

DEEL TWEE

Breuklijnen in het ijs

6 Negentig graden noorderbreedte

Waarom smelten geen grenzen kent in het hoge noorden

‘Is er iemand in de geschiedenis ooit op negentig graden noorderbreedte geweest zonder dat hij door ijs werd begroet in plaats van water?’ Dat was de vraag die een groepje wetenschappers kreeg voorgelegd na een cruise naar de Noordpool in augustus 2000. Noordwaarts koersend vanaf Spitsbergen op een van de krachtigste ijsbrekers ter wereld, de *Yamal*, kwamen de onderzoekers weinig ijs tegen om te breken. En toen ze op hun polaire plaats van bestemming waren aangekomen vonden ze tot hun verbazing geen pakij, maar een vaargeul met helder blauw water van bijna twee kilometer breed.

Het verhaal ging de hele wereld rond. Voor sommigen riep het herinneringen op aan oude zeemannsverhalen, die zeiden dat er achter het ijs van de Noordpool een open zee lag en daar weer achter een mythisch land, een Atlantis van het noorden. De eigenaars van de *Yamal* sloegen meteen munt uit de zaak en boden zomercruises aan naar ‘het land voorbij de pool’. Maar onder de minder romantisch ingestelden zaaide het verhaal over de ijsvrije Noordpool paniek vanwege het smeltende ijs. Toevallig bevond zich onder de wetenschappers aan boord James McCarthy, een oceanograaf van Harvard die na een werkgroep van het IPCC over de invloed van klimaatveranderingen te hebben voorgezeten nu met vakantie was. Hij wilde geen paniek zaaien, zei hij bij zijn terugkeer. De ijsskap van de Noordpool bestaat uit schuivende platen, dus logisch dat er wel eens gaten vallen. Maar er kwamen er steeds meer. Dus die onverwachte ontdekking was ‘een dramatisch interval op een veel opmerkelijker reis

waarin het ijs overal dun en opgebroken was, met grote plassen open water’.

De hele Noordpool was die zomer opmerkelijk vrij van ijs. En wel inclusief de Heilige Graal van generaties Noordpoolreizigers, de Noordwestelijke Doorvaart. De speurtocht naar een noordelijke route van de Atlantische naar de Stille Oceaan en de rijkdommen van het Oosten inspireerde de vroege ontdekkingsreizigers, maar het was een dodelijk streven. Honderden van hen werden door het ijs verzwolgen, de meest bekende was Sir John Franklin, wiens expeditie van 1845 met alle 128 bemanningsleden verdween. Maar in 2000 voltooide een Canadees schip de tocht door de Noordwestelijke Doorvaart zonder op ijs te stuiten. Gezagvoerder Ken Burton zei: ‘Er waren wel wat ijsbergen, maar we zijn niks tegengekomen om ons ongerust over te maken.’

In juni van het jaar daarvoor hadden Inuit walvisjagers aan een bijeenkomst van glaciologen in Alaska verteld dat het ijs al jaren aan het verdwijnen was. ‘Vorig jaar bleef het de hele zomer achter de horizon. We moesten 50 kilometer reizen om op zehonden te kunnen jagen,’ zei Eugene Brower van de Barrow Whaling Captain’s Association. Recent vrijgegeven data van Amerikaanse en Britse militaire onderzeeërs onthulden dat het Noordpoolijs in de jaren 1990 aan het eind van de zomer gemiddeld 40 procent dunner was dan in de jaren 1950. En de satellieten van NASA, die het ijs al een kwarteeuw fotograferen, leveren het onomstotelijke bewijs. De topanalist daar is Ted Scambos van het National Snow and Ice Data Center in Boulder, Colorado, een *wannabe* astronaut die als goede tweede keus poolreiziger werd. Hij brengt jaarlijks verslag uit over het terugtrekkende ijs dat op hol is geslagen. In 2005 was er half september, het jaarlijkse tijdstip van het minste ijs, nog maar 5,3 miljoen vierkante kilometer ijs over. Dat was 20 procent minder dan in 1978.

De Noordpool kent geen halve maatregelen. Er is geen overgangstoestand tussen ijs en water. Smelten en vriezen zijn, in het jargon van systeemdeskundigen, drempelproces-

sen. Voor smelten is een hoop zonne-energie nodig, maar als het eenmaal gebeurd is, kan de zon vrij het water dat achterblijft opwarmen. En omdat dat zoveel donkerder is, absorbeert het de zonnestralen veel beter en gebruikt die energie om de omringende lucht te verwarmen. ‘Dat maakt de hele ijskap bijzonder dynamisch,’ zegt Seymour Laxon, een klimaatfysicus van University College, Londen. ‘Het idee van een langzaam wegwijnende ijskap als gevolg van de opwarming van de aarde klopt gewoon niet. Het proces is heel dynamisch en hangt elke zomer geheel en al van de temperatuur af.’

‘De feedbacks in het systeem beginnen hun werk te doen,’ zegt Scambos. De herbevrozing in de winter is elk jaar minder compleet, de voorjaarsmelt begint elk jaar eerder – in 2005 zeventien dagen eerder dan gebruikelijk. ‘Met al dat donkere open water zie je een toename van warmteopslag in de Noordelijke IJszee.’ De Noordpool ‘is bezig drastisch te veranderen’. De meeste glaciologen zijn het met Scambos eens dat de kernoorzaak van het grote smelten de luchttemperatuur aan de Noordpool is, die in de afgelopen dertig jaar met 2 tot 3 graden is gestegen, verscheidene keren het wereldgemiddelde. De opwarming van de aarde schijnt hier te worden uitvergroot. Dat komt gedeeltelijk doordat de feedbacks van het smeltende ijs voor een plaatselijke opwarming zorgen, en gedeeltelijk ook door een lange warme fase in een klimaatschommeling die de Arctische Oscillatie wordt genoemd en die warme wind verder noordwaarts de Noordelijke IJszee in voert. De Arctische Oscillatie is een natuurverschijnsel, maar er komen steeds meer aanwijzingen dat die versterkt wordt door de opwarming van de aarde; we komen er in hoofdstuk 37 op terug.

Er is nog een andere drijvende kracht achter het smelten, een die waarschijnlijk ook met de opwarming van de aarde te maken heeft. Warmere lucht boven het ijs gaat gepaard met warmer water daaronder. Weken voordat Scambos in 2005 zijn rapport publiceerde, maakte Igor Polyakov van

het International Arctic Research Center in Fairbanks, Alaska melding van een 'enorme puls warm water' die hij sinds 1999, toen hij in de Noordpool aankwam, had gevolgd. Hij was door de Fram Straat gestroomd, een smal diepzeebekken tussen Groenland en Spitsbergen, dat de Groenlandzee en de Atlantische Oceaan met de Noordelijke IJszee verbindt. En daarna was hij langzaam langs de continentale plateaus gestreken die de Noordelijke IJszee omgeven. Op een dag in februari 2004 bereikte de puls een boei in de Laptevzee ten noorden van Siberië. 'Het was net of de aarde in één dag warmer werd,' zei Polyakov tegen een journalist.

Warmwaterpulsen door de Fram Straat zijn waarschijnlijk een veel voorkomend verschijnsel aan de Noordpool. Ze waren al bekend bij de Noorse ontdekkingsreiziger en oceanograaf Fridtjof Nansen, die een eeuw geleden in een speciaal versterkt schip, de *Fram* genaamd, met het ijs mee voer en de stromingen in de Noordelijke IJszee observeerde. Maar naarmate de Atlantische Oceaan zelf warmer wordt, schijnen die pulsen heftiger te worden en schijnt hun impact op de poolstreek toe te nemen. Eén theorie zegt dat een deel van het warme water uit de Atlantische Oceaan dat vroeger door de schoorstenen in de Groenlandzee verdween, nu verder in het noorden van de poolstreek komt.

'De Noordelijke IJszee is in een overgangsfase naar een nieuwe, warmere toestand,' zegt Polyakov. En de meeste glaciologen die aan de Noordpool werken zijn het met hem eens. Een artikel van eenentwintig van hen in het tijdschrift van de American Geophysical Union, *Eos*, begon in haast apocalyptische bewoordingen: 'Het arctische systeem beweegt zich naar een nieuwe toestand die buiten het kader valt van interglaciale fluctuaties zoals die in de recente geschiedenis van de aarde hebben overheerst.' In korte tijd, zeiden ze, zal de Noordpool in de zomer ijsvrij zijn, 'een toestand die minstens tien miljoen jaar niet is voorgekomen. De verandering lijkt voornamelijk te worden aangedreven door de opwarming van de aarde, en er lijken weinig of geen processen binnen

het Arctisch systeem aanwezig die de koers naar deze “super-interglaciale” toestand kunnen veranderen.’

Hoe zou de wereld eruitzien met een ijsvrije Noordpool? Olie- en mijnmaatschappijen en scheepsmagnaten kijken verlangend uit naar de dag dat ze vrijelijk kunnen exploreren, nieuwe steden bouwen en het hele jaar door met hun schepen van Baffin Island naar Spitsbergen en van Groenland naar Siberië kunnen varen. Maar het zal een wereld zijn zonder ijsberen en noordelijke zeehonden, een wereld waarin geen plaats is voor de manier van leven van de Inuit. En de invloed van die verandering zal over de hele wereld voelbaar zijn. Zonder het reflectieve ijsschild zal de aarde nog een paar graden extra warmer worden. De zee- en luchtstromen die worden aangedreven door temperatuurverschillen tussen de polen en de tropen zullen het laten afweten. Op het land zullen methaan en andere gassen vrijkomen uit de smeltende permafrost, waardoor de temperatuur nog verder stijgt. En als de ijskappen op het land smelten, stijgt de zeespiegel, zodat een groot deel van de wereldbevolking de keus heeft tussen verhuizen of verdrinken. De Noordpool mag dan bijzonder gevoelig zijn voor klimaatverandering, de hele aarde is bijzonder gevoelig voor veranderingen aan de Noordpool.

7 Op de glijbaan

Groenland plonst in de oceaan

We bevinden ons allemaal op ‘een glijbaan naar de afgrond’. Dat is niet het soort taal dat je verwacht aan te treffen in een geleerd artikel van een Amerikaanse topwetenschapper, die bovendien een hoge positie heeft als directeur van een van de belangrijkste wetenschapsdivisies van NASA, het Goddard Institute for Space Studies in New York. Zelfs niet in een bijschrift bij een illustratie. Maar Jim Hansen, de topklimatoloog die direct verbonden is aan het Witte Huis van George W. Bush, is weliswaar als persoon heel gematigd en bescheiden, hij noemt de dingen wel bij hun naam.

Ik heb het werk van Hansen lange tijd gevolgd. Hij begon zijn carrière als onderzoeker van het broeikaseffect op Venus, en hij was de belangrijkste researcher van de *Pioneer* ruimtesonde die in de jaren 1970 naar Venus werd gezonden. Maar hij schakelde algauw over op de planeet aarde. Hij was de eerste die ervoor zorgde dat de opwarming van de aarde voorpaginanieuws werd in Amerika, tijdens de lange hete zomer van 1988. De helft van de Amerikaanse staten had een droogtewaarschuwing uitgevaardigd, en de machtige Mississippi was zo goed als opgedroogd. Velen dachten dat de *Dust Bowl*, zoals de droogteperiode van de jaren 1930 wordt genoemd, weer terugkwam. Hansen koos dat moment uit om op een hoorzitting van de Commissie energie en natuurlijke hulpbronnen van de Amerikaanse Senaat in Washington te verschijnen en tegen de zwetende senatoren te zeggen: ‘Het wordt tijd dat we ophouden met al dat gewauwel. We moeten zeggen dat er vrij harde bewijzen zijn dat het broeikas-effect reëel is.’ Hij zei nog net niet dat de broeikasgassen

de droogte in het land veroorzaakten, want die claim had hij moeilijk waar kunnen maken. Maar iedereen ging er wel vanuit dat hij dat bedoelde.

Zestien jaar later was Hansen topambtenaar in Amerika, en een week voor de presidentsverkiezingen van 2004 begon hij een openbare lezing met de woorden: 'Ik heb van een hoge regeringsfunctionaris te verstaan gekregen dat ik niet behoort te praten over gevaarlijk ingrijpen van de mens in het klimaat, omdat we niet weten in hoeverre de mens het klimaat op aarde verandert of hoeveel verandering schadelijk is. Feit is dat we daar een heleboel van weten.' En vervolgens beschreef hij onze kennis op dit gebied, die behoorlijk gedetailleerd is. Het merendeel van zijn collega-onderzoekers dachten: dat is het einde van Jims ambtelijke carrière. Maar een jaar later zat die uiterlijk zo bedeesde man – die maar niet kon ophouden zich te verontschuldigen voor het feit dat hij me had laten wachten toen we elkaar in zijn grote, met papieren bezaaide werkkamer ontmoetten – nog steeds op zijn post. Tot ongeloof van veel van zijn collega's. 'Zijn wetenschap heeft hem gered, hij is gewoon te goed om ontslagen te worden,' zei iemand. 'En hij is een van de *good guys*. Hij heeft geen vijanden. Om hem te redden zouden zich een hoop mensen vrijwillig aanmelden.'

En nu zegt Hansen dat de wereld, of meer in het bijzonder Groenland, zich op een glijbaan naar de afgrond bevindt. We kunnen maar beter naar hem luisteren.

De drie grote ijskappen van de wereld – die op Groenland en de andere twee op de Zuidpool – bevatten gigantische hoeveelheden ijs. Ze bestaan uit kolommen opeengepakte sneeuw van zo'n 3 kilometer hoog die zijn overgebleven van de laatste ijstijd. Glaciologen verdelen de kappen in twee stukken. Op het hoge terrein in het binnenland, waar de sneeuwval het grootst is en de smelting het geringst, accumuleren ze ijs. Maar aan de randen en op lager terrein, waar meestal minder sneeuw valt en de smelting groter is, verliezen ze ijs. De grens daartussen staat bekend als de 'evenwichtslijn'.

Vele eeuwen lang zijn die grote ijskappen in balans geweest, waarbij het ijs dat aan de randen verloren ging gecompenseerd werd door aangroeiing in het midden, en de evenwichtslijn ongeveer op dezelfde plaats bleef liggen. Glaciologen hebben dat evenwicht altijd als een tamelijk stabiele factor beschouwd, omdat zulke grote massa's ijs maar erg langzaam kunnen veranderen. Dat beeld van stabiliteit en duurzaamheid is geruststellend. Als de ijskappen allemaal smolten, of in de oceaan vielen, dan zou dat een grote plons geven. Ze bevatten genoeg ijs om de zeespiegel wereldwijd 70 meter te doen stijgen. Daardoor zou mijn huis, en het uwe waarschijnlijk ook, onder water komen te staan. Gelukkig, althans zo verzekeren ons de glaciologen al jaren, gebeurt dat niet. Zelfs niet als de aarde snel opwarmt. Grote ijskappen bewaren over het algemeen hun eigen klimaat, ze houden de lucht erboven koel om smelting op grote schaal te voorkomen, zeggen ze. En zelfs als de opwarming greep kreeg op het oppervlak, dan zou die nog maar heel langzaam door het strak opengepakte ijs heen kunnen dringen.

De meest verontrustende suggestie van het IPCC in 2007 was dat bij een opwarming van ongeveer 3 graden C de Groenlandkap wellicht langzaam zou beginnen te smelten en dat er een neerwaartse warmtegolf door het ijs zou gaan. Eenmaal op gang gekomen, zei het rapport, zou dat proces wel eens onstuitbaar kunnen zijn, omdat wanneer het ijs smelt, de bovenkant lager komt te liggen en aan nog warmere lucht bloot komt te staan. Het smelten zou zeer traag gaan, 'tijdens de eerste duizend jaar of meer'. Nu is dat geen leuke erfenis voor toekomstige generaties, maar duizend jaar, dat is zo'n veertig generaties weg. Dus misschien is het niet iets om ons vandaag zorgen over te maken.

Hansen is echter de woordvoerder van een groeiende groep glaciologen die zeggen dat het wel eens veel sneller zou kunnen gebeuren. Want ijskappen, ook de grootste en de traagste en de ogenschijnlijk meest stabiele, hebben een geheim leven vol spectaculaire en dynamische veranderin-

gen. En hun ogenschijnlijke stabiliteit zou ooit wel eens hun ondergang kunnen zijn. Het verhaal is het beste te vertellen aan de hand van een foto. De term 'glijbaan' waartegen Hansen waarschuwde verscheen voor het eerst als bijschrift bij een opmerkelijke foto van een rivier die over de Groenlandse ijskap liep en in een gat verdween (zie omslag). Die foto ziet er haast apocalyptisch uit, en in de rechter bovenhoek kijkt een groepje wetenschappers vanuit de verte toe, waardoor je een indrukwekkend besef van schaal krijgt.

Wat is hier aan de hand? De aanwezigheid van water is niet nieuw. Er hebben zich in de zomerzon altijd kleine meertjes op het ijs van Groenland gevormd. En soms lopen die meertjes leeg door breuken in het ijs – scheuren of verticale schachten, die door glaciologen 'gletsjermolens' worden genoemd. Wat echter nieuw is, is de ontdekking dat naarmate het oppervlak opwarmt, er steeds meer water binnen in de ijskap stroomt. Watervallen van wel 3 kilometer diep brengen oppervlaktewater helemaal naar de bodem van het ijs, tot op de grond. 'De afgelopen zomers braken alle smeltrecords in Groenland,' zegt Hansen. En smelting op die schaal dreigt de stabiliteit van grote delen van de ijskap aan te tasten op een tijdschaal van jaren of tientallen jaren in plaats van millennia.

Jason Box van Ohio State University is een jonge onderzoeker die daar meer van weet dan de meesten. Elk jaar brengt hij een bezoek aan Swiss Camp, een researchstation dat in 1990 op het ijs van Groenland is gebouwd. De naam werd gekozen door de stichter van het kamp, Konrad Steffen uit Zürich, opdat hij zich meer thuis zou voelen. Het station stond oorspronkelijk op de evenwichtslijn, het punt waar de hoeveelheid ijs die in de zomer smelt precies gelijk is aan de accumulatie van sneeuw in de winter. Maar de evenwichtslijn is sindsdien vele kilometers naar het noorden verschoven, naarmate steeds grotere stukken van Groenland in de smeltzone kwamen te liggen. Tegenwoordig gaat Box roeien in een gebied vlak bij Swiss Camp dat ze het 'Groenlandse

Mereengebied' noemen. 'Sommigen van die meren zijn zes kilometer in doorsnee en bestaan al tien jaar of meer,' zei hij. 'Je zou helemaal niet zeggen dat het Groenland was.'

De meren zijn niet alleen maar symptomen van het smeltproces. Het zijn ook reservoirs voor de afbraak van de ijskap. 'Die meren worden almaar groter en groter, tot ze een scheur vinden waarin ze leeg kunnen lopen. Daaronder, onder het ijs en het harde gesteente, bevinden zich uitgestrekte rivierenstelsels die uiteindelijk aan de punt van de gletsjer tevoorschijn komen. Er zijn misschien ook grote meren bij.'

Een andere regelmatige bezoeker van Swiss Camp is de glacioloog Jay Zwally, een van Hansens collega's bij NASA. Hij deed de alarmerende ontdekking dat in warme jaren de kilometerdikke ijsplaat van de grond komt en op het water gaat drijven – soms komt hij wel vijftig centimeter of meer omhoog. En dan drijft hij naar de oceaan. Ijsplaten liggen natuurlijk nooit helemaal stil. Maar Swiss Camp ligt al 2 kilometer ten westen van het punt waar het begon, en Zwally heeft ontdekt dat in de zomer, als het warmer is aan de oppervlakte en er meer water door de kloven stroomt, de stroomsnelheid van de ijsplaat toeneemt. De versnelling treedt een paar dagen na het begin van het smelten aan de oppervlakte op, en stopt wanneer het smelten ophoudt in de herfst.

Die ontdekking is opzienbarend, geven glaciologen toe. 'Die stromingen werpen een heel ander licht op de dynamiek van de afbraak van ijskappen,' zegt Richard Alley van Penn State University. 'We dachten altijd dat het 10.000 jaar zou duren eer het smelten aan de oppervlakte helemaal tot de bodem van de ijskap was doorgedrongen. Maar als je een meer krijgt aan de oppervlakte en er ontstaat een scheur en het water stort in die scheur, dan duurt het geen 10.000 jaar, dan duurt het tien seconden. Dat enorme tijdsinterval is dan in één klap weg.'

Alley kent een goede analogie. 'Zoals het water naar de onderkant van de gletsjers stroomt, dat is net zoals magma

naar de oppervlakte stroomt in vulkanen – door scheuren. Scheuren veranderen alles. Als er eenmaal een scheur is, en als die volloopt, dan maakt de stroom hem groter en kan het resultaat explosief zijn. Net als vulkaanuitbarstingen. Of de afbraak van ijsplaten.’ De meren op Groenland, zegt hij, zijn het equivalent van de magmahaarden onder vulkanen. ‘Meer smelten betekent meer meren op meer plaatsen, meer water dat in scheuren stroomt en meer afbraak van ijs.’ Geen wonder dat Zwally het verschijnsel in een artikel in *Science* omschreef als ‘een mechanisme voor snelle, grootschalige, dynamische response van ijskappen op de opwarming van het klimaat’.

Zouden zulke processen een op hol geslagen afbraak van de Groenlandse ijskap in werking kunnen stellen? Dat is moeilijk met zekerheid te zeggen, maar Groenland heeft zoiets wel eerder meegemaakt, zegt David Bromwich, een collega van Box bij Ohio State University. Er zijn duidelijke aanwijzingen dat zo’n 120.000 jaar geleden de ijskap kleiner werd tijdens de warme periode tussen de laatste ijstijd en de voorlaatste. ‘De temperaturen waren toen vergelijkbaar met die van nu,’ zegt hij. ‘Maar de Groenlandse ijskap was destijds maar half zo groot als nu.’ Hij denkt dat de Groenlandse ijskap een overblijfsel is van de laatste ijstijd en dat die misschien nu eindelijk aan zijn einde komt. ‘Het ziet er naar uit dat hij in een delicate toestand verkeert, en met de aanzienlijke opwarming die we sinds de jaren 1980 hebben gehad, is het waarschijnlijk dat hij gaat smelten en dat water onder de ijskap komt en de stroming versnelt.’

Het smelten in Groenland schijnt rond 1979 te zijn begonnen en is sindsdien steeds harder gegaan. In het midden, voorbij de steeds oprukkende evenwichtslijn, kan nog wel steeds sneeuw accumuleren, maar het verlies van ijs aan de randen is de afgelopen tien jaar meer dan verdubbeld. Het team van NASA denkt dat de ziedende stroom smeltwater wel eens verantwoordelijk zou kunnen zijn voor ruim de helft van de

ijsafbraak. Begin 2006 maakten ze de resultaten bekend van een gedetailleerde satelliet-radarstudie van de ijskap, waaruit bleek dat er per jaar meer dan 220 kubieke kilometer meer afsmolt dan er door sneeuwval aangroeide. Dat was het dubbele van de tien jaar eerder geschatte waarde. Dat alles geeft een reële basis aan de groeiende hoeveelheid data afkomstig van de Groenlandse gletsjers, de uitlaatpijpen van de ijskap naar de oceaan.

Swiss Camp ligt in het bovenste firnveld van een gletsjer die Jakobshavn Isbrae wordt genoemd. Het is de grootste van Groenland en hij stroomt 700 kilometer westwaarts vanuit het hart van de ijskap naar de Baffinbaai. Hij neemt 7 procent van de afvoer van Groenland voor zijn rekening. Jakobshavn is al tientallen jaren de grootste producent van ijsbergen ter wereld. Vanuit de Baffinbaai drijven ze zuidwaarts door Straat Davis, langs Kap Farvel, de zuidpunt van Groenland, naar de scheepvaartroutes van de Atlantische Oceaan. Jakobshavn was waarschijnlijk de bron van de beroemdste ijsberg van alle tijden: de ijsberg die in 1912 de *Titanic* tot zinken bracht. Hij werkt echter pas sinds 1979, toen hij ineens zijn stroomsnelheid naar zee verdubbelde, op volle toeren. Nu is hij met 12 kilometer per jaar een van de snelst stromende gletsjers ter wereld.

Jason Box heeft een camera op de gletsjer gericht om de beweging vast te leggen. De camera maakt het hele jaar door elke vier uur een stereofoto. Niet alleen stroomt de gletsjer steeds sneller naar zee, zegt hij, maar hij wordt ook dunner, en in 2003 brak een ijstong af die van het uiteinde 15 kilometer in zee stak. 'Het meest verbazende is hoe snel die enorme ijsmassa kan reageren op opwarming,' zegt Box. Er schijnt een directe correlatie te zijn tussen luchttemperaturen gedurende het jaar en de uitstroom van water van gletsjers in de oceaan. Werking op een grote tijdschaal, ooit beschouwd als het wezen van gletsjers, is aan het verdwijnen. Jakobshavn, zo schat hij, kan wel 50 kubieke kilometer water per jaar in zee storten, een hoeveelheid die dicht bij de stroming

van 's werelds grootste rivier komt, de Nijl. De helft van dat water stroomt van onder de gletsjer in zee, en de andere helft is afkalving.

Ook andere Groenlandse gletsjers accelereren. De Kan-gerdlugssuaq in Oost-Groenland, die 4 procent van de ijskap draineert, stroomde in de zomer van 2005 drie keer zo snel in zee als in 1988, toen hij voor het laatst gemeten werd. De beweging, meer dan 2 centimeter per minuut, was met het blote oog zichtbaar. Intussen is de punt in vier jaar tijd 5 kilometer verder landinwaarts verschoven. Dit bekende patroon van hogere stroomsnelheid, dunner wordend ijs en snelle terugtrekking van het ijsfront doet zich ook in de nabijgelegen Helheim-gletsjer voor. Ian Howat van de University of California in Santa Cruz concludeert in dat verband: 'De verdunning heeft een kritiek punt bereikt en is begonnen de dynamiek van de gletsjer drastisch te veranderen.'

De meeste van die grote ijsstromen komen onder de waterspiegel in de oceaan, in onderzeese dalen, via gigantische drijvende ijsplaten die ze overdekken. Maar als de oceanen warmer worden, worden die ijsplaten zelf dunner. Het is, zegt Hansen, een recept voor een geaccelereerd ijsverlies over heel Groenland.

We zien dus grote stromen ijs van Groenland komen, die drijven op het steeds grotere volume smeltwater dat van het oppervlak naar de basis van de ijskap zakt, waarbij de smeltende ijsplaten aan de kust als een soort kurk fungeren die uit de fles wordt getrokken. Dat is allemaal nieuw en veront- rustend. 'De hele waterhuishouding van Groenland is steeds energiekeker, hyperactief geworden,' zegt Box. 'Het is in hoge mate een niet-lineaire respons op de opwarming van de aarde, met een buitengewone toename in verlies van ijs. Ik heb het met eigen ogen gezien. Vijf jaar geleden wisten we hier nog niets van.' Alley is het met hem eens: 'Groenland is iets heel anders geworden dan we nog maar een paar jaar geleden dachten. We denken nog steeds dat het wel eeuwen kan

duren, maar als de zaken verkeerd gaan, kan het ook wel een paar decennia zijn. Alles wijst in één richting en het is geen goede richting.

‘De vorming van een ijskap duurt heel lang – vele duizenden jaren,’ zegt Hansen. ‘Het is een traag, droog proces, dat intrinsiek beperkt wordt door de hoeveelheid sneeuwval. Maar de afbraak ervan, zoals we nu beseffen, is een nat proces, versneld door positieve feedbacks, en als het eenmaal op gang gekomen is, kan het explosief verlopen.’

8 De kap

Brekend ijs in het zuiden ontkurkt de Zuidpool

In maart 2002 veranderde het landschap van de Zuidpool op de meest dramatische wijze sinds het einde van de laatste ijstijd. Het gebeurde aan de kust van het Antarctisch Schiereiland, een bergketen van 2000 kilometer lang en 2 kilometer hoog die van het Zuidpoolcontinent naar de punt van Zuid-Amerika wijst. Een drijvende ijsplaat groter dan Luxemburg, van zo'n 200 meter dik, die duizenden jaren aan het schiereiland had vastgezet, brak als een enorme glasplaat af. Hij viel in duizenden stukken, allemaal reusachtige ijsbergen die de zuidelijke Atlantische Oceaan in dreven.

Er vielen geen slachtoffers, alleen het zelfrespect van de wetenschappers aan de Zuidpool liep een gevoelige deuk op, want na honderd jaar het ijs op het continent te hebben bestudeerd, dachten ze dat ze het wel begrepen. In de artikelen die ze daarna publiceerden is de schok voelbaar. 'De catastrofale afbraak van het ijsplateau Larsen B is opmerkelijk, omdat het een ijsbergproducerend mechanisme aan het licht brengt dat sterk verschilt van vroegere aannames op basis waarvan de grootte van de Antarctische ijsplateaus werd bepaald,' schreef Christina Hulbe, een glaciologe van Portland State University in Oregon. In plaats van de normale 'sporadische productie van ijsbergen aan het ijsfront in zee,' werden deze keer 'talloze ijsbergen tegelijk gevormd over de hele breedte van het ijsplateau.'

De ondergang van de Larsen B-ijsplaat was op zichzelf geen verrassing. Zowel de lucht als het water rondom het Antarctisch Schiereiland waren al sinds de jaren 1960 aan het opwarmen. Warme waterstromen hadden gaandeweg de

onderkant van de drijvende ijsplaat afgekalfd, terwijl warmere lucht voor plassen smeltwater op het oppervlak zorgde. Het was duidelijk dat de plaat onder druk stond. In 1994 kwamen er scheuren in het oppervlak, en in 1998 brak een stuk aan de rand van de plaat af. Maar niets had de glaciologen voorbereid op wat ging gebeuren. In januari 2002, midden in de zuidelijke zomer, bereikte de temperatuur een nieuw hoogtepunt en de zware wintersneeuw op de plaat begon te smelten. Aan het eind van de maand waren op satellietfoto's donkere plekken op de hele plaat te zien. Sommige daarvan waren vijvers, maar andere waren kloven die vol water liepen.

Water heeft een grotere dichtheid dan ijs. Dus toen het eenmaal in de kloven zat, genereerde het druk die de kloven nog verwijdde. Er zaten in feite duizenden wiggen in de ijsplaat die steeds dieper werden gedreven. Toen, begin maart, in drie hoogtijdagen, begaf de hele plaat het. Zo'n vijfhonderd miljard ton ijs plonsde in de oceaan. In veel opzichten, zegt Richard Alley van Penn State University, is wat er met Larsen B gebeurde een afspiegeling van de processen die aan de gang zijn in Groenland. 'Met water gevulde kloven van tientallen meters diep kunnen gemakkelijk verwijd worden door waterdruk. Plasvorming op het ijsoppervlak verhoogt de waterdruk waardoor de kloven verwijden.' In hun enthousiasme over het ijs waren de onderzoekers het water vergeten.

Larsen B is een van een hele reeks drijvende ijsplateaus die zijn gevormd door ijs dat van de bergen van het Antarctisch Schiereiland stroomt. De platen zijn de drijvende voorhoeden van gletsjers, en op de plaatsen waar ze in zee komen, kalven regelmatig ijsbergen af. In de jaren daarvoor was Larsen B ongeveer een meter per dag opgeschoven. Ondanks die gestage beweging was de ijsplaat zelf, van meer dan 200 meter dik, een verrassend stabiele structuur. Na zijn afbraak bracht onderzoek van diatomeeën in de sedimenten onder het voor-

malig plateau aan het licht dat Larsen B daar de volle 12.000 jaar sinds het einde van de laatste ijstijd had gelegen.

Larsen B was de enige niet, en hij was ook de enige niet die verdween. In totaal zijn er in de afgelopen halve eeuw 13.000 vierkante kilometer ijsplateaus van de kust van het Antarctisch Schiereiland verdwenen. De Larsen A-ijsplaat, aan de andere kant van Seal Nunatak, een met ijs bedekt voorgebergte, brak tijdens een storm in 1995 af. En daarvóór, tussen 1974 en 1996, verdween de Wordie-plaat aan de westkust van het schiereiland, met als gevolg een dramatische verdunning van de gletsjers die hem voedden. Maar die waren allebei veel kleiner dan Larsen B, en geen van tweeën verdween op zo'n catastrofale manier als Larsen B.

'Echt, we twijfelen er vrijwel niet aan dat de afbraak van de Larsen B-plaat het gevolg is van door de mens veroorzaakte klimaatverandering,' zegt John King, hoofdklimatoloog van de British Antarctic Survey (BAS). Op hun basis in Rothera op Adelaide Island hebben de onderzoekers van BAS tot in detail uitgetekend hoe de afgelopen vijftig jaar een puls van warmere lucht zuidwaarts over het schiereiland is gegaan, waardoor het smeltseizoen in de zomer langer werd, gletsjers zich terugtrokken en de ijsplateaus gedestabiliseerd werden. Toch is het smelten een traag proces. Wat de Larsen B-plaat vernietigde was niet zozeer smelten als wel de dynamische mechanische krachten van het water die door het smelten ontketend werden.

Gewapend met de gegevens van Larsen B onderzoeken de glaciologen nu opnieuw de stabiliteit van tientallen ijsplaten rondom het schiereiland – te beginnen met Larsen C, direct naar het zuiden, die dunner wordt en waarvan algemeen wordt aangenomen dat hij de volgende is die er aangaat. Uiteindelijk, zeggen ze, zal de opwarming het Ronne-plateau bereiken, een ijsplaat ter grootte van Spanje, die aan de zuidkant van het schiereiland ligt. Aan de andere kant van het continent ligt het Rosse-plateau, het grootste van de Zuidpool. Ook dat lijkt nu kwetsbaar, zegt Hulbe.

Het verlies van ijsplaten draagt niet bij tot de stijging van de zeespiegel, omdat het ijs al in zee drijft. Het verlies ervan zorgt net zo min voor stijging van de zeespiegel als een ijsklontje dat in een glas smelt het glas voller maakt. Maar door het verdwijnen van de platen veranderen er wel dingen in het binnenland. Ijsplaten stutten de gletsjers die ze voedden. Na de verdwijning van Larsen B leek het 'of de kurk van een fles champagne was getrokken,' zegt de Franse glacioloog Eric Rignot, die werkt bij het Jet Propulsion Laboratory van NASA in California. De gletsjers die ooit hun ijs op de Larsen B-plaat deponeerden stromen nu acht keer zo snel in zee als vóór de afbraak van de plaat. Soortgelijke versnellingen hebben plaatsgevonden na de afbraak van andere ijsplaten. En die snellere ijslozing van het land in de zee doet de zeespiegel stijgen.

9 De Mercer-erfenis

Een achilleshiel op de bodem van de wereld

John Mercer was een excentrieke, en eerlijk gezegd ook beruchte, Engelsman. Hij had heel wat op zijn kerfstok. Hij deed zijn veldwerk het liefst naakt en hij is ooit veroordeeld voor naakt joggen in de buurt van de campus van Ohio State University in Columbus. Hij geraakte regelmatig in onmin met zijn collega's en liet ooit twee studenten van hem, waaronder zijn assistent en uiteindelijke opvolger Lonnie Thompson, alleen achter in de hoge Andes toen het geld voor een veldtrip op was. Thompson dacht dat het kwam door iets wat hij gezegd had, tot hij zich realiseerde dat 'dat soort dingen gebeurden met John: hij deed zo met iedereen.'

Mercer, die in 1987 aan een hersentumor overleed, is nu grotendeels vergeten buiten de wereld van glaciologen. Maar daarbinnen wordt hij door velen, en niet in de laatste plaats door Thompson zelf, als een genie beschouwd. Aan hem wordt de uitvinding van de term 'broeikaseffect' toegeschreven, die hij tijdens een symposium in Ohio in het begin van de jaren 1960 schijnt te hebben gebezigd. Eind jaren 1940 ging hij in zijn eentje het ijs verkennen in het verre Patagonië, waarbij hij een groot deel van het gebied in kaart bracht, en hij besepte gaandeweg dat tropische gletsjers wel eens de sleutel konden bevatten tot de geschiedenis van het wereldklimaat. Maar waarschijnlijk zijn belangrijkste erfenis ligt in de Zuidpool, waar hij in de jaren 1960 een profetische waarschuwing liet horen, die misschien ooit zijn naam weer uit de vergetelheid zal halen.

In een tijd toen iedereen het ijs van de Zuidpool beschouwde als zo ongeveer de meest betrouwbare ijsmassa op

aarde, betoogde Mercer dat die wel eens voor het merendeels volledig verdwenen kon zijn geweest tijdens het laatste interglaciaal, ongeveer 125.000 jaar geleden. Het kostte hem tien jaar om zijn waarschuwing in druk te zien verschijnen, terwijl hij vreesde dat het elk moment opnieuw kon gebeuren. In 1978 publiceerde hij een artikel in *Nature* waarin hij zei: 'Ik stel dat een grote ramp – een snelle deglaciatie van West-Antarctica – wellicht in de nabije toekomst zal plaatsvinden... binnen 50 jaar.'

De twee ijskappen die de Zuidpool bedekken zijn enorm. De kleinste van de twee, de West-Antarctische ijskap, beslaat rond de 4 miljoen vierkante kilometer. Hij is kwetsbaar omdat hij, in tegenstelling tot zijn oosterbuur, niet geheel op het droge ligt. Als een gigantisch schip dat in ondiep water aan de grond is gelopen balanceert hij in precair evenwicht op een archipel van grotendeels onder water gedrukte bergen. De oceaanstroming wervelt onder zijn reusachtige ijsplaten door. De temperatuur van de zee ligt op dit moment dicht bij het vriespunt, maar het risico is dat als die stijgt, de ijsplaten door het smelten van hun ankerplaats losraken.

Het midden van de ijskap heeft enige bescherming tegen de oceaan. Hij wordt aan twee kanten geschoord door bergen en aan de andere twee kanten op zijn plaats gehouden door de ijsplaten Ronne en Ross. Maar Mercer waarschuwde dat als de ijsplaten het begeven, de hele kap omhoog kan komen en wegdrijven. 'Opwarming boven een bepaald kritiek niveau verwijdert alle ijsplaten en daarmee al het ijs dat onder de zeespiegel vastzit, waardoor het grootste deel van West-Antarctica smelt.' Eenmaal op gang gekomen zal de desintegratie 'waarschijnlijk snel verlopen, misschien wel catastrofaal'. Het merendeel van de ijskap zou binnen een eeuw verdwenen zijn. Hij berekende dat een opwarming van 5 graden C voldoende was om het proces op gang te brengen. Op sommige delen van het continent is het al 2 graden warmer geworden. 'De afbraak van ijsplateaus in het Antarctisch Schiereiland zal een waarschuwing zijn dat er

een gevaarlijke opwarming is begonnen,' zei hij. Zie Larsen B.

Een andere oud-assistent van Mercer is Terry Hughes van de University of Maine. In 1981 opperde hij dat de West-Antarctische ijskap misschien nog een andere kwetsbaarheid heeft – een 'zwakke onderbuik' in Pine Island Bay, een grote inham aan de Amundsenzee ten westen van het Antarctisch Schiereiland. Dat is een van de meest afgelegen plaatsen op aarde. Als je van hier recht naar het noorden gaat, kom je pas weer in Alaska aan land. De weinige zeelieden die deze baai zijn binnengevaren weten dat het er gevaarlijk is: diep, met uitzonderlijk hoge ijsbergen die van de gletsjers breken en die door harde winden door de baai worden geblazen. Constant loert het gevaar dat je door het ijs ingesloten wordt als de wind draait. Aan de kust is het terrein ruig en het weer woest, met harde sneeuwstormen die door het Antarctisch Schiereiland landinwaarts worden gestuurd. Zelfs de wetenschappers van de Zuidpool hebben Pine Island Bay links laten liggen. Er zijn hier geen bases.

De 'zwakke onderbuik'-theorie van Hughes werd, net als Mercers waarschuwing tien jaar eerder, destijds grotendeels genegeerd. Toen ik er een paar jaar later voor het eerst over schreef, waarschuwden andere glaciologen me dat de theorie in diskrediet was geraakt. Maar tegenwoordig is het noemen van de naam Pine Island Bay al voldoende om menig glacioloog te doen huiveren. Hughes, zo denken ze nu, had de spijker op de kop geslagen.

De baai is de uitlaat van twee van de vijf grootste gletsjers van de Zuidpool: de Pine Island en de Thwaites. Samen draineren ze ongeveer 40 procent van de West-Antarctische ijskap. Het waren al de snelst stromende gletsjers aan de Zuidpool toen in de jaren 1990 de Pine Island sterk begon te versnellen en de Thwaites, die weliswaar even hard stroomde, zijn afvoer verdubbelde door twee keer zo breed te worden. De gletsjers reageerden op een snelle smelting van de ijsplaten die vanuit de gletsjers in de baai steken. Het smelten

op zijn beurt werd weer veroorzaakt door warmer zeewater dat in de baai circuleerde.

Die ontdekking heeft, wederom, het conventionele denken over de dynamiek van het ijs op zijn kop gezet. De oude theorie was dat gebeurtenissen aan de kust, op de plaats waar een gletsjer in zee komt, weinig invloed hebben op wat er in het binnenland gebeurt. Maar in Pine Island Bay wordt de invloed van smelten aan de kust gevoeld in het hele netwerk van zijstromen die de gletsjer over de hele ijskap voeden. In de afgelopen tien jaar is de stroming van de twee gletsjers tot 200 kilometer van de kust versneld. Eric Rignot, een glacioloog van NASA, meldde in 2004 dat de twee gletsjers 250 kubieke kilometer ijs per jaar in Pine Island Bay dumpen. Daarbij vergeleken is zelfs de zware sneeuwval, die ongeveer 160 kubieke kilometer per jaar toevoegt, maar klein. Het netto massaverlies aan ijs van het firnveld aan Pine Island Bay is in tien jaar tijd verdrievoudigd.

Sinds de publicatie van Rignots artikel is het nieuws nog somberder geworden. Studies van de Pine Island-gletsjer tonen aan dat zijn ijskap zelf snel dunner wordt. Naarmate die dunner wordt, sijpelt er steeds meer warm zeewater onder de gletsjer. De 'grondlijn', het verste punt stroomafwaarts waar het ijs contact maakt met vaste bodem, is per jaar 2 kilometer verder teruggetrokken. Eenmaal op gang gekomen is het terugtrekken van de grondlijn 'theoretisch een zelfbeksachtigend en onomkeerbaar proces, ongeacht de werking van het klimaat,' zegt Rignot. De gletsjer staat een snelle vernietiging te wachten.

In 2005 vlogen Brits en Texaanse onderzoekers 75.000 kilometer op ruim honderd vluchten heen en weer over de gletsjers Pine Island en Thwaites om met behulp van radargolven, die door ijs heendringen, de rotsbodem in kaart te brengen onder een ijskap die het oppervlak van Frankrijk heeft en op plaatsen 3 kilometer dik is. Ze vonden dat de hoofdstromen van de Pine Island-gletsjer landinwaarts boven op grote meren van smeltwater liggen. Er scheen maar heel weinig te zijn

dat zijn stroming afremde. Intussen kan de Thwaites-gletsjer, die over een veel breder gebied stroomt, wel eens nog breder worden, zegt David Vaughan van de British Antarctic Survey, die het brein was achter het onderzoek.

Als de gletsjers Pine Island en Thwaites rechtstreeks op een ramp afstevenen, dat heeft dat wereldwijde consequenties. Samen draineren ze een gebied dat genoeg ijs bevat om de zeespiegel over de hele wereld met 1 tot 2 meter te doen stijgen. Naar alle waarschijnlijkheid zijn de Pine Island en de Thwaites nu al de grootste oorzaak van de zeespiegelstijging in de wereld. Hughes denkt dat het verdwijnen van deze gletsjers de hele West-Antarctische ijskap kan ontregelen, en potentieel ook delen van de Oost-Antarctische kap. ‘De goed gedocumenteerde veranderingen die in de afgelopen tien jaar hebben plaatsgevonden bieden een verlamdend vooruitzicht,’ vertelde hij me. ‘En we hebben maar een vaag vermoeden wat er precies aan de hand is.’

Een paar dagen nadat Vaughan de eerste bevindingen van de verkenning van de twee gletsjers op een conferentie in de vs had gepresenteerd ontmoette ik Richard Alley. Hij was een van de toehoorders geweest en was geschrokken van de resultaten. ‘De Thwaites tapt rechtstreeks uit de enorme ijsreservoirs midden in de ijskap, en de vraag is of hij die met zich mee sleurt. Ik denk dat de Thwaites wel eens cruciaal zou kunnen zijn,’ zei hij tegen me. ‘Als je de stop eraf haalt, stroomt het ijs sneller, en dan is er verdunning. De enige vraag is of de stop er een eindje terug weer op gaat, of dat de oceaan voldoende warmte levert om hem als een toorts naar het midden te laten branden. Ik denk dat we het antwoord daarop nog niet weten.’ Er was, zei hij, ‘een kans dat de West-Antarctische ijskap het de komende eeuw begeeft en de zeespiegel met 6 meter stijgt’.

De Oost-Antarctische ijskap is de grootste en dikste ijsplak op aarde. In het onwaarschijnlijke geval dat die volledig smelt, zou de zeespiegel wereldwijd met 50 meter of meer

stijgen. Maar hij ligt er al zo'n 20 miljoen jaar. En in 2005 rapporteerde Curt Davis van de University of Missouri na analyse van satellietdata dat extra sneeuwval gekoppeld aan opwarming van de aarde de hoogte van het ijs bijna 2 centimeter per jaar doet stijgen – voldoende om een tiende af te halen van het huidige tempo van de zeespiegelstijging. Alles leek dus in orde met de Oost-Antarctische ijskap.

Maar er was een klein probleempje. Zijn onderzoek beperkte zich noodzakelijkerwijs tot het vlakke centrum van de ijskap. Satellietinstrumenten zijn nog niet goed genoeg om hoogtetrends waar te nemen aan de kust, waar het terrein helt. In een voetnoot bij zijn artikel zegt hij dat 'verlies van massa in kustgebieden groter zou kunnen zijn dan de aanwas in het centrum.' Jammer genoeg zeggen andere onderzoekers dat dit misschien wel precies is wat er gebeurt.

Het primaire bewijsstuk in deze zaak is de Totten-gletsjer. Het is een grote gletsjer: 100 kilometer breed aan de monding, waar hij ijsbergen in de Indische Oceaan kalft. Het netwerk van zijgletsjers van de Totten draineert een gebied dat meer ijs bevat dan de West-Antarctische ijskap. En sinds het begin van de jaren 1990, zegt Andy Shepherd van het Scott Polar Research Institute in Cambridge, heeft dit firnveld genoeg ijs verloren om zijn hoogte met meer dan 10 meter per jaar te doen dalen. Een andere reus van de Oost-Antarctische ijskap, de Cook-gletsjer, doet hetzelfde.

Het laatste bastion van glaciële stabiliteit ziet er ineens veel minder veilig uit. En Shepherd wijst erop dat de Totten en de Cook nog iets anders gemeen hebben met de Pine Island, de Thwaites en de andere lastige gletsjers aan de westkant – iets wat erop wijst dat er nog ergere dingen kunnen gebeuren. Zowel de Totten als de Cook hebben grondlijnen in de oceaan onder de zeespiegel – meer dan 300 meter onder water in het geval van de Totten-gletsjer. Dat wil zeggen dat het contact van de gletsjer met de continentale landmassa zo hecht is dat de gletsjer 300 meter onder water glijdt voordat het ijs de rotsbodem loslaat en gaat drijven. Dat klinkt als

goed nieuws: een bewijs voor stabiliteit. Het probleem is dat warmer water dat contact loser schijnt te maken. Als de grondlijn terugtrekt, kunnen we het bekende patroon verwachten van een dunner wordende gletsjer die gaat versnellen. Dat zou met andere woorden betekenen dat de kurk van een wel heel grote fles wordt getrokken.

Niemand zegt nog dat de Oost-Antarctische ijskap kwetsbaar is op de wijze zoals de westelijke kap dat schijnt te zijn. Hij blijft heel erg groot en door de bank genomen heel erg stabiel. Maar, zoals Rignot zegt, 'hij is niet immuun'. En met elke nieuwe ontdekking lijken de risico's voor het ijs van de Zuidpool groter te worden. In het rapport van 2007, herhaalt het IPCC dat volgens de wetenschappelijke consensus 'de ijsmassa aan de Zuidpool in de eenentwintigste eeuw juist zal toenemen vanwege grotere sneeuwval'. Echter, volgens de auteurs van het rapport zelf zegt dit meer over hun onbekwaamheid een goed model te maken van de bewegingen van de ijskappen dan over hun vertrouwen in de resultaten van dat model. De meesten zullen het met Alley eens zijn dat het nog steeds klopt dat 'grote veranderingen plaatsvinden aan de Zuidpool, op een veel kleinere tijdschaal dat voorheen werd aangenomen.'

De British Antarctic Survey heeft nu fulltime een wiskundige in dienst om de chaos- en complexiteitstheorie op het ijs van het continent los te laten – een onderwerp dat ooit als uiterst simpel werd beschouwd. Ze gebruiken de taal van fractals, faseruimten en bifurcaties om te berekenen wat er gaat gebeuren met de ijsplaten van het Antarctisch Schiereiland en van Pine Island Bay. Ze hebben gezien hoe Larsen B in drie dagen verkruielde, en ze denken dat de zachte onderbuik van de West-Antarctische ijskap onder hun ogen wordt opengereten. Wat nu?

10 Wassend water

Zeg maar toedeloë tegen Tuvalu

De Carteret Eilanden moeten worden verlaten. Het leven is gewoon te moeilijk geworden voor de 2000 inwoners die opeen drommen op een groepje lage koraaleilanden in de Zuidzee, met een totale oppervlakte van slechts 60 hectaren en een stijgende zeespiegel die hen dreigt weg te spoelen. De eilanden, die genoemd zijn naar Philip Carteret, een achttiende-eeuwse Britse ontdekkingsreiziger van de Zuidzee, zijn sinds de jaren 1960 bijna constant onderhevig geweest aan erosie, en de huidige schatting is dat ze in 2015 geheel en al onder water zullen liggen. De akkers worden al aangetaast door zout water en de broodbomen zijn afgestorven. De bewoners, vluchtelingen in hun eigen land, zijn op liefdadigheid aangewezen.

In 2001, toen de atol door krachtige winden en een ruwe zee van de buitenwereld was afgesneden en de bewoners niet de zee op konden om te gaan vissen, namen ze veelal hun toevlucht tot het eten van zeewier. Een bewoner van het eiland Han smeekte over de radio om hulp. 'De erosie vindt nu aan twee kanten plaats en het eiland wordt smal. In Piul trekken veel gezinnen weg. Huene is in tweeën gedeeld en er zijn nog maar vier gezinnen over. Iolasa, Iosela en Iangain liggen bij hoogwater onder de zeespiegel. Dat is erg beangstigend.' Jazeker. In november 2005 besloot de regering van Papoea Nieuw-Guinea, waar de Carteret Eilanden toe behoren, de eilanders allemaal te evacueren naar Bougainville, een bootreis van vier uur naar het zuidwesten. Per paar jaar zullen telkens tien gezinnen worden verhuisd, die de woonstede van hun voorouders voor altijd dienen te verlaten.

Voor de meeste mensen in de wereld zijn verhalen over de stijging van de zeespiegel op z'n hoogst academische kwesties. Het is allemaal te ver van hun bed. Maar de bewoners van de laagliggende Carteret Eilanden overkomt het en het verwoest hun leven.

De tienduizend burgers van de negen bewoonde Zuidzee-eilanden van Tuvalu verlaten het schip ook. Regelmatig staat bij hoogwater de belangrijkste straat van de hoofdstad Funafuti blank en het zeezout vergiftigt de akkers en doodt de kokosnootpalmen. Tuvalu is een onafhankelijke staat, gevormd door de voormalige Britse Ellice Eilanden die in 1975 onafhankelijk werden. Maar na ruim dertig jaar zal dit vermoedelijk de eerste staat zijn die in de golven verdwijnt. Een eenentwintigste-eeuws Atlantis. 'Over vijftig jaar bestaat Tuvalu niet meer,' zegt de premier. Zijn regering heeft een akkoord met Nieuw-Zeeland gesloten, 3000 kilometer ver weg, dat de hele bevolking in staat stelt in de komende jaren daar naartoe te verhuizen, wanneer het rijzend tij en de zwaarder wordende stormen hun huizen zullen vernielen.

Een voor een verdrinken de onafhankelijke eilandstaten in de Zuidzee. Kiribati, de voormalige Britse Gilbert Eilanden, werd op dezelfde dag onafhankelijk als Tuvalu. Ook dat verdwijnt onder water. In 1999 verdwenen twee onbewoonde eilanden. Het jaar daarop stelde Nakibar Teuatabo, een inwoner van Kiribati, me op de hoogte van de gebeurtenis op een klimaatconferentie in Bonn, waar hij naartoe was gestuurd om te pleiten voor het behoud van zijn land. 'Acht of negen percelen in het dorp waar mijn familie woont zijn geërodeerd. Ik weet nog dat er een kokosnootpalm bij het regeringsgebouw stond waar ik woonde. Vervolgens werd het strand er omheen helemaal geërodeerd en uiteindelijk verdween de boom. Dat klinkt misschien onbelangrijk voor u, maar die atollen zijn slechts ringen van smalle eilanden om een lagune, met daarbuiten de open oceaan. Sommige van die eilanden zijn op plaatsen maar een paar meter breed. Stel je voor dat je op zo'n eiland staat en aan de ene kant klotsen

de golven van de zee en aan de andere kant het water van de lagune. Dat is beangstigend.'

De dorpingen van sommige buiteneilanden zijn al vertrokken, omdat de zee hun eiland begon op te slokken. 'Behalve dat het hogere tij de kust erodeert, perst het ook zoutwater in de akkers en in de ondergrondse zoetwaterreservoirs. Op sommige plaatsen borrelt het op uit de grond.' Het was een hartverscheurend verhaal. Goed voor journalisten, maar onbelangrijk voor de meeste regeringsafgevaardigden op de conferentie. Zulke landen, lijkt het wel, zijn misbaar.

De zeespiegel in de wereld is de afgelopen 5000 jaar, sinds het smelten van de ijskappen aan het eind van de laatste ijstijd, grotendeels stabiel gebleven. Daarna ging er nog ongeveer een tiende millimeter ijs per jaar verloren. Maar rond 1900 begon de stijging van de zeespiegel toe te nemen. Aanvankelijk was dat hoogstwaarschijnlijk te wijten aan het smelten van gletsjers na het einde van de kleine ijstijd halverwege de negentiende eeuw. In de loop van de twintigste zou die weer hebben moeten verminderen. Maar in plaats daarvan is de stijging van de zeespiegel de afgelopen vijftig jaar toegenomen tot 2 millimeter per jaar. Ongeveer de helft daarvan is waarschijnlijk te wijten aan de uitzetting van het water in de oceaan omdat het warmer wordt – een proces dat fysici 'thermale expansie' noemen. En de rest komt waarschijnlijk van het opnieuw smelten van de gletsjers en de ijskappen in de wereld, ongetwijfeld als gevolg van de door de mens veroorzaakte klimaatverandering.

De eerste tekenen van een verdere versnelling kwamen in het begin van de jaren 1990, toen satellietdata op een plotselinge sprong wezen naar 3 millimeter per jaar. Sinds 1997 is de zeespiegel misschien wel met 3,7 millimeter verder gestegen. Ten tijde van het schrijven van dit boek hadden die cijfers nog maar weinig aandacht getrokken, omdat de glaciologen niet zeker wisten of ze wel betrouwbaar waren. Sommigen denken dat de ijking van de satellietdata niet klopt, en ande-

ren dat het misschien simpelweg een natuurlijke fluctuatie is. Maar elk jaar zijn er meer onderzoekers die concluderen dat dit wel eens de eerste tekenen zouden kunnen zijn van grote veranderingen in de ijskappen van Groenland en de Zuidpool. Begin 2007 publiceerde IPCC-auteur Stefan Rahmstorf van de Potsdam Universiteit een paper dat aantoont dat de zeespiegel al vijftig procent sneller stijgt dan het IPCC-rapport van 2007 voorspelt.

De aarde heeft een geschiedenis van verrassende zeespiegelstijgingen die niet verklaard kunnen worden door conventionele modellen die de glaciologen gebruiken voor het voorspellen van toekomstige veranderingen. Neem de gebeurtenissen aan het eind van de laatste ijstijd. Rond 20.000 jaar geleden, op het 'glaciale maximum' zoals glaciologen het noemen, zat er zoveel water vast in het ijs op het land dat de zeespiegel 120 meter lager was dan nu. Toen begon het te dooien. De zeespiegel steeg aanvankelijk zo'n 10 millimeter per jaar. Dat is vier of vijf keer zo snel als nu, maar valt nog binnen de traditionele verwachtingen van glaciologen. Toen gebeurde er iets. Ongeveer 14.500 jaar geleden sloeg het tij op hol. Binnen 400 jaar steeg de zeespiegel 20 meter. Dat is een gemiddelde van een meter elke twintig jaar.

Het loont de moeite bij die getallen stil te blijven staan. Als we nu zo'n stijging zouden meemaken, zeg dan maar toedeloë tegen Tuvalu rond 2010, en Bangladesh zou tegen 2020 grotendeels onder water liggen, en miljoenen mensen in de Nijldelta zouden tegen 2025 naar een nieuwe woonplaats moeten omzien, en Londen zou meteen een nieuwe waterkering in de Theems moeten bouwen. New Orleans? Tja, vergeet New Orleans maar, én Florida, en ook het grootste deel van de Amerikaanse kuststrook. Lagos, Karachi, Sydney, New York, Tokyo, Bangkok, noem maar op: elke megastad aan de kust zou tegen het midden van de eeuw verlaten zijn. Het klinkt ongelooflijk, maar we weten dat die stijging heeft plaatsgevonden. De bewijzen zijn te vinden in getijdenmerken

op oeroude kliffen en in de resten van koralen die alleen dicht bij de oppervlakte kunnen leven.

Hoe kon zoiets gebeuren? Daarvoor moesten er de volle 400 jaar lang 16.000 kubieke kilometer ijs per jaar in zee worden gedumpt. Dat is een gigantische hoeveelheid. Glaciologen denken dat de West-Antarctische ijskap, die toen veel groter was, de belangrijkste bron was. Maar waar het ijs ook vandaan kwam, het had alleen in zulke hoeveelheden en met zo'n snelheid in zee kunnen storten als er nog een ander proces werkzaam was geweest dan smelten alleen. Zulke lozingen vereisen een afbraak van ijskappen op grote schaal. Dat kan alleen gebeuren als de ijskappen aan de basis gesmeerd worden door grote rivieren van smeltwater en aan de kust gedestabiliseerd worden door afkalvende ijsplaten.

Laten we nog verder teruggaan. In het laatste interglaciaal, ongeveer 120.000 jaar geleden, stond de zeespiegel, zoals te zien is aan golfslaginkepingen in kliffen op de Bahama's, 6 meter hoger dan nu. Tijdens het interglaciaal daarvoor, 400.000 jaar geleden, stond de zeespiegel misschien nog wel hoger. In geen van die twee interglacialen was de temperatuur veel hoger dan nu. Waarschijnlijk is dat ofwel de West-Antarctische ijskap, of de Groenlandse ijskap, of allebei, onder temperaturen bezweken die de onze dicht benaderen. In deze eeuw kunnen we een temperatuurstijging van 2 of 3 graden verwachten. Daarmee wordt de temperatuur, zegt Hansen, even hoog als 3 miljoen jaar geleden, vóór het begin van de ijstijden. Hoe hoog was de zeespiegel toen? Ongeveer 25 meter hoger dan nu, plus of minus 10 meter, zegt hij.

Een voor de hand liggende verwachting is dat de wereld door ons toedoen binnenkort afstevent op zo'n zelfde niveau. De modellen van de glaciologen geven aan dat het duizenden jaren duurt eer het zover is. Maar Hansen gelooft dat niet. 'Ik werk ook met modellen, maar ik sla empirische gegevens hoger aan dan modellen,' zegt hij. Hij ziet aanwijzingen voor een begin van accelererende smelting in Groenland en

de Zuidpool en hij verwacht dat 'de zeespiegel deze eeuw een paar meter gaat stijgen, en nog een paar meer in de volgend eeuw.'

Sommigen vinden dat paniek zaaien. Waar, zo vragen ze, zijn de aanwijzingen voor een forse stijging van de zeespiegel? Hansen zegt dat tot dusver een groot deel van de extra smelting gecamoufleerd wordt door de toegenomen sneeuwval op de ijskappen. 'Daardoor stijgt de zeespiegel in het begin langzaam, maar naarmate de opwarming van de aarde voortschrijdt, naarmate de smelting in de zomer tot steeds verder in de ijskap doordringt, en naarmate de ijsplateaus, die als steunberen fungeren, afsmelten, zullen velerlei positieve feedbacks een rol gaan spelen en winnen de niet-lineaire afbraakprocessen met gemak.'

De ijskappen van de wereld 'zijn een tikkende tijdbom', zegt hij. Er is geen enkele reden waarom de gebeurtenissen van 14.000 jaar geleden zich niet in de eenentwintigste eeuw zouden kunnen herhalen. 'De huidige verstoring van de energiebalans op aarde pompt met zo'n hoog tempo energie in het aardstelsel dat een snelle deglaciatie het gevolg is.' Hij vermoedt dat een steeds toenemende opwarming van de aarde gebruikt zal worden voor het smelten van de ijskappen. Dat kan de opwarming van de atmosfeer vertragen, maar wel ten koste van een snel stijgende zeespiegel. Binnen een paar decennia kunnen uitgestrekte armada's van ijsbergen van de Groenlandse ijskap afbreken, waardoor scheepvaartroutes onbegaanbaar worden en de oceaan aan de oppervlakte wordt afgekoeld zoals een ijsblokje met een glas gin-tonic doet. Stijging van de zeespiegel, concludeert hij, 'is dé wereldkwestie'. Die zal alle andere in de komende eeuw overschaduwen.

Het lot van de mensen op de Carteret Eilanden en op Tuvula is gauw genoeg vergeten. Weinig mensen zullen deze plekken op de kaart kunnen aanwijzen. Maar naarmate het tij stijgt en naarmate de precaire toestand van de grote ijskappen merkbaarder wordt, zullen we ons het lot van die mensen nog heugen. Want het kan het lot van onze kinderen zijn.

