watertoevoer van buitenaf, vanuit rivieren of ondergrondse reservoirs. Maar de ondergrondse watervoorraden worden nu al niet duurzaam gebruikt en zoals we al zagen wordt er in deze halfwoestijnen een verdere afname van de stromen aan het aardoppervlak voorspeld. Het vijf-gradenmodel voorziet een afname van 20 procent van het water in de Nijl, terwijl de Rimac van Lima (zoals we eerder al zagen) door het verdwijnen van de gletsjers helemaal zal opdrogen. Het model is niet gedetailleerd genoeg om er kleinschalige veranderingen in Peru en de Verenigde Staten uit te pikken. Volgens een afzonderlijke studie zou echter in Californië bijna 90 procent van de sneeuw verdwijnen die 's winters in de bergen ligt. Daardoor zou de hoeveelheid water in de rivieren in het zuiden van de staat (waar Los Angeles en San Diego liggen) bijna halveren. Het is de moeite waard om de rol van aquifers, de ondergrondse waterlagen, nader te onderzoeken. Voor de steden en de landbouw in droge gebieden zijn zij namelijk van levensbelang. Maar zoals gezegd zijn dat lang niet altijd hernieuwbare hulpbronnen en worden ze sowieso nu al te intensief gebruikt. Veel van die lagen bevatten water dat duizenden, of zelfs miljoenen jaren geleden als regen is ge-

vallen. Yemen is voor haar drinkwatervoorziening bijvoorbeeld vrijwel volledig afhankelijk van een fossiele aquifer, die al een flink eind naar uitputting op weg is. Saudi Arabië is inmiddels zo wanhopig geworden, dat het naar water is gaan zoeken door de technologie van het olieboeren in te zetten voor het slaan van diepe putten. In India, China en de Verenigde Staten is ook in het huidige klimaat de grondwaterspiegel al snel aan het dalen; dit als gevolg van de bevolkingsdruk en de intensievere landbouw, die een grotere aanslag op het grondwater doen dan de neerslag ooit zal kunnen aanvullen. Noch de landbouw, noch – als uitvloeisel daarvan – de bevolkingsdichtheid zal te handhaven zijn, als deze watervorraden nét opraken op het moment dat vanuit de tropen nieuwe gordels woestijngebied zich uitbreiden.

Het zou een oplossing kunnen zijn, om de bevolking vanuit de drooggevallen streken op grote schaal over te brengen naar gebieden in het verre noorden die dan bewoonbaar zijn geworden, met name in Canada en Siberië. Zoals gezegd krijgen alle grote rivieren in Canada en Rusland veel meer water omdat er meer regen gaat vallen, en dat zijn ook de gebieden waar de temperatuur het meest gaat stijgen. Dat maakt dat daar het groeiseizoen aanzienlijk langer wordt en bovendien dat de winter zijn greep op het land verslapt, zelfs op legendarisch koude plekken als Siberië. Zouden hier hele nieuwe graanschuren kunnen ontstaan? Het lijkt een stuk eenvoudiger om het voedsel naar de stad te brengen, dan om de bevolking van complete steden en landen naar die nieuwe gebieden over te hevelen. Maar toch blijven het duidelijk potentiële toevluchtsoorden.

Maar voordat u nu naar Sneznogorsk of Nizhnevartovsk snelt om een stuk land te kopen, moet u wel bedenken dat het model van Manabe voor gebieden middenin de continenten ook droge zomers voorspelt. Daardoor drogen bodems uit waarop anders voedsel te verbouwen zou zijn. Waar er 's winters nog sneeuw valt, zal het geleidelijk smelten daarvan de seizoensovergang helpen verzachten. Maar er zouden

beslist grote infrastructurele werken als stuwmuren nodig zijn om 's winters regen op te kunnen vangen en daarmee de nieuwe gewassen te bevoeien.

In continentale klimaten, die ieder jaar zulke extreme temperaturen kennen, zou het in de zomermaanden voor landbouwgewassen ook wel eens te heet kunnen worden. (Tenslotte is het 's zomers in Siberië nu al warm genoeg voor extreme hittegolven en bosbranden.) En inderdaad, uit een modelstudie die specifiek naar de wereldvoedselproductie keek, bleek dat de landbouwproductie in de vijf-gradenwereld zelfs in het noorden van Canada en de voormalige Sovjet Unie achteruit zou gaan. Het zou dan ook misschien het beste zijn om bevolkingsgroepen en nieuwe landbouwkolonies aan de Russische Poolzeekust en op de Canadese eilanden te concentreren. Daar houdt de temperende invloed van de zee de zomertemperatuur nog enigszins draaglijk.

Uiteraard is niets daarvan ook maar haalbaar als die noordelijke landen weigeren om al die extra vluchtelingen op te nemen. James Lovelock heeft zelfs een scenario naar voren geschoven waarin China Siberië binnenvalt en de Verenigde Staten Canada, om het leger beslag te laten leggen op het resterende bewoonbare land. Maar een bijkomend effect van elk gewapend conflict, vooral als daarbij ruimschoots kernwapens worden ingezet, zou natuurlijk zijn dat de oppervlakte op aarde die voor mensen onbewoonbaar heet te zijn, alleen maar groter wordt.

Zoals in eerdere hoofdstukken al werd aangegeven, zijn bodems die tot voor kort nog bevroren waren meestal dun, rotsig en arm, doordat ze weinig voedingsstoffen of organisch materiaal bevatten. Toch komen de noordelijke breedtegraden er in vergelijking met Afrika en Azië nog goed vanaf, omdat die volgens bovengenoemd onderzoek eenderde van hun voedselvoorziening kwijtraken. Maar ook in de noordelijke bossen van Canada verhogen zomerse hittegolven het risico op bosbranden. Eén onderzoek over het brandgevaar in een klimaat met drie maal zo veel CO₂ voorziet dat de op-

pervlakte die in vlammen opgaat zal verdubbelen, waardoor er per jaar 3,8 miljoen hectare in de as wordt gelegd.

De uitbreiding van het landbouwareaal en de grotere verwoesting door bosbranden zouden hoogstwaarschijnlijk grote stukken boreaal bos in het noorden van Canada, Alaska, Scandinavië en Rusland wegvagen. Dat brengt weer meer koolstof in de atmosfeer en versnelt het wereldwijde verlies aan biodiversiteit. Maar ik vermoed dat het overleven van de Siberische tijger de meeste mensen een zorg zal zijn, in een wereld waarin het overleven van de mens zelf steeds onzekerder wordt. De tijger – en de taiga – konden maar beter wegwezen.

Knal uit het verleden

Op een kille zomerdag in 1975 dwaalden fossielenjagers Mary Dawson and Robert West langzaam door het pool-landschap van het Canadese Ellesmere eiland, met hun ogen strak op de grond gericht. In het oosten doemde de witte massa op van één van Ellesmere's ijskappen. In het westen lag een fjord die was bezaaid met brokken ijs; aan de voet van zijn steile wanden gaapte het donkerblauw van de Noordelijke IJszee. Dawson en West hoopten aanwijzingen te vinden die een twistpunt tussen paleontologen zouden helpen oplossen. Daarbij ging het erom of er ooit al dan niet een landbrug de noordelijke breedtegraden van Europa, Azië en Noord-Amerika met elkaar verbonden heeft. Daarlangs zouden de vroege zoogdieren gemigreerd zijn. Wat ze in plaats daarvan over het klimaat ontdekten was uitermate verrassend. Die toevalligheid heeft het wetenschappelijk inzicht in het verre verleden ingrijpend veranderd.

Aan het einde van de fjord, waar lagen gesteente bloot waren komen te liggen, ontdekten Dawson en West stukjes bot. Tot hun verrassing bleek later dat deze van een kaaiman waren geweest, een reptiel dat tegenwoordig alleen in war-

mere klimaten duizenden kilometers verder naar het zuiden leeft. Ook andere botten bleken van subtropische diersoorten te zijn: er kwamen drie soorten warmwater-zeeschildpadden aan het licht en verder een landschildpad en verschillende vroege zoogdieren. De fossielen werden gedateerd op het vroege Eoceen, een geologisch tijdperk dat 55 miljoen jaar geleden begon. De vondst van de fossielen riep vragen op voor nader onderzoek: wat hadden deze warmteminnende dieren honderden kilometers ten noorden van de poolcirkel te zoeken? Leefden ze daar echt, of waren de botten daar toevallig terechtgekomen? Geologen wisten al dat de Canadese landmassa toen dicht bij zijn huidige positie lag en schuivende tektonische platen konden deze tegenstrijdigheid dan ook niet verklaren. En vooral, als deze subtropische dieren inderdaad in het noordpoolgebied hadden geleefd, hoe had de temperatuur dan überhaupt boven het vriespunt kunnen blijven, als de regio elk jaar tijdens de poolnacht maandenlang in duisternis was gehuld? Niemand die het wist.

Sommige onderzoekers speculeerden dat de hoek van de aarde ten opzichte van de zon tijdens het Eoceen misschien anders was, zodat er minder verschil tussen de seizoenen was en de polen warmer konden worden. Maar bewijs om deze verklaring te schragen was niet te vinden. Intussen waren er in gefossiliseerde bomen die bij verrassing gevonden waren, duidelijke groeiringen te zien, die aantoonde dat er juist wel degelijk aanzienlijke verschillen tussen de seizoenen bestonden. Het werd allemaal nog raadselachtiger.

Buiten de Noordpool verzamelden andere onderzoekers aanwijzingen uit het begin van het Eoceen en de hieraan voorafgaande periode, het Paleoceen, over verrassingen die hiermee samenhangen. Paleontologen die zich in het Bighorn Basin in Wyoming al hamerend en gravend door honderden meter bezinksel heenwerkten, ontdekten daarin tientallen nieuwe zoogdiersoorten, die allemaal ineens rond dezelfde tijd in Noord-Amerika opdoken. Daaronder waren verschillende soorten *Plesiadapis*, een primate met een borstelige

staart, die wel wat wegheeft van een maki; diverse knaagdieren; de *Esthonyx* met zijn beitelvormige tanden; en de angstaanjagende *Coryphodon*, een monster van 300 kilo met sabeltanden, dat eruitzag als een kruising tussen een neushoorn en een beer. Veel van deze dieren waren voorouders van huidige zoogdiersoorten. Op de grens van het Paleoceen en het Eoceen doken ze ineens allemaal op. En er was maar één aannemelijke verklaring voor hun plotselinge aankomst in Noord-Amerika: zij waren vanuit Azië de legendarische landbrug in het hoge noorden overgestoken. Omdat zo'n tocht heden ten dage door het ijs en de bittere kou uitgesloten zou zijn, suggereerde dit dat de Noordpool in het verre verleden veel warmer was.

Ook op zee was er aan het eind van het Paleoceen iets vreemds gaande. Wat het ook was, het maakte het leven voor organismen op de oceaanbodem destijds knap onaangenaam. Op een normale zeebodem is het een voortdurend gefriemel van wormen, schelpdieren en piepkleine eencellige beestjes, die krijtdiertjes of *foraminiferen* heten. Twee Californische geologen die in 1991 een grondmonster uit de Weddellzee bij Antarctica onderzochten, ontdekten tot hun verrassing dat er in de 10 centimeter modderige prut die ze bekeken nauwelijks verstoring was opgetreden. En deze 10 centimeter viel nou toevallig net samen met dezelfde overgang van het Paleoceen naar het Eoceen als van de krokodillenfossielen in Canada. De twee wetenschappers, James Kennett en Lowell Stott, beseften al snel dat hun zeeboorkern onverstoorde modder aantoonde, dat alles wat normaal gesproken in en op de zeebodem leeft plotseling verdwenen was. Kennett en Stott waren bij toeval op een grootschalige uitsterving in de diepzee gestuit, misschien wel de grootste in tientallen miljoenen jaren. Ze waren er vrijwel zeker van dat deze uitsterving een klimatologische oorzaak had en dat een plotselinge opwarming van de Zuidpoolwateren de bodemorganismen van hun zuurstof had beroofd. De diepzee was zuurstofloos (anoxisch) geworden, giftig voor al het leven

dat zuurstof inademt. Het was dus niet alleen de atmosfeer rond de Noordpool die veel warmer was geworden; hier was het bewijs dat ook de zeeën plotseling waren opgewarmd, tot de bodem van de Zuidelijke IJszee aan toe.

Maar deze ontdekking riep alleen maar meer vragen op. Geen van deze onderzoeken bevatte ook maar de geringste aanwijzing over wat die plotselinge opwarming van het Paleocene klimaat veroorzaakt kon hebben. Bij de eerdere overgang van het Krijt naar het Tertiair stierven de dinosaurussen uit door een inslag van een asteroïde. Maar aanwijzingen voor een catastrofale inslag van iets buitenaards aan het eind van het Paleoceen zijn er niet. Toch was het een gebeurtenis die, voor geologische begrippen, van de ene dag op de andere plaatsvond. Waarom was het klimaat zomaar ineens omgeslagen?

Hier verschijnt Gerald Dickens ten tonele, die destijds paleo-oceanografisch onderzoek deed aan de University of Michigan. Het werk van Dickens spitste zich toe op een ongebruikelijke stof, die methaanhydraat of methaanijs wordt genoemd. Deze ijsachtige combinatie van methaan en water ontstaat bij de intense kou en druk die in de diepzee heersen. Destijds was Dickens helemaal niet bezig met het verklaren van het verleden; hij probeerde oliemaatschappijen te helpen om uit te zoeken of ze methaanijs zouden kunnen opboren om er aardgas van te maken. Potentieel zou de wereldenergievoorraad daarmee te verdubbelen zijn. De onderneming was af en toe behoorlijk spannend: op één expeditie ontplofte zijn boorkoker op spectaculaire wijze, door overdruk van het methaan er binnenin. De modder schoot vijftig meter de lucht in, maar gelukkig raakte er niemand gewond.

Zoals Dickens later uitlegde is het een belangrijke eigenschap van methaanijs, dat het alleen stabiel is als het erg koud is of onder hoge druk staat. Daarom was de boorkoker ook ontploft; toen hij boven water kwam, werd het methaan warmer en ging de druk omlaag, waardoor het in een ex-

plosieve kettingreactie van ijs in gas veranderde. Verder is methaan een belangrijk broeikasgas, waarvan elk molecuul twintig maal krachtiger is dan kooldioxide. Met wat hij wist van de nog onopgeloste vraagstukken over vroegere klimaatveranderingen, veronderstelde Dickens dat er in het verleden misschien wereldwijd methaanijs was vrijkomen. Dat zou enorme hoeveelheden broeikasgas in de atmosfeer hebben gepompt, waardoor de wereldzeeën warmer werden en er als gevolg daarvan in eenzelfde soort explosieve kettingreactie nog meer methaanijs vrijkwam. Zou dat de plotselinge opwarming van 55 miljoen jaar geleden kunnen verklaren? Dickens dacht van wel. Het was, zo suggereerde hij, alsof de oceanen een gigantische methaanboer hadden gelaten, waardoor de temperatuur wereldwijd omhoog schoot.

Hard bewijs had hij echter nog niet, totdat in 1999 Miriam Katz, een collega in de paleo-oceanografie, datgene leek te vinden waar iedereen naar op zoek was. In een andere zeeboorkern, even uit de kust van Florida genomen, vond Katz op 512 meter diepte het bewijs van een onderzeese aardverschuiving. Die werd direct gevolgd door een isotopische methaanhandtekening in het sediment en het beeld van de inmiddels bekende massale uitsterving van zeebodemorganismen. Katz' zeeboorkern gaf aan dat er overal geweldige lawines van het continentale plat naar beneden waren gedonderd, waarbij er in zeer korte tijd een enorme hoeveelheid methaanijs vrijkwam. Misschien was dit een 'heterdaadje': direct bewijs van een 55 miljoen jaar oude gasexplosie. Deze had de aarde wellicht in een extreme broeikasstaat helpen slingeren.

Mogelijk was het methaanijs niet alleen. Een onderzoek dat in april 2007 in het tijdschrift *Science* werd gepubliceerd, wees een hele andere schuldige aan, die bewijsstukken over de hele Noord-Atlantische Oceaan heeft uitgestrooid. Te vinden bij de Faeröereilanden, in zee bij Rockall, in het oosten van Groenland en zelfs in Noord-Ierland: basaltbrokken, die het verhaal vertellen van een serie monumentale vulkaanuitbarstingen. Dat waren niet het soort reuze knallen zoals die

van de Mount Saint Helens of de Krakatau, maar langdurige uitstromingen van basaltlava. Hieruit ontstonden lagen die in het oosten van Groenland een duizelingwekkende vijf kilometer dik zijn, en van de huidige Noord-Atlantische Oceaanbodem in totaal 1,3 miljoen vierkante kilometer bedekken. Deze magma drong niet gewoon zomaar ergens binnen. Het kwam omhoog in koolstofrijke steenkoolsedimenten, warmde deze op en bracht daarbij gigantische hoeveelheden methaan en kooldioxide in de atmosfeer. Geologen dateren het moment waarop de grootste hoeveelheid magma uitbarstte op 55-56 miljoen jaar geleden; precies in de hete periode aan het eind van het Paleoceen.

Deze enorme en langdurige vulkanische episode was tientallen miljoenen jaren lang een unicum in de geologische geschiedenis. Dat deze zich voordeed op bijna precies hetzelfde tijdstip als een periode van aanzienlijke wereldwijde opwarming, kan bijna geen toeval zijn. Vooral ook omdat er net zulke grote vulkaanuitbarstingen in verband staan met vergelijkbaar extreme broeikasepisodes nog verder terug in de geschiedenis van de aarde – meer daarover in het volgende hoofdstuk. Bovendien kan de miljoen-jaar-durende uitbarsting ook nog een ander broeikasgerelateerd effect hebben gehad. Doordat het sediment op de zeebodem omhooggeduwd werd, kwam er minder waterdruk op het methaanijs dat daarin gevangen zat. Ook dat kan geleid hebben tot een catastrofale gasontsnapping van misschien wel 2.800 miljard ton koolstof: meer dan genoeg om de dramatische klimaatverandering te verklaren.

Wat de oorzaak ook was, de gevolgen waren ingrijpend en ook nog eens mondiaal. Hittegolven schroeyden 's zomers de vegetatie weg uit het Spaanse vasteland en lieten een woestijngebied achter dat 's winters door stortbuien zwaar erodeerde. Puinafzettingen op de zuidhellingen van de Pyreneeën getuigen van de vervaarlijke aard van zulke moessonvloedgolven. Geologen maakten in 2007 melding van een 'megawaaier' van naar schatting tweeduizend vier-

kante kilometer groot. Deze ontstond binnen niet meer dan een paar duizend jaar, toen de stijgende CO₂-niveaus in de atmosfeer de aarde in een nieuwe broeikasstaat stortten. In de oceaan loste deze CO₂ snel op en verzuurde de zeeën. In Noord-Amerika (in wat nu Utah is) namen de seizoensuitersten op dezelfde manier toe, met moesson-stortbuien die de grond geselden. Daarnaast bracht deze nieuwe moesson overvloedige regenval op de flanken van de Rocky Mountains, zodat er een tropische vegetatie kon groeien op een plek die nu koud en droog is. Palmbomen groeiden ver naar het noorden, tot in Engeland en België.

In het noordpoolgebied ontstonden regenwouden vol watercypressen (*Metasequoia*). Vandaag de dag kun je op het Axel Heiberg-eiland in Canada hun gemummificeerde boomstronken nog zien. Ze zijn dan wel al tientallen miljoenen jaren dood, hun hout zou nu nog steeds branden, zo goed zijn ze bewaard gebleven. Deze bomen gedijden in gematigde omstandigheden; ze zorgden voor hun eigen broeikas-effect door waterdamp uit te stoten, die het gebied tijdens de donkere poolwinter isoleerde. Ondanks de duisternis was het Noordpoolklimaat helemaal subtropisch. Boorkernen met sediment uit het midden van de Noordelijke IJszee laten zien dat de watertemperatuur dicht bij de Noordpool kon oplopen tot wel 23°C. Dat is warmer dan een groot deel van de Middellandse Zee tegenwoordig is. Ook de lucht zou een temperatuur van een verbluffende 25°C bereiken kunnen hebben, wat alweer wijst in de richting van een subtropisch klimaat waarbij het hele jaar geen ijs of sneeuw voorkomt. Wel kreeg het hele gebied veel meer regen, omdat stormen zich naar het noorden bewogen en al doende de echte subtropen en gematigde breedtes dus gortdroog achterlieten. Je zou verwachten dat de Noordelijke IJszee met zulke temperaturen compleet ijsvrij bleef en inderdaad, er zou zich daar de volgende 15 miljoen jaar geen ijs meer vormen.

In deze wereld bereikte het kooldioxidegehalte in de lucht een gevaarlijk hoog niveau en steeg de gemiddelde tempe-

ratuur met vijf graden. Het was een wereld met verzuurde zeeën, snel veranderende ecosystemen, ijsvrije polen en met zowel extreem droog als extreem nat weer. Om kort te gaan, het was een wereld die erg lijkt op de wereld waar wij deze eeuw op afstevenen.

Veel wetenschappers hebben deze overeenkomsten al onderkend. Daarom heeft de gebeurtenis die we nu het Paleoceen-Eoceen Thermisch Maximum (PETM) noemen, ook zoveel aandacht van de wetenschappelijke wereld gekregen. En inderdaad, de afgelopen jaren vermeldt vrijwel elke academische publicatie over het PETM, dat het te zien is als een natuurlijke versie van alles wat de door mensen veroorzaakte opwarming ook maar in petto zou kunnen hebben. Een van de eersten die het belang inzag van het PETM als 'natuurlijke analogie' van de huidige broeikasgasuitstoot, was Gerald Dickens. Al in 1999 schreef hij in *Nature* dat we "aspecten van de toekomst van de aarde nu in een totaal ander licht kunnen gaan zien". John Higgins en Daniel Schrag, wetenschappers van de Harvard University bevestigden dit standpunt in mei 2006. Zij stelden dat "het PETM één van de beste natuurlijke analogieën in de geologische geschiedenis is voor de huidige stijging van CO₂ in de atmosfeer, die het gevolg is van de verbranding van fossiele brandstoffen."

Met CO₂-niveaus van meer dan 1.000 deeltjes per miljoen, die zich handhaafden tot in het vroege Eoceen, was de *totale* invoer van koolstof in de atmosfeer 55 miljoen jaar geleden veel groter dan de mens tot nu toe voor elkaar heeft kunnen krijgen. Maar het *tempo* waarin er broeikasgassen bijkomen ligt nu feitelijk hoger dan toen. De huidige koolstofemissie door de mens is misschien wel dertig keer sneller dan de veronderstelde gigantische methaanboer van het PETM, zo liet paleo-oceanograaf Jim Zachos in 2006 de vergadering van de American Association for the Advancement of Science weten. En te oordelen naar de verhouding tussen koolstofisotopen in gesteente dat de gehele Paleoceen-Eoceen-overgang omspant, zijn we al ongeveer halverwege het

soort verzengende hittegolf die het leven op aarde destijds over zich heen kreeg.

De vermoedelijke rol van methaanijs in het veroorzaken van deze hittegolf leert de mensheid nog een verontrustende les. Onderaan het continentale plat liggen overal ter wereld nog enorme hoeveelheden van datzelfde methaanijs rustig hun tijd af te wachten. Nu de oceanen opwarmen bestaat de kans dat een deel van dat methaanijs onstabiel wordt, ontsnapt en in de atmosfeer komt, als beangstigende echo van de methaanboer van 55 miljoen jaar geleden. Dat zou de temperatuur van de atmosfeer nog verder opjagen en een onhoudbaar terugkoppelingseffect van de op hol geslagen wereldwijde opwarming nog verder versterken. Mensen zouden er machteloos bij staan, terwijl hun planeet in Venus begon te veranderen.

Maar hoe waarschijnlijk is dit apocalyptische scenario eigenlijk? Helaas hebben tot nu toe maar weinig wetenschappers zich eraan gewaagd om hierover een uitspraak te doen. Het is niet eens duidelijk hoeveel methaanijs er alles bij elkaar eigenlijk is, of hoe snel dat op de opwarming van het zee-water zou reageren. Misschien is het geruststellend dat het tijdens het PETM zo'n tienduizend jaar duurde, voordat het methaanijs volledig vrij kwam. Voor een geoloog mag dat dan in een oogwenk zijn, maar op de menselijke tijdschaal ziet dat er al veel minder griezelig uit. Bedenk wel, dat het eeuwen duurt voordat hogere temperaturen aan de oppervlakte tot in de diepte van de oceaan zijn doorgedrongen. Dat maakt het onwaarschijnlijk dat de hydraten à la minute zouden destabiliseren en bezwijken. De opwarming van de aarde kan nog steeds 'op hol slaan', maar de versterkende terugkoppelingsspiraal doet er duizenden jaren over om zich te voltrekken.

Niettemin komt, zoals we hierboven zagen, de koolstof nu veel sneller in de atmosfeer terecht dan tijdens het PETM, en dat verhoogt de kansen wel weer enigzins. Als de opwarming zo extreem is dat deze de bodem van de oceaan sneller zou bereiken, dan kon het nog wel eens heel heftig worden. Een

modelsimulatie door Bruce Buffett en David Archer, twee methaanijsexperts, geeft aan dat de opgeslagen hoeveelheid hydraten in de zeebodem met 85 procent zou afnemen als reactie op een opwarming van slechts drie graden. Maar ze zeggen er niet bij hoe lang dat zou kunnen duren.

In een ander artikel suggereert David Archer dat we vooral op de Noordelijke IJszee moeten letten. Deze is relatief ondiep en zal waarschijnlijk de meest extreme opwarming meemaken, zodat de reactietijd van het methaanijs daar veel korter zou kunnen zijn. Het Hadley Centre in Groot-Brittannië vergroot op dit punt de bezorgdheid. Daar kwam men met een kaart die de indruk wekt, dat grote stukken van de Noordelijke IJszee waar nu methaanijs zou kunnen zitten, zich in de zone bevinden waar in 2090 alle methaan al gesmolten zou zijn. Niemand weet precies hoeveel van dat spul er nou op de bodem van de Noordelijke IJszee ligt te wachten om te gaan smelten en met een klap naar de oppervlakte te komen. Maar zelfs een kleine hoeveelheid zou al genoeg zijn om de wereldwijde opwarming een flinke zwiep te geven.

Tsunamiwaarschuwing

We zijn gewend om te denken dat als we nu maar samen allemaal onze voet van het koolstofpedaal afhaken, de mondiale temperatuurstijging langzamer zal gaan. Op dit moment klopt dat ook nog. Maar als er in het bekken van de Noordelijke IJszee substantiële hoeveelheden methaanijs gaan smelten, komt dat pedaal vast te zitten. Dan kunnen we niets meer doen om de snelheid van de klimaatverandering nog af te remmen. Nogmaals, niemand kan met zekerheid zeggen waar dat omslagpunt precies ligt, maar het lijkt logisch dat hoe harder we het klimaat opjagen, hoe dichterbij het randje van die afgrond komen.

Buffett en Archer besluiten hun artikel ietwat raadselachtig met de volgende verklaring: “Het is onbekend of de toe-

komstige opwarming voldoende is om de hellingen van het continentale plat op wereldschaal te laten bezwijken, maar isotopische gegevens over het snelle vrijkomen van koolstof in het verleden geven te denken.” Met andere woorden, het bewijs van Miriam Katz over catastrofale onderzeese aardverschuivingen zou wel eens een grimmige waarschuwing voor de toekomst kunnen inhouden. Door het op grote schaal vrijkomen van methaanijs zou de hellende oceanobodem kunnen destabiliseren en dat zou vergelijkbaar zware aardverschuivingen in gang zetten.

Net als glijdende tektonische platen kunnen deze aardverschuivingen in zee enorme hoeveelheden water verplaatsen. Als dat gebeurt verspreiden zich krachtige schokgolven vanuit het gebied waar de verstoring plaatsvindt. Het was de hele wereld ineens duidelijk hoe zulke golven eruit zien, toen op 26 december 2004 de tektonische platen ten westen van Indonesië dramatisch verschoven in een aardbeving met maatje 9,2. Iedereen kent nu de naam van die golven: ze heten tsunamis.

Het was alweer in 1965 toen twee Schotse geologen toevallig op het bewijs stuitten dat precies zo'n tsunami 8.000 jaar geleden de Britse eilanden trof. Lopend door het westelijke deel van de Forthvallei, niet ver van Edinburgh, ontdekten ze een dun laagje zand in het verder zo ruim aanwezige veen. Die zandlaag was daar duidelijk neergelegd door een grootschalige gebeurtenis, want hij liep een kilometer verder door. De twee geologen opperden dat een grote overstroming van de rivier de oorzaak geweest zou kunnen zijn. Later onderzoek op andere plekken in het oosten van Schotland liet echter vergelijkbare afzettingen zien, die zich zelfs nog een eind naar het zuiden uitstrekten, helemaal tot aan de kust van Northumberland. De afzettingen hadden het meest om het lijf op de Shetlandeilanden, waar in het laagveen omgewoelde modder en grote rolstenen werden ontdekt, vele meters boven de vloedlijn. Het was duidelijk dat hier geen plaatselijke gebeurtenissen als rivieroverstromingen of vloedgolven achter zaten. De ontdekking, eind jaren '80, van de locatie van een

grote onderzeese aardverschuiving voor de kust van Noorwegen verschafte het doorslaggevende bewijs: een zware tsunami had de kust van Groot-Brittannië getroffen.

De Storegga Slide, zoals de onderzeese aardverschuiving later werd genoemd, was werkelijk gigantisch; van het Noorse continentaal plat was er 3.500 kubieke kilometer sediment bergafwaarts de diepere Noordelijke IJsee ingeschoven. De resulterende tsunami zette 600 kilometer kust rondom de Noordzee onder water. In het oosten van Schotland kwam hij 3 tot 6 meter boven zeeniveau, in het westen van Noorwegen 9 tot 12 meter, op de Faeröereilanden meer dan 10 meter en op de Shetlands een verwoestende 20 meter – vergelijkbaar met de aanslag van de Aziatische tsunami op Banda Atjeh in 2004. Net als bij die tsunami, die zo tragisch uitpakte, denken de meeste wetenschappers dat ook de Storegga Slide door een aardverschuiving werd veroorzaakt, hoewel het plotseling vrijkomen van methaanijs ook een factor kan zijn geweest. Het is veelzeggend dat de zeebodem daar helemaal pokdalig is van de gasontploffingen van lang geleden. Bovendien zijn de onverstoorde zeebodemsedimenten naast de Storegga Slide nog rijk aan methaan, terwijl uit het gedeelte waar de lawine zich heeft afgespeeld alle methaanijs die er mogelijk ooit in gezeten heeft, verdwenen is.

Destijds was dat niet genoeg om het klimaat te veranderen, maar het geeft wel aan dat de destabilisatie van methaanijs en onderzeese aardverschuivingen hand in hand gaan. En helaas, als één van die twee zich voordoet, is de eerste waarschuwing die veel kustbewoners krijgen die van torenhoge golven die op het strand afsnellen.

Het vooruitzicht voor de mensheid

Afgezien van de tsunamis klinkt de wereld aan het begin van het Eoceen in sommige opzichten bepaald aangenaam. Zonder kille ijskappen die de boel afkoelden, floreerden er

weelderige bossen tot de polen aan toe. Plekken die normaal gesproken een gematigd klimaat zouden hebben werden subtropisch, terwijl zich een fascinerend scala aan soorten over de aardbol verspreidde.

Maar laat je niet voor de gek houden. In haar natuurlijke toestand kan de wereld nooit een volmaakte analogie zijn voor de aardbol zoals die nu bestaat. We zijn al een heel eind op weg in een nieuw geologisch tijdperk, het Antropoceen, waarin menselijke bemoeienis de overheersende factor is in vrijwel elk ecosysteem op aarde – wellicht ten nadele van allemaal. De oplopende hitte van het Paleoceen-Eoceen Thermisch Maximum voltrok zich over ongeveer 10.000 jaar. Dat gaf planten en dieren de tijd om weg te trekken en zich aan nieuwe omstandigheden aan te passen. Geologische data uit Noord-Amerika laten zien dat subtropische plantensoorten in staat waren om in die tijd het bereik van hun leefgebied 1.500 kilometer naar het noorden te verschuiven, van wat nu Mississippi is naar Wyoming. Maar zelfs toen verloren vele soorten die zich minder makkelijk aanpasten de strijd en stierven uit, zoals we eerder al bespraken.

Wij hebben geen tienduizend jaar. De hier beschreven veranderingen zouden zich voltrekken in een paar decennia na nu. Voor ecosystemen, of voor de menselijke beschaving is dat een veel te hoog opwarmingstempo om zich ook maar enigszins te kunnen aanpassen. Zoals gezegd zou dit wel eens de snelste grootschalige klimaatopwarming kunnen zijn die de wereld ooit heeft meegemaakt. Zelfs nog sneller dan de klimaatveranderingen die catastrofale uitroeiingen veroorzaakten, zoals het volgende hoofdstuk laat zien. Wat vooral wel eens heel bedrieglijk zou kunnen zijn is de indruk dat de warme periode van het PETM flink nat was en dat zware moessonregens daarbij de dorst kwamen lessen van plekken die nu halfwoestijnen zijn. Maar in feite waren de eerste migrerende planten die in Wyoming aankwamen kleinbladige en droogtebestendige soorten, wat aangeeft dat het PETM in het begin zowel droog als heet was.

Uitkomsten van eerder besproken modelstudies over uitdijende woestijnen en watertekorten worden hierdoor gestaafd. Ook de moessons die karakteristiek zijn voor het late-re PETM, ontwikkelden zich in de loop van duizenden jaren. In de overgangsfase verdamppte er door de hogere temperaturen meer water, zodat de toch al droge gebieden nog verder uitdroogden. Dat is de reden waarom een herleefde Chinese moesson waarschijnlijk niet snel verlichting zal brengen in het door droogte geteisterde noorden. Het verklaart ook waarom de tekortschietende gletsjerrivieren in Pakistan voorlopig nog niet door een sterkere Indiase moesson zullen worden aangevuld. En impliciet staft het ook de voorspellingen van een veel droger klimaat in de noordelijke helft van Zuid-Amerika. Wanneer het ecosysteem van de Amazone bezwijkt, zullen zich van daaruit nieuwe woestijngebieden naar het westen uitbreiden.

We roerden al eerder het begrip ‘onbewoonbare zone’ aan: plekken die in de vijf-gradenwereld ongeschikt zijn geworden voor grootschalige, ontwikkelde menselijke samenlevingen. Als we echter de geologische gegevens over de dramatische veranderingen aan het begin van het Eoceen bekijken, is het duidelijk dat zelfs die discussie nog wel eens te optimistisch zou kunnen zijn. In plaats daarvan moeten we het misschien maar eens gaan hebben over bewoonbare zones: toevluchts-oorden.

Voor de meeste voedselgewassen worden de tropen te heet en aanhoudende droogte haalt ook de subtropen uit productie. De zone waar grootschalige menselijke beschaving mogelijk blijft, de ‘bewoonbare gordel’, zal daardoor inkrimpen in de richting van de polen. (Het is goed om hier nog even te bedenken dat dit voor zowel het land als de zee opgaat. Vermoedelijk zal de vernietiging van koraalriffen en de opwarming van de oceanen ook het meeste zeeleven in diezelfde gordel van tropen en subtropen wegvagen.)

Voor de mensheid betekent dit, dat er waarschijnlijk een nieuw tijdperk aankomt waarin het leven noodgedwongen

lokaler is. Daarin gaat de globalisering in z'n achteruit en meten mensen zich weer een beperktere identiteit aan. Op dit moment is onze economie een wereldwijd netwerkachtig verband, waarin enorme hoeveelheden goederen worden verhandeld tussen ver uit elkaar liggende gebieden. Maar hypothetische klanten uit de een of andere verwoeste kustplaats kunnen in de toekomst niets meer kopen, terwijl producenten in de door droogte geteisterde subtropen niets meer hebben om te verkopen. Voordat het zover is, zullen de gevoelige, vluchtige kapitaalmarkten beslist allang zijn ingestort. Daarmee worden de eigendomsverplichtingen tussen buiten- en binnenlands kapitaal uitgewist, wat een wereldwijde economische depressie bespoedigt. De grote economische crisis uit de jaren '20 en '30 van de 20e eeuw liet zien hoe moeilijk het voor samenlevingen is om zich aan te passen aan zulke spanningen en ook hoe onfrisse politieke filosofieën aan trekkracht winnen als de sociale onzekerheid groeit.

Zoals hierboven aangegeven, zouden machtige beschavingen kunnen proberen om hun bevolking te verhuizen naar subarctische gebieden. Op die manier zouden ze grootschalige hongersnood en interne conflicten kunnen afwenden als ze worden geconfronteerd met de instorting van hun bewoonbare geboorteland. Dat lijkt wel wat op Hitler's *Lebensraum*-idee: een imperium, te veroveren op Rusland en Oost-Europa, ten behoeve van de bevolking van een uitdijend Derde Rijk. James Lovelock heeft ook gesuggereerd dat Afrika, de geboortegrond van onze eigen soort, kleine toevluchtsoorden zou kunnen bieden in regenachtige hooglanden. Kandidaten daarvoor zouden onder meer gebieden als de Ethiopische hooglanden en Lesotho in Zuid-Afrika kunnen zijn. In zulke bergachtige bolwerken kan de landbouw blijven bestaan en zijn geïsoleerde valleien gemakkelijker te verdedigen tegen binnenvallende plunders. Ten overvloede kunnen we stellen, dat de dagen van voedselhulp en internationale samenwerking dan allang geteld zijn.

Elders op de wereld kan ik me voorstellen dat het noorden van Europa, inclusief de Britse eilanden en Scandinavië, een vergelijkbaar druk en omstreten toevluchtsoord zou kunnen worden. Die regio blijft waarschijnlijk in de gordel vallen waar 's winters regen valt. Het uitvallen van de Golfstroom – de joker van Noord-Europa – zou Groot-Brittannië echter ook in een droger klimaat kunnen achterlaten, waarbij de temperatuur zich stabiliseert, of zelfs een tijdje zakt. Op het zuidelijk halfrond zou de westenwind in Patagonië en Vuurland in Chili nog steeds voor ruim voldoende regen blijven zorgen. En nog verder naar het zuiden zouden menselijke kolonies misschien op het dan net ijsvrije Antarctisch Schiereiland kunnen overleven, of zelfs geleidelijk nog verder naar het zuiden blijven trekken naarmate het slinkende ijs nieuw land beschikbaar stelt. Ook Tasmanië en het Zuideiland van Nieuw-Zeeland blijven binnen de gematigde regenzone en ook zij zouden een toevluchtsoord kunnen vormen voor overlevenden uit de hetere gebieden verder naar het noorden, zoals Australië en Indonesië. Maar uiteraard zou daar niet genoeg land zijn om veel soelaas te bieden aan de klimaatvluchtelingen, die tegen die tijd met zijn honderden miljoenen zouden kunnen zijn.

In al die gevallen zouden de migranten er goed aan doen om hun nieuwe gemeenschappen op veilige afstand van de kust te stichten. De stijgende zeespiegel zal met zijn golven al menige kustplaats tot spookstad hebben gebeukt, waarin verlaten gebouwen bij elke storm tot strandzand verkrumelen. Het wassende water blijft de komende eeuwen nog overal land onder water zetten en verjaagt daarbij de landbouw uit laaggelegen vlaktes zoals de Nijl-, Yangtze- en Meghnadelta's (Ganges-Brahmaputra), net als uit vruchtbare laaglanden zoals de Britse oostkust.

Kustbewoners moeten tevens op hun hoede zijn voor acute bedreigingen vanuit zee. Ver buitengaats kunnen methaanijsvoorraden op de zeebodem tot leven komen, waarbij zij hun dodelijke gaslading in salvo's naar de oppervlakte spuiten.

Van buitenaf zou het eruitzien alsof de zee aan het koken was, met boven de ziedende baren misschien wat gelige vlammen, waar een deel van de methaan affakkelt. Diep daaronder zou een siddering in het water en gerommel uit de bodem getuigen van een onderzeese aardverschuiving, waarin miljoenen tonnen bezinksel van hun plaats komen. Terwijl de klok blijft tikken, zou er een tsunami worden ontketend; op zee amper merkbaar, maar zich dichterbij de kust verheffend tot ontstellende hoogtes. We weten welke signalen ons op het naderende gevaar zouden wijzen: het water trekt zich geleidelijk terug van de kust, dan doemt er aan de horizon een witte lijn op, waarna een muur van water op het strand afdendert, gevolgd door een dodelijke afvalstroom van modder en takken, die tot ettelijke kilometers landinwaarts alles plat walst. Op iedere plek die niet veilig op tientallen meters boven de rusteloze zee lag, zou het leven een hachelijke zaak zijn.

Overleven

Overall waar geen schuilplekken zijn en waar de gewassen en de watertoevoer het laten afweten, lijkt de meest waarschijnlijke uitkomst helaas dat we afglijden naar burgeroorlog, rassengeweld en andere onderlinge conflicten. De geschiedenis leert ons nu eenmaal dat mensen niet stilletjes de dood gaan zitten afwachten als het slecht gaat; ze pakken elk wapen dat ze maar kunnen vinden en trekken naar gebieden waar het beter lijkt te zijn. En dat leidt dan weer tot oorlog met de groepen die al in dat betwiste gebied wonen. Onze tribale erfenis heeft ons bovendien ingefluisterd om 'buitenstaanders' de schuld te geven van vermeende onrechtvaardigheden en tekorten. Zo werden in Europa de joden ooit vervolgd omdat ze in tijden van schaarste voedsel zouden hamsteren. Conflicten die ooit met speren en zwaarden werden uitgevochten, zullen echter nu met geweren, granaten, of kernwapens worden beslecht.

Dus wat moet je doen om te overleven? Het eerste antwoord dat bij de meeste mensen opkomt, zou waarschijnlijk zijn om voor zichzelf een afgelegen stukje berg af te palen, waar zij het dan samen met hun dierbaren rustig aan zouden doen totdat de crisis voorbij is. Dat zou inderdaad een optie kunnen zijn in uitgestrekte gebieden met dunbevolkte hooglanden, zoals het westen van de Verenigde Staten. Sommige gebieden, zoals Montana, hebben al een sterke traditie op overlevingsgebied, hoewel die natuurlijk niet is ingegeven door zorgen over de wereldwijde opwarming.

In de praktijk hebben echter maar weinig mensen die mogelijkheid. Hoeveel van ons zouden er nu echt genoeg wild kunnen vangen of doden om een familie mee te voeden? Hoeveel moderne mensen zou het echt lukken om van het land te leven, wanneer het voordringen bij de kassa van de supermarkt de enige jager- en verzamelaarstechniek is waarover de meeste stadsbewoners beschikken? Zelfs als het grote aantallen mensen zou lukken om zich over het platteland te verspreiden, dan nog zouden de wildpopulaties snel teruglopen onder de plotselinge druk van het menselijk roofdier. Om in zijn levensonderhoud te voorzien heeft een jager-verzamelaar tien tot honderd keer zoveel grond nodig als iemand in een landbouwgemeenschap. Voor de biodiversiteit zou een grootschalige toevlucht tot zulke overlevingsstrategieën een verdere ramp betekenen, omdat hongerige mensen alles doden en opeten wat er maar beweegt. Op die manier heeft de handel in *bushmeat* inmiddels ook de wildstand in tropisch Afrika geruïneerd.

In dichter bevolkte gebieden zoals Europa of China is overleven in afzondering domweg geen optie. Nergens bestaan plekken die voldoende afgelegen en te verdedigen zijn en toch voldoende mogelijkheden bieden om te overleven. Hamsteren lijkt een andere mogelijkheid te zijn: voorraden voedsel en water verstoppert en proberen om de ramp uit te zitten. Maar je voorraden verdedigen tegen hongerige aanvallers is nooit eenvoudig en op de lange duur is het praktisch

onmogelijk. Honger is een krachtige drijfveer en mensen die gek zijn van honger of jaloezie, geven niet op. Vroeg of laat raak je door je munitie heen, of word je op een onbewaakt ogenblik in je slaap overrompeld. De orkaanramp in New Orleans liet ons al even zien, dat echt wanhopige plundersaars hun angst voor vuurwapens al snel kwijt raken.

In ernstige conflicten zijn invallers niet bepaald aardig voor bewoners die hen voedsel weigeren. Als er een voorraad ontdekt wordt, zo leert ons de geschiedenis, lopen het gezinshoofd en zijn familie de kans gemarteld en vermoord te worden, als straf en ten voorbeeld aan anderen. Kijk ter vergelijking maar eens naar de ervaring van het huidige Somalië, Soedan, of Burundi. Daar liggen conflicten over tekorten aan voedsel en land aan de wortel van zich voortslepende stammenoorlogen en het uiteenvallen van het staatsapparaat. Het merendeel van de geschiedenis van de mensheid bestaat uit zulke donkere episodes met genocide, verkrachting en plundering. Ons relatief welvarende intermezzo zou achteraf wel eens een gelukkige uitzondering kunnen blijken te zijn geweest, die vooral te danken is aan de enorme oppepper aan voedsel en energie die onze beschaving aan alle fossiele brandstoffen weet te onttrekken. Diezelfde fossiele energie die onze soort in staat stelt om, in wat historisch gezien een oogopslag is, zich in aantal gigantisch te vermenigvuldigen en prachtige, complexe samenlevingen op te bouwen, zou op de langere termijn wel eens onze ondergang kunnen zijn.

Een drastische inkrimping van de menselijke bevolking is ondubbelzinnig de meest waarschijnlijke uitkomst van een mondiale temperatuurstijging van vijf graden. James Lovelock noemt dat wat ongelukkig 'het afschot'. Zelfs met het huidige aantal zal de planeet nog moeite genoeg hebben om de menselijke samenleving voor onbepaalde tijd overeind te houden. Dat kunnen we nu al in talloze vormen zien, van overbevising tot bodemerosie. Maar naarmate de wereld warmer wordt en de verwachte bevolkingsgroei de toch al enorme aantallen mensen nog verder opblaast, wordt de hele

toestand langzaam wanhopiger. De conclusie dat er in een dergelijk scenario miljoenen en later miljarden mensen zullen sterven, lijkt me bijna onontkoombaar. In Gaia-terminen heet dat vermoedelijk, dat de planeet haar evenwicht probeert te herstellen.

Het is misschien onvoorstelbaar, maar dit is nog steeds niet het allerberoerdste scenario. Het volgende hoofdstuk laat zien hoe het overleven van de mensheid zelfs als soort bedreigd zou kunnen worden door de ultieme Apocalyps: zes graden wereldwijde opwarming.