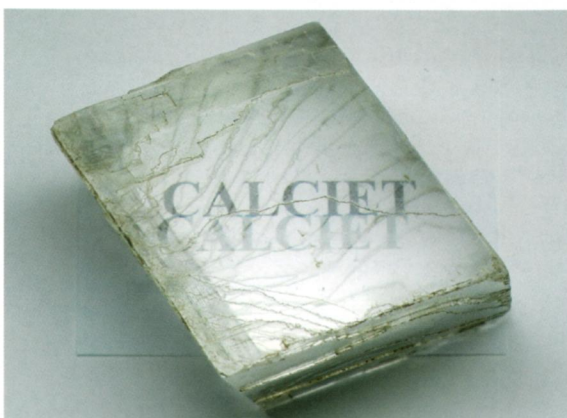


CALCIET, EEN BIJZONDER MINERAAL

Hoewel calciet op kwarts na het meest voorkomende mineraal op aarde is, is het toch bijzonder. De ongewone eigenschappen van dit mineraal, zoals de vele kristalvormen waarin dit mineraal gevonden wordt (habitus), de perfecte splijting in drie richtingen en de sterke dubbelbreking, maakten dat calciet een belangrijke rol speelde bij de ontwikkeling van het mineralogisch onderzoek. Verder heeft de oplosbaarheid van calciet vaak geleid tot spectaculaire landschappen en fraaie grotten en zijn de uit calciet bestaande gesteenten kalk en marmer als bouw materiaal van oudsher van groot commercieel belang. Het belangrijkste is echter de essentiële rol die calciet gespeeld heeft in de ontwikkeling van het leven en het belang daarbij voor de regulering van het klimaat.

Afbeelding 1.
De tekst 'calciet' onder het grote heldere calcietkristal is duidelijk dubbel te zien (foto D. van der Marel, Museum Naturalis).



Het mineraal calciet

Calciet is de stabiele vorm van CaCO_3 en heeft een trigonale kristalstructuur. Het behoort met ondermeer de carbonaten rhodochrosiet (MnCO_3), sideriet (FeCO_3) en smithsoniet (ZnCO_3) tot de carbonaatgroep. Aragoniet, met een orthorhombische kristalstructuur, is ook een Ca-carbonaat, maar is minder stabiel.



Afbeelding 2., links
Nederlands zegel ter herinnering aan de tijd van Willem & Mary verwijzend naar het optisch onderzoek van Huygens en Newton.

Afbeelding 3. rechts
Diepe kloof in Carboon kalken (Hoces de Vegacervera, Cantabrisch Gebergte, Spanje).

De habitus van calciet is zeer gevarieerd, skalenoeëders en rhomboëders komen het meeste voor in de natuur. De grote heldere kristallen van calciet, die in hydrothermale gangen voorkomen (o.a. van IJsland en daarom ook wel IJslandspaat genoemd worden), vertonen een duidelijke dubbelbreking (Afb. 1). Zij hebben al vroeg de aandacht getrokken van onderzoekers, zoals Erasmus Bartholinus (ontdekker dubbelbreking; 1625-1694), Christiaan Huygens (1629-1695) en Isaac Newton (1642-1725). Laatst genoemden beschreven niet alleen de stralengang door het kristal (Afb. 2) maar ontdekten ook dat bij splijting de hoek tussen de kristalvlakken constant blijft, de basis voor de latere ideeën van een kristalrooster.

Calciet is - na kwarts - het meest voorkomende mineraal op aarde. Gesteenten bestaande uit calciet worden kalk of, indien metamorf, marmer genoemd. In deze gesteenten is calciet vaak niet zuiver omdat de cal-



Afbeelding 4a, links.

De 'Drakentand' bergen in de omgeving van de stad Guilin in China.

Afbeelding 4b, rechts.

(Chinese) uitleg over het ontstaan van deze bergen.

cium gedeeltelijk vervangen kan worden door geringe hoeveelheden van andere metalen, zoals ijzer (Fe) en magnesium (Mg). Als de helft van de calcium door magnesium is vervangen spreekt men van dolomiet. Dolomiet komt, net als calciet (kalksteen), in omvangrijke afzettingen op aarde voor.

Karst

Omdat kalk oplosbaar is in 'zuur' water zullen rivieren zich snel in kalken insnijden en zo diepe kloven (Afb. 3) en spectaculaire bergen (Afb. 4) vormen, waarbij de rivieren soms in de ondergrond verdwijnen en zo onregelmatige tunnels en grotten vormen. Bij instorting van het dak van een grot ontstaat een ronde kuil, een zogenaamde doline (Afb. 5). Deze typische verweringsvormen van kalksteen noemt men karst, naar een gebied in Slovenië. Als in de grotten het met CaCO_3 oververzadigde grondwater naar buiten komt, waarbij CO_2 ontsnapt, slaat calciet neer in de vorm van stalactieten aan plafond en stalagmieten op de bodem (Afb. 6). Via warme bronnen kan ook dergelijk verzadigd water aan de oppervlakte komen, waarbij fraaie witte kalkterrassen ontstaan (Afb. 7).

Bouwstenen

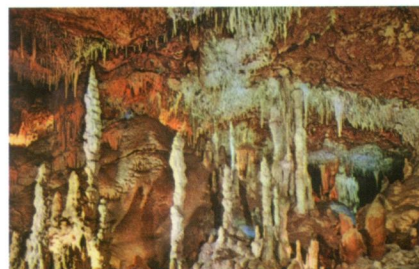
Dat kalksteen en marmer al sinds de Oudheid belangrijke bouwstenen zijn (Afb. 8), is algemeen bekend. Zo zijn de Egyptische piramiden van Cheops en Giza gebouwd van Eocene Nummulietenkalk en werden de meeste Griekse en Romeinse tempels (gedeeltelijk) uit marmer opgetrokken. Vaak werd het marmer gebruikt als fineer: er werd alleen een dun laagje marmer aan de buitenkant aangebracht. Men kan het overal in steden zien, zelfs in stoepranden (zie Dubelaar, 1984). De 'grotten' van Valkenburg getuigen daar ook van: zij zijn ontstaan



Afbeelding 5.

Donline, nabij Kranidi (Griekenland), een gedeeltelijk opgevuld gat ontstaan door het instorten van het dak van een grot.

Vermeldenswaard is een speciale zeer fijnkorrelige kalksteensoort, die gebruikt werd voor het drukken van kaarten en platen: de lithografische kalksteen. De kalksteen van Solnhofen is beroemd, omdat daarin zeer goed geconserveerde bijzondere fossielen zijn gevonden (Afb. 10).



Afbeelding 6.

Grot met stalactieten en stalagmieten (Cueva de Valporquero, Cantabrisch Gebergte, Spanje).

Calciet en organismen

Organismen hebben altijd een belangrijke rol gespeeld bij de vorming van kalk. Al in het Precambrium, meer dan twee miljard jaar geleden, vormden bacteriën kalklagen, de stromatolieten (Afb. 11). De bacteriën vormden geen kalkschaal maar fungeerden als katalysator, waardoor de kalk neersloeg. Pas aan het begin van het Cambrium begonnen organismen een fosfaat- of kalkschaal te vormen, waarbij al spoedig het laatste de overhand kreeg (deels ook in de vorm van aragoniet). De samenstelling van de atmosfeer (voldoende zuurstof) en van het zeewater speelde hierbij vermoedelijk een belangrijke rol, evenals de opkomst van predatoren. De kalkschaal heeft een dubbele rol voor een organisme, nl. om overtollig CaCO_3 kwijt te raken en om het organisme te beschermen tegen vijanden. Calciet (en aragoniet) in kalkschalen van ongewervelde dieren wordt in het algemeen in cellen afgezet, waarbij de celwand de vorm bepaalt (Afb. 12). Een uitzondering vormen de stekelhuidi-



Afbeelding 7.

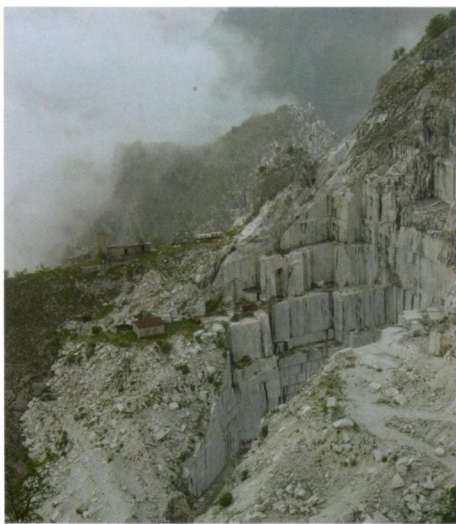
Kalkterrassen gevormd door kalkrijk water uit warme bronnen (Pamukale, Turkije), al sinds de oudheid een toeristische attractie.



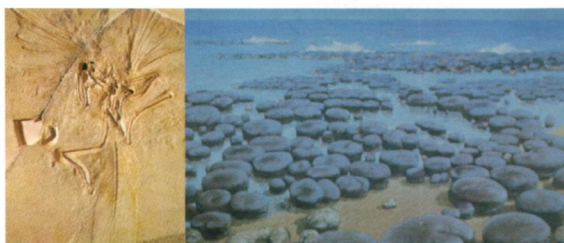
Afbeelding 8.

Ruïne van bibliotheek te Ephese (Efez, Turkije).

Afbeelding 9.
De beroemde Carrara marmergroeve in Italië (foto dr. C.E.S. Arps).

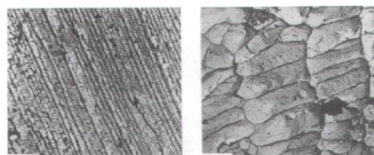


Afbeelding 10, links
De oervogel *Archaeopteryx lithographica* von Meyer, 1861 in Solnhofen kalk (Jura) met afdrukken van veren.



Afbeelding 11, rechts
Stromatolieten worden heden ten dage alleen gevormd onder extreme omstandigheden (zoals dit voorbeeld uit Australië).

gen. Zij vormen complete calcietkristallen onafhankelijk van de vorm van het pantser, wat duidelijk te zien is aan (gebroken) zeelielestelen (Afb. 13). Uniek bij trilobieten is dat niet alleen het pantser, maar ook de ogen van calciet zijn vervaardigd. Een probleem daarbij is de sterke dubbelbreking, dat door de trilobieten op perfecte wijze is opgelost door de speciale vorm van de ooglenzen, geheel overeenkomend met de theoretische vorm van lenzen om sterke aberratie (= niet perfecte beeldvorming) te voorkomen volgens Huygens (Hille, 2001: afb. 2). Dankzij hun kalkskelet konden sponsachtige organismen (archaeocyathen) al in het Cambrium riffen bouwen, een rol die later in het Palaeozoicum door echte sponzen, bryozoën met algen en ten slotte door koralen en algen is overgenomen, zoals heden ten dage nog te zien is (Afb. 14). Ook tweekleppige weekdieren die op koralen lijken (rudisten) en brachiopoden (richthofeniden) vormden soms riffen. Het onderzoek aan riffen is in de laatste tijd sterk gestimuleerd door de belangstelling van de olie-industrie, omdat de grote kalklichamen gevormd door de riffen vaak holtes bevatten, die met elkaar in verbinding staan en olie kunnen bevatten. Ook als het niet opvalt, spelen microfossielen veelal een grote rol bij de vorming van riffen.



Afbeelding 12.
Microscopische schaalstructuur van brachiopode (streepje is 0,02 mm). De schaal is opgebouwd uit twee lagen calciet dat in cellen is afgezet en door een membraan gescheiden is.

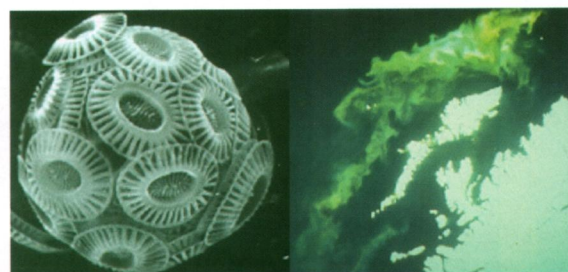
Zelfs de extreem kleine nanofossielen, de coccolieten die slechts enkele duizendste millimeter groot zijn, kunnen dikke kalkpakketten vormen zoals de krijtotsen van Dover, al zijn dit geen riffen geweest. Zij bestaan uit calcietplaatjes, die de coccolietoforen, een soort algen, beschermen (Afb. 15). Zij spelen een belangrijke rol in de CO₂-huishouding van onze atmosfeer en beïnvloeden daardoor ons klimaat. Dit komt door de zeer grote aantallen waarin ze kunnen voorkomen: bij algenbloei kunnen ze 'wolken' in de oceanen vormen, die zelfs vanuit de ruimte zichtbaar zijn (Afb. 16)!



Afbeelding 13.
Zeelielesteel (*Poteriocrinites crassus* (Miller, 1821), Viséen, van Visé, België, exemplaar RGM 244603), waarvan de schijfjes één kristal vormen, zoals te zien aan de splitsvlakken (foto W. Bont).



Afbeelding 14. Koraalrif: 1000 Eilanden, Pulau Jong, bij Djakarta (foto dr. B.W. Hoeksema).



Afbeelding 15, links.
Emiliana huxleyi (Lohmann) Kamptner (SEM foto).

Afbeelding 16, rechts.
Een 'wolk' van coccolietoforen ten noorden van Spitsbergen, bestaande uit talloze van deze slechts enkele duizendste mm grote organismen.

LITERATUUR

Dubelaar, W., 1984. Steenrijk Amsterdam, een geologische stadswandeling. Bibliotheek Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, 35.

Herbeck, A., 1953. Der Marmor: Entstehung, Arten, Gewinnung, Vorkommen. Callwey, München.

Hille P.J., 2001. Trilobietenogen nader bekeken. *Gea*, 34, 3: pp. 17-19.