

KOOLZURE KALK IN EN OP DE AARDE.

DOOR

Dr. G. H. LEIGNES BAKHOVEN.

Het is een bekend feit, dat van enkele scheikundige grondstoffen (elementen) vormen kunnen bestaan, die onderling in eigenschappen verschillen.

Zoo is, om een voorbeeld te noemen, het hardste lichaam, dat wij kennen, namelijk de prachtig schitterende, kostbare diamant, scheikundig hetzelfde als het uiterst zachte, donker gekleurde graphiet, dat, tot vaste platen samengedrukt, tot potlood verwerkt wordt. Zoo is ook de giftige, gemakkelijk ontbrandbare, geelwitte phosphorus scheikundig hetzelfde lichaam als de roode, niet giftige phosphorus, die eerst bij 260° C. ontvlamt. Men duidt dit verschijnsel aan door de uitdrukking *allotropie*.

Ook bij sommige scheikundige verbindingen neemt men iets dergelijks waar, namelijk verschil in physische eigenschappen bij dezelfde scheikundige samenstelling.

Een goed voorbeeld daarvan levert ons de koolzure kalk. Deze verbinding toch komt voor in lagen van aanzienlijke dikte in de korst der aarde, en tevens in uiterst sierlijke kristalvormen tusschen andere gesteenten verspreid. Onder duizend verschillende vormen treffen wij haar in het planten- en dierenrijk aan. Wij wenden haar aan als bouwsteen, ter

bereiding van metselkalk en cementen, en tot sieraad. Wij gebruiken de glasheldere kristallen van koolzure kalk in optische instrumenten en bewonderen de grillige gedaanten der druipsteen, die mede uit koolzuren kalk zijn opgebouwd.

Wanneer wij het fijne, zachte en vormlooze krijt naast een kleurloos en doorzichtig kristal van kalkspaat plaatsen, of het fraai gepolijste, harde marmer vergelijken met den zachten lithographischen steen, of den sprudelsteen van Karlsbad met het dichte en zachte oolithgesteente uit de Jura-periode, zouden wij waarlijk niet vermoeden, dat al deze verschillende stoffen scheikundig zóó nauw aan elkander verwant waren.

Weinige verbindingen zijn dan ook bekend, die onder zóó velerlei vormen en zóó algemeen verspreid, zoowel in de korst der aarde, als in de levende natuur voorkomen; weinige zelfstandigheden worden er aangetroffen, die men in zóó groote hoeveelheden vindt en tot zooveel verschillende doeleinden in de industrie aanwendt als koolzure kalk. Bovendien heeft deze verbinding tevens eene groote beteekenis in de zuivere wetenschap verkregen.

Om deze redenen durf ik hopen, dat het niet onbelangrijk zal zijn, hier een en ander over koolzure kalk mede te deelen.

In de eerste plaats dienen wij ons dan met den scheikundigen bouw en de samenstelling der verbinding eenigermate nader bekend te maken.

De wetenschap noemt deze verbinding thans calciumcarbonaat; doch daar zij vroeger koolzure kalk heette en ook tegenwoordig onder dezen naam nog goed bekend is, moge de uitdrukking koolzure kalk hier behouden blijven; te meer daar hier niet de zuiver scheikundige verbinding bedoeld wordt, maar de stof, zooals zij, niet zelden door inmengselen verontreinigd, in de aarde gevonden of in de industrie gebruikt wordt, en dus niet geheel hetzelfde lichaam is als calciumcarbonaat.

De naam koolzure kalk, of koolzuur calcium, geeft reeds dadelijk aan, dat de verbinding uit twee hoofdbestanddeelen, koolzuur en kalk, opgebouwd is.

Onder kalk verstaat men de zuurstofverbinding van het metaal calcium, een metaal, dat snel en gemakkelijk door zuurstof, waterdamp en koolzuur, dus door den dampkring aangetast wordt en tot heden in het dagelijksch leven of in de industrie van geene beteekenis geworden is.

De kalk blijft achter, wanneer men krijt, marmer, schelpen van buik-

pootige of plaatkieuwige weekdieren, kluitkalk, enz., onder genoegzaam doorvoeren van lucht en waterdamp aan eene hooge temperatuur blootstelt, of, zooals men gewoonlijk zegt, wanneer men kalk brandt. Versch gebrande kalk zwelt met weinig water aangelengd op en vormt, onder ontwikkeling van eene groote hoeveelheid warmte, eene dikke brij. Heeft de verhitting niet gelijkmatig genoeg plaats gehad, of waren te veel kiezelzuur, magnesia en andere verontreinigingen voorhanden, dan is de brij te mager, niet vet genoeg, om, met uit hoekige korrels bestaand zand vermengd, bij het metselen boven water gebruikt te worden.

Water, waarmede men de kalk na het blusschen schudt, neemt eene vrij groote hoeveelheid kalk (thans in calciumhydroxyde overgegaan) op; zulk water heet kalkwater. Voegt men nu bij dit kalkwater zuringzuur, of liever eene oplosbare verbinding van dit zuur, b.v. zuringzuurammonium, dan wordt eene in water onoplosbare verbinding, zuringzure kalk, gevormd; er zal dus een neerslag ontstaan. Door vrije zuren, zoutzuur of azijnzuur, wordt de laatstgenoemde verbinding ontleed, en de kalk gaat met het toegevoegde zuur tot eene in water oplosbare verbinding over; dus zal het bezinksel, door zuringzuurammonium in kalkwater gevormd, door vrij zoutzuur opgelost worden. Deze proef kan ons dienen, om aan te toonen dat in kalkspaat, marmer, enz., kalk voorkomt. Daar deze lichamen echter in water in te geringe hoeveelheid oplosbaar zijn, tasten wij marmer of krijt vooraf door zoutzuur aan. Onder opbruisen wordt een kleur- en reukloos gas (koolzuur) ontwikkeld, wanneer men marmer door zoutzuur ontleedt en, na het vrije zuur, dat nog voorhanden kan zijn, door kalihydraat verzadigd te hebben, verkrijgen wij door toevoeging van zuringzuurammonium een bezinksel van dezelfde samenstelling en dezelfde eigenschappen als het neerslag, dat uit kalkwater gevormd werd.

Thans moeten wij nog nader kennis maken met het gas, dat vrijkomt.

Het kleur- en reuklooze gas, dat bij de ontleding van marmer door zoutzuur in vrijheid gesteld wordt, onderscheidt zich van zuurstof- en waterstofgas, doordat het noch de verbranding onderhoudt, noch zelf brandbaar is, en van stikstofgas, doordat koolzuur kalkwater troebel maakt.

Het bezinksel, door het ontwijkende gas in kalkwater ontstaan, wordt onder opbruisen en het ontwikkelen van een gas door zoutzuur ontleed; de vloeistof wordt weder helder. Het neerslag was toe te schrijven aan

het vormen eener verbinding, die, onoplosbaar in water, zich geheel gedraagt als koolzure kalk.

Het gas, dat door inwerking van vrije zuren op marmer in vrijheid gesteld wordt, is de hoogste zuurstofverbinding van koolstof. Verbranding van diamant en graphiet, van planten en dierlijke lichamen, door aanwending eener hooge temperatuur, doch ook langzame verbranding, zooals bij de ademhaling der dieren en bij verrotting, voorts verbranding van lichamen rijk aan koolstof, als vetten en vetzuren, waaruit de kaarsen bestaan, geven dus aanleiding tot het optreden van deze zuurstofverbinding van koolstof, gewoonlijk koolzuur genoemd.

Laten wij de gassen, die bij onze uitademing in den dampkring ontsnappen, of de gassen, die door het branden eener kaars- of gasvlam ontstaan, door kalkwater strijken, dan vormt zich evenzeer een neerslag; er vormt zich weder koolzure kalk.

Ontleding van koolzure kalk, verbranding, ademhaling en verrotting zijn dus de oorzaken, door welke koolzuur vrijkomt. In de korst der aarde besloten, kan het koolzuur, vooral wanneer de warmte, door scheikundigen arbeid opgewekt, de spanning van het gas aanzienlijk doet toenemen, medewerken tot het opheffen en scheuren van aardlagen. Dus zal het ook uit de korst der aarde in den dampkring treden, zooals o. a. bij de Laacher-See, of in eene enge ruimte hangen blijven, zooals o. a. in de Hondsgrot bij Napels. Bij elke vulkanische uitbarsting ontsnappen groote hoeveelheden koolzuur uit den krater. Hoe ontzaglijk groot moet derhalve de hoeveelheid koolzuur wel zijn, die aanhoudend gevormd wordt! Maar in den dampkring gekomen, wordt het weder ontleed. Het zijn de groene deelen van de planten, die, onder inwerking van het zonlicht, het koolzuur uit den dampkring opnemen, om de koolstof vast te houden, die wij dan weder in zetmeel, aardappelmeel, tarwemeel, enz. terugkrijgen, terwijl een deel van de zuurstof van het koolzuur aan den dampkring teruggegeven wordt. Het zijn dus de groene deelen van de plant, die, onder inwerking van het zonlicht, den dampkring van koolzuur zuiveren.

Koolzuur is zwaarder dan lucht en kan in een vat, dat met de opening naar boven staat, vrij langen tijd bewaard worden; door het vat, waarin het koolzuur is, om te keeren, kan men het gas in een ander vat, met lucht gevuld, overgieten. Daar eene vlam, in koolzuur gebracht, uitgedoofd zal worden, kan men met zulk een vlam gemakkelijk aantoonen, dat het koolzuur in het vat is overgegaan, dat het laagst geplaatst was.

Door samenpersing en afkoeling kan het koolzuur ook in den vasten staat overgebracht worden. Bij het verminderen van drukking, of zachte verwarming zal het saamgeperste koolzuur snel den gasvorm weder aannemen en eene groote spankracht verkrijgen. De kracht, waarmede het koolzuur zich dan uitzet, is hoogst aanzienlijk. Wij zouden heel wat meer brandstof moeten gebruiken, om aan waterdamp zoo groote spankracht mede te deelen. Wanneer wij dus het zich uitzettend koolzuur aanwenden om den zuiger van machines in beweging te brengen, dan zal, in vergelijking met het gebruik van waterdamp, veel kostbare brandstof gespaard kunnen worden.

Dr. BEINS heeft zulks beproefd en voorgesteld om, in plaats van door stoom, machines door koolzuur te drijven. Hoe het thans met deze veelbelovende zaak staat, is mij niet bekend.

Koolzuur is in water oplosbaar, en vooral bij hoogere drukking kan water een zeer aanzienlijk volumen daarvan absorbeeren. De frissche en aangenaam prikkelende smaak van koolzuurhoudende, mousseerende dranken is ons bij het seltzer- en spuitwater, enz. wel bekend.

Wij noemden het gas, dat door zuren vrijgemaakt wordt uit marmer of uit krijt, koolzuur, een zuur dus; is deze naam goed gekozen? Als scheikundige verbinding mag het gas dezen naam niet dragen, en moest kooldioxyde genoemd worden; toch heeft dit oxyde in enkele opzichten de eigenschappen van echte zuren. Zoo kleurt het blauwe planten-kleurstoffen rood en verbindt zich met bases tot zouten, evenals zulks door zuren en zure oxyden (anhydriden) geschiedt. Beschouwen wij het gas als een zuur, dan moet dus thans nagegaan worden op welke wijze het zich gedraagt tegenover koolzure kalk, die door zuren ontleedbaar is. De proef leert, dat krijt, marmer, enz., in spuitwater, dus koolzuurhoudend water oplosbaar is. Voegt men bij kalkwater spuitwater, dan wordt de vloeistof troebel door de vorming van koolzure kalk; schudt men daarop de troebele vloeistof met meer spuitwater, dan verdwijnt het neerslag weder. Men beschouwt de thans opgeloste stof als een nieuwe verbinding, als dubbelkoolzure kalk. Daar, zooals wij zagen, in de korst der aarde uitgebreide lagen van koolzure kalk voorkomen, verwondert het ons niet, dat in vele, ja bijna alle wateren dubbelkoolzure kalk gevonden wordt en wij dus zelden drinkwater vinden en gebruiken zonder laatstgenoemde verbinding.

Water, dat rijk aan koolzuur en zure verbindingen is, rijk aan zouten, die de werking der zuren ondersteunen, tast de lagen, die

uit koolzure kalk opgebouwd zijn, dus ook krachtiger aan, dan zuiver water zoude doen. Het water in zulke lagen indringende, maakt deze lossen, spoelt voortdurend gedeelten, tot fijn slib omgezet, weg; zuren en zouten in dat water voorkomend ondersteunen, bevorderen en verhaasten het sloopen en wegspoelen, zoodat na verloop van tijd de bovenliggende, zoogenaamde hangende lagen, haar steun missende, inzakken en verschuiven, alles met zich slepend en vernielend, wat op en in deze lagen voorkwam, of door menschelijke vlijt was opgebouwd en voortgebracht.

Ziedaar een der oorzaken, die aanleiding geven tot verandering in de ligging der aardlagen. Misschien reeds gedurende eeuwen op voor ons schier onmerkbaar wijze voorbereid, treedt het resultaat van die voortdurende werking soms plotseling en onverwacht voor ons op. Door de verandering in de ligging der aardlagen kan de loop der rivieren gewijzigd worden; het klimaat nu verandert, de verspreiding van dieren en planten wordt eene andere, en zelfs het menschelijke geslacht ondervindt den invloed dier veranderingen.

Wordt water, dat dubbelkoolzure kalk in oplossing houdt, gekookt, dan wordt de verbinding ontleed en, onder het vrijkomen van koolzuur, scheidt koolzure kalk zich af. Voedt men dus stoomketels met zulk water, dan zullen bodem en wanden van den ketel met koolzure kalk bedekt worden, hetgeen medewerkt tot de vorming van den zoo gevreesden ketelsteen. Water, dat dubbelkoolzure kalk bevat, is onbruikbaar als waschwater, daar kalk met de vetzuren der zeepen een moeilijk oplosbare verbinding vormt en het schuimen belet.

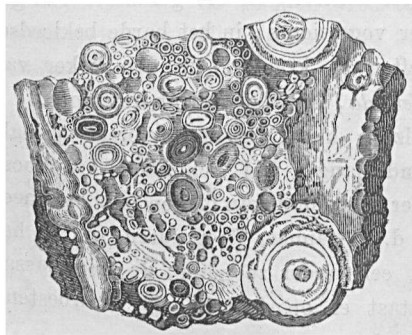
De ontleding nu, die dubbelkoolzure kalk door verwarming ondergaat, kan uitmuntend dienst doen tot het in vrijheid stellen van koolzuur, o. a. voor mousseerende dranken. Het koolzuur op deze wijze vrijgemaakt (gewoonlijk gebruikt men dubbelkoolzure soda), is zuiverder dan het gas, dat door inwerking van zoutzuur of zwavelzuur op marmer of krijt verkregen wordt, daar deze laatste stoffen dikwerf met vreemde bestanddeelen doortrokken zijn en het koolzuur, dampen van het gebruikte zuur medevoerend, metalen vaten en geleidingstukken, buizen enz., eerder en krachtiger aantast dan zuiver en droog koolzuur. De aanwending van dubbelkoolzure zouten en het gebruiken van glazen vaten en flesschen is eene goede verandering bij de bereiding van koolzuurhoudende dranken. De ontleding, die dubbelkoolzure kalk bij verwarming snel ondergaat, heeft bij gewone temperatuur langzaam

plaats; dus zal zich uit wateren, die deze verbinding bevatten, onder het vrijkomen van koolzuur, koolzure kalk afzetten.

Niet zelden heeft het koolzuurrijke water in de natuur eene vrij hooge temperatuur, zooals bij Vichy en bij Wiesbaden, enz.; soms is de warmtegraad van het water veel lager, zooals dat van de Heppingerbron bij het badplaatsje Neuenahr aan den linkeroever van den Rijn. De hoeveelheid koolzuur uit laatstgenoemde bron ontwijkend, is zóó groot, dat niet zelden vogels, aangelokt door het frissche en borrelende water, neerstrijken om hun dorst te lesschen, maar plotseling, door het koolzuur omgeven, hier een snellen dood vinden.

Bevatten zulke wateren nu dubbelkoolzure kalk, dan zal zich koolzure kalk op den bodem en langs de randen der bronnen afzetten, terwijl de kalk, als een fijn slib door de mechanische werking van

Fig. 1.



Erwtenstein gevormd uit Aragoniet.

water op kalklagen medegevoerd, elders weder bezinkt. Zeer verschillend zijn de vormen, in welke de verbinding thans kan optreden, hier dicht, daar los en poreus, hier als sprudelsteen of zoogenaamde erwtensteen (fig. 1), ginds als poreuse tufsteen; bovendien worden alle voorwerpen in zulk water drijvend of bezinkend, door koolzuren kalk opgevuld en omkorst, zoo ook de overblijfselen

van dieren, planten, schelpen, boomstammen, vruchten en bladeren.¹ Zij worden ingesloten en opgevuld, en, al zal nu na verloop van eeuwen het organisch gedeelte verloren gegaan zijn, de vorm blijft bewaard. Uit vergelijkingen tusschen deze vormen en de thans levende soorten, leeren wij het verschil en de overeenkomst in maaksel kennen. Die incrustatiën, evenals andere fossielen, zijn gewichtige hulpmiddelen geworden tot het kennen van de geschiedenis der aarde, om de veranderingen, die zij in den loop der eeuwen ondergaan heeft en de tragswijze ontwikkeling van het leven daarop na te gaan.

¹ Zoo in de bron van Saint Allyré bij Clermont in Frankrijk; in Nederland in het meertje van Rockanje, enz.

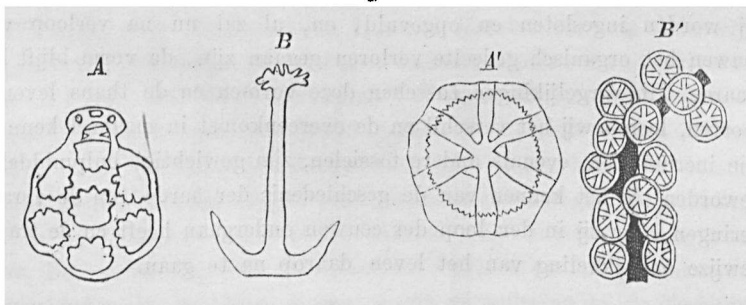
Uit de oorspronkelijke, vaste gesteenten door langzame verweering en ontleding losgemaakt, is de kalk in verschillende verbindingen in de natuur verspreid. Een zeer aanzienlijk deel is in koolzure kalk omgezet, en deze kan, opgelost in water, dat zuren en zouten bevat, zooals het water in de bouwaaarde, in de wortels der planten indringen. Werkelijk vinden wij koolzure kalk (nevens andere kalkzouten) in de planten terug; soms als bekleedsel, zooals bij sommige wieren, koraalwieren (*Corallinaceae*), dikwijls in kristallen, rhomboëders, soms ook in kristalklieren, die, als zoogenaamde cystolithen, aan eenen steel van celstof met eenig kiezelzuur bevestigd, o. a. bij *Ficus elastica*, voorkomen.

Zoowel met het water, als door het plantaardig voedsel, gaat koolzure kalk ook in het lichaam van dieren over. Vandaar dat men bij vele en wel het meest bij lagere diersoorten koolzuren kalk als een voornaam en gewichtig bestanddeel aantreft. In het geraamte van gewervelde dieren, in de schaal der vogeleieren, in het harde bekleedsel van sommige schaaldieren, kreeften en krabben, in den koker van enkele kokerwormen, o. a. bij *Serpula*, komt de verbinding voor.

Het is in eene kyste van koolzure kalk, dat de gevreesde spiraalworm (*Trichina spiralis*) gedurende langen tijd, schijnbaar levenloos, in de spiermassa van een zoogdier opgesloten kan blijven, om, wanneer de omstandigheden gunstig zijn, d. i. wanneer door zuren, zooals het zure maagsap in de maag van een ander zoogdier, de spiermassa, en tevens het kalkhuusel aangetast en opgelost is, zijn verwoestend leven te hervatten.

Ieder weet, hoe rijk de schelpen van vele weekdieren, Gasteropoden

Fig. 2.

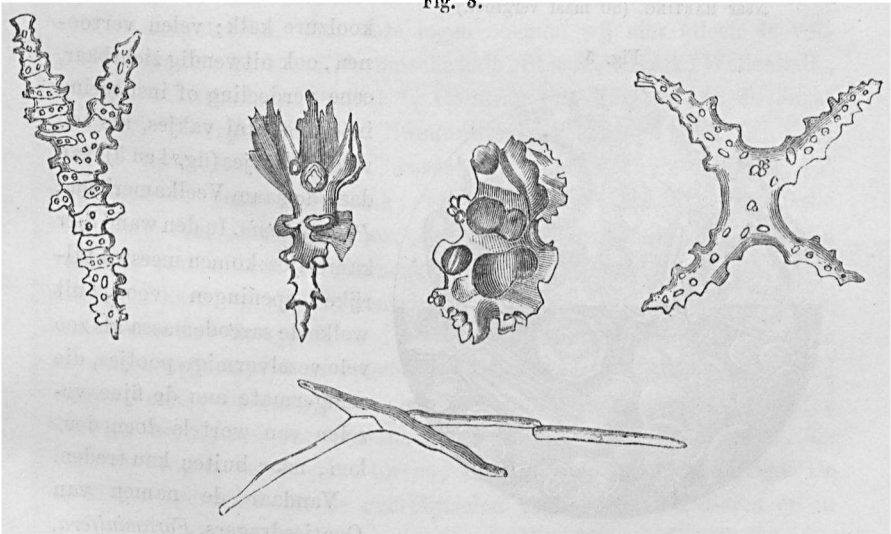


A, ankerplaat. — B, anker van *Synapta glabra*. Naar SEMPER. — B'. Snoer van kalk lichaampjes van *Chirodota violacea*. — A', een daarvan vergroot.

en Lamellibranchien, zijn aan koolzure kalk. Velen dier schelpen bevatten 90 en meer procenten dezer verbinding. Doch vooral bij de dieren, die op nog lageren trap van ontwikkeling staan, vinden wij de koolzure kalk, tot beschutting en wapening of tot steun van uitwendige deelen, in duizenderlei vormen, dikwijls uitmuntende door kleur, fijnheid van bouw en sierlijkheid van gedaante.

Niet alleen treft men verspreid liggende plaatjes, ankers, naalden, radertjes, balkjes, knodsen en staafjes met gekartelde, diep ingesneden en gezaagde randen aan, zooals bij de Holothurien (fig. 2), maar ook dikwijls een tot een samenhangend geheel gevormd in- of uitwendig geraamte. Eene groote hoeveelheid koolzure kalk, ongeveer 92%, vinden wij onder verschillende vormen, ten deele als zoogenaamde skleriten (fig. 3), in de harde koraalmassa, die de verdroogde overblijfselen der daarin besloten dierlijke weefsels bevat, waarop de jongere polypen voortbouwen, om na hunnen dood tot steun te dienen van de nakomelingschap, en die eigenaardige koraalbanken, riffen en atollen te vormen, die in den Indischen Oceaan en in de Stille Zuidzee in zóó

Fig. 3.



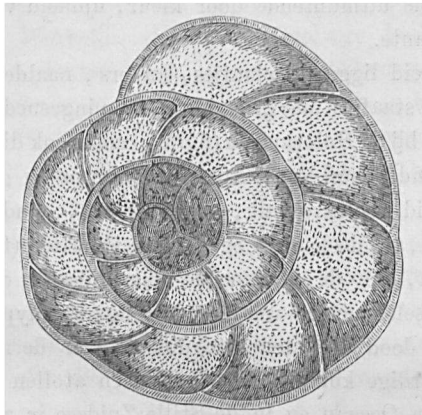
Kalklichaampjes van verschillende Alcyonariën. Naar KÖLLIKER.

onnoemelijk groot aantal gevonden worden, en ook in de korst der aarde zulke grootsche vormingen, als getuigen hunner werkzaamheid, achtergelaten hebben. Ook bij sommige soorten van sponzen (de kalk-

sponsen) treft men kalklichaampjes aan, die meestal in den vorm van drie of vierstralige staafjes voorkomen.

Doch waar gesproken wordt van sierlijke gedaante, kleinheid van

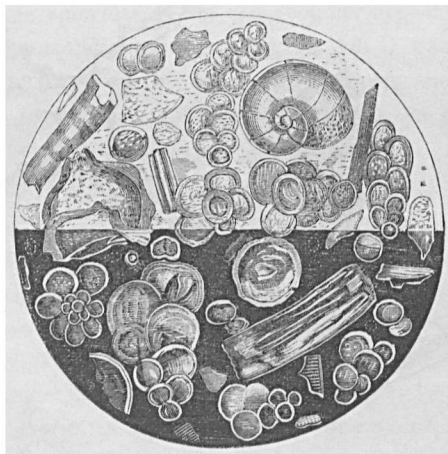
Fig. 4.



Rotalia Veneta, van het strand der Zuiderzee.

Naar HARTING. (80 maal vergroot.)

Fig. 5.



Foraminifera uit het krijt. (Sterk vergroot.)

da. Bij genoegzame vergrooting gezien, herinneren hunne vormen ons aan schijfjes, rozenkransvormige staafjes, spiraalsgewijs gewonden slakkenhuisjes, enz. Hun aantal is werkelijk verbaasd groot; in één ons

het individu, verscheidenheid in vorm, rijkdom, wat het aantal soorten en individuen betreft, moeten wij herinneren aan de milliarden wezentjes, die, op den bodem der zeeën levend of daarop bezinkende en zoo meer of minder dikke lagen vormende, slechts met behulp van het mikroskoop zichtbaar zijn. Zij bestaan uit eene korrelige, structuurlooze slijm- of sarcodemassa; de meesten zijn bekleed met een hulsel van koolzure kalk; velen vertoonen, ook uitwendig zichtbaar, eene verdeling of insnoering in een aantal vakjes, als zoo vele kamertjes (fig. 4 en 5); van daar de naam Veelkamerigen, *Polythalamia*. In den wand dier kamertjes komen meestal talrijke openingen voor, uit welke de sarcodemassa als zoo vele vezelvormige pootjes, die eenigermate aan de fijne vezelen van wortels doen denken, naar buiten kan treden.

Vandaar de namen van Gaatjesdragers, *Foraminifera*, en Wortelpootigen, *Rhizopoda*.

zand van de Antilles afkomstig, werden niet minder dan 3,840,000 stuks gevonden ¹.

Na den dood van planten en dieren in den bodem neergelegd, uit zee bezonken, wordt koolzure kalk vermengd met klei, zand en met organische overblijfselen van andere dieren, — zoo van de aan de Foraminiferen nauw verwante en door EHRENBURG genoemde Triliediertjes, Polycystinen of Radiolariën, wier schalen uit kiezelzand bestaan, en bovendien met overblijfselen van Diatomeën enz., — tot lagen gevormd, die soms tot eeuwenlange rust zijn gedoemd.

Als wij nu echter bedenken, dat het leven op aarde zich het eerst in de allereenvoudigste vormen vertoonde, de laagst ontwikkelde dus reeds voorkomen in de oudste lagen, die overblijfselen en afdrucken van levende wezens bevatten; en wij verder bedenken, dat er ook later tijden geweest zijn, waarin de omstandigheden voor de ontwikkeling en de vermenigvuldiging der Foraminiferen zeer gunstig schijnen geweest te zijn, dan verwondert het ons niet, dat uit alle verschillende perioden en tijdvakken, zoowel onder de oudere als onder de jongere lagen, die de ons bekende korst der aarde samenstellen, kalklagen worden aangetroffen. Van deze lagen noemen wij hier alleen de volgende: Grauwacke kalk, Devonische kalk, Steenkolenkalk, Wellenkalk, Schelpkalk, Stinkkalk, Oölith ², Coralrag (uit koralen van de Jura-periode), Witkrijt, Tufkrijt, Nummulitenkalk, enz.

Vele dezer kalkgesteenten worden als bouwsteen, stoepsteen, tot het branden voor metselkalk, voor cementen, als lithographische steen, als schrijfmateriaal, enz. gebruikt. De genoemde kalklagen zijn van zeer verschillend voorkomen; dicht, zacht, hoekig, korrelig, aardachtig of hard, zijn zij nu eens in de korst der aarde diep verborgen, dan weder aan de oppervlakte blootgelegd, niet zelden tot hooge bergen en rotsen opgestapeld en opgeheven (krijtbergen van Albion, het eiland Rügen, enz.); bergen, wier eigenaardige, schilderachtige gedaanten dikwijls herinneren aan muren, gedekt door uitgebreide vlakten, die vormen dragen tot kegels, torens, kasteelen en ruïnen gewijzigd. De kalklagen gevormd uit de overblijfselen van planten en dieren en in

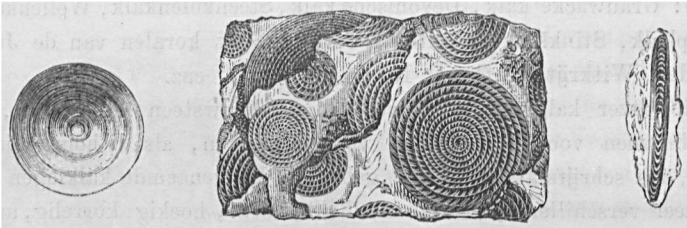
¹ Zie "*De Macht van het Kleine*" door Prof. Dr. P. HARTING.

² Oölith of kuitsteen bestaat uit bronsteentjes, die door een bindmiddel vereenigd zijn. De bronsteentjes zijn korreltjes zand door lagen koolzure kalk omgeven. Kuitsteen, naar de eieren in de kuit van vissen.

den schoot der aarde neergelegd, blijven soms eeuwen lang in rust, maar kunnen vroeger of later weder aangetast en weggespoeld worden, om, hetzij elders weder afgezet, nieuwe lagen te vormen, hetzij in het planten- en dierenrijk verspreid, op nieuw deel te nemen aan het leven, om na dat leven weder in eeuwenlange rust over te gaan. Dat is de kringloop van koolzure kalk.

Rijk aan fossielen zijn vooral die kalklagen, die uit overblijfselen van Foraminiferen en uit de aan deze nauw verwante Nummuliten opgebouwd zijn. In de eerste plaats mogen dan de Krijtformatie van Champagne, Meudon, het eiland Wight, New-Yersey, den Pietersberg bij Maastricht, en de tertiaire lagen van het Pyreneesche gebergte, Noord-Afrika, het Himalaya-gebergte, de tertiaire bassins van Weenen, Londen en Parijs genoemd worden; wanneer men weet, dat sommige dezer lagen van honderde meters dikte, op één kubieken voet meer dan 5 milliarden Rhizopoden-schelpen bevatten ¹ (Gentilly bij Parijs). Uit deze lagen, dus uit de overblijfselen dezer mikroskopische wezentjes, is de grootste der Egyptische piramiden, zijn bijna geheel Parijs en vele omliggende steden opgebouwd.

Fig. 6.



Nummuliten uit de Pyreneeën.

De Nummulitenkalk (fig. 6), die wij noemden, en die zulk eene belangrijke rol hierbij speelt, bestaat uit de woningen van een der reuzensoorten onder de Rhizopoden; de doorsnede van het schelpje bedraagt soms wel 2,5 centimeter.

Aan DESJARDIN, DUJARDIN en vooral aan EHRENBURG en anderen danken wij onze kennis van het leven, van den vorm en van de hoogst gewichtige beteekenis dier kleine sierlijke Foraminiferen. Hetgeen die

¹ CARUS STEENE's *Worden en Vergaan*. Bewerkt door Dr. H. HARTOGH HEYS VAN ZOUTEVEEN.

mannen ons geleerd hebben, en ook in "De Macht van het Kleine" ¹ zóó duidelijk en helder wordt aangetoond, is wel geschikt ons een denkbeeld te doen vormen van het gewichtig aandeel, van de belangrijke rol, die de koolzure kalk in de levende natuur en in de korst der aarde vervult.

Hier moge het ook nog de plaats zijn te vermelden, dat het gelukt is langs kunstmatigen weg vormen te verkrijgen, die volkomen gelijken op vele kalklichaampjes, die in het dierenrijk gevonden worden, en evenals deze koolzure kalk bevatten (Calcosphaeriten). ²

Dergelijke vormen, bestaande uit koolzure en phosphorzure kalk, verbonden met eiwit en andere organische zelfstandigheden, buiten het leven gemaakt, zijn in gedaante en samenstelling gelijk aan vele der zoogenaamde kalklichaampjes, die in de levende dieren gevonden worden, bijvoorbeeld in de verschillende concrementen, in urine, gal, en ook in speeksel voorkomende, evenals de parelen en otolithen van sommige weekdieren, of de geplooidde kalkplaten van het sepia-been bij eenige Cephalopoden. Waar wij dus spraken van kalkplaatjes, enz, moet niet altijd uitsluitend aan zuivere koolzure kalk, maar aan verbindingen van dit zout met organische bestanddeelen gedacht worden. Maar wij mogen niet te lang bij deze vormen stilstaan; ons doel, een kort overzicht te geven van het voorkomen van koolzure kalk in en op de aarde, eischt dat wij verder gaan, wanneer wij de hoofdvormen, die reeds zoo talrijk zijn, op hoe oppervlakkige wijze ook, willen overzien.

In geen geval mogen wij de werking van koolzure kalk in de bouw-aarde met stilzwijgen voorbijgaan.

Koolzure kalk maakt de bouw-aarde lossen, meer poreus, beter toegankelijk voor lucht en water, beter tot gaswisseling geschikt, en verhoogt daardoor de werkzaamheid der voor den plantengroei noodige factoren in den bouwgrond. Vrije zuren worden gebonden, hunne schadelijke werking, waar zij in te groote hoeveelheid optreden, tegengegaan. Overblijfselen van planten en dieren, die zonder het toetreden van lucht niet in planten voedende verbindingen overgaan, worden krachtig door koolzure kalk aangetast. De vorming van ammoniak, met behulp van de stik-

¹ Prof Dr. P. HARTING. "De Macht van het Kleine."

² Prof. Dr. P. HARTING. *Recherches de morphologie synthétique*, in Verh. d. Kon. Akad. van Wetenschappen. DL XIV, 1872. *Leerboek der Vergelijkende ontleedkunde*; Eerste deel, Morphologie, blz. 167 en volgende.

stof dier overblijfselen, wordt bevorderd; doch daar de bodem beter toegankelijk geworden is voor lucht, dus voor de zuurstof, kan een deel van het gevormde ammoniak in salpeterzuur overgaan. Ammoniakzouten en salpeterzure zouten zijn de gewichtige bronnen, die de plant van de voor haar leven zoo belangrijke stikstof voorzien. Verbindingen, die bestanddeelen bevatten, nuttig en noodig bij de voeding der plant, maar zelve ongeschikt om door de wortels opgenomen te worden, kunnen door koolzure kalk ontleed worden; zoo zal phosphorzuurijzer phosphorzure kalk en koolzuurijzer leveren, en het zoo belangrijke phosphorzuur langs dien weg in de plant opgenomen kunnen worden. Harde, moeilijke aantastbare silicaten, vaste gesteenten, moeten eerst door de inwerking van koolzuur en waterdamp bevattende lucht en neervallend water verweerd en verijnd worden. Door koolzure alkaliën bij hooge temperatuur ondergaan zij eene gewichtige verandering, zoodat het terugblijvende door zuren aantastbaar geworden is; men noemt deze laatste verbindingen: Zeolithen. De vorming van zeolithen heeft bij gewonen warmtegraad in de natuur uiterst langzaam plaats, het inwerken van koolzure kalk op silicaten verhaast haar ontstaan. In dit zeolith zijn de metalen kalium, natrium, ammonium, magnesium, enz., zoo belangrijk voor de plantenvoeding, aan kiezelzuur gebonden; het bezit het vermogen door vlakke-aantrekking zouten en andere verbindingen vast te houden en tegen wegspoeling door indringend regenwater voor de planten te bewaren. Verdunde zuren en zure zouten, zooals deze in de bouwaaarde voorkomen, tasten het zeolith aan en brengen het in scheikundige beweging. Doch ook door koolzure kalk wordt het zeolith veranderd, en wel zoodanig, dat de kalk voor de metalen kalium, natrium, enz. in de plaats treedt. Deze metalen gaan daarbij in meer oplosbare verbindingen over, kunnen dus ook beter aan de wortels der planten aangeboden worden. Maar, en dit is eene schaduwzijde, nu kunnen de vrijgemaakte ammoniumzouten en salpeterzure zouten, en de uit het zeolith in vrijheid gestelde verbindingen ook eerder door indringend regenwater opgenomen en weggespoeld, en de bodem daardoor armer worden aan voedende bestanddeelen.

Koolzure kalk heeft dus niet alleen invloed op den physischen toestand van den bodem, maar bevordert en wijzigd ook het chemisme in de bouwbaar aarde, dat, éénmaal aangevangen, tal van verschillende scheikundige processen opwekt; door deze worden over het algemeen beter oplosbare verbindingen of samengestelde mengsels gevormd. Door hare

oplosbaarheid en doordat bovendien groote hoeveelheden van deze verbindingen gevormd kunnen worden, meer dan de planten kunnen opnemen, zal een groot deel weggespoeld worden; er zal minder voedsel voor volgende gewassen achterblijven. Men zal dus eerder eenen nieuwen voorraad voedsel voor de planten in den bodem moeten brengen; koolzure kalk kan dus ook aanleiding geven, dat de bodem eerder uitgeput wordt. Volgens PUVIS ¹ zoude elke bodem, die meer dan 9 procent koolzure kalk bevat, door meer daaraan toe te voegen niet verbeterd worden. Er zijn gronden, die zoo rijk zijn aan deze verbinding, dat zij door bevochtiging met zuren opbruisen (kalkgronden en mergels). Zulke gronden zullen dus met klei, zand en organische overblijfsels, humus en dierlijken mest, enz. vermengd moeten worden. Kalkminnende planten, zooals Gerst, Rogge, Klaver, enz. zullen op eenen zóó vermengden bodem uitmuntend gedijen. Het zal ons nu niet verwonderen, dat het ten opzichte van den physischen toestand van den bodem niet onverschillig is, in welken vorm koolzure kalk toegevoegd wordt. Zeer dikwerf gebruikt men daartoe fijngemalen beenderen, die bovendien rijk aan phosphorzure kalk zijn. Maar ook de hoeveelheid koolzure kalk verdient overweging, want deze verbinding kan, gelijk wij zagen, aanleiding geven tot het uitputten van den bodem. Evenmin als er één middel is tegen alle verschillende kwalen van het menschelijk lichaam, evenmin is koolzure kalk in alle gevallen en in iedere hoeveelheid geschikt tot verbetering van den bouwgrond. Alleen na behoorlijk kennis genomen te hebben van den physischen toestand en de chemische samenstelling van den bouwgrond, vooral van de daarin voorkomende silicaten, het zeolith, de hoeveelheid water en de geaardheid en samenstelling van den ondergrond, kan men bepalen hoeveel koolzure kalk vereischt wordt, wanneer men een bepaald gewas verbouwen wil.

Zooals wij reeds vroeger opmerkten, en zooals trouwens ieder weet, wordt kluitkalk, schelpkalk, steenkalk, enz. ter bereiding van metselkalk gebruikt. Tot het metselen onder water, voor metselwerk bestemd om kelders en muren tegen indringend water te beschutten, moet men een kalkgesteente aanwenden, dat een zeker gehalte aan kiezelzuur of klei bevat, namelijk de cementen. Hiertoe dienen eenige

¹ Prof. Dr. G. J. MULDER. Scheikunde der bouwbare aarde.

in de natuur voorkomende gesteenten, als tras, Puzzuolane (poezzolane en santorinstein), die zonder voorafgaande verhitting als bestanddeel van watermortel of cement bruikbaar zijn; bovendien kunnen door het branden van sommige krijt- en kiezelzure zouten bevattende lagen, cementen verkregen worden, van welke de Portland-cement ons een voorbeeld kan zijn. Voor vele jaren werd ook hier te lande door CAZIUS eene fabriek opgericht, waarin door branding van Y-slib een soort van cement werd vervaardigd, dat een door ijzeroxyd veroorzaakte roode kleur bezat, maar op den duur niet deugdelijk is gebleken te zijn. Daar echter bij het metselen en hardworden vooral aan koolzuurvrije kalk gedacht moet worden, laten wij het cement hier verder rusten en wenden ons liever tot den vorm, dien koolzure kalk aanneemt, wanneer deze verbinding in gesloten ruimten, zoodat het koolzuur niet ontwijken kan, aan eene hooge temperatuur blootgesteld wordt. De verbinding gaat daardoor in een harden, dichten, goed polijstbaren vorm met kristallijne structuur over. Wij hebben namelijk daardoor een der belangrijkste mineralen, die uit koolzure kalk bestaan, het marmer, verkregen. Het marmer, dat als bouwsteen gebruikt wordt, dat de graven dekt en den roem der ouderen aan het nageslacht overbrengt; het marmer, waarin de beeldhouwer zijne gedachten uitdrukt, is niet anders dan korrelig-kristallijne koolzure kalk. Hoofdzakelijk uit kleine kalkspaat-kristallen opgebouwd, verschildt de structuur bij onderscheidene marmersoorten echter aanmerkelijk; hoe fijner de korrel, des te witter, hoe grooter de korrel, des te doorschijnender is het marmer. Het heeft eene zoogenaamde saccharoïdische structuur, d. i. eene structuur als broodsuiker. Niet zelden is het marmer uit grovere korrels, of uit brokken opgebouwd (breccie-marmer), met organische stoffen en metaalverbindingen (ijzer) doortrokken en daardoor gekleurd, geaderd en gevlekt of gestreept; soms is het met andere mineralen, talk, serpentijn, vermengd, of men vindt er schelpen en andere overblijfselen van dierlijk leven in. Geen wonder, dat men een groot aantal soorten en variëteiten van marmer onderscheidt, wier namen, Brokatelmarmer, Verde antico, Nero antico, marmer van St. Anna, groote en kleine rouw, Lumachel (schelp) marmer, enz., op structuur, kleur en inmengselen betrekking hebben. Effen en kleurloos is kostbaarder dan bont en gekleurd marmer, maar toch werden oudtijds de witte marmersoorten opzettelijk met plantsappen doortrokken en gekleurd. Wie denkt bij het bespreken van dit mineraal

niet aan de groote meesters van ouderen en lateren tijd, een PHIDIAS, een THORWALDSEN en anderen, wier werken onvergankelijken roem verkregen hebben.

Uit den berg Pentelikon bij Athene, den Marpina op Paros, uit de kleine, alleenstaande bergen in Toskane (Carrara), zijn de prachtigste marmersoorten, in stukken van aanzienlijke afmetingen, gehouwen.

De Grieken gebruikten Pentelisch marmer voor zuilen en gebouwen, Parisch marmer voor beelden. De Romeinen hebben eerst het Carrarisch marmer in gebruik genomen; het polijsten werd niet vóór de 5de eeuw uitgevonden en toegepast.

Later (1846) zijn op verschillende plaatsen in Griekenland en den Griekschcn Archipel nieuwe groeven opgespoord en oudere, die reeds sedert langen tijd verlaten waren, teruggevonden. Ook andere landen van Europa leveren marmer, zooals Tyrol, Saksen, Boheme, België, Zuid-Frankrijk, enz., die in de oudste en overgangsgebergten marmer bevatten. Van al de verschillende soorten en variëteiten, die van marmer onderscheiden kunnen worden, moge hier nog het Oostersch-albast of het onyx-marmer genoemd worden, dat, zooals men zegt, uit water, hetzij als eene soort druipsteen, hetzij door afzetting uit bronnen bezonken is. Algiers, Egypte en Perzië leveren ons dezen prachtvorm van koolzure kalk, die tot verschillende sieraden verwerkt wordt. Dat ook kunstmatige marmersoorten, nagebootst marmer, in den handel voorkomen, is genoeg bekend.

Naast het marmer plaatsen wij den lithographischen steen van Solenhofen uit de Juravormingen. De Juralagen zijn verbazend rijk aan kalkafzettingen, kalkbergen, kalkformaties; in dat langdurig en rustig tijdvak der geschiedenis onzer aarde speelt de kalk eene zeer gewichtige rol. Reeds noemden wij Oöolith, Coralrag, Portlandkalk, enz.; de meeste dezer lagen zijn onuitputtelijk rijk aan fossielen. Tot deze vormingen nu moet ook de kalkschiefersteengroeve bij Solenhofen gebracht worden. Is de lithographische steen gelijkmatig, fijnkorrelig, goed te polijsten, dan is hij geschikt voor steendruk. De minder goede platen kunnen tot dakbekleding en plaveisel dienst doen.

In verscheidene planten, in sommige dieren, maar vooral in den schoot der aarde in en tusschen andere gesteenten, vinden wij koolzure kalk in prachtgewaad, in kristalvorm. Ook hier treedt ons een oneindige rijkdom aan vormen en kleuren tegen. Om het overzicht gemakkelijker te maken, merken wij ten eerste op, dat koolzure kalk in twee ver-

schillende kristalstelsels voorkomt; evenals koolstof, zwavel, zwavelzure kalk, en zoovele andere elementen en verbindingen, is koolzure kalk dus *tweevormig* (dimorph). Koolzure kalk kristalliseert in het hexagonale en ook in het rhombische stelsel. Wanneer eene oplossing, die dubbelkoolzure kalk bevat, b. v. eene oplossing van koolzure kalk in koolzuurhoudend water, zonder verwarming, dus vrijwillig, verdampt, verkrijgt men kleine rhomboëders (hexagonale stelsel) van koolzure kalk. In denzelfden vorm vindt men de verbinding, wanneer een oplosbaar zout van calcium, b. v. chloorcalcium, met een oplosbaar koolzuurzout, zooals koolzuurammonium, vermengd wordt; door dubbele ontleding vormt zich dan koolzure kalk, welk zout, onoplosbaar in water, bezinkt, en na eenigen tijd gestaan te hebben, onder het mikroskoop gezien, uit kleine rhomboëders blijkt te bestaan. Vermengt men echter de twee genoemde oplosbare zouten bij hoogere temperatuur (100° C.), dan treedt koolzure kalk in rhombische kristallen op; bij 70° C. hebben de laatstgenoemde, bij 30° C. de rhomboëders de overhand, mits de vloeistoffen niet te verdund zijn. Laat men vervolgens een mengsel van koolzure soda en chloorcalcium smelten, en trekt men de massa met koud water uit, dan zullen rhomboëders, terwijl, wanneer men de massa met heet water behandelt, rhombische kristallen gevormd worden. Wanneer echter de oplossingen geconcentreerd zijn, of koolzure kalk in koolzuurhoudend water opgelost, in gesloten ruimten verhit wordt, in het kort, wanneer de omstandigheden gewijzigd zijn, kunnen bij hoogere temperaturen rhomboëders verkregen worden.

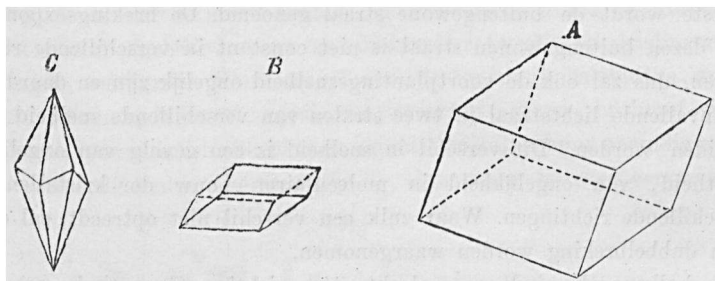
Ook als de kristallen niet uit vloeistoffen gevormd worden, kan het verschijnsel anders wezen. De rhombische kristallen blijven bij hoogere temperatuur minder goed bestaan. De warmtegraad, de hoeveelheid water, de drukking en de snelheid van verdamping, enz. hebben dus invloed op den vorm, in welken koolzure kalk optreedt.

Van de twee genoemde kristalvormen is bij koolzure kalk de rhomboëdrische de gewichtigste. De rhomboëder is een halfvorm van het hexagonale kristalsysteem, namelijk van de hexagonale piramide.

Deze rhomboëder ($R = P$, 105° , $8'$, fig. 7 A)) treedt zelden zelfstandig op, doch kan door splijten van alle kalkspaatkristallen verkregen worden; veelvuldiger echter vindt men den tegenvorm, den rhomboëder ($-\frac{1}{2} R$, fig. 7 B). Doch ook in eenen anderen hemiëdrischen vorm van het hexagonale stelsel, den skalenoëder (fig. 7 C), wordt koolzure kalk gevonden.

De skalenoëder is de halfvorm van de di-hexagonale piramide, en is gemakkelijk te herkennen aan den eigenaardigen zig-zag-loop der randkan-

Fig. 7.



A. Rhomboëder ($R=P.$). — B. Rhomboëder ($-\frac{1}{2} R.$). — C. Skalenoëder ($R. 3 = r.$).

ten. In het algemeen kan men 4 verschillende typen aannemen, namelijk den rhomboëder, den skalenoëder bn , den zuilvorm en den hexagonalen tafelvorm.¹ Dat ook hier rijkdom aan vormen bestaat, leert ons het feit, dat er niet minder dan 41 verschillende rhomboëders, 85 skalenoëders en bovendien 750 combinaties der genoemde grondtypen bekend zijn. Doch ook in zoögenaamde pseudogedaanten, d. z. vormen, die aan andere verbindingen eigen zijn, kan koolzure kalk gevonden worden; zoo in den vorm in welken aragoniet, anhydriet, coelestin, granaat, zwaarspaath voorkomen. Men vindt de fraaiste kristallen van kalkspaaht, kleurloos en doorzichtig, wier hardheid het midden houdt tusschen die van gips en vloeispaath, op IJsland, doch ook in den St. Gothard. Vandaar is de naam IJslandsche spaath afkomstig.

Aan een dezer kristallen nam ERASMUS BARTHOLINUS in 1669, het eerst het verschijnsel van dubbelbreking van het licht waar, hetgeen hij in zijn werk getiteld: "*Experimenta Crystalli Islandici, disdiaclastici, quibus mira et insolita refractio detegitur*" (Kopenhagen), beschreven heeft. Wanneer men door een prisma van kalkspaaht eene stip, of eene letter op papier geplaatst, beziet, neemt men in den regel twee beelden van de stip of de letter waar. De afstand tusschen deze beelden is niet alleen afhankelijk van den brekingshoek van het prisma, maar ook van de richting, in welke de stralen het kristal doorloopen. Een dezer stralen

¹ *Synopsis der Mineralogie und Geognosie* von DR. FR. SENFT,

volgt de gewone wetten van breking, de wetten van DESCARTES (juister die van SNELLIUS); de brekingsexponent blijft voor dezen straal constant; voor den anderen bestaat geene onveranderlijke verhouding tusschen den sinus van den hoek van inval en van den hoek van breking; deze laatste wordt de buitengewone straal genoemd. De brekingsexponent van dezen buitengewonen straal is niet constant in verschillende richtingen, dus zal ook de voortplantingssnelheid ongelijk zijn en daardoor de invallende lichtstraal in twee stralen van verschillende snelheid gescheiden worden. Dit verschil in snelheid is een gevolg van ongelijke dichtheid, van ongelijkheid in moleculairen bouw der kristallen in verschillende richtingen. Waar zulk een verschil niet optreedt, zal dus geen dubbelbreking worden waargenomen.

In kalkspaaht vindt men slechts ééne richting (de optische as), in welke het licht zonder dubbelbreking, dus met gelijke snelheid, voortgeplant wordt, en daar de gewone sterker dan de buitengewone straal gebroken wordt, brengt men kalkspaaht tot de éénassige, negatieve kristallen. Uit de constructie van den weg en het golfoppervlak der twee stralen in het kristal kan men aantonen, dat de buitengewone niet altijd in het invallingsvlak blijft; zooals bij den gewonen straal steeds het geval is. Uit deze constructie heeft reeds in 1673 onzelandgenoot CHRISTIAAN HUYGHENS de wetten van dubbelbreking afgeleid, doch eerst na de proeven van MALUS in 1811 en anderen, omtrent polarisatieverschijnselen van het licht (de beide stralen door een dubbelbrekend kristal gegaan zijn gepolariseerd) werd het mogelijk, hetgeen van dubbelbreking bekend was, verder uit te breiden. Toen eerst bleek van hoeveel belang de waarneming door BARTHOLINUS gedaan en de daaruit door HUYGHENS afgeleide gevolgen waren voor het bestudeeren der lichtverschijnselen. Van grooten invloed zijn deze gegevens geworden bij het bepalen van den weg, dien het licht volgen zal, wanneer het door verschillende kristalplaatjes gaat, die onder bepaalde hoeken gesneden zijn. Veel heeft dit bijgedragen niet alleen tot de verdere beoefening der lichtverschijnselen, maar ook tot het kennen van den bouw (ook den scheikundigen bouw) van gekristalliseerde lichamen.

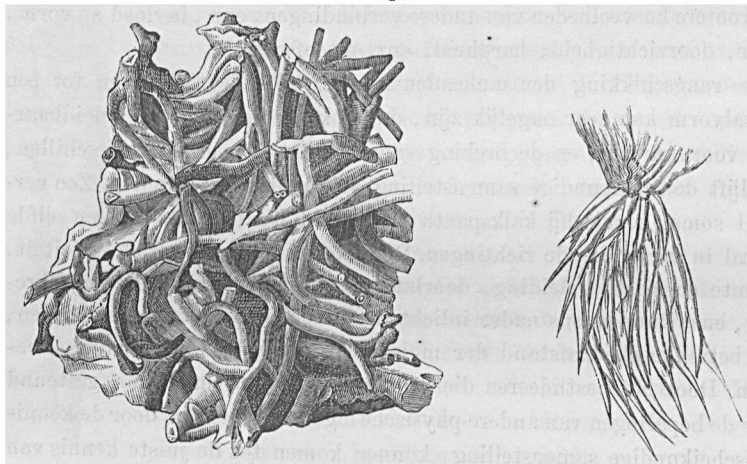
Het zijn de heldere, kleurloze, doorzichtige kristallen van IJslandsche spaaht, of dubbelspaaht, die bij deze proeven in optische instrumenten uitmuntend dienst kunnen doen.

Zooals wij reeds aangaven, vindt men van den koolzuren kalk, nevens de hexagonale vormen, ook rhombische kristallen. Door WERNER zijn

deze kristallen, naar de eerste vindplaats Aragonië, Aragoniet genoemd.¹

Niet alleen door den vorm, maar ook door de splijtbaarheid, grootere hardheid, grooter soortelijk gewicht, enz. is koolzure kalk in deze gedaante van kalkspaatth onderscheiden. De rhombische zuil ($\infty P = M$, 116° , $10'$) is hier de meest kenmerkende vorm, doch ook bij Aragoniet is het aantal afgeleide vormen en combinaties, tweelingen, drielingen, ja zeslingen, zeer groot. Kleurloos, of door ijzeroxyde, kobaltblütthe, malachiet, bitumen, wijngeel, roodbruin, rozerood, groen, bruin of violet gekleurd, is de verscheidenheid van aragonietkristallen bijna oneindig groot. Nu eens gelijkend op koralen (fig. 8), dan weder op eene verzameling

Fig. 8.



Aragoniet in den vorm van koraal.

staafjes, soms herinnerende aan een aantal wortels uit éénen hoofdwortel ontspringend, vindt men prachtige aggregaten van aragonietkristallen in de spleten en holen van de ijzerspaathstokken in Stiermarken. Ook in basaltische, vulkanische (lava) of melaphyr-gesteenten; als bindmiddel in oolith, in druipsteen, enz. treft men koolzure kalk als aragoniet aan. Bij Valencia in Spanje, Salzburg, Herregrund in Hongarije, Horschens in Boheme, zijn de fraaiste kristallen gevonden.

Hoe kort, onvolledig en oppervlakkig dit overzicht van den koolzuren kalk in den gekristalliseerden staat ook zijn moge, het kan toch een

¹ BEUDANT, PHILLIPS en anderen schrijven Arragoniet.

denkbeeld geven van den oneindigen rijkdom, de duizelingwekkende verscheidenheid van vormen, in welke koolzure kalk kan voorkomen. Hoe sterk toch verschillen onderling het zachte, fijne krijt en het steenharde marmer, de donkergekleurde stinkkalk, die bij ontleding zeer onaangenaam reikt, en de prachtige, heldere, en doorzichtige kristallen van kalkspaat! En toch zijn al deze stoffen, behoudens kleine inmengselen, scheikundig aan elkander gelijk!

Om deze groote verscheidenheid eenigermate te verklaren, moeten wij ten eerste bedenken dat de omstandigheden, onder welke de verbinding uit oplossingen is afgezet, of door dubbele ontleding gevormd is, namelijk de temperatuur, de drukking en het indringen van kleinere of grootere hoeveelheden van andere verbindingen, enz., invloed op vorm, kleur, doorzichtigheid, hardheid, enz. uitoefenen.

De rangschikking der moleculen in verschillende richtingen tot een kristalvorm kan zeer ongelijk zijn, dus ook de dichtheid, de geleidbaarheid voor warmte, en de breking van het licht aanmerkelijk verschillen, al blijft de scheikundige samenstelling dier moleculen dezelfde. Zoo verschilt soms, zooals bij kalkspaat opgemerkt is, de bouw van een zelfde kristal in verschillende richtingen. De verhouding tegenover elektriciteit, warmte en licht, geleiding, doorlating, absorbtie, terugkaatsing, breking, enz. kunnen ons nader inlichten omtrent den bouw der kristallen, den betrekkelijken afstand der moleculen, uit welke die kristallen bestaan. Door het bestudeeren dier verhoudingen moet men dus, gesteund door de bepalingen van andere physische eigenschappen en door de kennis der scheikundige samenstelling, kunnen komen tot de juiste kennis van het verschil, dat men bij isomorphe en polymorphe lichamen, bij allotropie en physische isomerie waarneemt.

De juiste kennis van dimorphe lichamen, zooals de gekristalliseerde koolzure kalk, zóó zuiver in de natuur voorkomend en langs scheikundigen weg te verkrijgen, kan dus ook veel bijdragen, om ons omtrent den moleculairen bouw van deze en dergelijke verbindingen beter in te lichten.

Wenden wij ons thans tot den laatsten prachtvorm van koolzuren kalk, dien wij te bespreken hebben, namelijk die eigenaardige verzamelingen van kleinere en grootere kristallen, die als druip- of dropsteen, stalactieten en stalagmieten, bekend zijn.

Dringt water, dat koolzure kalk of dubbelkoolzure kalk mede-

voert of in oplossing houdt, water dus uit kalklagen, in onderaardsche ruimten, hopen, door, dan kan het water, hoewel uiterst langzaam, verdampen; de koolzure kalk zet zich dan in kristallen af. Natuurlijk zal de bodem van zulke hopen met kalkhoudend slib bedekt worden. Dergelijke hopen zijn zelden op zich zelf staande ruimten, meestal staan zij door nauwe gangen en enge spleten met andere, hooger of lager gelegene hopen en met de buitenwereld in verband.

Langs de eerst gevormde kristallen afdruppelend, vindt het water gelegenheid zijn last aan deze vast te hechten, verzamelingen of op-
hoopingen van kristallen uit koolzure kalk te vormen, welke vereeni-

Fig. 9.



Stralige Kalk-
spaat in stalac-
tietvorm.

gingen nu duizenderlei verschillende gedaanten kunnen aannemen. Van het gewelf neerhangend, herinneren die kristalmassa's, stalactieten genaamd, ons aan zuilen, sierlijk geplooid, zware gordijnen of vlaggen, boomstammen, dier- en monster-koppen. Doch ook op den bodem verrijzen zuilen, orgelpijpen van verschillende lengte en afmeting, koraalgewassen, tronen en rotsen; men noemt deze stalagmieten.

Het water dringt door uiterst fijne kanalen door de kalklagen in de hopen. De richting dezer kanalen ten opzichte van gewelf en wanden verschilt. Soms is het kanaal loodrecht, soms snijdt de weg, dien het water volgt, het gewelf onder zeer verschillende hoeken. Door deze uiteenlopende richtingen wordt het verschil in vorm der druipsteen hoofdzakelijk bepaald.

De druipsteenholen, die door Nederlanders veel bezocht worden, zijn de *Baumanshöhle* bij Rübeland in den Harz en *le Trou de Han* of *de Belvaux* bij Jemelle in België. Misschien is het velen bij een bezoek aan de Baumanshöhle gegaan als mij. Het herhaald vragen om fooien voor overbodige diensten, de onbeschrijfelijk slechte kermismuziek, het weinig stichtelijke gebed der gidsen vóór het intreden en na het verlaten van het hol, zijn zóó weinig in overeenstemming met de geheele omgeving, dat dat alles onwillekeurig den indruk verzwakt, dien het grootsche, prachtige, geheimzinnige der onderaardsche ruimte op ons gemaakt heeft. Om deze redenen zouden wij de grot van Han verkiezen, die buitendien grooter is en rijker aan reusachtige druipsteenvormingen.

Het was op eenen heerlijken, warmen Julidag, dat wij na een aan-

genaam rijtoertje bij den ingang van de grot aankwamen. Spoedig was het aantal personen, die de grot wenschten te bezoeken, groot genoeg, en traden wij, door de gidsen begeleid, met lampen en fakkels gewapend, de onderwereld in.

De overgang uit de zomerwarmte in de kille, vochtige atmosfeer, die in de smalle, donkere gangen heerschte, was groot; dikkere kleding en vooral goed schoeisel zijn op het glibberige pad zeer gewenscht.

Nauwlettend moeten wij achtgeven op de bevelen der gidsen, om hier te bukken, daar te stijgen, hier weder de smalle, gladde treden der vrij steile trappen goed te volgen, om nu links, dan rechts te gaan. Het licht der lampen is te zwak en te walmend om zelfs op kleinen afstand voor ons uit te zien; elkander voorlichtend, vervolgen wij voorzichtig en langzaam onzen weg, de grillige druipsteenvormen treden ons plotseling uit het diepe en zwijgende duister te gemoet.

Doch ook de groote ruimten, de eigenlijke hollen bezochten wij, daar waar de prachtvormen, de reuzen onder de stalactieten en stalagmieten te vinden zijn. Deze grootere ruimten worden, naar de verschillende druipsteenvormen, door de gidsen le trône de Pluton, le boudoir de Proserpine en la galerie de la Grenouille genoemd. Hier zijn de druipsteen, die den indruk op ons maken van eenen troon, door sierlijke, statige zuilen omgeven, daarachter een reusachtig orgel, terwijl fraaie, breedgeplooid gordijnen van het gewelf naar beneden hangen.

Werkelijk, onze verbeelding behoeft niet sterk opgewekt te worden, om al deze vormen te onderscheiden en de daaraan gegeven namen te kunnen wettigen.

Zacht als met tooverglans straalt het licht van het bengaalsche vuur, dat de gidsen achter de druipsteenmassa ontstoken hebben, tot ons door; de kristalletjes vonkelen en kaatsen duizend schitterende stralen terug. Intusschen sijpelt het water voortdurend druppelsgewijze van alle kanten in deze ruimten door, om gestadig reeds bestaande vormen te wijzigen en nieuwe te doen ontstaan. Hoeveel eeuwen is dit werk hier voortgezet, voordat het geheel zóó was, als wij het thans aanschouwen; hoeveel is er op de aarde veranderd en voorbij gegaan, voordat dit werk, zooals het thans is, gewrocht was; de arbeid wordt voortgezet, voortdurend, eeuwenlang, rusteloos voortgezet, totdat eindelijk de aanvoer van water, dat koolzure kalk bevat, ophoudt. De aanvoer van koolzure kalk kan door verschillende omstan-

digheden achterwege blijven. Soms toch worden de kanalen, waardoor het water indringt, door het afzetten van koolzure kalk verstopt, en zoekt het water eenen anderen weg, die niet tot de grot leidt. Soms wordt, door het veranderen in samenstelling van het kalkgesteente, de verdere toevoer van koolzuren kalk onmogelijk; doch ook wanneer door den ondergang van den plantengroei de vorming van humuszure ammoniak opgehouden heeft, kan het water geen koolzure kalk meer aanvoeren; dan zullen dus ook geene nieuwe druipteenen gevormd kunnen worden.

Doch de gidsen drijven ons verder, en, na gedaald te zijn, bevinden wij ons aan eenen in het duister voortijlenden stroom, het riviertje de Lesse, dat, na ongeveer een half uur eene onderaardsche bedding doorloopen te hebben, hier weder aan den dag zal treden. De ranke boot ligt klaar, wij stappen in, de lampen worden bijna geheel uitgedoofd en zacht glijden wij over het duistere water voort. Om ons een denkbeeld te geven van de ontzaglijke ruimte, in welke wij ons thans bevinden, en van de hoogte van het gewelf, vraagt en krijgt de gids verlof een klein kanonnetje te laden en af te vuren. Donderend weerkaatsen gewelf en wanden den slag van het geschut. Maar, o weel een groot aantal vleermuizen, en daaronder exemplaren van respectabele grootte, die hier een veilige schuilplaats gevonden hebben, strijken, verschrikt en verward door de donderende echo's, rakelings over ons hoofd, tot grooten schrik der dames, wier bewegingen ons bootje zoo zeer aan het wankelen brachten, dat het weinig scheelde, of wij hadden allen een koud bad in de Lesse genoten.

Maar onze boot glijdt verder, en in de verte zien wij eenen zachtblauwen lichtbundel, die dezelfde kleur heeft en denzelfden indruk op ons maakt, als het eerste zonlicht, dat wij zien, wanneer wij, na eenen tocht in den Pietersberg bij Maastricht, in de laatste der talloze gangen gekomen zijn. Wij verbeelden ons maanlicht te zien. Maar als de boot nader komt, ontwaren wij beter en duidelijker de opening, waardoor het eerste daglicht ons begroet, nadat wij vier uren langs donkere, vochtige, glibberige, ons onbekende wegen in die tooverwereld rondgedoold hebben.

Verrassend is de indruk, dien het heerlijke landschap op ons maakt, nu wij, na met ons bootje door den engen uitgang gegleden te zijn, plotseling op den verrukkelijken zomerdag in het vroolijke zonlicht staren. De tocht, dien wij volbracht hebben, was lang, het pad hier

en daar moeilijk, glibberig, bezwaarlijk te volgen; de atmosfeer was vochtig en kil, maar alles, alles is vergeten, behalve de indruk van de geheele omgeving en van de prachtige druipsteenvormen; die indruk wordt nimmer uitgewischt.

Nu hebben wij eene duidelijke voorstelling, honderdmaal beter dan woorden kunnen weergeven, van de krachten, die hier werkzaam zijn. Thans zijn wij overtuigd, dat dit werk jaren en eeuwen vereischt heeft. Nu kunnen wij ons eenigermate voorstellen, hoe op voor ons schier onmerkbare wijze die grootsche resultaten voorgebracht worden, die wij in de natuur waarnemen.

En jaren later, als wij hooren van veranderingen in de korst der aarde, van geologische werkingen, van de macht van het kleine, herinneren wij ons met genoegen het uitstapje naar de grot van Han en denken tevens aan de rol, die de koolzure kalk in en op de aarde vervult.