

Hoe oud is oud?

In de artikelen in *Grondboor & Hamer* worden geregeld ouderdommen vermeld. Als u leest over de grenzen van tijdperken, de ouderdom van fossielen of het ontstaan van de aarde, vliegen duizenden, miljoenen en zelfs miljarden jaren aan u voorbij. Zo schrijven we bijvoorbeeld '10.000 jaar geleden begon het Holoceen'. Zijn die 10.000 jaren ook daadwerkelijk 10.000 jaren zoals wij die kennen? En moeten we niet volgend jaar zeggen dat het Holoceen 10.001 jaar geleden begon? De antwoorden hierop zijn 'Nee!' en 'Nee!' Het waarom leest u hieronder.

Wat is een jaar?

We kennen het kalenderjaar, dat bestaat meestal uit 365 dagen van 24 uur. En we kennen het zogenaamde astronomische jaar. Dit is de tijd die de aarde erover doet om één keer om de zon te gaan. Momenteel gebeurt dat in ongeveer 365,2422 dagen. Om het kalenderjaar min of meer gelijk te houden met het astronomisch jaar is eens in de vier jaar een schrikkeljaar ingesteld.

Het astronomische jaar is duidelijk herkenbaar in de jongste aardgeschiedenis. Deze jaarcyclus is terug te vinden in (fossiele) resten van organismen. Een mooi voorbeeld zijn de jaarringen van bomen. In sommige jaren groeiden bomen beter dan in andere, waardoor een karakteristiek jaarringenpatroon ontstaat. Hiermee heeft men een ijklijn opgesteld, voor sommige soorten hout tot wel 9000 jaar geleden. Daarvoor zijn de fossielen nog te fragmentarisch bestudeerd of gevonden. Gelukkig is er naast de astronomische klok van aard-, maan- en zonnewendingen ook nog een andere klok bruikbaar. Eentje die gebaseerd is op het verval van radioactieve stoffen.

Radiometrische datering

Radiometrische datering maakt gebruik van het wetmatig vervallen van radioactieve elementen die van nature overal aanwezig zijn. Omdat de vervaltijd meetbaar is, zijn deze onstabiele isotopen te gebruiken als geologische klok. Zodra het verval van isotopen start begint de klok te lopen. Verschillende radioactieve elementen hebben verschillende vervalsnelheden. Hierdoor zijn bepaalde elementen (b.v. uranium) uitermate geschikt voor de datering van oude gesteenten en andere juist voor jonge afzettingen. Bij de reconstructie van de jongste geschiedenis van de aarde speelt vooral koolstof een belangrijke rol.

¹⁴C-methode

Deze ouderdomsbepaling is gebaseerd op radioactief verval in organisch materiaal. Het element koolstof (C) heeft diverse isotopen. Dit wil zeg-

gen dat er drie verschillende soorten koolstof bekend zijn. Alle drie hebben zes protonen in hun kern, maar het aantal neutronen varieert van zes tot acht. De som van de protonen en de neutronen wordt meestal in superscript vóór het symbool van het element gegeven. De eerste twee isotopen ¹²C (ca. 99%) en ¹³C (ca. 1%) zijn stabiel, ¹⁴C is dat niet. Slechts 0.000000001% van het koolstof in de atmosfeer bestaat uit dit instabiele isotoop. Het ontstaat tijdens een kernreactie in de buitenste lagen van de atmosfeer. Kosmische straling, in de vorm van een neutron, botst tegen een stikstof isotoop (¹⁴N) en vormt het ¹⁴C isotoop en een wegschietend proton.

Het radioactieve koolstofisotoop wordt als ¹⁴CO₂ opgenomen door planten en (via planten) door dieren. De ¹⁴C wordt vastgelegd in de organische verbindingen van botten en hout en in schelpen, koralen etc. Zodra het organisme sterft wordt geen nieuwe CO₂ meer toegevoegd en resteert nog slechts het radioactieve verval. Het vervallen van één neutron tot een proton en een wegschietend elektron (β-emissie), zorgt ervoor dat het onstabiele koolstof isotoop weer tot een stabiel stikstof isotoop vervalt. De stikstof zal als gas uit het fossiel verdwijnen. Rest alleen de stabiele ¹²C en een restant van de oorspronkelijke ¹⁴C. De verhouding tussen deze isotopen geeft de ouderdom.

Net als andere radioactieve isotopen vervalt ¹⁴C met een bekende, constante snelheid. Deze halveringstijd is de tijd waarin de helft van de aanwezige ¹⁴C in ¹⁴N is omgezet. Dit is voor ¹⁴C 5730 ± 40 jaar. Met de huidige meetapparatuur kan materiaal gedateerd worden tot ongeveer 70.000 jaar BP (= Before Present). De foutmarge is echter groot en onzeker. Het normale toepassingsbereik van de methode ligt dan ook tussen de 300 jaar en 55.000 jaar.

¹⁴C jaren, geen kalenderjaren

Datering met de ¹⁴C methode werkt alleen goed als de halveringstijd en

beginconcentratie van ¹⁴C goed bekend en constant zijn. Dit levert echter problemen op. Het ¹⁴C-gehalte van de atmosfeer varieert namelijk met veranderingen in het magneetveld van de aarde en met wisselende activiteit van de zon. Daarnaast is het gehalte ook afhankelijk van veranderingen in het CO₂ evenwicht tussen oceaan en atmosfeer. Bovendien is in de eerste jaren van ¹⁴C-datering de halveringstijd 5568 gebruikt. Als oplossing voor deze problemen is een eigen tijdschaal voor ¹⁴C gedefinieerd. Deze is gebaseerd op de volgende afspraken:

- het gebruik van de oorspronkelijke halveringstijd, 5568 jaar,
- correctie voor mogelijke afwijking in ¹⁴C-concentratie (in laboratorium of natuur),
- meting van ¹⁴C ten opzichte van een standaard, die overeenkomt met het jaar 1950 (= 'present').

¹⁴C-dateringen worden weergegeven in zogenaamde '¹⁴C-jaren BP'. Deze 'jaren' komen niet precies overeen met 'echte' kalenderjaren door gebruik van de 'verkeerde' halveringstijd en het variërend ¹⁴C-gehalte in de tijd. De tijdseenheid voor ¹⁴C-ouderdom is BP (Before Present), waarbij 'Present' dus overeenkomt met 1950.

Door ¹⁴C-dateringen aan jaarringen van bomen kunnen we ¹⁴C-ouderdommen omrekenen naar kalenderjaren. Daarbij wordt gebruik gemaakt van een kalibratiegrafiek, waaruit blijkt dat tot 3000 jaar geleden de ¹⁴C-ouderdom vrijwel overeenstemt met 'werkelijke' jaren. Bij een grotere ¹⁴C-ouderdom is de werkelijke ouderdom groter dan de ¹⁴C-ouderdom. Het verschil bedraagt bij 7000 ¹⁴C-jaren circa 800 jaar en neemt toe met de ¹⁴C-ouderdom. Alle ouderdommen in dit nummer (en in de meeste andere nummers van G&H) zijn dus in feite ¹⁴C-ouderdommen, tenzij anders vermeld. Met 10.000 jaar geleden begon het Holoceen, bedoelen we dus eigenlijk 10.000 ¹⁴C-jaar BP (voor 1950). In kalenderjaren begon het Holoceen dus 11.252 jaar geleden.

Irene Groenendijk en Jacob Leloux