

Christmas Lecture 15 december 2007

De mens als geologisch fenomeen

Prof. Jelle Reumer

Het is weer bijna Kerstmis. Weer is er een jaar voorbij en velen krijgen de neiging om eens even terug te kijken. Bedrijven en musea gaan aan het verplichte jaarverslag werken en ook de gewone sterveling kijkt graag terug op het voorbije jaar, om vervolgens al dan niet met goede voornemens aan het nieuwe te beginnen. We maken - zoals dat wel heet - de balans op, gaan bij onszelf te rade wat er goed en fout is gegaan en indien nodig beloven we onszelf of onze naaste beterschap. Heel gewoon, zult u denken, dat doen we allemaal af en toe. Het lijkt ook heel gewoon, maar eigenlijk is het een heel rare bezigheid om terug te blikken en te reflecteren op ons handelen. Wij zijn namelijk de enige diersoort op aarde die dat doet. Neemt u van mij maar aan dat de regenworm, de stekelbaars en de neushoorn dat niet doen. Zij zijn volkomen indifferent omtrent hun handelen, sterker nog, ze realiseren zich überhaupt niet dat zij bezig zijn met activiteiten waarop ze later nog eens kunnen terugkijken.

Regenworm

De regenworm zit in de grond, hij kruipt langzaam door zijn zelfgegraven tunneltje en bekommert zich om niets. Dat vindt hij fijn. Hoewel de regenworm een schoolvoorbeeld is van een dier met een primitief zenuwstelsel geloof ik niet dat wij ons veel illusies moeten maken over zijn zielerorselen. Die zijn er niet. De regenworm heeft geen enkele notie van andere aardse zaken dan zijn tunneltje. Hij kan tot zijn schrik een mol ontmoeten, maar ik denk niet dat hij zich daar grote zorgen over maakt. Hij kruipt gewoon langzaam verder.

De grote panda zit in zijn bamboebos, hij knaagt langzaam op een taaie scheut en bekommert zich om niets. Dat vindt hij fijn. Hoewel de panda een zoogdier is met een hoog ontwikkeld zenuwstelsel denk ik niet dat wij ons grote voorstellingen moeten maken over zijn diepere zielerorselen. Er zal ongetwijfeld het één en ander tot de pandahersenen doordringen, maar veel gedachten over de wereld buiten zijn bamboebos zal hij niet bezitten. Terwijl het WNF zich grote zorgen maakt over het voortbestaan van de soort op de lange termijn heb ik niet de illusie dat de grote panda zich daarover bekommert. Ik weet het zelfs wel zeker: het interesseert de grote panda geen klap dat hij op het punt van uitsterven staat. Het interesseert hem al helemaal niet dat ook de Sumatraanse neushoorn en de Siberische tijger zouden kunnen verdwijnen. Het zal de natuur allemaal een worst zijn. Op één diersoort na. De mens.

De mens zit achter zijn beeldscherm, hij drinkt langzaam een kop koffie leeg en surft op het internet. Dat vindt hij fijn. Met zijn hoog ontwikkelde brein maakt hij zich grote zorgen over niet alleen zijn eigen voortbestaan en dat van zijn familieleden, hij maakt zich ook zorgen over de grote panda, de Sumatraanse neushoorn, Canadese zeehondjes, Veluwe everzwijnen, Sallandse korhoenders en de koers van de New York Stock Exchange. Wanneer een exemplaar van de diersoort *Homo sapiens* bezig is met het bakken van een omelet, het houden van een lezing, het bedrijven van de liefde of het uitmoorden van een dorpje in Darfur - allemaal handelingen waarvan ik zeker weet dat ze vandaag plaatsvinden - dan weet hij waarmee hij bezig is, waarom hij dat doet en zelfs dat hij over een tijdje zich nog kan herinneren ermee bezig geweest te zijn. Dat missen de regenworm en de neushoorn. Er bestaan geen *Lumbricus sapiens* of *Rhinoceros sapiens*. Die *Homo sapiens* is dus een rare diersoort. Het is de enige diersoort die verder lijkt te kijken dan zijn korte neus lang is. De mens is niet indifferent over het hem omringende. Dat is vreemd, sterker nog, dat is eigenlijk krankzinnig. Wat bezielt de mens om dat te doen? Wie is eigenlijk die mens? Hoe zijn we hier op deze planeet terechtgekomen? En dan nog wel in zulke enorme aantallen, en wat betekent dat allemaal. Daar wil ik het met u over hebben.

Groot zoogdier

Als je de mens zou opzoeken in een gids voor de Europese zoogdieren - waar hij jammerlijk genoeg in ontbreekt - dan zou de soortomschrijving ongeveer als volgt luiden:

Groot zoogdier van de orde der primaten, 150-200 cm hoogte, 80-110 cm kop-romplengte, bipedaal rechtoplopend, vacht wisselend van kleur en grotendeels ontbrekend, leeft in sociale verbanden van 2-10 exemplaren in gestructureerde burchten, algemeen voorkomend, behalve in extreem aride of koude habitats. Home-range 1-150 km, ook daarbuiten migrerend maar dan meestal met sterk *homing* gedrag.

Onder het kopje ecologie wordt nog vermeld dat de mens meestal samen voorkomt met de rat en de kakkerlak, een prettig gezelschap dat zich in het gezamenlijke milieu prima thuis voelt.

In tegenstelling tot de rat en de kakkerlak, die geen van beide in staat zijn hun eigen aanwezigheid, laat staan die van de andere soorten in het ecosysteem te boekstaven, is de mens daar wel toe in staat. De mens is zich van zichzelf bewust en ook van zijn omgeving. Wij zijn ook in staat om ons af te vragen waar wij vandaan komen en wie we zijn. Dat levert een verhaal op met filosofische componenten, dat toch voornamelijk biologisch en geologisch van aard is. We leven tenslotte in het aardse ondermaanse. En dat doen we al zo'n 200.000 jaar, hoewel we daarvoor natuurlijk ook al bestonden want we zijn niet als bij toverslag uit het niets verrezen. Ooit waren we een *Australopithecus*, en daarvoor een Miocene aap, een Mesozoïsch placentaal zoogdier, een Therapside in het Perm, een Silurische vis en een Precambriëse eencellige. Al die vormen die we ooit zijn geweest zijn ontstaan in wisselwerking met de omgeving die de aarde ons verschaftte. Soms was het bloedheet, soms ijskoud; dan weer knalde er een allesverzengende meteoriet op onze kop, dan weer was er een langdurige droogte.

Om de haverklap kropen we door het oog van de naald, gelukkig maar want anders had u hier niet gezeten. Uiteindelijk bent u - en ben ik - het resultaat van een opéénstapeling van toevalligheden, van geologische rampen en ellende, van onbedoelde neveneffecten en - terugkijkend - van heel veel geluk. Eigenlijk is ons bestaan een soort statistische onmogelijkheid. En ons uiterlijk, met dat potsierlijke hoofd, die strompelende voortbeweging en die griezelig onbeschermdde huid, is ook de uitkomst van een geschiedenis van toeval en geluk.

Ik wil graag een paar van die toevalligheden langslopen, om de resultaten ervan beter te kunnen begrijpen. Eerst twee biologische.

Het lancetvisje

Ooit is het leven begonnen. Ik geef meteen toe dat dat nog één van de moeilijkste en meest onbegrepen onderdelen vormt van het evolutionaire denken. Leven heeft als meest wezenlijke eigenschap dat het zichzelf vermenigvuldigt. Het repliceert zichzelf. Alle andere essentiële of schijnbaar essentiële functies, zoals ademhaling, voedselopname en -vertering en prikkelwaarneming zijn in wezen hulpfuncties ten dienste van de vermenigvuldiging. Een auto, een gebergte, een koolstofatoom en een natuurhistorisch museum kunnen zich niet zelfstandig reproduceren en ze leven dus niet. Een amoëbe, een virus, een geranium en een olifant reproduceren zich wel en we rekenen ze daarom tot het fenomeen *leven*.

Levende wezens leven in interactie met hun omgeving. Nadat een groep wormvormige organismen zich vrij door de waterkolom ging bewegen bleek het een voordeel om hun langgerekte lichaam wat steun te geven: ze ontwikkelden een soort rubberen staaf in de lengterichting van hun lichaam, het zg. *notochord*. Dat notochord bleek een belangrijke innovatie, waar nog veel profijt van kon worden getrokken. Het bleek de ideale basis voor de wervelkolom. Een in de waterkolom zwemmende worm, met een rubber staaf als steuntje in de rug: ziedaar een simpele vertebraat, zoals *Pikaia* in het Cambrium, ca. 500 miljoen jaar geleden. Dat mooie bouwplan was evengoed voor innovatie vatbaar. De beweging door het water ging efficiënter door stukjes huid te laten uitstulpen en die ook met behulp van rubber staafjes te ondersteunen, om mee te peddelen. De vis was daar.

De vis

En de vis kroop aan land. Hij gebruikte zijn vinnen om zich te ondersteunen. Dat waren er vier, twee aan de voorkant en twee meer naar achteren. We zien ze al bij de *Coelacanth*, maar *Tiktaalik* had ze ook. Twee borst en twee buikvinnen. Dat is de enige reden dat wij mensen twee armen en twee benen hebben. Vier ledematen is verder een tamelijk belabberd bezit. Driekwart van alle dieren hebben zes poten (de insecten) en van de rest heeft de helft er zelfs acht (de mijten en de spinnen), dus het bezit van vier poten is een kwestie van behelpen. We kunnen dus niet zo heel veel dingen tegelijk doen, simpelweg omdat die Tiktaalik in het Devoon maar vier steungevende vinnen had.

Tiktaalik werd een Therapside, de Therapside ontwikkelde zich tot zoogdier en al ergens in het Juratijdperk was er een aardig bestiarium aan zoogdiertjes ontwikkeld. Over het algemeen waren die zoogdieren klein, aan nachtleven gebonden en heel in het bijzonder in ecologische zin ondergeschikt aan een andere groep dieren die ooit ook uit dat oervisje zijn ontstaan: de dinosauriërs. Dit waren allemaal biologische toevalligheden van het soort waar evolutiebiologen veel over publiceren. Minder bekend zijn toevalligheden van geologische aard. Maar minder belangrijk zijn die zeker niet.

De meteoriet van Mexico

Het zou tot 65 miljoen jaar geleden duren voor er zich weer een leuke opportunity voordeed. Toen viel er naar wij thans algemeen aannemen een grote meteoriet op de aarde neer, ongeveer op de plek waar nu Mexico ligt en het gevolg van die inslag was dat zo ongeveer 40 % van al het leven uitstierf. De vraag is interessant of zo'n massa-uitsterving erg is. Volgens het WNF en Greenpeace is zoiets een ramp, en ze doen er dan ook van alles aan om te voorkomen dat er nu nog meer soorten uitsterven. Volgens mij is het echter een zegen. Hoe meer er uitsterft hoe meer kansen er ontstaan voor latent sluimerend ecologisch talent. Die kleine, schuwe, nachtelijke Krijt-zoogdieren behoorden tot dat gilde van potentiële kanshebbers. Het waren de wonderkinderen van de evolutie, maar zonder die meteoriet bij Mexico hadden ze de kans niet gekregen om door te stoten. Meteen na de klap, tijdens het Paleogeen, kwamen de zoogdieren tussen de coulissen van het leven vandaan en ontwikkelden ze zich in relatief korte tijd tot de nog altijd bekende groepen: hoefdieren, roofdieren, knaagdieren, vleermuizen, apen. Het resultaat kunt u nog vandaag hier in Naturalis gaan bekijken, want de meest schitterende fossielen uit het Paleogeen van Messel in Duitsland zijn hier tentoongesteld. Dat alles kon dus door die meteorietinslag en de erop volgende tsunami, de zonsverduistering, de stofwolken en een winter die enkele jaren duurde. Als die meteoriet een voor astronomische begrippen minuscuul afwijkinkje in zijn baan had gehad was hij raketlings langs gescheerd en hadden wij hier niet gezeten.

India aan de wandel

Wij zouden hier ook niet gezeten hebben wanneer er zich niet in het vroege Krijt, ongeveer 130 miljoen jaar geleden, een stuk van de aardkorst had losgescheurd van het zuidelijke oercontinent Gondwana. De aardchots ging vervolgens heel eigenzinnig naar het noorden schuiven. Die brok, die ijsschots continent drijvend op de taai vloeibare massa in de diepte van de aardbol, heet tegenwoordig India. India hoort eigenlijk ergens halverwege Zuid-Afrika en Antarctica thuis, maar vond het kennelijk prettiger om zich te nestelen tussen Afghanistan en Birma. Bij het aanmeren ging het er ruig aan toe. Er volgde een flinke botsing die tot gevolg had dat de Himalaya en het Tibetaans plateau omhoog kwamen; De Himalaya als kreukelzone en Tibet omdat een deel van India er simpelweg onderschoof.

Wanneer in de zomer de zon boven het noordelijk halfrond staat, tot recht boven de Kreeftskeerkring op 21 juni, schuift als gevolg daarvan ook de klimatologische evenaar een stuk in noordwaartse richting op. De echte evenaar loopt vlak onder Sri Lanka door, maar dat is maar een denkbeeldige streep op de kaart. Waar het in de praktijk om gaat is de klimatologische evenaar, een zone waar de lucht opstijgt, die dus als een lagedrukgebied fungeert waardoor winden van weerszijden in de richting van de evenaar stromen. Passaatwinden zijn dat. Als je echter op één plek op de aardbol gaat staan, en de klimatologische evenaar gaat ieder half jaar over je hoofd heen van de ene naar de andere kant, waait de passaat het ene half jaar de ene kant op en het andere half jaar de andere kant. We noemen de passaat dan geen passaat meer, maar moesson. Een moesson die van land naar zee waait is een droge moesson, en als hij van zee naar land waait een natte moesson. En als dat land een gebergte heeft, is de natte moesson extra nat omdat hij omhoog wordt gestuwd. En als dat gebergte héél hoog is, is de extra natte moesson super extra nat. Precies dat zien we in India, tijdens de zomer. De Aziatische zomer-moesson komt uit de Indische Oceaan waaien, wordt onhoog gestuwd tegen de Himalaya, regent helemaal leeg waardoor elke zomer half Bangladesh verzuipt, en verdwijnt daarna naar hogere luchtlagen.

Tarwe en erwten

Nu wordt het interessant. Al die luchtmassa's moeten ergens heen. Ze gaan boven Tibet omhoog, buigen af naar het westen en komen pas duizenden kilometers naar het westen weer naar beneden. Dat is dan boven het Midden-Oosten en het Middellandse Zeegebied. Die lucht is droog want het water dat er in zat is er boven India uitgeregend. En droge lucht die omlaag zakt wordt nog droger. Het Midden-Oosten is 's zomers dus kurkdroog en ook op het strand van Kreta of Benidorm is 's zomers weinig kans op een regenbui. Het is er daarom dor en droog. En uiteraard passen de flora en de fauna zich daaraan aan. De flora deed dat door middelen te ontwikkelen om die langdurige en droge zomer 'uit te zitten'. Dat kan op meerdere manieren. Je kunt je in de aarde terugtrekken. Door de planten die dat deden hier te importeren hebben we in Nederland een goedlopende bloembollenindustrie gekregen. Maar je kunt als plant ook overzomeren door het ontwikkelen van droogtebestendige zaden die gaan ontkiemen zodra het weer gaat regenen. Planten die deze strategie ontwikkelden waren onder andere grassen en vlinderbloemigen. We kennen ze beter onder de namen granen en peulvruchten: tarwe en erwten, gierst en kekers, noem ze maar op. De landbouw ontstond in die gebieden waar planten groeiden die zaden hadden die tegen een lange bewaartijd kunnen zonder te bederven of te verrotten. En hoewel je dat naar aanleiding van de huidige klimaatsomstandigheden niet meteen zou zeggen is het oude Mesopotamië, samen met de Levant en de Nijldelta de streek waar dat gebeurde: *the fertile*

crescent. Nu waren de omstandigheden rond 10.000 jaar geleden niet helemaal gelijk aan die van vandaag, maar het belangrijkste aspect, de seizoensaliteit met natte winters en droge zomers was er wel. De toenmalige bevolking, in toenemende mate afhankelijk van een stijgende opbrengst per hectare grond, begon de grassen en de bonen te telen en te veredelen.

Wanneer India tijdens het Mesozoïcum niet op drift was geraakt, en iets ten noorden van de evenaar tot stilstand was gekomen tegen een verkreukelend stuk Azië, dan was die natte moesson er niet geweest, dan was die seizoensaliteit met droge zomers niet opgetreden, dan hadden die planten in Mesopotamië geen overzomeringsstrategieën hoeven evolueren, dan was het basismateriaal voor het ontstaan van de landbouw niet voorhanden geweest, dan was de landbouw niet ontstaan en dan waren wij - kinderen van de Neolithische Revolutie - hier vandaag niet aanwezig geweest. Oftewel: hoeveel toeval wilt u hebben?

Bos wordt savanne

Nog eentje dan: de klimaatsverandering in het Late Pliocene. Ook zo'n toevalligheid die cruciaal bleek te zijn voor het ontstaan van *Homo sapiens*. Zo rond 3,5 tot 3 miljoen jaar geleden vond een wereldwijde klimaatschommeling plaats die - niet alleen daar, maar vooral - in oostelijk Afrika tot wijzigingen leidde in de structuur van de vegetatie. Op zee dreef het eerste pakijns rond in de vorm van ijsbergen, die steentjes en keien meevoerden die nu in sedimenten kunnen worden teruggevonden. Wereldwijd stierven allerlei warmte- en/of vochtminnende soorten uit. Bossen maakten plaats voor graslandecosystemen. In Europa leidde dat bijvoorbeeld tot de succesvolle evolutie van allerlei grasetende knaagdieren, de woelmuizen, die de bosmuizen naar de achtergrond drongen. En in Afrika maakten de wouden plaats voor savannes.

De precieze oorzaak van de klimaatsomslag is vermoedelijk complex. Ongetwijfeld hebben de 'gewone' schommelingen in de positie van de aarde ten opzichte van de zon een rol gespeeld, de zogenaamde Milankovitsch cycli, genoemd naar de Serviër Milutin Milankovitsch. Deze schommelingen zijn bijvoorbeeld verantwoordelijk voor de afwisseling van ijstijden en warme perioden tijdens het Pleistoceen. Maar de omslag in het klimaat was dusdanig drastisch dat er meer achter kan zitten. Je zou daarbij kunnen denken aan de opheffing van de landengte van Panama. Tijdens het Pliocene, rond 3,5 miljoen jaar geleden, kwam de landverbinding tussen Noord- en Zuid-Amerika tot stand doordat het smalle stuk land dat beide continenten verbindt uit zee oprees. Behalve dat dat grote gevolgen had voor de landfauna betekende het juist het tegenovergestelde voor de zee en het zeemilieu: de Atlantische en de Stille Oceaan werden van elkaar losgeknipt. Dit moet ongetwijfeld grote gevolgen hebben gehad voor de zeestromen, en voor de grote *conveyor-belt* daarvan, de zg. thermohaliene circulatie, waar onze bekende warme golfstroom een onderdeel van is. Veranderingen in deze thermohaliene circulatie hebben grote invloed op het klimaat. De tijdsrelatie van het sluiten van de Panamese landengte met de wereldwijde klimaatverandering lijkt te mooi om toevallig te zijn.

Aanpassen of uitsterven

Heel in het algemeen kan een diersoort twee dingen doen wanneer het milieu verandert: hij kan zich aan de nieuwe situatie aanpassen of hij kan uitsterven. Beide zijn veelbeproefde recepten binnen de evolutie, met dien verstande dat aanpassing tot iets leidt, en uitsterven tot niets. De klimaatomslag had in oostelijk Afrika tot gevolg dat de tot dan toe voornamelijk in bomen levende apen zich meer op open terrein gingen begeven. En op open terrein is een tweebenige voortbeweging efficiënter en effectiever. Wanneer een aap vaart wil maken kan hij dat niet op handen en voeten zoals een antilope of een paard. Dan is dus de tweebenige voortbeweging handiger. Letterlijk zelfs, want toen kwamen de handen beschikbaar om zich motorisch te ontwikkelen tot de precisie-instrumenten die het nu zijn. En om die precisie-instrumenten een beetje adequaat te kunnen aansturen is een behoorlijk pakket software nodig, opgeslagen op een stukje high-tech hardware dat niet snel vastloopt of moet worden ge-reset. Geen Microsoft dus, maar hersenen. En die hersenen maken ons nu tot mens en onderscheiden ons van al die andere dieren die niet over hun omgeving nadenken. Toen waren we dus - uiteindelijk - *Homo sapiens* geworden, de denkende mens. Dankzij die geologische gebeurtenis bij wat nu Panama heet, ergens in het Pliocene.

Hoeveel toeval kunt u er nu nog bij hebben?

Laat ik dit deel proberen af te ronden. We zagen dat wij mens zijn geworden vanuit een worm die een rubberen staafje had gekregen, via een vis die helaas maar vier vinnen had om mee te gaan kruipen, en dankzij een meteorietinslag aan het eind van het Krijt, de botsing van India met Azië in het Mioceen en het omhoogkomen van Panama in het Pliocene. En dat had allemaal voor hetzelfde geld héél anders kunnen lopen. Zo bezien zijn wij hier dus volstrekt bij toeval en het resultaat van een serie evolutionaire en geologische gebeurtenissen die sowieso geen enkel doel dienden, maar

die zeker niet plaatsvonden met het oogmerk om u en mij te doen ontstaan. Wij waren niet de bedoeling.

Maar nu we er toch zijn moeten we er maar het beste van maken. Daar kom ik bij één van mijn favoriete paradoxen. Dankzij de evolutie bezitten wij ruim drie pond hersenweefsel, inclusief de spoelcellen die ervoor zorgen dat wij meer kunnen doen dan alleen maar instinctmatig eten, drinken en copuleren. Tegelijkertijd is het een flinke rotzooi aan het worden op onze planeet. Dat vraagt om enige beschouwing.

Empathisch vermogen

Binnen de zoogdieren zijn er maar een paar soorten die beschikken over het vermogen tot zelfherkenning. Daar zijn die spoelcellen cruciaal bij want zij blijken dat vermogen te reguleren. Sommige apen, enkele dolfinnen en de olifant zijn in staat om - geconfronteerd met een spiegelbeeld - te beseffen dat zij dat zijn. Frans de Waal heeft daar schitterend onderzoek naar verricht en afgelopen mei tijdens de Tinbergenlezing daarover verteld, ook hier in Leiden. Ik ga daar nu niet verder op in, maar het belang van de zelfherkenning ligt in het vermogen tot het onderscheiden van het 'ik'. Het 'ik' impliceert automatisch ook het onderscheiden van 'de ander'. En het vermogen om onderscheid te maken tussen 'ik' en 'de ander' vormt weer de basis voor het vermogen tot empathie. Empatische dieren zijn in staat om zich als het ware te verplaatsen in de ander, om diens emoties te kunnen inschatten en waarderen, om zijn lijden te begrijpen en zijn behoeften te zien. Dankzij deze eigenschappen zijn wij in staat om onze positie in het aardse systeem te overzien en te beschouwen. Wij kunnen ons een beeld vormen van onze invloed op andere diersoorten, op ecosystemen, op het klimaat en op aanpalende onderwerpen als zeespiegelstijgingen, global warming, extincties, migraties en dergelijke. We zijn zelfs in staat om onze bezorgdheid te uiten in publicaties, in films en op websites. Wij worden lid van het WNF, Natuurmonumenten en de dierenbescherming; wij worden kwaad als de minister van LNV toestemming geeft om een paar wilde zwijnen te gaan schieten en wij stemmen op Marianne Thieme. Soms - als we het erg goed doen - winnen wij zelfs een Nobelprijs voor ons empathisch denken. Dat alles dankzij die sinds het Pliocene in sneltreinvaart geëvolueerde knoop zenuwcellen tussen onze oren.

Tegelijkertijd maakt dat alles ons tot een unieke diersoort, want hoewel bepaalde vormen van empathie en zorgzaamheid ook zijn aangetroffen bij mensapen, zijn wij echt de enige soort op aarde die zich zorgen maakt over de andere soorten. Ik memoreerde al dat er geen dier op aarde is dat zich opwindt over het lot van de witte neushoorn en de noordse woelmuis, om over de stijging van het zeeniveau maar te zwijgen.

Van fenomeen tot agens

Waar maken we ons dus druk om. Inderdaad, de vraag kan worden gesteld waarom mensen, ontstaan uit een serie volstrekte toevalligheden, de toekomst van de aarde niet ook gewoon aan het toeval kunnen overlaten. We willen ons er juist sterk mee bemoeien, in de veronderstelling dat het anders mis zal gaan. Dit nu is een grenzeloze zelfoverschatting. Multatuli heeft ooit geschreven dat - vanaf de maan gezien - wij allen even groot zijn. Die opmerking is een leerzame relativering voor de blaaskaken onder ons, maar evengoed is het ook een grote zelfoverschatting. Ik ben er helaas nooit zelf geweest, maar ik garandeer u dat wij vanaf de maan gezien volkomen onzichtbaar zijn. Zelfs de Chinese muur, de Afsluitdijk en het Pentagon zijn vanaf de maan gezien onzichtbaar. Maar toch, wanneer u op de maan allerhande gevoelige apparatuur zou opstellen en daarmee op de aardkloot metingen zou verrichten op het gebied van methaan- en CO₂-gehalte, biomassaproductie, sedimentatie of omwoeling van het dunne aardkorstje, dan is de aanwezigheid van *Homo sapiens* wel degelijk meetbaar. Dan zijn we zeer zichtbaar, niet als individuen maar als agens, als een de planeet beïnvloedende kracht.

De titel die ik deze lezing had gegeven luidt 'de mens als geologisch fenomeen', om aan te geven we aan de aarde gebonden zijn en er door geologische toevalligheden uit zijn ontstaan. Op de website van het Darwin Centrum was dat vertaald als 'Mankind as a geological force'. Dat is natuurlijk iets heel anders, de mens als geologische kracht, maar evenzeer de waarheid. Sinds we op de aarde zijn, als *Homo sapiens* is dat ongeveer 200.000 jaar, hebben we het voor elkaar gekregen om alle continenten te bevolken, onszelf tot een aantal van meer dan 6 miljard te laten ontploffen en geen vierkante centimeter onberoerd te laten. We zijn een agressieve invasieve diersoort, erger dan de muskusrat of de driehoeksmossel. We zijn daarmee van een geologisch fenomeen een geologisch agens geworden. Ná ons is de aarde anders dan vóór ons. Ik zal een paar voorbeelden geven.

Ontbossing

Als gevolg van grootschalige ontbossingen is de erosie enorm toegenomen. Bossen die normaliter het overtollige water gedurende lange tijd vasthouden en zo de waterkringloop bufferen zijn verdwenen. Bijgevolg is er een toegenomen run-off van sediment, nog afgezien van het feit dat dat dikwijls de vruchtbare toplaag is die we sowieso al niet graag zouden missen. Rivieren zien bruin of geel van al dat sediment, dat in gezwinde vaart wordt afgevoerd naar de plaats van depositie, waar kustecosystemen bedolven raken onder de smurrie.

Vaak wordt de afvoer echter ook verhinderd door obstakels en door aftappen. De bouw van stuwdammen en het afleiden van rivieren ten behoeve van de landbouw leidt er toe dat veel sediment überhaupt de zee niet bereikt. De opbouw en de consolidatie van deltasystemen komt daarmee in gevaar. Zo heeft onder andere de Nijldelta last van afkalving mede als gevolg van de aanleg van de Assoean-dam. Inmiddels zijn er al stuwmeren onbruikbaar geworden doordat ze grotendeels zijn dichtgeslibd en niet meer met water maar met sediment zijn gevuld. Misschien kunnen ze op termijn worden ingepolderd en als landbouwgrond in gebruik genomen, dan hebben ze nog enig nut.

Stijgend water

Zeespiegelstijging is een ander interessant punt. Stel dat inderdaad de menselijke activiteit ten minste een gedeelte van de wereldwijde temperatuurstijging veroorzaakt, en de mens dus mede schuldig is aan het smelten van de Noordpool, de top van de Kilimanjaro en al die andere gletsjers. Dan zijn we ook mede schuldig aan de stijging van de zeespiegel als gevolg van al dat smeltwater vermeerderd met de uitzettingscoëfficiënt van het warmer wordende zeewater zelf. In dat geval zijn we enorm geologisch agens, want wanneer laaggelegen gebieden permanent overstromen zoals de Noordzee dat deed na het Pleistoceen dan verandert er veel op het gebied van de topografie, kustecosystemen en uiteindelijk zelfs op het gebied van erosie en sedimentatie. Een mooi voorbeeld van dat laatste is onze eigen Waddenzee, die niet alleen door de zeespiegelstijging maar ook door de bodemdaling als gevolg van gaswinning gigantische hoeveelheden extra sediment kan opvangen en dat zeker ook zal doen.

Kroonkurken

En in dat sediment zitten, mijn derde voorbeeld, straks de fossielen van de toekomst ingebed. Dat is voor mij als paleontoloog natuurlijk extra interessant. Wat zullen mijn toekomstige collega's in het jaar 200.000 na Christus als fossielen aantreffen in de zanden en kleien uit het lang vervlogen Holoceen? Het zal een boeiend mengsel worden van soorten die van over de hele wereld vandaan komen. Zoals paleontologen nu geografische reconstructiekaartjes maken en daarop aangeven dat een bepaalde soort, genus of familie van A naar B migreerde op moment X, zo zullen onze collega's dan een kaart tevoorschijn toveren die lijkt op een soort ontploft mikadospelletje, met migratieroutes die de aarde omspannen als een soort mandarijnennetje. In die toekomstige waddenzandsteen zitten de overblijfselen van strandgapers en mesheften uit Amerika, temidden van grote rifstructuren opgebouwd door Japanse oesters en bevolkt door kreeftjes uit de VS en een enkele reuzenkrab uit Kamtsjatka. Ik heb het dan nog niet over die andere gidsfossielen voor het Midden-Holocene waddenzand waarvan men de taxonomie maar niet op orde krijgt: kroonkurken, champgnefleswikkeltjes, stukjes doorzichtig groen obsidiaan met de letters 'Grolsch' erop, roestvrijstalen harpsluitingen en af en toe een met oesters en zeepokken begroeid rif in de vorm van een scheepswrak. Dat alles is de geologie en de paleontologie van de toekomst.

Grote verbouwing

Een zoogdiersoort leeft gemiddeld zo'n twee miljoen jaar; de meeste soorten mensachtigen aanmerkelijk korter, hoewel we hier de definitie van wat een soort is misschien wat zouden moeten oprekken. In elk geval zal *Homo sapiens* over twee miljoen jaar wel niet meer bestaan. We zijn dan óf integraal uitgestorven - een kans die ik vrij groot acht - óf overgegaan in een nieuwe, andere, verder geëvolueerde soort mensaap. Over 10 miljoen jaar zijn alle intelligente hominiden er niet meer. (Net zoals ooit de dinosauriërs er niet meer waren ook al konden ze zich dat tijdens het Late Krijt nog niet voorstellen indien ze zouden hebben beschikt over het vermogen zich iets te kunnen voorstellen.) Over tien miljoen jaar zullen er nog wel insecten door het luchtruim zoemen, zullen er vissen en schelpdieren en zeepokken bestaan en zitten er wormen in de grond. Die dieren leven dan op een aarde die mede door toedoen van de mens is geworden zoals hij dan is. We laten de aarde anders achter dan toen we hem 200.000 jaar geleden aantroffen. Voor de aarde zelf zullen wij achteraf niet meer blijken te zijn geweest dan een willekeurige meteorietinslag, die laat ook sporen na in biosfeer en in het sediment. Zo zijn we van een geologisch fenomeen een geologisch agens geworden. Als dank voor het aangenaam verpozen hebben we de tent even flink verbouwd. En dat alleen maar door met miljoenen knus onder de goed verlichte kerstboom te zitten en een paar Japanse creuses uit Yerseke naar binnen te laten glijden. **Ik wens u fijne feestdagen.**