

# Waarom bestaan schelpen uit aragoniet en niet uit calciet?

door A.J. (Tom) van Loon  
Valle del Portet 17, 03726 Benitachell, Spanje  
tom.van.loon@wxs.nl

Het is een vraag die biologen al meer dan een eeuw bezighoudt. Waarom bestaan vrijwel alle mariene schelpen, maar bijvoorbeeld ook de bouwwerken van koralen, uit het metastabiele aragoniet, dat gewoonlijk pas na fossilisatie overgaat in het stabiele calciet? Stabiel calciet lijkt immers meer voor de hand te liggen want het is minder oplosbaar in (zee-)water en daardoor minder gevoelig voor verzuring dan aragoniet. Amerikaanse onderzoekers lijken op deze vraag nu een antwoord te hebben gevonden.

## Natuur streeft naar laagste energieniveau

Het was al langer bekend dat verschillen in de concentratie magnesium in zeewater een rol spelen bij de 'keuze' tussen aragoniet en calciet wanneer schelpdieren en andere organismen een in- of uitwendig skelet vormen. Waarom dat zo is en hoe kleine verschillen in de magnesiumconcentratie tot zulke grote effecten kunnen leiden, bleef echter volstrekt onduidelijk. Onderzoek op moleculaire schaal geeft nu eindelijk een antwoord op deze intrigerende vraag.

Uitgangspunt bij het in PNAS gepubliceerde Amerikaanse onderzoek was dat de natuur - exceptionele situaties daargelaten - altijd streeft naar situaties die een zo gering mogelijke hoeveelheid energie vertegenwoordigen. Zo stroomt water omlaag, want hoe dichter water bij het zwaartepunt van de aarde is, hoe lager de potentiële energie van het water.



Afb. 1. Calciumcarbonaat in de vorm van een calcietkristal. Foto: Saphira Minerals.



Afb. 2. Calciumcarbonaat in de vorm van aragonietkristallen, gevonden in de Salsigne-mijn in dép. Aude, Zuid-Frankrijk. Foto: Didier Descouens.

Bij de uitkristallisatie van elementen of verbindingen vanuit een oplossing vormen zich daarom achtereenvolgens ook steeds die kristallen die bij de aanwezige concentraties van stoffen de minste vormingsenergie vereisen. Wanneer een bepaalde stof in verschillende vaste toestanden kan voorkomen, zoals bij calciumcarbonaat ( $\text{CaCO}_3$ ), dat zowel in de vorm van calciet als aragoniet kan voorkomen, ontstaat het mineraal waarvan de opbouw van het kristalrooster de minste energie vergt. Ook het element koolstof komt in meerdere kristalvormen voor: als grafiet, met een hexagonaal kristalrooster, en als diamant, met een kubische kristalrooster.

In het geval van calciumcarbonaat is calciet (afb. 1) de minst energierijke kristalvorm. Calciet is daarom onder normale temperatuur en druk stabiel terwijl aragoniet metastabiel is: dat wil zeggen dat aragoniet bij 'normale' omstandigheden op den duur in calciet overgaat. Daarom gaat het aragoniet uit schelpen bij fossilisatie geleidelijk over in calciet.

## Magnesiumconcentratie

Toch blijkt door mariene schelpen geen calciet maar aragoniet (afb. 2) te worden gevormd. De oorzaak is de verhouding tussen calcium en magnesium in het zeewater, dat van invloed is op de oppervlakte-energie van de zich vormende kristallen. Wanneer die verhouding een bepaalde grenswaarde overschrijdt, dan wordt aragoniet in plaats van calciet gevormd. Bij een lagere magnesiumconcentratie wordt in de uitgevoerde experimenten alleen nog calciet gevormd. Daarentegen wordt bij een hogere magnesiumconcentratie de oppervlakte-energie van het calciet verhoogd, waardoor verdere kristallisatie van het calciet sterk afneemt en uiteindelijk zelfs geheel stopt.

## Koolstofcyclus

Dat in zeewater door schelpdieren meestal aragoniet wordt gevormd, heeft grote gevolgen voor de koolstofcyclus op aarde. Metastabiele verbindingen zijn vaak actiever bij allerlei processen dan hun stabiele equivalenten. Dat heeft bij calciumcarbonaat tot gevolg dat de aanwezigheid van aragoniet behulpzamer is bij het onttrekken van koolzuurgas aan de atmosfeer dan calciet, met grote gevolgen voor de concentratie van koolzuurgas in de atmosfeer. Aragoniet is bovendien beter in staat om op moleculaire schaal deel te nemen aan processen die een rol spelen bij het functioneren van mariene organismen. Sommige

zeedieren kunnen hierdoor enorm grote schelpen ontwikkelen, zoals de (beschermd) doopvontschelp (*Tridacna gigas*, afb. 3).

### Toepassingen

Nu is gebleken dat de concentratie van bepaalde chemische elementen de vorming van hetzij stabiele hetzij instabiele vormen van een verbinding bevordert (of juist tegenwerkt), lijkt de weg vrij om deze kennis ook bij andere chemische verbindingen toe te passen. Op den duur zou dat er toe kunnen leiden dat laboratoria geheel nieuwe verbindingen met bepaalde gewenste eigenschappen 'op bestelling' kunnen gaan produceren. Een ontwikkeling die alleen mogelijk is geweest vanwege de langdurige fascinatie van paleontologen en biologen voor de samenstelling van schelpen!

### Referentie

Sun, W., Jayaraman, S., Chen, W., Persson, K.A. & Ceder, G., 2015. Nucleation of metastable aragonite CaCO<sub>3</sub> in seawater. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 112, 3199-3204.



Afb. 3. De doopvontschelp (*Tridacna gigas*), ook wel reuzenoester genoemd.

## Goedkope oculairs uit China

### 20x oculairs voor Zeiss, Nikon, Olympus en andere microscopen

Wie kent dat niet? Je bestudeert een steen met het blote oog, je loep of je microscoop en denkt: als ik het nou een klein beetje verder zou kunnen vergroten, dan zou ik het precies kunnen zien en weten wat het is...

Op mijn Zeiss-microscoop (een Stemi 2000-C) zitten twee oculairs met een vergroting van 10x. Al vaak heb ik overwogen om op zoek te gaan naar oculairs met een sterkere vergroting. Als ik dan een bezoekje bracht aan de site van Zeiss, schrok ik steeds weer van de prijzen: meer dan \$ 730 voor een paar met vergroting 16x en meer dan \$ 1050 voor een paar met vergroting 25x. Daarom besloot ik afgelopen zomer eens op zoek te gaan naar tweedehands exemplaren op websites als Marktplaats en e-Bay. Tweedehands exemplaren vond ik niet, maar wel een website waar nieuwe oculairs met vergroting 20x werden aangeboden voor \$ 39,50, exclusief verzendkosten: [www.ebay.com/itm/PAIR-OF-WF-20X-EYEPiece-FOR-NIKON-OLYMPUS-LEICA-ZEISS-STEREO-MICROSCOPE-30MM-/301221739788](http://www.ebay.com/itm/PAIR-OF-WF-20X-EYEPiece-FOR-NIKON-OLYMPUS-LEICA-ZEISS-STEREO-MICROSCOPE-30MM-/301221739788).

Dat klonk te mooi om waar te zijn, maar toch besloot ik verder te kijken. De verzendkosten waren nog eens \$32, zodat ik voor \$ 71,50 (€ 55,23) in het bezit zou kunnen komen van deze oculairs. Deze lenzen komen uit China en ik bedacht dat ze waarschijnlijk niet de kwaliteit van originele Zeiss-oculairs zouden hebben en dat ik bovendien het risico liep ze nooit te ontvangen. Maar e-Bay garandeert dat je de bestelde spullen krijgt of je geld terugkrijgt. Betaling zou via PayPal gebeuren en dat is in elk geval veilig. In augustus besloot ik daarom dus de gok te wagen.

Een paar weken later (niet verwonderlijk als iets van zo ver moet komen) kwam het verwachte pakje aan. Bij het openen wachtte me een onaangename verrassing: in plaats van twee oculairs zat er maar één in. Dat ene oculair testte ik even uit op mijn microscoop: het paste perfect en het beeld viel niet tegen. Ik besloot nu snel een mailtje te sturen naar de verkoper. Tot mijn verrassing kreeg ik twee dagen later al antwoord met uitgebreide excuses en de mededeling dat het tweede oculair onmiddellijk opgestuurd zou worden zonder extra (verzend-)kosten voor mij. Een paar weken later kwam dat inderdaad netjes aan.

Nu ik de oculairs enige tijd in huis heb kan ik er het volgende over melden:



- De twee oculairs passen prima op mijn microscoop;
- De lichtsterkte is beduidend minder dan van originele Zeiss-oculairs, maar goed genoeg om mineralen te bestuderen;
- Het beeld is redelijk goed, maar kwalitatief minder dan van originele Zeiss-oculairs. Als je er langere tijd door kijkt raken je ogen sneller vermoeid dan bij echt goede oculairs;
- Bij het inzoomen verloopt de scherpte van het beeld, zodat je moet bijstellen. Niet handig, maar ook geen onoverkomelijk bezwaar;
- De oculairs passen ook prima op mijn Leitz polarisatiemicroscoop.

Al met al ben ik heel tevreden met deze aankoop. Als ik er behoefte aan heb, kan ik snel mijn 10x oculairs vervangen door deze 20x en krijg ik beduidend meer informatie over het onderzochte mineraal.

Mocht u vragen hebben of ze een keer willen zien (en eventueel willen uitproberen op uw eigen microscoop), mail me dan even. Overigens ontdekte ik kort geleden dat dergelijke oculairs misschien nóg goedkoper te vinden zijn op [www.aliexpress.com](http://www.aliexpress.com).

Paul Mestrom