

HOE OUD IS DE AARDE?

door A.P. SCHUDEBEURS

Zolang de mens bestaat is er over deze vraag nagedacht. Dat er een begin moest zijn achtte ook de primitieve mens vanzelfsprekend en zodra men erin geslaagd was een tijdrekening te scheppen, kwam naast de vraag van het "hoe" ook die van het "wanneer" naar voren.

Godsdienst, wetenschap en filosofie trachtten vroeger zowel als nu, elk voor zich of in samenwerking, een antwoord op deze vraag te geven. In vroeger eeuwen meende men een afdoend antwoord te kunnen putten uit de Bijbel. Door de leeftijden van de aartsvaders en koningen uit het oud-testamentische Israël min of meer nauwkeurig te berekenen, kwam men tot de slotsom dat de schepping van de aarde ongeveer 60 eeuwen achter ons moest liggen. Er waren zelfs schrijvers die, gewapend met scholastisch-spitsvondige argumenten, zeer stellig beweerden datum en uur van de schepping van de aarde te kennen.

Zo waren er in de vorige eeuw nog velen die vasthielden aan een leeftijd van plm. 6000 jaren voor onze aarde. Wel gingen er al eerder stemmen op die pleitten voor een veel oudere leeftijd, maar vooral aanvankelijk vonden ze niet veel gehoor. De wetenschap die zich met de bestudering van de aarde bezighield, de geologie dus, stond nog in de kinderschoenen. Specialisten in dit vak waren er weinig of niet, maar wel hadden reeds meerderen zich het hoofd gebroken over de vraag hoeveel tijd er gemoeid was geweest voor geologische processen als het tot stand komen van een diep ingesneden rivierdal in vaste, solide rotsgebergten, of voor de afzetting van lagen zand en klei in pakketten van honderden meters dikte. Hun conclusie was steeds dat er voor elk van deze verschijnselen vele eeuwen nodig geweest waren, meer dan de bijbelse tijdschaal omvatte.

Natuurlijk kon men zich bepaalde processen versneld denken door plotselinge veranderingen die zich in ijltempo voltrokken. Sprak ook niet de Bijbel van een zondvloed waarbij al het bestaande door het water werd verzwolgen, buiten de geredden in Noach's ark? En waren er, behalve de woeste waterstromen van de zondvloed nog geen andere gebeurtenissen, waarbij het aangezicht van Moeder aarde ernstig werd gekwetst, zoals aardbevingen en vulkanische uitbarstingen? Zo kwam de Franse geleerde Cuvier ertoe zijn catastrofentheorie te verkondigen, waarin gesteld werd dat behalve de zondvloed, nog enkele andere sterk ingrijpende en in korte tijd plaats vindende gebeurtenissen aansprakelijk waren voor het in korte afwisseling op elkaar gestapeld zijn van gesteenten als zand en graniet, klei en bazalt. Iedere wijziging in de normale opeenvolging was toe te schrijven aan zo'n catastrofe. Maar toen men na verloop van tijd de aarde beter leerde kennen en voor elke breuk, discordantie en dergelijke opnieuw aan een catastrofe moest denken, werd het nodig tientallen catastrofes achter elkaar te schakelen en kwam men alras tot de ontdekking dat zelfs voor het snelle tempo waarin elke periode zich voltrokken zou hebben, men tekort kwam aan de vooropgestelde 6000 jaren.

Het was de grondlegger van de moderne geologie, de Engelsman Lyell, die omstreeks 1830 de doodsteek toebreacht aan Cuviers' catastrofentheorie en de gedachte uitsprak dat de natuur voorheen niet met andere middelen werkte dan tegenwoordig. Er waren wel plaatselijke en graduele verschillen, maar er moest niet gedacht worden aan plotseling optredende en zeer diep ingrijpende factoren bij de wording van de aarde.

Toen Lyell's leerling, de overbekende Darwin, in 1858 zijn boek "Het ontstaan der soorten" publiceerde, waarin hij zijn zienswijze gaf over het ontstaan van steeds gecompliceerder levensvormen uit eenvoudiger, werd duidelijk dat alleen voor deze evolutie van het leven op aarde vele millioenen jaren nodig waren geweest. Bovendien moest er een levenloze periode aan voorafgegaan zijn en ook deze kon niet van korte duur zijn geweest. Wellicht had de laatste periode wel even lang geduurd als de eerste. Want volgens de hypothese van Kant en Laplace moest de aarde ontstaan zijn als nevelvlek in het heelal, misschien wel als dochter van de zon en zeker met een ontzaglijk hoge temperatuur. Naarmate deze nevelvlek afkoelde was verdichting ontstaan, de gaswolk was tot vloeistof geworden om tenslotte een vaste korst te krijgen om een kern van kokende vloeistoffen en gassen.

De natuurkundige William Thomson, Lord Kelvin, berekende in de vorige eeuw dat, afgaande op de hoeveelheid warmte die de aarde sinds haar ontstaan door uitstraling had verloren haar leeftijd misschien 20 miljoen of hoogstens 40 miljoen jaar moest zijn. Maar er was geen geoloog die met deze leeftijd genoegen nam, want alleen om de evolutieverschijnselen te kunnen verklaren was, naar men stellig meende, veel meer tijd nodig. Hoewel de geologen niet in staat waren een fout aan te tonen in Lord Kelvin's berekeningen zochten ze toch naar andere methoden om de leeftijd van de aarde te kunnen bepalen.

Het zoutgehalte van de oceanen leek een uitgangspunt te bieden. Toen de temperatuur van de aardkorst beneden de 100° C was gedaald, zo redeneerde men, kon de aanwezige waterdamp condenseren tot water. Het regenwater loste, evenals nu, zout op uit de gesteenten, Beken en rivieren voerden het water naar lagere bekkens, de eerste zeeën, waaruit weer water kon verdampen en waarbij het zout achterbleef. De zee werd dus steeds zouter.

"Aannemende dat gedurende dit tijdsverloop aan de zeeën evenveel zout per jaar is toegevoegd geworden als heden geschiedt zijn er ruim honderd miljoen jaren nodig geweest om het zoutgehalte tot het tegenwoordige bedrag op te voeren. De vastlanden waren vroeger weliswaar kleiner dan thans (immers aanvankelijk was de gehele aarde door zee bedekt, waaruit door vulkanische uitbarstingen en grondverschuivingen de vastlanden langzamerhand te voorschijn kwamen) maar de vulkanische verschijnselen waren menigvuldiger, zodat de vergroting van de ene factor gepaard ging met de verkleining van de andere. Neemt men aan dat het oorspronkelijk zoutgehalte van de oerzee de helft was van het tegenwoordige, dan komt men op een ouderdom van ongeveer 50 miljoen jaren".

Aldus een oude encyclopedie.

Er werd opgemerkt dat aan deze berekening fouten moesten kleven. De zeewind waait veel zout landinwaarts, misschien wel evenveel als er door regen en rivieren wordt afgespoeld. Maar het staat wel vast dat door de rivieren doorlopend zout naar zee wordt gebracht en ook dat de zeeën die in afgesloten bekkens liggen (Kaspische zee, Dode zee) steeds zouter worden. In 1899 werd opnieuw een berekening opgezet en men kwam toen op minstens 90 miljoen jaren. Weer dertig jaar later gaf de "zee-zout-aardeleeftijd-berekening" al 400 tot 600 miljoen jaar tot uitkomst. Maar wie zou zeggen of dit juist was, waar er zoveel ongewisse factoren in het spel waren?

Een andere poging om de ouderdom van de aarde te berekenen, ook al weer een halve eeuw oud, baseerde zich op de erosie-verschijnselen. Men meende te weten dat er gemiddeld 1400 jaren nodig waren om van een niet te vlakke en uitstekende rotspartij een pakket van een meter dikte te doen verdwijnen door verwerking, regen en stromend water. De jongste ketengebergten als de Himalaya en

de Andes zijn ontstaan aan het einde van het Tertiair. De toppen van de Himalaya zijn gemiddeld 6000 meter en die van de Andes 5000 meter hoog. Het algemeen gemiddelde hiervan is 5500 meter en deze hoogtemaat werd nu het uitgangspunt van de berekening.

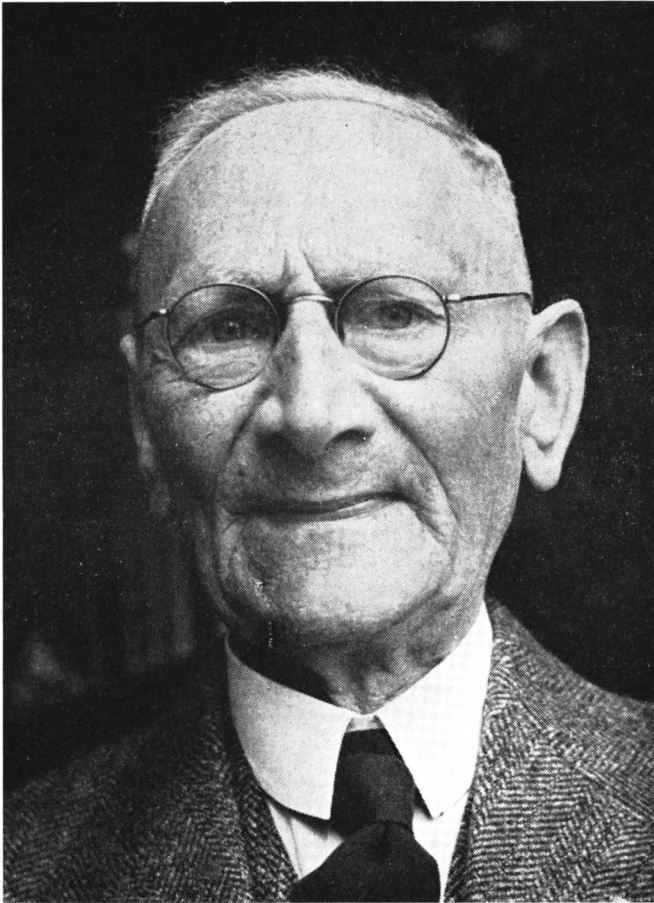
De gebergten die tijdens het Carboon zijn ontstaan zijn dus heel wat ouder en ook heel wat lager. In Oost-Afrika vindt men gemiddeld 2000 m en in het Alleghanygebergte (Appalachen in de U.S.A.) berekende men de gemiddelde tophoogte op 1500 m. Het tweede algemeen gemiddelde was dus 1750 meter en het verschil met de gemiddelde tophoogte van de jongste ketengebergten is $5500 - 1750 = 3750$ meter. Dit verschil moest dus van de Carbonische gebergten zijn afgesloten, wanneer men tenminste aanneemt dat ze oorspronkelijk even hoog geweest zijn als nu de Himalaya en de Andes. Met de verlaging zijn dan $1400 \times 3750 = 5.300.000$ jaren gemoeid. Toegepast op de nog oudere gebergten kwam men tot de slotsom dat er vanaf het Cambrium tot heden 16,5 miljoen jaren verlopen moesten zijn. Verder aannemende dat het Azoïsche tijdperk even lang had geduurd kwam men op een totale leeftijd van 33 miljoen jaren. Men ziet wel dat men de erosiesnelheid van de huidige tijd zonder meer op het verleden toepaste. Dat deze van plaats tot plaats sterk kan verschillen en zeker sterk wisselt met de hoogteverschillen werd niet in aanmerking genomen.

Weer een andere berekening is op te zetten wanneer men de snelheid kent waarmede de laagjes van de sedimenten worden neergelegd. In Zweden heeft de Geer als eerste de laagjes geteld die sinds de laatste ijstijd boven elkaar zijn afgezet in stuwweren, gelegen voor de rand van afsmeltende gletschers. De smeltwaterbeekjes, komende van de gletschers, vormden delta's in zo'n meer van de meegestroomde grovere delen, terwijl het fijnere slib verderop in het meer rustig tot bezinking kwam. Wanneer in de zomer grotere hoeveelheden ijs smolten en de stroomsnelheid van het water groter is, zal het fijnere materiaal niet licht tot bezinking komen en wordt in hoofdzaak zand afgezet. Eén grof en één fijn laagje samen heet nu een warve. De grove laagjes zijn lichter, de fijnere donker van kleur. Door het tellen van deze warven - de "jaarringen" dus - kon men nagaan hoeveel jaren er gemoeid zijn geweest met de afzetting van het gehele pakket en door vergelijking met warvenklei op andere plaatsen kreeg men een inzicht in de duur van de verschillende ijstijden.

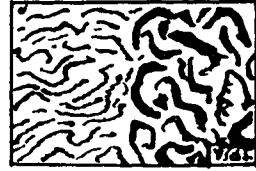
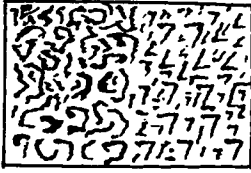
Men heeft getracht op analoge wijze - dus door het tellen van lagen - in geheel andere sedimenten eveneens tot exacte ouderdomsbepalingen te komen. Het is duidelijk dat bij voorbeeld met de afzetting van de soms 3 km dikke Cambrische sedimenten, zoals die op verschillende plaatsen van Europa voorkomen, enorm lange tijden gemoeid zijn. Het zijn zandstenen van gelijkmatige korrelgrootte en "jaarringen", zoals bij de warven, komen er niet in voor. Wat weten we dan van de sedimentatiesnelheid in de Cambrische zee? Een vergelijking met tegenwoordige toestanden is niet te maken want de sedimentatiesnelheid loopt, op verschillende plaatsen in de wereld onderzocht zijnde, sterk uiteen. En wie zegt of tijdens de sedimentatie nog bodembewegingen hebben plaats gevonden die de sedimentatie beïnvloed kunnen hebben, of zijn alle laagjes werkelijk rustig op hun plaats blijven liggen? Duidelijke discordanties ontbreken weliswaar en aanzienlijk snelle bewegingen zullen er dus niet geweest zijn, maar zegt dit voldoende?

Zo liepen tenslotte alle pogingen van de wetenschap, om met zuiver geologische middelen de ouderdom van de aarde te berekenen vast. Het waren de natuurkundigen die tenslotte de weg wezen om tot betrouwbaarder gegevens te komen.

Als gezegd baseerde Lord Kelvin zijn berekeningen op een vooropgestelde gelijkmatige afkoeling van de aarde. Maar sinds het echtpaar Curie de radioactieve stoffen ontdekte begreep men dat



*In het voorjaar van 1963 verschijnt de prachtige
vijfde druk van het Keienboek
van de heer P. van der Lijn, de nestor
in onze Geologische Vereniging*



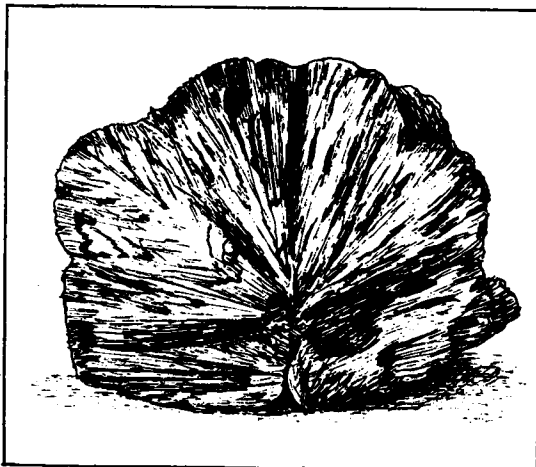
Typen van Schriftgraniet naar 4 verschillende zwerfstenen.



Micropegmatie : Kwarts met orthoklaas in eutektische vergroeiing



Toermalijn, karakteristiek op het breukvlak van een toermalijngraniet van Urk



Radiaalstralige pyriet-bal van het vuursteenstrand bij Ault, Normandië, door midden geklopt.

In 1911 vond een merkwaardig gesprek plaats tussen de bekende natuurvorser E. Heimans en de heer P. v. d. Lijn. De schaarse en wetenschappelijke werken in de geologie waren toen nog niet zo aantrekkelijk voor de amateur als thans. Heimans hield destijds een lezing over bloemen en vogels. In de pauze toonde Van der Lijn hem een 10 cm groot fossiel koraal met een holte vol kwarskristallen, waarop Heimans enthousiast antwoordde: „Och bloemetjes en vogels zijn wel mooi, maar stenen is je ware.” Deze uitspraak stimuleerde Van der Lijn op een reeds ingeslagen weg verder te gaan. Sedert die tijd ontplooidde hij een grote activiteit en weldra verschenen van zijn hand talrijke publicaties in diverse natuurhistorische geschriften. Hij was een all-round amateur-geoloog geworden.

Velen van ons genieten het voorrecht de heer P. v. d. Lijn te hebben ontmoet op talrijke lezingen, excursies en vergaderingen. De vitaliteit en enorme kundigheid is typerend voor deze nestor. Ondanks zijn hoge leeftijd is hij nog steeds wat men noemt „de kei” op dit gebied gebleven.

Thans is in ons land het aantal belangstellenden voor deze interessante natuurstudie zo groot geworden dat zelfs de Ned. Geologische Vereniging in de ruim 16 jaren van haar bestaan mocht uitgroeien tot 750 leden. Ongetwijfeld heeft „Het Keienboek” zijn doel dus niet gemist. De eerste druk verscheen reeds in het jaar 1923 en werd gevolgd door nieuwe uitgaven in 1943, 1949 en 1958.

Nu is de vijfde druk in voorbereiding. Door de grote vlucht, welke de kleurenfotografie de laatste jaren heeft genomen, kan ook dit standaardwerk niet achterblijven bij de vele fraaie natuurpublicaties, die alom verschijnen. Door uw medewerking kan deze jubileumuitgave ook van kleurenfoto's worden voorzien en uitgroeien tot een werk van formaat, de heer P. v. d. Lijn waardig.

Op de jaarvergadering van onze vereniging te Arnhem op 15 april j.l. is immers met **algemene** stemmen besloten hiertoe een actie onder de leden te houden. Als aanbeveling werd een gift ter grootte van de contributie van een half jaar voorgesteld. Ieder, die deelneemt aan deze actie, heeft kans het jubileumboek, voorzien van een persoonlijk dankwoord van de schrijver, bij loting gratis te ontvangen. U kunt uw bijdrage storten op postrekening 848955 ten name van de Nuts-spaarbank te Heerde met vermelding „P. v. d. Lijnfonds”.



Het geologisch reservaat P. van der Lijn, ijstijdlandschap.

Wij kunnen nu reeds mededelen dat:

Het boek naast 32 kleurenfoto's enige nieuwe zwartwit opnamen en vele nieuwe tekeningen zal bevatten, waarvan hier enkele zijn afgedrukt.

Het boek is uitgebreid met diverse onderwerpen, zoals de moderne methoden voor geologische ouderdomsbepaling en de nieuwste inzichten in de evolutie.

De omvang wordt met circa 25 blz. vergroot.

de aarde ook een eigen warmtebron bezit. Het eerste werd dit vastgesteld bij uranium ertsen, maar later vond men nog andere radioactieve mineralen. Alle gesteenten die ontstaan zijn direct uit de stollende, hete brij onder het aardoppervlak, de magmatische gesteenten dus, bevatten meer of minder radioactieve elementen, waarvan het genoemde uranium er een is.

Nu bleek dat dit uranium niet zichzelf blijft, maar wordt omgezet in andere stoffen, n.l. helium en lood, waarbij straling en tenslotte warmte vrij komt in een zo aanzienlijke hoeveelheid dat men tegenwoordig aanneemt, dat het warmteverlies door uitstraling in de ruimte er bijna geheel door gecompenseerd wordt. Voegt men de van de zon ontvangen warmte er nog bij, dan zou tegenwoordig de temperatuur van de aarde constant blijven, naar men aanneemt. Maar de radioactieve omzettingen hebben ons nog meer geleerd.

Omzettingen van de ene stof in de andere in scheikundige zin zijn bekend genoeg. Verbranding is er een van. Voor verbranding van hout of steenkool zijn altijd enkele voorwaarden te vervullen, bij voorbeeld voldoende zuurstof, ontstekings temperatuur e.d. De snelheid van de verbranding kan men regelen, men kan er invloed op uitoefenen. De radioactieve processen verlopen echter principieel anders. Deze zijn niet te beïnvloeden door omstandigheden van buitenaf, maar worden blijkbaar bepaald door het radioactieve element zelf. Hoge of lage drukken en temperaturen evenmin als de chemische verbindingen waarin de radioactieve elementen voorkomen hebben ook maar de geringste invloed op 't verloop van het radioactieve proces. De snelheid hiervan is dus volkomen constant. Toen men deze snelheid eenmaal kende behoefde men dus alleen te bepalen hoeveel lood en helium zich gevormd hadden en hoeveel uranium nog aanwezig was om de ouderdom van het betrokken gesteente te kunnen vaststellen. Daarmede was wel een betrouwbare chronometer gevonden maar toch kwamen ook hier weer moeilijkheden voor de dag.

Men kon gerust aannemen dat op het tijdstip dat het uranium uitkristalliseerde uit het magma hierin geen helium werd opgesloten. Helium immers kennen we als een gas dat zeer moeilijk vloeibaar, laat staan vast te maken is. Maar wel kan van het later gevormde helium een gedeelte zijn ontsnapt langs scheurtjes in het gesteente. Ook is het denkbaar dat er samen met het uranium reeds wat lood uitkristalliseerde. In beide gevallen zal de uitkomst van de berekening onzuiver worden. Maar al houdt men hiermede rekening, dan nog staat het wel vast dat de radioactieve klok veel nauwkeuriger aanwijst dan alle andere en ook dat de aarde vele malen ouder is dan men voordien durfde veronderstellen. Omstreeks 1930 rekende Tesch reeds met een aardgeschiedenis van 1600 miljoen jaren. Maar men zou nog menigmaal de rekening moeten herzien.

Sinds 1948 wordt van een nieuwe methode van onderzoek gebruik gemaakt. Men heeft ontdekt dat het element rubidium zichzelf omzet in strontium en dat daarmede ongehoord lange tijden zijn gemoeid. De nadelen verbonden aan de uranium-helium-lood-methode kleefden niet aan de ouderdomsbepalingen volgens de rubidium-strontium methode. Wel heeft men in het begin niet de juiste omzettingstijd in aanmerking genomen, maar het schijnt dat men daar tegenwoordig beter achter is. Jammer genoeg zijn rubidium en strontium zeer zeldzame elementen en daarom zocht men verder naar een ander bruikbaar element, dat men vond in de vorm van een radioactieve isotoop van kalium (K^{40}).

In alle gevallen gaat het om mineralen die vrij zeldzaam of zeer zeldzaam zijn. De zure stollingsgesteenten bevatten er meer van dan de basische. Vandaar dat voor dit onderzoek in de eerste plaats pegmatieten worden gebruikt. Pegmatieten zijn de laatstgestolde resten van een magma, waarvan de meer basische gedeeltes als gabbro en/of dioriet en/of graniet reeds eerder waren uitge-

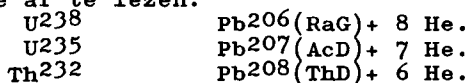
kristalliseerd. Die laatste resten zijn dan gasrijke, vloeibare oplossingen die betrekkelijk rijk zijn aan de voor het onderzoek naar de ouderdom te gebruiken mineralen. Het grootste deel van het gehalte aan uranium uit het oorspronkelijke magma vindt men dus geconcentreerd terug in deze pegmatieten.

Rubidium komt voor in de mineralen lepidoliet, amazoniet (een kaliveldspaat) en in biotiet. Ook voor deze mineralen is men in de eerste plaats aangewezen op pegmatiet, maar sommige granieten en gneizen bleken eveneens bruikbaar.

Kalium is minder zeldzaam dan uranium en rubidium. Vandaar dat men van dit mineraal nog hoge verwachtingen koestert voor het onderzoek naar de ouderdom van gesteenten.

De radioactieve omzetting van deze mineralen gaat langzaam, uiterst langzaam. Er zijn werkelijk onvoorstelbaar lange tijden mee gemeoid. Wie heeft er eigenlijk begrip van hoe lang een miljoen jaren duurt? En hier gaat het om vele miljoenen jaren.

Een gram uranium verliest in 4.500.000.000 jaren de helft van zijn atomen. Er is dan nog een halve gram over en daarnaast is 0,43 gram lood ontstaan en 0,07 gram helium. Nadat wederom 4,5 miljard jaren verstreken zijn is van het eerst resterende halve gram uranium wederom de helft omgezet en zo vervolgens. Men zegt: de halveringstijd van uranium is 4,5 miljard jaar. In de natuur komen drie mineralen voor die tot de uranium-groep behoren met verschillend atoomgewicht. Dit zijn dan "echt" uranium (U^{238}), aktinum (U^{235}) en thorium (Th^{232}). De omzetting in lood en helium verloopt voor iedere soort weer een beetje anders. Voor hen die wat beter thuis zijn in deze materie is dit verloop uit onderstaand tabelletje af te lezen.



De strontium-methode berust op de omzetting van rubidium⁸⁷ in strontium⁸⁷. Het aantal omgezette rubidiumdeeltjes is precies gelijk aan het aantal strontiumdeeltjes. Er komt dus geen gas bij vrij. De halveringstijd van rubidium is oorspronkelijk gesteld op 6,3 miljard jaar, maar het is waarschijnlijker dat dit 4,9 miljard jaar moet zijn.

de gewone kalium bevat 0,0119% radioactieve kalium (K^{40}). Deze K^{40} gaat voor 90% over in calcium (Ca^{40}) en de overige 10% wordt argon. De halveringstijd is 1,35 miljard jaar.

Vond men dus steeds betere geologische klokken, men vond ook steeds oudere gesteenten. Een gesteente uit Finland was geruime tijd het oudste dat men kende met een leeftijd van 1750 miljoen jaren. Het betreft hier weer een ganggesteente en de gang loopt door een sediment, dat dus ouder moet zijn dan de gang. Dit sediment kan uiteraard niet anders zijn dan een erosieproduct van weer andere, nog oudere gesteenten. De leeftijd van de aarde moest dus nog belangrijk meer zijn dan 1750 miljoen jaar.

Sindsdien vond men vooral in Canada en in Zuid-Afrika gesteenten die weer veel ouder zijn. Het volgende staatje geeft hiervan een overzicht. Met x zijn enkele bepalingen aangegeven die met de rubidium-strontium-methode zijn verkregen met te lang aangenomen halveringstijd. Deze worden nu beslist te groot geacht.

CANADA

Vindplaats	Mineraal	Ouderdom in milj. jaren
Silver leaf mine, Manitoba	Lepidoliet	2550 ± 150
idem	"	2550 ± 70
idem	"	2640
Winnipeg river	"	2380
Huron claim, Manitoba	Uraniniet	2600 ± 100
Bonneville, Wyoming		3300 ± 300 x

	ZUID-AFRIKA		
Witwatersrand	Uraniniet	2070	
Zuid-Rhodesië	Lepidoliet	2570	
" "	"	2660	± 150
" "	"	2690	
" "	"	2640	
" "	Monaziet	2650	
Klerksdorp, Transvaal	Uraniniet	2730	
Kubuta	Lepidoliet	tussen 2200 en 3900	x
Letaba	"		x
Mombolo, Tangajika	"		3200 ± 300

Opvallend is dat de oudste mineralen van Canada en Zuid-Afrika een nagenoeg gelijke uitkomst opleveren. Beide gebieden moeten gezien worden als kernen, waaromheen zich jongere prae-kambrische gesteenten voegen en ze zijn blijkbaar tegelijkertijd ontstaan. Nu kan men zich afvragen of deze kernen een gedeelte kunnen zijn van een het eerst gestolde korst om een overigens nog vloeibare aardkern. Dit is echter niet waarschijnlijk. Aangenomen dat de aarde als zodanig inderdaad een volledig vloeibaar stadium heeft gekend, dan zullen de het eerst gestolde korsten nog wel vele malen doorbroken en overstroemd zijn door vloeibaar magma en de kans dat men ooit iets van zo'n eerste korst zal vinden wordt uitermate gering. Hieruit volgt dat de aarde nog belangrijk ouder moet zijn dan de batholieten van Afrika en Canada. De laatste 15 jaar zijn er in laboratoria op allerlei plaatsen in de wereld verdergaande berekeningen opgezet om de ouderdom van de aarde vast te stellen. Alle onderzoekers maakten gebruik van fysieke methoden, waarbij ze echter verschillende factoren min of meer moesten schatten. De Rus Wotkewitsch heeft uit een groot aantal van deze berekeningen een gemiddelde waarde vastgesteld en kwam in 1954 met de uitslag daarvan naar voren. Deze uitslag lag tussen 3,5 en 5 miljard jaren. Houtermans kwam in 1956 tot een uitkomst van $4,5 \pm 0,3$ miljard en Patterson bracht het, ook in 1956 tot $4,55$ miljard jaren.

Deze uitslagen worden gesteund door de astronomen. Op grond van allerlei overwegingen waarop ik niet verder kan ingaan, stellen deze de ouderdom van de aarde eveneens op $4,5$ miljard jaren. Verder is bij het onderzoek van de grote steenmeteoriet van Forest City gebleken, dat de ouderdom hiervan, berekend met de kalium-argon methode $4,67 \pm 0,2$ miljard en volgens de rubidium-strontium methode $4,7 \pm 0,4$ miljard jaren moet zijn. De overeenstemming in deze uitslagen wettigt de aanname dat zowel de aarde als deze meteorieten zijn ontstaan in een vroeg stadium van ons zonnestelsel.

Kunnen we nu zeggen: de aarde is $\pm 4,5$ miljard jaren oud? Zó oud en niet anders?

Deze vraag roept direct andere vragen op. Is de aarde als zelfstandig lichaam in één keer tot stand gekomen, hetzij dat dit lichaam gasvormig, vloeibaar of vast was? Of moeten we aannemen dat er helemaal geen sprake is van een ontstaan in één keer, maar van een langzame voortdurende opbouw uit als maar neervallende meteorieten, zodat de opbouw van de aarde ook in deze zin nog steeds voortduurt? Beide theorieën vinden nog steeds aanhangers en verdedigers. Stel dat de laatste theorie juist zou blijken te zijn - we zijn er nog ver van af om zo iets te kunnen zeggen en het is al weer een vraag of we ooit zover komen - zouden we dan van een ontstaan, een geboorte of, zo u wilt, van een schepping mogen spreken? Was dat, toen de eerste twee meteorieten elkaar troffen? Of waren dat maar stofjes en niet de moeite waard om over te spreken? We kunnen alleen maar zeggen dat we het niet weten.

"Wat ons de wijzen als waarheid verkonden, straks komt een "wijzer", die 't wegredeneert", schreef de dichter. Misschien is er een dichter-geleerde of een geleerde dichter nodig om onze vragen afdoende te beantwoorden.