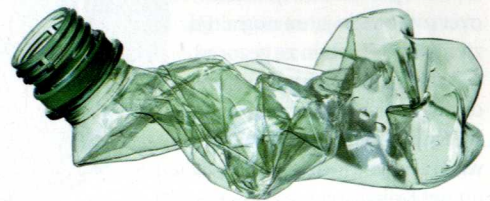




Welkom in het Antropoceen

De mens laat flinke sporen na op aarde. Zijn die sporen ook diep genoeg om te kunnen spreken van een nieuw geologisch tijdperk? Geologen botsen over de vraag of de mens een eigen tijdperk verdient.

Door Marlies ter Voorde



EEN METEORIETINSLAG, EEN serie vulkaanuitbarstingen, een openscheurende aardschok... er is nogal wat voor nodig om de omstandigheden op aarde zodanig te veranderen dat een nieuw geologisch tijdvak aanbreekt. De bekendste geologische grens, die tussen het Krijt en het Tertiair van ruim 65 miljoen jaar geleden, werd veroorzaakt door de inslag van een asteroïde met een doorsnede van 10 kilometer. Een uitstervingsgolf volgde, de dinosauriërs legden het loodje en een nieuw hoofdstuk in het geologische logboek van de aarde begon.

Het aanbreken van een nieuw hoofdstuk gaat gepaard met immense krachten en desastreuze gevolgen – zoiets hoop je als mens nooit mee te maken. En toch is dat precies wat op dit moment gebeurt, want ook nu leven we op de overgang naar een nieuw geologisch tijdvak, denken steeds meer geologen. De omstandigheden op onze planeet zijn de laatste eeuwen

zodanig veranderd dat het zijn sporen zal nalaten in de sedimentlagen, aldus vele geologen. Een nieuw geologisch tijdperk lijkt aangebroken. En de drijvende kracht? Juist: De mens.

‘Je ziet het nu al, in de sedimentlagen van de laatste decennia’, vertelt Maarten Prins, sedimentoloog aan de Vrije Universiteit in Amsterdam. Onlangs was hij nog met studenten op excursie in het schorrengebied het Verdrongen Land van Saefthinghe in de Westerschelde. Daar moest hij zijn eerdere schatting van de sedimentatiesnelheid in het gebied fors bijstellen. ‘In door ons opgeboorde lagen, waarvan ik dacht dat ze een paar honderd jaar oud waren, bleek plastic te zitten. Dat hadden ze een paar honderd jaar geleden natuurlijk nog niet.’

Zijn collega Jan Smit, gespecialiseerd in geologische catastrofes, kent soortgelijke voorbeelden. ‘Wij opperden jaren geleden al dat het Cocaolaïen een mooi tijdvak zou zijn’, zegt Smit, ‘omdat het colaflesje over de hele wereld wordt weggegooid, en

het dus mooi als gidsfossiel zou kunnen fungeren.'

Onderzoekers die pleiten voor een nieuw geologisch tijdperk stellen echter een andere naam voor: Antropoceen, ofwel het tijdperk van de mens (zie ook pag. 17). De term Antropoceen werd in 2000 voor het eerste geopperd door de Nederlandse Nobelprijswinner Paul Crutzen, verbonden aan het Max Planck-instituut voor chemie in Mainz. In een nieuwsbrief van de *International Geosphere-Biosphere Programme* stelde Crutzen dat het gepast zou zijn 'de centrale rol van de mens in de geologie en ecologie te benadrukken door de term Antropoceen te gebruiken voor het huidige geologische tijdvak.'

Sedimenten

Om een nieuw geologisch tijdvak te rechtvaardigen is er echter meer nodig dan wat plastic of glas. Zijn de sporen die wij nalaten over miljoenen jaren nog altijd zichtbaar? Hebben ze gezorgd voor een fundamentele verandering in het 'systeem aarde'? De Krijt-Tertiairgrens is wereldwijd terug te vinden: veel fossielen uit het Krijtgesteente komen in het Tertiair niet meer voor. Het gesteente uit het Krijt bestaat voor een groot deel uit kalk en dat uit het Tertiair niet, omdat veel kalkschaalproducerende micro-organismen uitstierven. Bovendien is op veel plekken precies op de Krijt-Tertiairgrens een laagje van enkele centimeters te vinden dat iridium bevat, afkomstig van de asteroïde. Zal onze activiteit ook dergelijke sporen nalaten?

Om die vraag te beantwoorden, riep de ICS (International Commission on Stratigraphy), die als taak heeft om geologische tijdvakken officieel vast te stellen, in 2009 een speciale werkgroep in het leven. Deze Werkgroep Antropoceen kwam begin 2011 met de eerste bevindingen, samengevat in een speciale uitgave van de *Philosophical Transactions* van de Royal Society. De voorlopige conclusie: de mens is een factor om geologisch gezien rekening mee te houden.

Kijk bijvoorbeeld naar onze invloed op de verspreiding van de sedimenten. Langzaam maar zeker bedekken deze de



aarde, in een proces dat al honderden miljoenen jaren aan de gang is. Afgestorven zeediertjes dwarrelen naar de bodem van de oceaan, waar hun schelpen en botten gestaag in kalklagen veranderen. In tussen komen gebergten omhoog en slijten

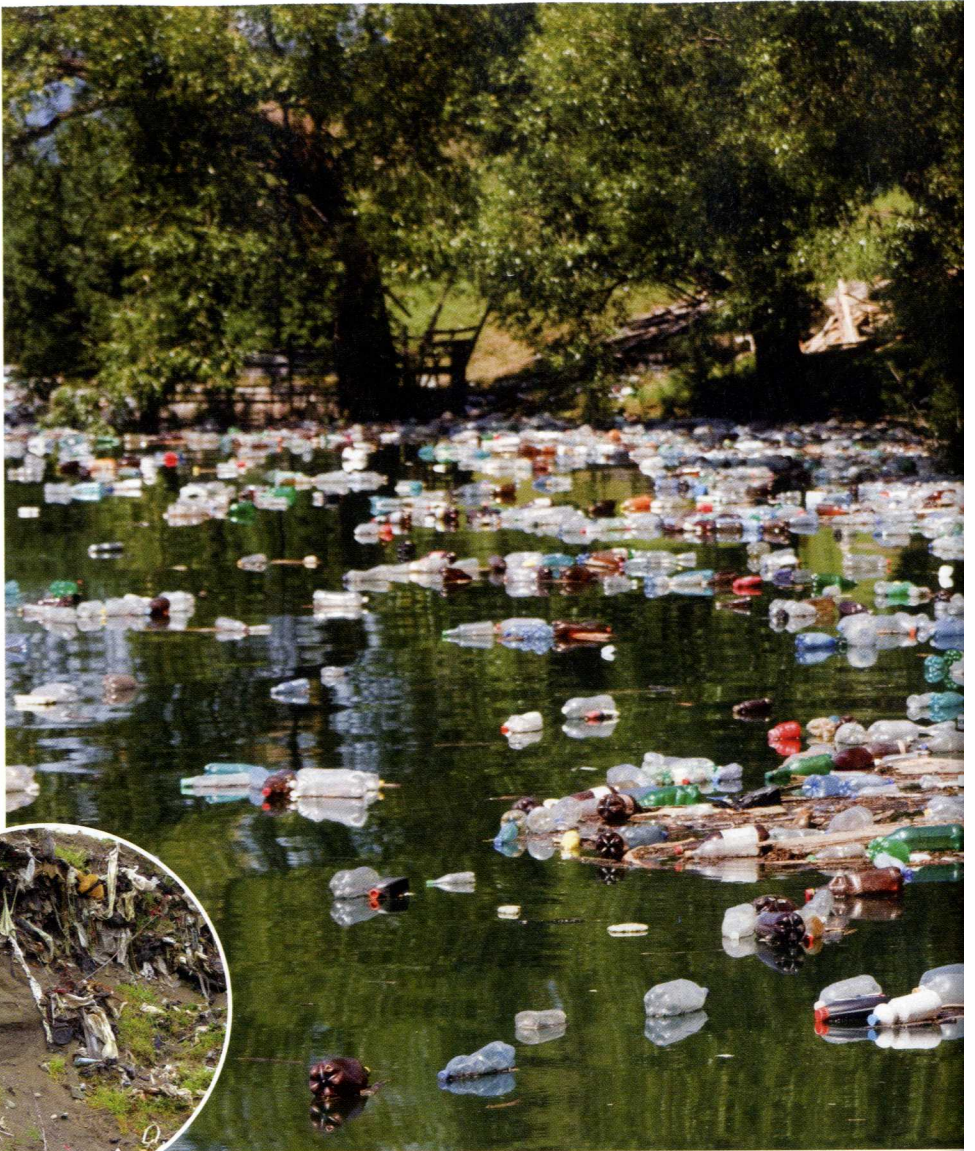
De mens is een factor om geologisch gezien rekening mee te houden

af, de restproducten worden door de rivieren afgevoerd naar zee. Soms treedt er een versnelling op, bijvoorbeeld als de hoeveelheid schelpdierdijtjes in zee plotseling toeneemt. Of als het ineens koud wordt en de rivieren in gletsjers veranderen, die als efficiënte schuurmachines over de bergen gaan.

De mens gaat echter nog grondiger te werk. Volgens berekeningen die geologen presenteerden in de eerder genoemde *Philosophical Transactions* verplaatst de mens tien keer meer grond en gesteente dan alle huidige natuurlijke processen bij elkaar. We graven zand af, hakken steenkool uit, bouwen stuwdammen en verleggen de rivieren. Over diezelfde rivieren glijden de binnenvaartschepen, voorzien van tonnen zand en grind die ze binnen een paar dagen honderden kilometers verderop afleveren.

In het Verenigd Koninkrijk is door graaf- en bouwwerkzaamheden gedurende de laatste twee eeuwen al meer dan vier keer het volume van de hoogste berg in de Schotse Hooglanden verplaatst, aldus Simon Price en zijn collega's van de British Geological Survey in de *Philosophical Transactions*.

En ook in Nederland is de mens een sedimentverplaatser van betekenis. 'Jaarlijks wordt 12 miljoen kubieke meter zand





voor de kust van Nederland gestort om kustafslag tegen te gaan,' vertelt Michiel van der Meulen, geoloog bij TNO. Dat is bijna net zoveel als de gemiddeld 14 miljoen kubieke meter sediment per jaar die de afgelopen drieduizend jaar door natuurlijke processen in de kust- en riviervlakten werden afgezet. 'In totaal wordt in Nederland zelfs zo'n 100 miljoen kubieke meter bouwgrondstoffen als zand, grind en klei gebruikt,' aldus Van der Meulen.

Stikstof

Ook op de evolutie heeft de mens een grote invloed. Vijf grote uitstervingsgolven heeft de aarde al gekend, veroorzaakt door meteorietinslagen, klimaatveranderingen of enorme vulkaanuitbarstingen – in veel gevallen weten we het nog niet helemaal zeker. De zesde golf lijkt zich momenteel te voltrekken. Tussen 1970 en 2005 nam de biodiversiteit wereldwijd af met 15 tot 20 procent, schreef een grote groep wetenschappers vorig jaar in *Science* (28 mei

◀ Plastic, plastic en nog eens plastic. De mens bezaait de aarde met plastic afval. Uiteindelijk komt plastic terecht in aardlagen, zoals bij een strandwalafzetting aan de Kaspische Zee (zie inzet). Blijft dat plastic tot in de eeuwigheid vindbaar, of verdwijnt het op den duur? SALOMON KROONENBERG



▲ Catastrofespecialist Jan Smit.

JAN SMIT

2010), en sinds 2005 is het alleen nog maar sneller gegaan. Een gebrek aan natuurlijke leefruimte lijkt één van de belangrijkste redenen te zijn. Een groot deel van de aarde bestaat inmiddels uit door mensen gemanipuleerde ecosystemen. Natuurlijke landschappen veranderen in parken, bossen zijn verdwenen om er landbouwgrond voor in de plaats te maken. En terwijl de neushoorn bijna is uitgeroeid, zijn op aarde inmiddels honderden miljoenen varkens te vinden. Zelf zullen we in 2050 al bijna met zijn 9 miljarden de aarde bevol-

'Een eigen geologische periode is een typisch voorbeeld van misplaatste arrogantie'

ken. Al met al genoeg ingrediënten voor een unieke laag van fossielen, aldus de voorstanders van het Antropoceen. De veranderingen zijn groot, maar een belangrijke voorwaarde voor een nieuw geologisch tijdperk is dat de veranderingen zichtbaar blijven. Salomon Kroonenberg, emeritus hoogleraar geologie en schrijver

van het boek *De menselijke maat*, kan er kort over zijn. Zijn advies luidt: lees het boek *The World Without Us* van Alan Weisman. Daarin wordt beschreven hoe lang bijvoorbeeld raffinaderijen, kerncentrales, landbouwgebieden en metrotunnels nog te zien blijven als de mens plotsklaps van de aardbodem verdwijnt. Hooguit een paar eeuwen, blijkt uit het boek. 'Reden genoeg om bescheiden te zijn, en geen geologische periode naar onszelf te noemen,' zegt Kroonenberg. 'Dit is een typisch voorbeeld van misplaatste menselijke arrogantie.'

Atoombommen

Ook Jan Smit relativeert de invloed van de mens. 'Als de mens is verdwenen, mogelijk over zo'n 10.000 jaar, gaat het leven gewoon door.' Dat de sporen van een uitstervingsgolf tijdens ons verblijf op aarde in de toekomst waarneembaar zijn, lijkt Smit ook niet waarschijnlijk. 'Het gaat erom of er veel organismen uitsterven die we anders straks nog als fossiel hadden kunnen terugvinden. Dan gaat het bijvoorbeeld om tweekleppigen, foraminiferen of koralen, maar juist die organismen zullen zich van het menselijke gebeuren weinig aantrekken.'

Over dat laatste is niet iedereen het eens. Ook chemisch gezien is de mens in staat zijn stempel op de aarde te drukken. Een verhoogd CO₂-gehalte in de lucht, als gevolg van menselijk handelen, kan niet alleen leiden tot een opwarming van de atmosfeer, maar ook tot verzuring van de oceanen. Hierdoor krijgen juist kalkhoudende organismen als schelpdieren en koralen het steeds moeilijker. Oceanograaf Toby Tyrell, verbonden aan de universiteit van Southampton, durfde in de *Philosophical Transactions* nog een stap verder te gaan: hij denkt zelfs dat de koralen op korte termijn – dus eerder dan de mens – uit de natuur zullen verdwijnen.

Los van de CO₂-huishouding heeft de mens ook fors ingegrepen op de fosfaat-, sulfaat- en stikstofkringloop. Zo halen we sinds het begin van de 20e eeuw stikstof uit de lucht, om het in de vorm van kunstmest in de grond te stoppen. Geologen in de verre toekomst kunnen met behulp van chemische analyses aan sedimenten moeiteloos sporen hiervan vinden in een zeer dun maar opvallend laagje dat dit korte tijdsinterval markeert.

Eon	Era	Periode	Tijdvak	10 ⁶ jaar
Fanerozoïcum	Cenozoïcum	Kwartair	Antropoceen	??
			Holoceen	?
			Pleistoceen	0,01
		Tertiair	Pliocene	1,8
			Mioceen	5
			Oligoceen	24
			Eoceen	34
			Paleoceen	55
	Mesozoïcum	Krijt		65
		Jura		144
		Trias		205
	Paleozoïcum	Perm		248
		Carboon		295
		Devoon		354
		Siluur		416
		Ordovicium		442
		Cambrium		495
Protero- zoïcum				544
Arche- ïcum				2400

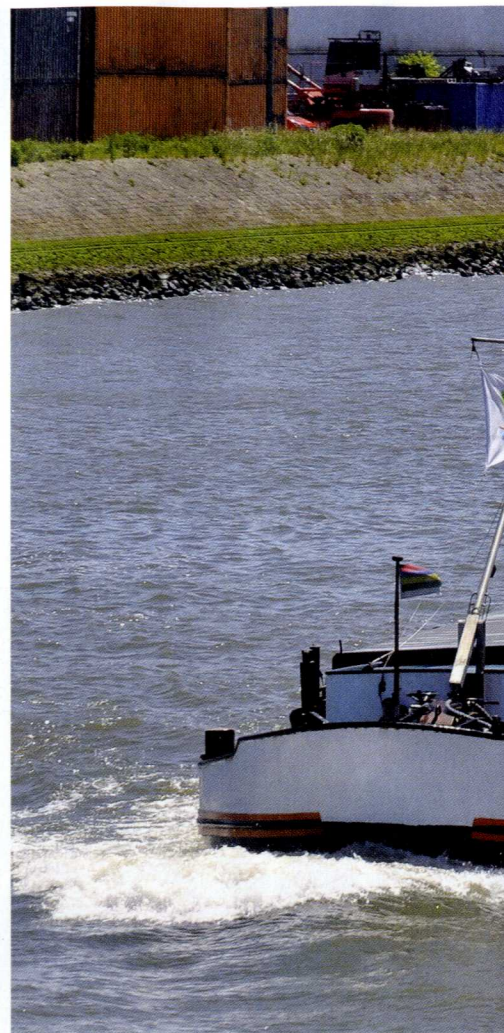
Aardse tijdperken

Geologen hebben de geschiedenis van de aarde onderverdeeld in twee zogeheten eons, die op hun beurt zijn verdeeld in era's. Deze zijn dan weer verdeeld in perioden, en die weer in tijdvakken. Op dit moment bevinden we ons in het eon Fanerozoïcum, het era Cenozoïcum, de periode Kwartair, en, vooralsnog, in het tijdvak Holoceen. Dat laatste kan veranderen als geologen

het Antropoceen omarmen, en het Holoceen voor de huidige mens geschiedenis wordt.

Het idee een tijdsinterval naar de mens te noemen, is niet nieuw. Al in 1873 lanceerde de Italiaanse geoloog en tevens katholiek priester Stoppani de term Anthropozoïcum – kennelijk wilde hij een hele era voor de mens reserveren. Het Antropoceen als periode (dus

met een g en niet met een c) werd in 1919 opgeworpen door de Russische wetenschapper Pavlov, en wordt in Rusland nog steeds gebruikt om de afgelopen 700.000 jaar aan te duiden. De Nederlandse chemicus en Nobelprijswinnaar Paul Crutzen blies het idee van het 'tijdperk van de mens' in 2000 nieuw leven in, toen hij de term Antropoceen muntte.



Hoewel de geologenwereld nog verdeeld is over de introductie van het tijdperk Antropoceen ligt de volgende vraag al klaar voor de ICS: als het Antropoceen een eigen plek in de geologische geschiedenis krijgt, wanneer is dit tijdperk dan begonnen? Sommige geologen stellen voor om te beginnen bij de opkomst van de landbouw, zo'n 5000 tot 10.000 jaar geleden, toen bossen werden gekapt om gewassen te kunnen verbouwen. Pollen van de eerste gecultiveerde planten zullen dan de eerste landbouwactiviteiten verraden. Een kleine groep geologen pleit ervoor het startpunt te leggen bij 1945, toen we atoombommen tot ontploffing brachten. Het gevolg daarvan is een scherpe geologische grens in de vorm van een radioactief laagje, dat in de verre toekomst aantoonbaar is. Met name de kernproeven uit de jaren zestig hebben een duidelijk radioactief spoor achtergelaten.

Bloeiperiode

Vooralsnog pleiten de meeste geologen ervoor om de grens te leggen bij de aanvang van de industriële revolutie, eind 18e eeuw. Een specifieke indicator van dit



◀ De mens verplaatst tien keer meer grond en gesteente dan alle huidige natuurlijke processen bij elkaar. SHUTTERSTOCK

beginpunt, dat ook over honderdduizend jaar nog zichtbaar moet zijn, is er echter niet. Daarvoor is de start van industriële revolutie geologisch gezien niet scherp en ingrijpend genoeg geweest. Als alternatief stellen onderzoekers voor om als geologische scheidslijn de aslaag te gebruiken die ontstond als gevolg van de uitbarsting van de Tamboravulkaan in Indonesië in 1815, toen de industriële revolutie net een beetje op gang was gekomen. De keuze voor een 'natuurlijke' scheidslijn noopt geologen om zich aan te sluiten bij de bescheidenheid van Kroonenberg: de mens veroorzaakt een tijdperk, maar heeft de natuur nodig om een scherpe grens te formeren.

'Of ligt het startpunt toch bij de uitvinding van het plastic?', oppert Prins, terwijl hij zijn blik laat dwalen over het met bakjes en bekertjes bezaaide binnenterrein van de VU. Het is net lunchtijd geweest, de 'sedimentlaag' van plastic lijkt de afgelopen uren weer flink te zijn aangegroeid.

De vraag is echter hoe lang het plastic blijft bestaan als wij eenmaal van de aardbol zijn verdwenen – en het antwoord is dat we dat simpelweg niet weten. Op de menselijke tijdschaal lijkt van het vergaan

van plastic geen sprake te zijn. De oceanen zijn inmiddels het eindpunt geworden van de reis van plasticdeeltjes over de aarde. In delen van de Stille Oceaan bevat het zeewater inmiddels meer plasticdeeltjes dan plankton. Maar op grotere tijdschalen? Met zo'n grote plasticvoorraad lijkt het logisch dat een deel van onze bacteriën evolueren tot een plastic-etende soortnet

'Ligt het startpunt van het Antropoceen bij de uitvinding van het plastic?'

zoals we inmiddels minuscule olie-etertjes in zee hebben rondzwemmen, voorspelde Alan Weisman eerder in *The World Without Us*.

De ICS-werkgroep die belast is met de Antropoceenkwestie werkt intussen gestaag door. 'Op dit moment buigen we ons vooral over de vraag in hoeverre de invloed van de mens op de biodiversiteit

zichtbaar zal zijn in de sedimenten,' zegt de werkgroepvoorzitter Jan Zalasiewicz. Het uiteindelijke advies over het al dan niet instellen van het tijdperk Antropoceen laat nog wel een paar jaar op zich wachten, voorspelt hij. 'Het is nog lang geen uitgemakte zaak,' aldus Zalasiewicz. Mocht de commissie aanbevelen de term in te voeren, dan stemt de ICS er vervolgens over stemmen om het besluit definitief te maken.

Of we overstappen op het Antropoceen of alsnog blijven hangen in het Holocene, het huidige tijdperk is waarschijnlijk niet zozeer het begin als wel het einde van de mens, denken zowel Smit als Kroonenberg. De mens is als geologische kracht weliswaar een factor om rekening mee te houden, maar zodra we zijn verdwenen neemt volgens hen de natuur het weer over. Volgens Smit en Kroonenberg staan we aan de vooravond van een nieuw tijdperk waarin de mens helemaal niet meer voorkomt – op dit moment produceren we slechts een dunne, maar kenmerkende sedimentlaag die de korte bloeiperiode van de mens vlak voor zijn uitsterven weerspiegelt.

Wordt het misschien toch het Cocacolaiën? Smit denkt in elk geval wel dat menselijk afval één van de best herkenbare en dateerbare aardlagen van de toekomst zal vormen. 'Een laag van pakweg 500 jaar, rijk aan allerlei uitwerpselen, van boven in de poolstreken tot de diepste oceaan, en overal gemakkelijk herkenbaar door de aanwezigheid van de kenmerkende Coca-Colafles. Dat is net zo goed waar te nemen als de Krijt-Tertiairgrens,' aldus Smit.

Of anders misschien het Obsceen, zoals Kroonenberg het enkele jaren geleden noemde in een column in *Intermediair*: 'Een laag ondefinieerbare zwarte stinken-de pulp met daarin de wonderlijkste voorwerpen, waaronder duizenden en duizenden glibberige rubberen vingers met opgekrulde randjes.' Ook deze zouden – in plaats van de colafles – als kenmerkend fossiel voor de 'menselijke grondlaag' kunnen dienen, want ook deze zijn wereldwijd in de menselijke afvalberg te vinden.

Een sedimentlaag bestaande uit rommel, afval en uitwerpselen, als erfenis van onze aanwezigheid op aarde – zie daar – maar eens een passende geologische naam bij te verzinnen. ■