

Was de aarde vroeger warm of koud?

door Dr. J. van Diggelen

Concreties van kiezelgesteente kennen wij allemaal onder de naam „vuursteen“. De algemeen gebruikelijke Engelse naam voor dit gesteente uit het Krijt is „flint“. Daarnaast is er in het Engels de naam „chert“ in gebruik. Daarmee wordt kiezelgesteente in algemene zin aangeduid. De naam chert is hier verder gebruikt voor siliciumoxyde, hoofdzakelijk uit granulair microkristallijn kwarts bestaande.

Uit onderzoekingen van **Micheelsen** is gebleken dat chert in het algemeen voor iets meer dan 1% van zijn gewicht uit water bestaat. H_2O is zoals de meeste mensen weten de chemische notatie voor het watermolekuul. Dat wil zeggen het is opgebouwd uit waterstof (H) en zuurstof (O). Normale zuurstofatomen bestaan uit een kern omringd door 8 elektronen. Die kern bestaat uit neutrale deeltjes (neutronen) en positief geladen deeltjes (protonen), beide soorten ongeveer even zwaar en van ieder 8, dus 16 in totaal. Vandaar het soms gebruikte symbool voor zuurstof van ^{16}O . Daarnaast komt er in de natuur een soort zuurstof voor waarvan de kern uit 18 deeltjes bestaat (10 neutronen en 8 protonen). Daarvoor is de symbolische aanduiding dan ook ^{18}O . Deze veel zeldzamer soort wordt een isotoop genoemd. De betrekkelijk kleine verhouding van ^{18}O tot ^{16}O is de isotoopverhouding δO .

Knauth en **Epstein**, twee Amerikaanse geleerden, hebben de δO getallen in verschillende soorten chert bepaald. Die varieert sterk met 25 promille. De waarde werd bepaald uit het siliciumoxyde. Daarnaast onderzochten ze de waterstof uit het kleine beetje aanwezige water. Normaal waterstof bestaat uit een kern (het proton) begeleid door een elektron (zie ook *Gea.* vol. 6, no 4, blz. 84, 1973). Het symbool is zoals reeds gezegd: H. Daarnaast kent men ook zwaar waterstof (symbool D van deuterium) waarvan de kern uit een proton en een neutron bestaat en die is dus bijna twee keer zo zwaar als een gewone waterstofkern. Ook de D/H verhouding van chert varieert sterk en deze δD werd eveneens bepaald.

Wanneer **Knauth** en **Epstein** de δD tegen de δO uitzetten voor de meer recente chert-soorten blijkt dat de punten die hun grafiek oplevert spreiden om de atmosferische waterlijn. Het water uit de atmosfeer bevat immers ook een zeer kleine hoeveelheid deuterium en ook wat zuurstof in de vorm van zwaar water en water met zwaar zuurstof. Blijkbaar heeft dat dampkringwater een belangrijke rol gespeeld bij de vorming van die soorten kiezelgesteenten.

De meeste geologen menen dat chert ontstond in de zee na bedekking van kalkslib door sedimenten in een milieu dat abnormaal rijk was aan silicaten van veelal organische oorsprong. Chert uit het Trias, het Siluur of uit het Precambrium heeft ook een variërende δD - δO relatie, die echter nog steeds evenwijdig loopt met de atmosferische waterlijn. Vroeger meende men dat dit veroorzaakt was door een langzame uitwisseling van het in de chert aanwezige water met het tegenwoordige atmosferische water. Oude gesteenten, die lange tijd diep begraven gelegen hebben (hoe ouder hoe dieper, statistisch gesproken) zouden dan minder met de huidige verhoudingen overeenkomen dan recente cherts. **Knauth** en **Epstein** lieten echter zien dat dit niet opgaat in concrete gevallen.

Ook een variatie in δO van het zeewater lijkt niet erg waarschijnlijk. Dat zou (volgens hen) moeilijkheden opleveren om het voorkomen van ijstijden te verklaren, of sedimentvorming van bepaalde hydraten of het toevloeien van water vanuit de mantel naar de oceanen (via het vulkanisme).

Zij menen dat de isotoopverhoudingen van O en H die in de chert optreden samenhangen met de vormingstemperatuur, die weer wordt bepaald door de in het sediment heersende gemiddelde temperatuur. Als de chert zich vormt onder een laag sedimenten op de zeebodem is de isotoopsamenstelling van de ontstane chert in overeenstemming met de heersende condities, die allereerst bepaald worden door de temperatuur. Isotoopveranderingen in de chert uit een bepaald tijdperk volgen een rechte lijn evenwijdig met de huidige atmosferische waterlijn, maar verschoven en wel meer naarmate de chert ouder is. Uit de mate van verschuiving bepaalden **Knauth** en **Epstein** zo de verandering van de temperatuur van de bovenste lagen van de aardbodem. Het blijkt dat die gedaald is van $70^\circ C$ ongeveer 3 miljard jaar geleden, via 52° in het Precambrium tot de huidige waarde. De hoge temperaturen wijzen er op, dat het leven op aarde pas laat in het Precambrium in zijn huidige vorm mogelijk was. Tijdelijke korte ijstijdperiodes zijn in deze gegevens niet verwerkt.

litt. Knauth, L.P. en Epstein, S., 1976, *Geochim et Cosmochim. Acta*, 40, 1095.

