

Hoe oud is een fossiel?

Illustraties van de schrijver

Andr. Boogert

Voor de meeste verzamelaars is er maar één manier om te weten te komen wat de ouderdom is van een fossiel, namelijk opzoeken in de literatuur.

Alle oppervlakte-lagen zijn in kaart gebracht in ons land en wetenschapsbeoefenaren hebben uitgezocht wanneer de verschillende grondlagen vermoedelijk zijn gevormd.

Wanneer u een fossiel uitgraaft, is het een kwestie van terugzoeken om tot de vermoedelijke ouderdom te komen. Om meer zekerheid te krijgen kunt u vervolgens nog uw vondsten vergelijken met die van andere verzamelaars of met exemplaren uit musea.

De vraag dringt zich op hoe die wetenschappers kunnen weten wat de ouderdom is van een grondlaag. Welnu, nieuwe lagen worden meestal gevormd boven oude lagen. Soms wordt een nieuwe laag weer verstoord door krachten van buiten, zoals erosie door water en wind. In elke grondlaag zijn wel kenmerken terug te vinden van de vormingswijze. Zo'n grondlaag bevat allerlei restmateriaal van de destijds levende bevolking en begroeiing. De geoloog bedient zich bij het vaststellen van de stratigrafie (opbouw van de grondlagen) van een aantal nevenwetenschappen zoals:

paleontologie: leer van de uitgestorven planten en dieren.

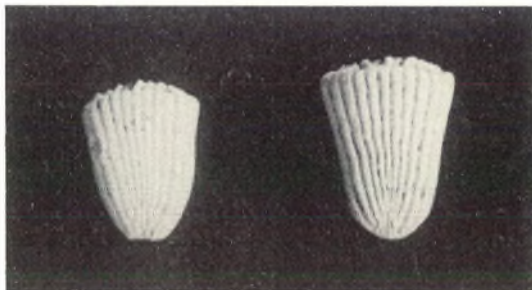
Hierin kan men weer een onderscheid maken tussen

paleozoölogie: leer van de uitgestorven dieren, en

paleobotanie: leer van de uitgestorven planten.

Deze nevenwetenschappen verzamelen gegevens over resten van oude planten en dieren. Deze overblijfselen worden *fossielen* genoemd. Nu is er van sommige fossielen zoveel bekend, dat men binnen zekere grenzen kan vaststellen in welke periode het dier of de plant heeft geleefd. In veel gevallen komt de ouderdom van de aardlaag waarin het fossiel is aangetroffen dan ook overeen met de ouderdom van de vondst. Men spreekt van *gidsfossielen*. Bovendien zijn dikwijls nog andere gegevens te destilleren. Zo kan men een antwoord vinden op de vraag of een bepaalde grondlaag is gevormd in zee of kustomgeving (mariene afzetting), zodat men hierin zeedieren en -planten aantreft, of dat er sprake is van een afzetting op het land (terrestische afzetting) zoals vulkanische asregen of verstuiving. Ook heeft men op deze manier voor verschillende perioden de loop van de kustlijn kunnen reconstrueren.

Zonder meteen te vervallen in een wetenschappelijke verhandeling is het toch wel aardig een aantal methoden te noemen waarmee ouderdomsbepalingen kunnen worden gedaan.



Afb. 1 Solitair koraal. 3,5 x vergroot.
Kaloet. Boven Mioceen. 15 miljoen ja-
ren oud.



Afb. 2 Krijt. 0,65 x. Zuid-Limburg. 80 miljoen jaren oud.

STUIFMEELKORREL ONDERZOEK

Dit onderzoek heeft tot resultaten geleid bij veenlagen uit het holoceen. Bij microscopisch onderzoek blijkt het mogelijk te zijn stuihmeelkorrels te herkennen van veel verschillende soorten planten. Gevonden kunnen o.a. worden de stuihmeelkorrels van bomen als eik, berk en linde alsmede van de els en de hazelaar. Ook grasachtigen en de ganzevoet zijn te herkennen evenals sporen van varens en mossen. Uit de hoeveelheid korrels en het soort korrels kan men konklusies trekken over de aard van de begroeiing, het klimaat en de ouderdom. Zo betekent de aanwezigheid van stuihmeel van de ganzevoet dat de betreffende veenlaag in een kustgebied heeft gelegen met brak water. Dateringen in het Boreaal, Atlanticum, Subboreaal en Subatlanticum zijn goed mogelijk.

KLIMATOLOGISCH ONDERZOEK

Reeds snel is men er achter gekomen dat niet steeds hetzelfde klimaat geheerst heeft op aarde. Er zijn perioden geweest van koude, de ijstijden, en perioden van warmte. Deze perioden duurden niet steeds evenlang, en traden ook niet op dezelfde plaatsen op. Men heeft deze perioden een naam gegeven:

- glaciaal : langdurige koude periode, langer dan 40.000 jaar;
- interglaciaal : langdurige warmte periode tussen de glacialen;
- interstadaal : kortere warmteperiode tussen de glacialen;
- stadaal : kortere koude periode tijdens de interstadialen.

Zo zijn er alleen in het Pleistoceen al zes perioden van koude geweest, met daartussen vijf warmere perioden, althans in Nederland. In de koude periode kwamen grote ijsmassa's uit Noord Europa en uit de Alpen naar de lage landen en brachten hier onder meer zwerfstenen en werden stuwwallen of morenen gevormd.

Elke periode heeft zijn eigen flora en fauna gekend. Schelpdieren uit warme zeeën verdwenen in de ijstijden en omgekeerd kenden de koude perioden weer diersoorten die minder goed floreerden in warme perioden. De tijden van optredende klimaatwisselingen heeft men aardig kunnen dateren, zodat men ook hieraan enige steun heeft bij ouderdomsbepaling van een specimen.

RADIOAKTIEF ONDERZOEK

Van vrijwel alle in de natuur voorkomende elementen (enkelvoudige stoffen, waaruit alle andere stoffen zijn opgebouwd en die langs chemische weg niet verder herleidbaar zijn, b.v. zuurstof) bestaan er variaties in de bouw. Een element is opgebouwd uit één of meer atomen. Een atoom is op zijn beurt weer opgebouwd uit een kern en een elektronenwolk. Het is de samenstelling van de kern die de eigenschappen van het atoom bepalen. Zo bestaat bijvoorbeeld de kern van koolstof uit 6 positief geladen deeltjes en 6 deeltjes zonder lading. De positieve deeltjes worden protonen genoemd, de deeltjes zonder lading neutronen. De massa's van beide deeltjes zijn nagenoeg gelijk. De totale massa van het koolstofatoom bestaat dus uit 12 deeltjes. De massa van de elektronenwolk en van een aantal andere kerndeeltjes mogen we in dit verhaal wel verwaarlozen omdat zij erg klein is. De notatie voor zo'n koolstofatoom (C) is $^{12}_6\text{C}$ waarbij 6 slaat op het vaste aantal protonen. Nu blijkt echter het aantal neutronen niet altijd 6 te zijn, maar variërend van 4 tot 10. De totale massa varieert dus ook en wel van 10 tot 14. Men noemt deze variaties in bouw *isotopen*. De meeste isotopen zijn niet stabiel. De levensduur varieert van enige seconden tot vele jaren. Daarna valt het atoom uiteen in andere kerndeelen en verliest zijn kenmerkende eigenschappen.

De tijd nodig om de helft van een bepaalde hoeveelheid atomen uiteen te laten vallen noemt men *halfwaardetijd*.

Scheikundig gezien is er geen verschil tussen verschillende isotopen van hetzelfde element. De stabiele isotopen $^{12}_6\text{C}$ en $^{13}_6\text{C}$ reageren op dezelfde wijze met zuurstof (O) als het instabiele of radioactieve isotoop $^{14}_6\text{C}$. Zo wordt in de natuur koolzuurgas CO_2 gevormd dat voor een klein deel radioactief is. Dit radioactieve materiaal wordt in planten en via de voeding in dieren opgenomen als normaal koolzuurgas. Zodra een plant of dier sterft zit het radioactieve materiaal gevangen in de weefsels. Vanaf dit ogenblik gaat het radioactieve materiaal echter spontaan ontleden en na de halfwaardetijd is de helft van elk radioactieve isotoop verdwenen. Voor $^{14}_6\text{C}$ bedraagt de halfwaardetijd 5568 -met een variatie van plus of min 50-jaar. Na nogmaals een periode van 5568 jaar is de helft van de helft verdwenen. De totale hoeveelheid radioactief koolstof wordt in een fossiel dus steeds kleiner. De koolstof vervalt tot stikstof.

in principe zou met elk radioactief isotoop dat een bruikbare halfwaardetijd heeft een ouderdomsbe-



Afb. 3 Ammoniet *Harpoceras*. Iets verkleind. Jura. 150 miljoen jaren oud.



Afb. 4 *Trilobiet Elrathia kingi* (Meek).
Iets vergroot. Utah, Verenigde Staten.
Midden Cambrium. 550 miljoen jaren
oud.

paling kunnen worden gedaan. Dit zijn zeker meer dan 100 isotopen. In de praktijk moet echter aan nog een aantal voorwaarden worden voldaan.

1. De isotopen moeten in een voldoende hoeveelheid aanwezig zijn in de organismen welke onderzocht worden.
2. De natuurlijke verhouding waarin het isotoop voorkomt moet konstant en bekend zijn.
3. Er moet een methode zijn om de hoeveelheden te kunnen meten.
4. De ontsane produkten na radioactief verval moeten op zichzelf stabiel zijn en meetbaar.
5. Er moet na opname in het fossiel geen verandering meer in de hoeveelheden van de concentraties van de stoffen kunnen komen.

Behalve de reeds genoemde $^{14}_6\text{C}$ methode heeft men resultaten geboekt met de Kalium - Argon methode waarbij kalium vervalt tot argon met een halfwaardetijd van $1,28 \times 10^9$ jaar.

Een andere bruikbare methode is de Uranium-Thorium methode met een halfwaardetijd $8,0 \times 10^4$ jaar voor Thorium en een halfwaardetijd $2,47 \times 10^5$ jaar voor uranium.

METHODE VAN DE ZUURSTOF ISOTOPEN

Zuurstof heeft zeker 8 isotopen waarvan er drie stabiel zijn. De concentraties van deze isotopen zijn sterk temperatuurafhankelijk. Globaal komt in de natuur 99,759% $^{16}_8\text{O}$ voor tegen 0,204% $^{18}_8\text{O}$. Kleine temperatuurschommelingen beïnvloeden deze verhouding.

Via het CO_2 zijn deze zuurstofatomen opgenomen in de organismen en dus in fossiele schelpen. Door het bepalen van de hoeveelheden van deze isotopen kan men bij benadering nagaan wat de gemiddelde temperatuur is geweest van het water ten tijde van de vorming van het fossiel. Dit kan weer uitgelegd worden als een klimatologische aanwijzing betreffende het al dan niet voorkomen van ijstijden gedurende een bepaalde periode.

Schelpen en ook andere zeedieren zijn altijd een belangrijke groep gidsfossielen geweest omdat zij in grote hoeveelheden voorkomen. Als voorbeeld heb ik echter een paar minder algemeen voorkomende fossielen opgezocht behorend tot de zeedieren maar niet alle tot de grote groep van mollusken.