

Herman Philipse

## De explosie van de tijd

Wetenschapshistorici over de geschiedenis van de aarde

*De Academische Boekengids* 62, mei 2007, pp. 16-17.

**De waarde van wetenschapsgeschiedenis bestaat onder andere hierin dat onze hedendaagse kennis minder vanzelfsprekend wordt. Terwijl Bijbelse chronologie in de zeventiende eeuw nog een bloeiende tak van wetenschap was, zal tegenwoordig geen onderzoeker meer naar de Bijbel grijpen om de ouderdom van de aarde te bepalen. Ook beseffen we door wetenschapsgeschiedenis beter wat de westerse cultuur van andere culturen onderscheidt: de exponentiële groei van wetenschap sinds de zeventiende eeuw.**

Wat is het belang van wetenschapsgeschiedenis? In 1877 hield de Duitse fysioloog Emil du Bois-Reymond een voordracht onder de titel *Culturgeschichte und Naturwissenschaft*, waarin hij het volgende zei: 'Naturwissenschaft ist das absolute Organ der Cultur, und die Geschichte der Naturwissenschaft die eigentliche Geschichte der Menschheit.' Teruggebracht tot verdedigbare proporties en ontdaan van de zelfoverschatting van een bèta, zou dit argument zo geformuleerd kunnen worden: door de groei van het culturele subsysteem wetenschap sinds de zeventiende eeuw - tussen 1650 en 1950 met een factor miljoen - en door het ontstaan van wetenschappelijke technologieën op velerlei gebied, is wetenschap een factor van steeds groter belang geworden in de wereldgeschiedenis.

Willen we de wereldgeschiedenis begrijpen, dan moeten we dus meer aandacht aan wetenschapsgeschiedenis besteden naarmate we het heden naderen. Bovendien is de exponentiële ontwikkeling van wetenschap de belangrijkste factor die het verschil verklaart tussen de westerse cultuur en andere grote beschavingen. Immigrantenkinderen uit andere culturen zouden op school enige wetenschapsgeschiedenis onderwezen moeten krijgen om te kunnen begrijpen waarom de westerse cultuur waarin ze zijn beland zo verschilt van de cultuur waaruit hun ouders voortkwamen.

Daarbij zou de nadruk moeten liggen op wetenschappelijke ontwikkelingen die ons wereldbeeld diepgaand hebben beïnvloed. Wat is de plaats van de mens in de kosmos en wat is de structuur van het universum? Vroeger werden deze wereldbeschouwelijke vragen door godsdiensten beantwoord, maar religieuze kennispretenties zijn door de wetenschappelijke vooruitgang achterhaald. Dit geldt zowel voor de dimensie ruimte als voor de dimensie tijd. Iedereen weet hoe het christendom de mens en zijn heilsgeschiedenis oorspronkelijk in het middelpunt van de wereldruimte plaatste, waarna Copernicus op grond van complexe wetenschappelijke argumenten de aarde uit het middelpunt verwijderde. Zelfs de notie van een middelpunt werd zinloos in het kader van de oneindige wereldruimten van Descartes en Newton. Ook in de relativistische kosmologieën van Einstein, De Sitter, Lemaître, Gamow, en vele anderen in de twintigste eeuw heeft de notie van een middelpunt van de wereldruimte geen zin meer. Bovendien is de ruimtelijke omvang van de kosmos zo immens dat onze planeet erbij in het niet valt.

Minder bekend is hoe men in de loop van de geschiedenis heeft gedacht over de dimensie tijd. Grofweg kunnen we daarbij drie vragen onderscheiden: Hoe oud is het universum? Hoe oud is de planeet aarde? En hoe oud is de menselijke soort? Bij elk van deze drie vragen kan men toevoegen: en hoe verliep de geschiedenis ervan? Dat de antwoorden op deze vragen sterk uiteenlopen en met deels verschillende methoden gevonden moeten worden, is iets waarvan men zich pas in de loop van de laatste drie eeuwen bewust is geworden. Aanvankelijk dachten velen dat de menselijke geschiedenis in dezelfde week begon als de geschiedenis van het universum. Zoals de filosoof Sir Thomas Browne in de zeventiende eeuw achteloos opmerkte: 'Time we may comprehend, 'tis but five days elder than ourselves.'

'IMMIGRANTENKINDEREN UIT ANDERE CULTUREN ZOUDEN OP SCHOOL ENIGE WETENSCHAPSGESCHIEDENIS ONDERWEZEN MOETEN KRIJGEN OM TE KUNNEN BEGRIJPEN WAAROM DE WESTERSE CULTUUR WAARIN ZE ZIJN BELAND ZO VERSCHILT VAN DE CULTUUR WAARUIT HUN OUDERS VOORTKWAMEN.'

De boeken van Patrick Wyse Jackson en Martin J.S. Rudwick gaan allebei over de geschiedenis van de aardwetenschap, maar hun focus en ambitie zijn verschillend. Jacksons ondertitel *Episodes in the Search for the Age of the Earth* geeft al aan dat hij zich concentreert op pogingen de ouderdom van de aarde te bepalen. Daarbij is het niet zijn oogmerk om nieuwe onderzoeksresultaten te boeken. Hij wil slechts een overzicht geven van onderzoek in de geologie, de astronomie en de godsdienstige chronologie voor een lezerspubliek dat niet vertrouwd is met de desbetreffende wetenschappelijke literatuur. Dit maakt het boek - dat bovendien een beperkte omvang heeft (291 pagina's) - geschikt als inleiding voor niet-vakgenoten. Jackson is lector in de geologie en curator van het geologisch museum van Trinity College te Dublin. Bij zijn keuze van te behandelen figuren legt hij een gezonde chauvinistische voorkeur aan de dag voor Ieren van Trinity College Dublin, zoals William Richardson (1740-1820) en John Joly (1857-1933).

Martin Rudwick is een der nestoren van de Engelstalige wetenschapsgeschiedenis, emeritus hoogleraar aan de University of California, San Diego, en als *research associate* verbonden aan de afdeling *History and Philosophy of Science* te Cambridge, Engeland. *Bursting the Limits of Time* ontstond uit de Tarner Lecturer aan Trinity College Cambridge, een positie die vóór hem bekleed werd door beroemdheden als Alfred North Whitehead en Bertrand Russell. Zijn boek, een eerste deel van twee, is een werk van groot gewicht, zowel gemeten in grammen (2.378), als in aantallen pagina's (708) en in de rijkdom aan onderzoeksresultaten. Dit magnum opus vormt de neerslag van dertig jaar onderzoek naar de ontdekking van de geschiedenis van de aarde tussen 1776 en 1848. Rudwick benadrukt het internationale karakter van de wetenschap in deze tijd en hij beschrijft het werk van geleerden uit de gehele westerse cultuur, van Rusland tot de Verenigde Staten. Ook behandelt hij met veel aandacht de technische details van wetenschappelijke ontdekkingen, iets wat vaak ontbreekt in door historici geschreven werken over wetenschapsgeschiedenis.

Beide boeken zijn leesbaar zonder voorkennis. De belangrijkste les is dezelfde: pas wanneer we ons verplaatsen in eerdere fasen van de intellectuele geschiedenis beseffen we dat de kennis waarmee wij zijn opgevoed allerminst vanzelfsprekend is. Pas dan zien we welke immense geestelijke worsteling er nodig was om deze kennis te verwerven en hoeveel wegen er zijn ingeslagen die bleken dood te lopen. Dit geldt ook voor de ontdekking van de 'diepe' tijd die is voorafgegaan aan de geschiedenis van de mens. Dat die tijd heeft bestaan en dat er een wetenschappelijk betrouwbare geschiedwetenschap van mogelijk is, die men aardgeschiedenis (*geohistory*) kan noemen, was een complexe ontdekking die vóór het laatste kwart van de achttiende eeuw niet voor mogelijk werd gehouden. Maar laten we eerst wat verder teruggaan in de *ondiepe* tijd.

'PAS WANNEER WE ONS VERPLAATSSEN IN EERDERE FASEN VAN DE INTELLECTUELE GESCHIEDENIS ZIEN WE WELKE IMMENSE GEESTELIJKE WORSTELING ER NODIG WAS OM ONZE HUIDIGE KENNIS TE VERWERVEN EN HOEVEEL WEGEN ER ZIJN INGESLAGEN DIE BLEKEN DOOD TE LOPEN.'

Speculaties over de ouderdom van de aarde of het universum vinden we in alle culturen. De gissingen lopen sterk uiteen. Of de Egyptenaren, wier scheppingsverhalen de oudste zijn die we hebben (vanaf 2700 v.C.), ook een precieze datering gaven voor het opscheppen van droog land door de god Nun uit de oorspronkelijke chaos van water, vermeldt Jackson helaas niet. Volgens het Babylonische scheppingsverhaal, zoals geschreven op zes in de ruïne van de bibliotheek van Assur-bani-pal (668-626 v.C.) gevonden kleitabletten, ontstond de aarde toen de god Marduk na eerdere godenslachtpartijen de draak van de chaos Tiamat met bliksemschichten versloeg en doormidden hakte. De ene helft werd de aarde, de andere de hemel. Wanneer dit gebeurde, vermeldt het verhaal niet, maar het moet eerder zijn geweest dan de eerste mens, die een half miljoen jaar geleden zou zijn ontstaan.

Volgens de vedische traditie in het hindoeïsme ontspruit de wereld uit een gouden ei. Na duizend jaar breekt de god Brahman tevoorschijn en neemt het scheppen ter hand. Er zijn honderdduizend kosmische levenscycli van ei tot wereldbrand, die elk twee kalpa's van 4.320.000.000 jaar duren. Hindoes houden van grote getallen en hebben dan ook veel goden, wellicht zo'n dertig miljoen. Het is jammer dat Jackson de Stoa niet bespreekt, een Griekse filosofenschool volgens welke de geschiedenis van het universum, die zich voltrekt in het 'grote jaar', oneindig vaak op precies dezelfde wijze wordt herhaald. Deze visie zou Nietzsche ruim twee millennia later propageren onder de titel *Die Ewige Wiederkehr des Gleichen*.

Uit een duister fragment van Aëtius over Diogenes van Babylon, die leefde in de tweede eeuw voor Christus, hebben geleerden opgemaakt dat een groot jaar volgens hem 3.942.000 kalenderjaren zou omvatten. Christenen in de antieke wereld, die werden uitgelachen om hun verhaal over de lichamelijke opstanding, plachten erop te wijzen dat de stoïcijnse wereldherhaling ook een soort lichamelijke opstanding impliceert. Daarom vinden we de meeste stoïcijnse fragmenten over het onderwerp in christelijke bronnen, zoals de filosoof Jaap Mansfeld heeft betoogd.

Vergeleken met deze grote getallen en oneindigheden doet de christelijke gedachte dat universum, aarde en mens zo'n paar duizend jaar voor Christus zijn ontstaan door een schepping *ex nihilo* wat kinderachtig aan. Toch was dit tot lang na de middeleeuwen de overtuiging van christelijke geleerden. Natuurlijk liepen de schattingen wel uiteen. Volgens Theophilus van Antiochië, die stierf in het jaar 191, was de wereld ruim 5.698 jaar oud toen hij zijn traktaat *Ad Autolyicum* schreef, terwijl Heinrich Bullinger (1504-1575), die de reformatie naar Zürich bracht, de schepping dateerde in 3004 v.C.

In de zeventiende eeuw ontstond een ware hausse van traktaten over Bijbelse chronologie. Het was een serieuze tak van wetenschap, omdat men de overtuiging huldigde via de Bijbel het moment van de schepping en dus ook van het laatste oordeel te kunnen bepalen. Het aantal verschillende dateringen loopt in de honderden. Zoals William Nisbit opmerkte in zijn boek *A Scripture Chronology* (1655): 'There is great disagreement among chronologers in counting the years from the Creation of the World to the death of our Saviour.'

De moeilijkheden voor een Bijbelse chronoloog waren dan ook niet gering. Moet men de Griekse Septuagint volgen of de Hebreeuwse masoretische Bijbeltekst? Volgens de eerste lagen er 2.262 jaren tussen schepping en zondvloed, maar volgens de laatste slechts 1.656 jaar. Moet men de Bijbelse

genealogieën letterlijk nemen, ook wanneer wordt beweerd dat Sem, zoon van Noach, nadat hij op zijn honderdste Arpachsad had verwekt, nog vijfhonderd jaar leefde en zonen en dochters verwekte (Gen. 11:10-12)? Hoe lang duurde een Bijbelse scheppingsdag: een zonnedag of duizend jaar? Vergelijk Psalm 90, vers 4: 'Want duizend jaren zijn in uw ogen als de dag van gisteren.' Ook wijzigden Egyptenaren en Romeinen de kalender enkele malen, dus kalenderjaren duurden niet altijd even lang. De bekendste datering is zonder twijfel die van aartsbisschop Ussher, door Jackson uitgebreid behandeld. Ussher was tenslotte een Ier, geboren te Dublin op 4 januari 1580, en er is een familieband met Jackson.

'AANVANKELIJK DACHTEN VELEN DAT DE MENSELIJKE GESCHIEDENIS IN DEZELFDE WEEK BEGON ALS DE GESCHIEDENIS VAN HET UNIVERSUM.'

In zijn boek *Annales veteris testamenti, a prima mundi origine deducti: una cum rerum Asiaticarum et Aegyptiacarum chronico, a temporis historici principio usque ad Maccabaicorum initia producto* (Londen, 1650, 1654) kwam Ussher na grondige studie tot de conclusie dat de schepping begonnen is op de avond van zaterdag 22 oktober van het jaar 4004 voor Christus. Jackson ruimt talrijke misvattingen rond Ussher uit de weg. Hij noemt ook Thomas Allen, een andere Bijbelse chronoloog uit de zeventiende eeuw, die zijn vakgebied met wat meer wetenschappelijke scepsis bezag. Van hem geeft Jackson het volgende citaat uit *A Chain of Scripture Chronology* (1659):

*The Sacred Writ is the best Register: Therein its Age possibly may be found; but so various and discrepant are the Calculations of men, that it may be ranked amongst unsearchable.*

Met andere woorden: er is geen beter register dan de Bijbel om de ouderdom van de wereld of aarde te bepalen, maar aan de berekeningen der Bijbelse chronologie kleeft enige onzekerheid.

Het was dan ook geen slecht idee te gaan zoeken naar betere dateringsmethoden, waarvan in de loop van de achttiende en negentiende eeuw een veelheid werd ontwikkeld. Inmiddels was de aarde een planeet geworden en duidelijk onderscheiden van het universum. Laat ik me daarom beperken tot enkele voorbeelden van methoden om de ouderdom van de aarde te bepalen. Een pionier was Edward Lhuyd (1660-1709), die op jacht naar fossielen in Snowdonia, Noord-Wales, de Llanberis Pass passeerde. Daar zag hij immense steenbrokken, *boulders*, waarvan hij dacht dat ze van de rotsen naar beneden waren gevallen. Omdat niemand zich zo'n val kon herinneren, postuleerde hij dat er slechts één in de twintig tot dertig jaar was neergestort. Voor zo'n tienduizend steenbrokken leverde dit een minimale ouderdom van de aarde op van tweehonderd- tot driehonderdduizend jaar.

Een andere pionier, die overigens door weinigen serieus werd genomen, was Benoît de Maillet (1656-1738). In zijn *Telliamed; ou Entretiens d'un philosophe indien avec un missionnaire français* (postuum, 1748) vergeleek hij metingen van de gemiddelde veronderstelde daling van het zeeniveau door verdamping met de hoogste schelpfossielen boven de Middellandse Zee. Hij kwam tot de conclusie dat de aarde minimaal twee miljard jaar oud moet zijn. Later bleek dat de *boulders* door gletsjers op de Llanberis Pass waren gedeponeerd en dat het zeeniveau niet alsmaar daalt.

Deze voorbeelden maken duidelijk dat meetmethoden vaak berusten op assumpties. Een hardnekkige controverser was die tussen uniformitaristen en catastrofisten. De eersten verdedigden de opvatting dat datering van de aarde onmogelijk is als we niet aannemen dat natuurprocessen in elke tijd op dezelfde wijze verlopen, zodat we experimenteel verworven kennis kunnen extrapoleren naar het verleden. Catastrofisten meenden daarentegen, aanvankelijk op Bijbelse gronden (de zondvloed) en later met wetenschappelijke argumenten, dat de aarde er vroeger zo anders uitzag dan nu dat een dergelijke extrapolatie problematisch is. Een vooraanstaand uniformitarist was James Hutton (1726-1797), die in zijn *Abstract on the System of the Earth, its Duration, and Stability* (1785) de erosiesnelheid van rotsen als maat suggereerde, hoewel hijzelf meende dat erosie te langzaam gaat om goed waarneembaar te zijn. Ondanks het theologische perspectief waarin hij zijn theorie van de aarde plaatste, concludeerde hij in 1788:

*It is vain to look for anything higher in the origin of the Earth. The result, therefore, of our present enquiry is, that we find no vestige of a beginning, - no prospect of an end.*

Georges Leclerc de Buffon (1707-1788), curator van de Jardin du Roi te Parijs, bracht een andere meetmethode in praktijk. Bij zijn buitenhuis liet hij een oven bouwen, die nog bestaat, waarin hij witgloeiende ijzeren bollen van verschillende grootte liet vervaardigen. Door aan het oppervlak van de bollen de afkoelingstijden te meten van witheet tot kamertemperatuur en die tijden te correleren met de massa van de bollen, berekende De Buffon dat de aarde minstens vijftigduizend jaar oud moet zijn. Correctie voor andere materialen die we in de aarde vinden, leidde uiteindelijk tot een uitkomst van 74.832 jaar.

Deze afkoelingstheorie, gebaseerd op de assumptie dat de aarde aanvankelijk heet was, werd later opnieuw toegepast door de natuurkundige William Thomson (beter bekend als Lord Kelvin, 1824-1907), nu met behulp van de tweede wet van de thermodynamica. Onder meer door metingen van de temperatuur in mijnschachten kwam Kelvin tot de conclusie dat de aarde niet ouder kan zijn dan 24-60 miljoen jaar, wat veel te kort was voor Darwins evolutietheorie. Geen wonder dat Darwin in de eerste druk van *The Origin of Species* (1859) een andere methode prefereerde: de meting van het afslijten van

rotsen, op grond waarvan hij de ouderdom van het landschap van Wealden inschatte op ruim driehonderd miljoen jaar. Deze passage kon echter de toets der kritiek niet doorstaan en verdween uiteindelijk geheel in de derde druk.

In *Bursting the Limits of Time* beschrijft Rudwick minutieus hoe aan het einde van de achttiende eeuw de wetenschap van de geologie ontstond onder invloed van veldwerk op een aantal verschillende terreinen: mineralogie, fysische geografie en mijnbouw zoals wetenschappelijk verwerkt in de 'geognosie'. Het in kaart brengen van de verschillende aardlagen en de constatering dat in elke aardlaag andere fossielen voorkomen, leidde tot het besef dat een 'diepe tijd' was voorafgegaan aan het menselijk bestaan. De classificatie van geologische strata, die oorspronkelijk per land verschilde, werd pas rond 1900 gestandaardiseerd. Wanneer men aanneemt dat de hogere strata jonger zijn dan de lagere, tenzij er indicaties zijn voor omkeringen, kan men een relatieve datering opstellen van aardlagen en fossielen. Maar is er ook een absolute datering van elke laag in aantallen jaren mogelijk? Voor het antwoord op deze vraag moeten we het rijk geïllustreerde werk van Rudwick weer verlaten en terugschakelen naar Jackson.

Een dramatisch hoogtepunt van *The Chronologers' Quest* wordt bereikt wanneer Jackson verhaalt van een voordracht die de Britse fysicus Ernest Rutherford (1871-1937) in 1904 te Londen hield over de kort daarvoor ontdekte radioactiviteit. Tot zijn grote schrik zag Rutherford de 79-jarige Lord Kelvin op de eerste rij zitten, wiens werk over de datering van de aarde via de afkoelingsmethode naar de prullenbak werd verwezen door de ontdekking van radium. Rutherford herinnert zich later hoe een kleine paniek hem beving toen Kelvins aandacht opflakkerde zodra het thema van de chronologie van de aarde werd aangesneden:

I saw the old bird sit up, open an eye and cock a baleful glance at me! Then a sudden inspiration came to me, and I said Lord Kelvin had limited the age of the earth, *provided no new source of heat was discovered*. That prophetic utterance refers to what we are now considering tonight, Radium! Behold!

Vanaf dat moment zou het nog een kleine vijftig jaar duren totdat Clair Cameron Patterson (1922-1995) na onderzoek van het lood in de Canyon Diablo meteoriet concludeerde dat de aarde zo'n vierenhalf miljard jaar oud moet zijn, een datering die door verder onderzoek bevestigd werd.

Het is onvermijdelijk dat in beide hier besproken boeken het thema 'wetenschap en godsdienst' ter sprake komt. Jackson behandelt het ontspannen en terloops; Rudwick voelt zich als professionele wetenschapshistoricus verplicht de politieke correctheid te onderschrijven die wat dit betreft heerst in zijn Engelstalige vakgebied. Hij benadrukt in zijn inleiding terecht dat het misleidend is te spreken van een simpel conflict of een eenduidige 'oorlog' tussen wetenschap en godsdienst, zoals enkele auteurs aan het einde van de negentiende eeuw met verve hebben gedaan. Noch wetenschap noch godsdienst was immers een homogene entiteit met een onveranderlijke essentie; er was vaak sprake van vruchtbare interactie tussen beide. Rudwick besluit de desbetreffende alinea als volgt:

I hope this book will help to show, just by example, how religious and scientific practices and knowledge claims have interacted, in ways that have varied widely according to place, time, and above all, social location. Such a modest and untidy conclusion will be deeply unsatisfying to crusading atheistic fundamentalists (and perhaps to religious ones too), but it does better justice to the historical realities.

Deze aandacht voor de minutiae van de geschiedenis is prachtig en ze leidt tot genuanceerdheid. Het gevaar is echter dat men door de bomen het bos niet ziet en de grote lijn van de geschiedenis uit het oog verliest. Hoe moet men die trekken? Het beste antwoord op deze vraag staat niet zover af van de oorlogsmetafoor die Andrew Dickson White gebruikte in zijn veel verguisde boek *A History of the Warfare of Science with Theology in Christendom* (1896). Terwijl in de zeventiende eeuw de Bijbel beschouwd kon worden als een betrouwbare bron voor kennis over de wereld, zal geen verstandig mens tegenwoordig nog waarde hechten aan wat in die compilatie wordt gezegd over de ouderdom van het universum en andere wereldse zaken. Wat dit betekent voor de pretentie van sommige theologen dat de Bijbel een openbaring bevat van een onfeilbare god, is een probleem waarvan ik de oplossing gaarne aan hen toevertrouw.

Zowel *The Chronologers' Quest* van Jackson als Rudwicks imposante *Bursting the Limits of Time* is prachtig uitgegeven en voorzien van vele illustraties. Beide boeken zijn voorbeelden van wetenschapsgeschiedenis op zijn best: door de worstelingen van geleerden en onderzoekers uit het verleden te bestuderen, wordt de hedendaagse cultuur van haar vanzelfsprekendheid ontdaan.

**Herman Philipse** is universiteitshoogleraar aan de Universiteit Utrecht.

Met dank aan de afdeling antieke wijsbegeerte van deze universiteit.

**Besproken boeken:**

*Bursting the Limits of Time. The Reconstruction of Geohistory in the Age of Revolution*  
door **Martin J.S. Rudwick**  
The University of Chicago Press. Chicago 2005.  
708 pag., € 48,45

*The Chronologers' Quest. Episodes in the Search for the Age of the Earth*  
door **Patrick Wyse Jackson**  
Cambridge University Press. Cambridge 2006.  
291 pag., € 32,95