

Zijn ook úw pyrietammonieten vervallen tot grijs poeder?

Behandelingsmethoden tegen pyriet-verval

door Joop C. van Veen *)

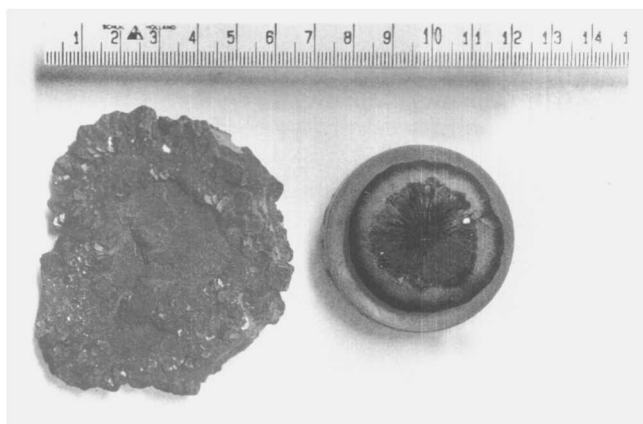
In 1983 kwam er een thema-nummer van *Gea* uit met als onderwerp De Boulonnais. Het jaar daarop heeft mijn hele gezin op het strand van Wissant gezocht naar de prachtige ammonietjes die in dit nummer waren afgebeeld. Eén van die "gouden" ammonietjes heeft zelfs mijn uitstallkast gehaald.

Kort geleden kwamen enkele vrienden op bezoek met wie ik vaak op excursie ben geweest; ze zagen tot hun afgrijzen op de plaats van dit ammonietje een hoopje grijs poeder.

De ammonietjes zijn namelijk niet van goud maar van bijzonder kwetsbaar pyriet of markasiet. Dit zijn verbindingen van zwavel en ijzer die zijn ontstaan na de dood van het organisme.

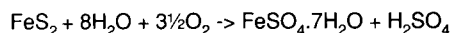
Wanneer een organisme na zijn dood in een milieu terechtkomt dat van zuurstof is afgesloten, bijvoorbeeld doordat het snel begraven wordt, of op de bodem van een zee met beperkte watercirculatie, dan zal het niet verrotten (want daarvoor is zuurstof nodig) maar kan het worden aangetast door zwavelbacteriën. Deze leven van organische bestanddelen en gebruiken, om voor hun stofwisseling aan energie te komen, de zuurstof van in water opgeloste sulfaten (SO_4 -groepen). Hierbij komt zwavelwaterstof vrij, het naar rotte eieren stinkende H_2S , dat kan reageren tot (instabiel) hydrotroiliet ($\text{FeS} \cdot n\text{H}_2\text{O}$), en dit weer tot ijzersulfide, in de vorm van pyriet of markasiet. Het benodigde ijzer komt eveneens opgelost in het water voor. De pyriet of markasiet kristalliseert dan bijvoorbeeld tegen de wand van de schelp van een ammoniet.

Ijzersulfide kan in verscheidene gedaanten uitkristalliseren, belangrijke vormen zijn de kubus en de radiaalstralige knol. De kubus is een gesloten vorm en daarom weinig kwetsbaar. De fossielen in de leisteen van Bundenbach bestaan geheel uit pyriet maar vertonen weinig neiging tot verval. Het vermoeden bestaat dat deze uit pyrietkubussen zijn opgebouwd.



Afb. 1. Kubusvormig en radiaalstralig ijzersulfide (pyriet).

Soms ziet pyriet er echter heel massief uit en zijn de kubusjes alleen met de elektronenmicroscopie zichtbaar. Dit heet de microkristallijne vorm. Deze vorm is zeer kwetsbaar, net als de radiaalstralige vorm, die vanuit een punt straalsgewijs is opgebouwd en vaak knolletjes vormt. Afb. 1. In wezen is elk straaltje een kristal. Omdat er ruimte tussen die stralen is kan er gemakkelijk water tussen komen en zich met het ijzersulfide verbinden. Er ontstaat dan o.a. het blauwgrijze mineraal melanteriet, waarin veel kristalwater is opgenomen. De reactievergelijking is versimpeld ongeveer als volgt:



of in het Nederlands: pyriet/markasiet met water en zuurstof vormt melanteriet en zwavelzuur.

Door de opname van dat kristalwater wordt het volume groter en het fossiel gaat barsten. Het melanteriet wordt door de barsten en kraters naar buiten geperst en het grijze poeder wordt zichtbaar: het fossiel "bloeit". Teylers Museum bezit prachtige bloeiende zeelelies. Bovenop de met schellak behandelde kelk van dit dier zijn fijne kristallisaties van melanteriet zichtbaar. Heel wat fraaie pyriet-ammonieten zijn gebarsten en verbrokken en zo verloren gegaan. Ons *Plesiosaurus*-skelet is door melanteriserende markasietknollen uitelkaar gedrukt. In 1970 heeft men dit fraaie fossiel gerestaureerd. Nu ontstaan echter alweer kraters bij sommige wervels. Afb. 2 en 3.

Om te inventariseren hoe men in het buitenland deze problemen aanpakt ben ik in 1991 naar diverse musea in Duitsland gegaan en in 1993 naar Engeland. In 1995 hebben we in een enquête over conserveringsproblemen van de Werkgroep Conservering Geologische Objecten van de Natuurhistorische Sectie van de Nederlandse Museum Vereniging o.a. gevraagd naar de aanpak van dit probleem binnen Nederlandse musea.

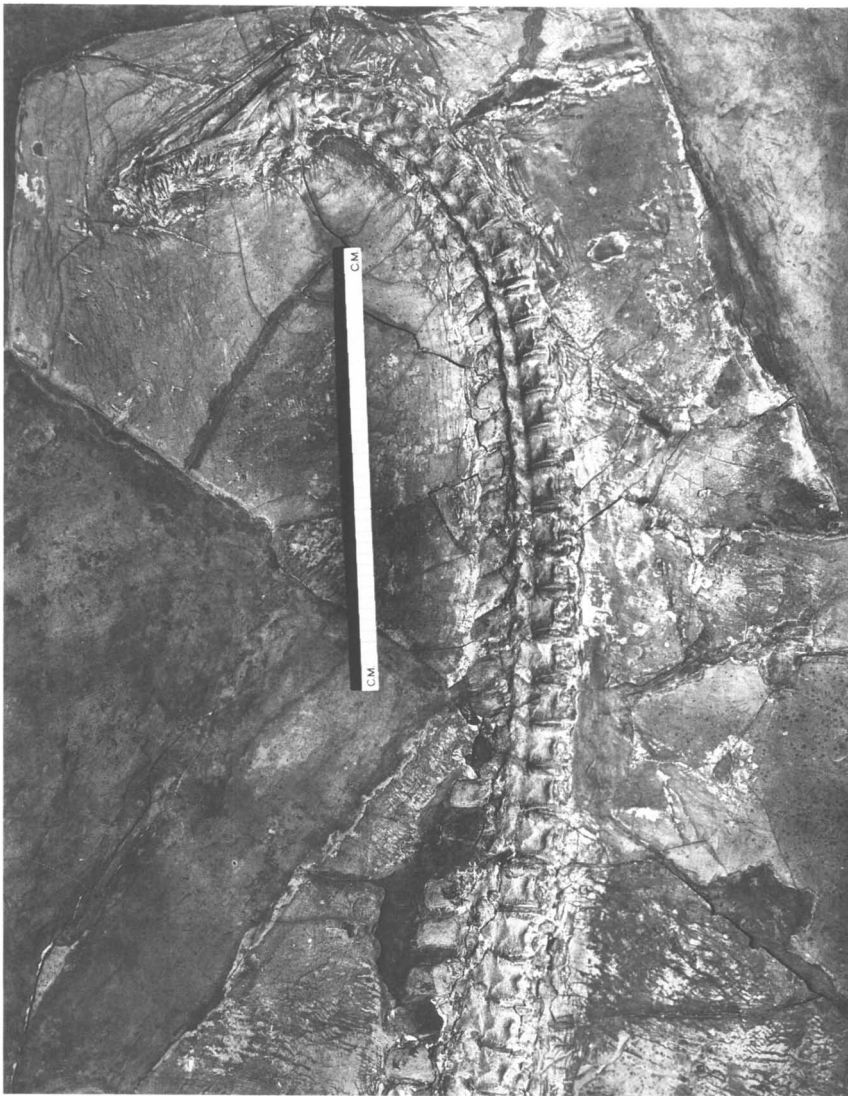
In dit artikel probeer ik een samenvatting te geven van de verschillende methoden die in al die musea worden toegepast.

Uitgangspunten

De aanpak van het pyrietprobleem, ook wel aangeduid met pyrite disease (pyriet-ziekte), pyrite decay (pyriet-verval), Pyrit-blühte (pyriet-bloei), richt zich in alle gevallen naar bovenstaande reactievergelijking. Het is duidelijk dat zuurstof en water de grote boosdoeners zijn. Zowel de zuurstof als het water worden uit de omgevingslucht betrokken. In Canada heeft men deze kant van het proces onderzocht en daar is komen vast te staan, dat de opname van water of zuurstof de beperkende factor is en niet het al dan niet voorkomen van zwavelbacteriën.

Het is niet geheel duidelijk of en in hoeverre zwavelbacteriën in het proces een rol spelen. Men denkt vaak dat, als er een fossiel is "aangetast", deze de volgende fossielen aansteekt. Het is inderdaad zo dat "uitbarstingen" vaak binnen korte tijd na elkaar optreden en de gedachte aan besmetting is dan zeker niet ver

*) J.C. van Veen is assistent-conservator van het Paleontologisch-Mineralogisch Kabinet van Teylers Museum te Haarlem.



Afb. 2. Het fossiel van de *Plesiosaurus dolichodeirus* van Teylers Museum voor restauratie in 1970. Maatlat 42 cm. Herkomst: Conybeare, Lyme Regis, Dorset, GB; ouderdom: Lias (O.-Jura).

Men onderscheidt in de museale wereld twee vormen van conservering, actieve en passieve. Bij actieve conservering wordt het object zo behandeld dat het voorwerp zo weinig mogelijk aangetast bewaard blijft. Bij passieve conservering wordt meer aandacht gegeven aan de bewaaromstandigheden. Elke actieve conservering houdt op een of andere wijze aantasting van het object in, er wordt altijd iets aan toegevoegd of iets aan onttrokken. Het object is na de behandeling niet meer hetzelfde. Zo'n behandeling kan in de toekomst zeer betreurd worden omdat dan bepaald onderzoek niet meer mogelijk is. Meestal verandert ook het uiterlijk van het object.

Lakken

Een oppervlaktebehandeling als lakken wordt vaak toegepast om het oppervlak te verfraaien. De kleur wordt dan wat intenser en ook de glans kan worden versterkt. Dit is even zo goed iets wat veel verzamelaars tegenstaat, het glimmen ziet er wat kitscherig uit.

Nu zijn er veel lakken die een matte laag achterlaten. Zo wordt vaak **witte houtlijm** gebruikt als matte laklaag. Maar witte houtlijm is een in water opgeloste polyvinylacetaat en is vanwege dat water af te raden als lakmiddel voor pyrietfossielen. Het ouderwetse **Velpon** is het meest gebruikte plakmiddel in ons geologische wereldje en wordt

gezocht. Toen er zwavelbacteriën werden gevonden meende men dan ook de dader te hebben opgespoord. In zo'n geval kan een proefopstelling in steriele omstandigheden uitsluitend geven. Het bleek dat ook in zulke steriele omstandigheden het pyriet-verval toeslaat.

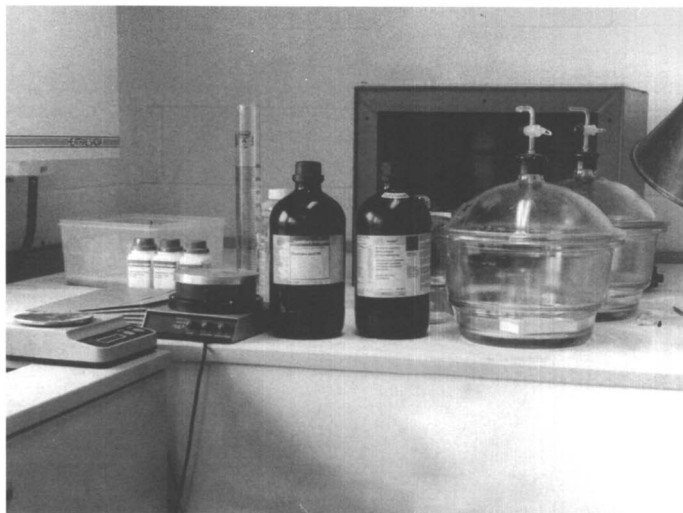
Het water in het fossiel of in zijn omgeving is wel een beperkende factor. Deze factor is geobserveerd in proefopstellingen. Droge fossielen, opgesteld in een ruimte met een relatieve luchtvochtigheid (RH=Relative Humidity) lager dan 30%, bleken geen verval te gaan vertonen. Bij een RH tussen 30% en 50% verloopt het proces traag en tussen 50% en 60% excessief. Boven 60% ontstaan er andere mineralen dan melanteriet, waaronder ook limoniet. In een zuurstofvrije omgeving kan het proces helemaal niet plaatsvinden. Dit is wellicht de reden dat de pyrietfossielen goed zijn gebleven in het gesteente, meestal bitumineuze schalies. Ook in het veld zie je dat waar de lagen verstoord zijn en zuurstof kan toetreden al gauw grijze kristallisaties optreden. De fossielen die we verzamelen zijn dus, als ze goed behandeld worden, werkelijk gered van de ondergang. Dit schept verplichtingen voor verzamelaars.

Methoden

Met deze uitgangspunten in gedachten zijn er veel methoden ontwikkeld. Welke methode toegepast wordt hangt af van het doel van de verzamelaar, de beschikbaarheid van conserveringsmiddelen in chemicaliën, apparatuur, bewerkingstijd en de bewaaromstandigheden.



Afb. 3. Nieuwe uitbarstingen in 1985 bij de *Plesiosaurus*.



Afb. 4. Ammoniak-behandeling in afsluitbare glazen.

onder de naam **placeton**, een oplossing in aceton, gebruikt als lak- en impregneermiddel. "Velpon" is de merknaam van een plastic lijm, een van de vele doorzichtige tubelijmen met, net als voornoemde witte houtlijm, als basis **polyvinylacetaat**. Dit polyvinylacetaat heeft als een van de nadelen dat het zuur uitwasemt en dus kwetsbare materialen als papier kan aantasten. Het voordeel is dat de lijm niet te sterk is. Een gelijmd voorwerp zal meestal op de oude breuk breken en de lijm is weer op te lossen in aceton. De verlijming kan dus ongedaan worden gemaakt. Tubelijmen worden door de leek ten onrechte als één en dezelfde beschouwd. In werkelijkheid verschillen ze wel degelijk in oplosbaarheid, treksterkte, reversibiliteit, vergeling en veroudering.

Veel amateurs gebruiken **parketlak** vanwege zijn matte glans. Dit zijn meestal alkydharsen, vaak natuurlijke harsen van gevarieerde samenstelling. Het middel **Glyptal**, dat veel gebruikt is voor de impregnatie van fossiele botten, is zo'n **alkydhars**. De samenstelling is meestal fabrieksgeheim, de eigenschappen zijn vooral onderzocht op bruikbaarheid voor parket, dus hout.

Er zijn ook veel lakken op cellulose-basis: de gewone **vernissen (cellulose-nitraat)**, maar ook **behangersplaksel (methylcellulose)**. Deze lijmen verouderen zeer snel. De lak gaat craqueleren en wordt daarna gewoon doorlatend. In Engeland wordt voor conservering veel gebruik gemaakt van Paraloid B-72, een **acrylaat**. De eigenschappen hiervan zijn nauwkeurig bekend. Dit wordt gebruikt als consolidant o.a. van steen, muurschilderingen, cement en geroest metaal. Het blijft net als Velpon oplosbaar met aceton en kan op deze wijze weer verwijderd worden.

Die oplosbaarheid is het zwakke punt van de lakken op basis van **epoxy-harsen**. Ze zijn alleen oplosbaar in chloroform, het bedwelmende middel in detective-verhalen. Deze lijmen zijn wel heel erg sterk en bestand tegen allerhande chemicaliën.

Bij alle genoemde middelen moet bedacht worden dat lakken verouderen. Door afkoeling in de nacht en in de winter krimpt het voorwerp, bij opwarming overdag en in de zomer zet het uit. De laklaag wordt dus steeds samengedruwd en opgerekt in een dagritme en een jaarritme. De laatste restjes oplosmiddel verdampen of de harder blijft doorgaan met harden en daardoor wordt de laklaag steeds minder veerkrachtig, tot deze breekt. Luchtvochtigheid en zuurstof hebben dan weer vrij spel.

Bij het lakken van pyrietfossielen is het dus zaak de behandeling regelmatig te herhalen.

Ingieten

Een wat overdreven vorm van lakken is het ingieten in heldere **epoxy** of **polyester**. Door het plastic heen is het voorwerp te zien. Ook hierbij is de behandeling niet ongedaan te maken. We weten niet hoe deze middelen zich gedragen na jarenlang te zijn beschenen met zonlicht en rek en krimp te hebben meegemaakt. Er is grote kans dat deze harsen na verloop van tijd gaan craqueleren en verkleuren en ondoorzichtbaar worden.

Een andere vorm van ingieten is het bewaren van een pyriethoudend voorwerp onder vloeistof. In de "Senckenberganlage" bij de groeve Messel in Duitsland, een wereldberoemde Lagerstätte van Eocene zoogdieren, worden de fossiele pyriethoudende insecten bewaard onder **petroleum**.

Ook fossiele schelpen kunnen pyriet bevatten of uit pyriet bestaan en met vocht gaan roesten en dan uit elkaar vallen. In de fossiele schelpenverzameling van het NNM te Leiden wordt om pyrietfossielen te bewaren **siliconenolie** gebruikt. De lucht wordt aan het voorwerp onttrokken met een vacuümpomp. Als daarna de druk weer toeneemt wordt de siliconenolie in het object gedrukt. Het is jammer dat deze bewaarvloeistof zo duur is, zo'n f 300,- per liter.

Het bewaren van objecten in vloeistoffen, de vloeistofpreparaten, heeft zijn eigen problematiek. Er bestaan honderden jaren oude, zeer omvangrijke collecties van allerhande biologische preparaten op "sterk water", alcohol of formaline. De zorg daarvoor is zeer intensief. Afb. 4.

Impregneren

Bij impregneren dringt de consolidant diep in het object door en vult alle ruimten op. Meestal is sprake van een consolidant en een oplosmiddel, soms ook van een hars met een harder. Het oplosmiddel is het transportmiddel voor de consolidant. Bij harsen moet de hars zelf doordringen en dus zo dunvloeibaar mogelijk zijn. Dat doordringend vermogen is daarom heel belangrijk bij de beoordeling van een impregneermiddel. Water is niet zo'n best transportmiddel, aceton en toluen heel veel beter. Je kunt stellen dat hoe kleiner de viscositeit van een vloeistof is, des te beter het doordringend vermogen. Het is echter niet zo, dat als een vloeistof een diep doordringend vermogen heeft, ook de hierin opgeloste consolidant diep doordringt. Dat hangt mede af van de grootte van de moleculen van die consolidant. Het object kan werken als een moleculaire zeef: het oplosmiddel dringt diep door maar de consolidant blijft aan het oppervlak. Na droging wordt het oplosmiddel opgesloten in het object, omhuld met een vlies van lijm. Ook de lucht in de holtes kan zo in het object opgesloten worden en dan, alle warmte- en drukschommelingen meemakend, de omgeving onder druk zetten, tot het voorwerp barst.

Bij de in het Boulonnais-nummer besproken methode: de impregnatie van pyrietammonieten in een au bain-marie verwarmde oplossing van **paraffine in petroleum**, heeft het verwarmen dubbel effect. Door het verwarmen zet de lucht in de holtes uit en bij het afkoelen dringt de vloeistof de holtes binnen, net als bij eerder genoemde luchtextractie met de vacuümpomp. Bovendien wordt de vloeistof door het verwarmen minder visceus en dringt dan makkelijker binnen.

In een artikel in het Duitse blad "Fossilien" wordt het gebruik van een, eveneens au bain-marie verwarmd, één-op één mengsel van **bijenwas** en **paraffine** beschreven. Met een zuigpomp worden opgesloten lucht en waterdamp aan het voorwerp onttrokken. Het schuim dat zich op het mengsel vormt is een graadmeter voor de voortgang van het proces.

In een commentaar op dit artikel wordt gesteld, dat pas na 10 jaar blijkt of deze behandeling afdoende is. Nu zijn in Teylers Museum in het jaar 1970 verschillende grote fossielen behandeld met de paraffinemethode. Na 15 jaar waren de eerste uitbarstingen van melanteriet al weer te zien. Deze waren de aanleiding om buiten de landsgrenzen te gaan kijken naar andere methoden.

Ook de ammonietjes uit de Gault-klei die vóór het Boulonnais-nummer van Gea uit 1983 waren behandeld zijn inmiddels uit elkaar gevallen, net als de in 1984 door mij met placeton behandelde ammonietjes.

Chemisch behandelen

In Museum am Löwentor in Stuttgart werd mij de meest rigoreuze methode verteld. Een niet met name genoemde wetenschapper, ammonietenspecialist, was zo overtuigd van de



Afb. 5. Het gebruik van sepiolietpoeder op grote objecten.

namelijk lang genoeg wacht, blijft de vloeistof paars kleuren en ik heb het proces niet herhaald tot Sint Juttemis.

De behandeling van grote objecten wordt gedaan met behulp van sepioliet- of meerschuijpoeder. Op de aangetaste plek komt eerst een doorlatende laag keukenpapier en daarop wordt een klodder van het sepioliet/alcohol/ethanolamine thioglycollaat-mengsel gelegd en afgedekt met plastic folie. De vloeistof kan in het object doordringen en van bovenaf ververst worden. De sepioliet is dus alleen de drager van de vloeistof. Het spoelen gaat op dezelfde wijze, nu alleen sepioliet met alcohol. Afb. 5.

De echte chemische behandelingen richten zich echter niet op de bestrijding van ziektekiemen of afbraakprodukten, maar op het veranderen van de chemische samenstelling van het object.

Minder lieflijk dan pyrietammonietjes zien limonietammonietjes eruit. Ze zijn echter wel stabiel. Een proces van verandering heeft zich al in de bodem voorgedaan, de fase van het

melaniet is overgeslagen en er is limoniet ontstaan. Limoniet is een mengsel van ijzerhydroxiden met vooral goethiet, $\text{FeO}(\text{OH})$. De zwavel is dus verdwenen.

In Stuttgart heeft men fossiele ammonieten verhit tot 300°C en daarna in een bad met *Rostumwandler*, in Nederland bekend onder de merknaam "Novirox", gegooit. Er ontstaat dan een fosfaat. De ammonieten zijn daarna zwart en stabiel. Men heeft dit alleen gedaan bij ammonieten die zo zwaar waren aangetast dat het andere alternatief zou zijn: weggooien.

Dat laatste is de oplossing, die me aan de hand werd gedaan door de eigenaar van Museum Hauff te Holzmaden. Hij zei toen ik hem een sterk aangetaste ammoniet liet zien: "*Wegwerfen und neue kaufen!*". Bij pyriet- en markasietknolletjes lijkt me zo'n oplossing het overwegen waard.

Passieve conservering

Alles op een rijtje zettend vermoeden wij, dat de passieve conservering nog de beste resultaten zal bieden, wellicht gecombineerd met een van de bovenstaande alternatieven.

In Londen heeft men nogal geëxperimenteerd met de bewaarmethoden, vooral de RH werd nauwkeurig in de gaten gehouden. De opslagplaats voor de fossielen is geklimatiseerd. De pyrietfossielen worden eerst in een droogkast gedroogd. De temperatuur in zo'n droogkast hoeft slechts 10°C boven de omgevingstemperatuur te stijgen om de RH te laten dalen van 50% tot onder 30%. Amateurs zouden kunnen denken aan apparaten waarmee sigaren worden gedroogd. Na droging worden de bedreigde ammonieten in een petrischaal bewaard, omringd door geconditioneerde silica-gel. De silica-gel verkleurt van blauw naar rose zo gauw de RH boven de 30% komt, de silica-gel moet dan worden vervangen. De tentoongestelde fossielen staan in een dichte vitrine opgesteld, met een met gaten doorboorde bodem. Daaronder bevindt zich een platte schuiflade, waarin geconditioneerd silica-gel. Een regelmatige controle is uiteraard noodzakelijk.

We hebben in Londen al gediscussieerd over de eindoplossing: *an oxygenfree environment*. Omstandigheden creëren zoals in de bodem heersen zou kunnen, als je een methode kon vinden om de fossielen in een zuurstofvrije omgeving op te slaan.

We denken dat dit voor opslag mogelijk moet zijn. Fossielen zou je eerst vacuüm kunnen verpakken in een plastic folie, ondoorlaatbaar voor lucht. Door daarna stikstofgas toe te voegen en het plastic dicht te sealen, zou je de bewaarmethoden ideaal maken. Voor bestudering hoeft je alleen het plastic open te knippen, om na bestudering de behandeling te herhalen. Voor museumcollecties lijkt me dit de beste oplossing. Voor particuliere collecties lijkt me de sigarendoos ideaal.

Wellicht is een gecombineerde oplossing de beste.

onafwendbaarheid van het pyrietverval dat hij voorstelde van alle voor wetenschappelijk onderzoek belangrijke ammonieten een afgietsel te maken en het origineel maar weg te gooien. Het afgietsel laat immers alle nodige gegevens zien en is veel minder kwetsbaar voor verval. Een ieder die echter de geheimzinnige, betoverende gouden gloed van de pyrieten ammonietjes kent of waarde hecht aan oorspronkelijkheid, zal zo'n methode ver afschuw en van de hand wijzen.

Zwavelbacteriën, *thiobacilli* en *ferrobacilli*, die de fossielen zouden besmetten, zijn een belangrijke aanleiding geweest voor behandeling. Serieus is mij voorgesteld om in de kieren van door melaniterisering veroorzaakte scheuren **penicilline** te spuiten en deze daarna te dichten.

Een veelbelovende aanpak was in 1974 nog, de fossielen te plaatsen in een kamer met kristallen **4-chloro-m-cresol**, een ontsmettingsmiddel. Ook is gesuggereerd dat zich in de in het vorige hoofdstuk genoemde **bijenwas** natuurlijke ontsmettingsmiddelen zouden bevinden, die de ontsteking zouden remmen of in de kiem smoren. Genoeg middelen dus voor een medische of een natuurlijke therapie.

Een andere boosdoener is het **zwavelzuur** dat het bijproduct is in de reactie bij het ontstaan van melaniet. Dit zwavelzuur tast niet alleen het meubilair en de bijgevoegde etiketten aan maar zou ook het proces versnellen. Nu is het inderdaad zo dat veel pyrietfossielen zijn ingebed in een bitumineuze kalksteen, die aangetast kan worden door zwavelzuur. Er wordt steeds weer nieuwe pyriet blootgesteld aan luchtvochtigheid en zuurstof. Het zwavelzuur zorgt dus dat het proces voortschrijdt. Daarom wordt er gesteld dat je voor verdere behandeling er in eerste plaats voor moet zorgen dat het zwavelzuur is geneutraliseerd. In Cambridge worden daarom alle pyrieten en pyrietfossielen eerst blootgesteld aan **ammoniak**, dit kan zowel vloeibare ammoniak als ammoniakdamp zijn. Omdat deze damp je letterlijk de adem beneemt, moet deze behandeling in een afgesloten ruimte, zoals een gaskamer, gebeuren. Er ontstaat dan een korst van een roodbruine neerslag, die daarna verwijderd wordt met een straalmiddel.

Ingrijpender, maar zeer bewerkelijk, is de behandeling die toegepast wordt in Londen. 2-5% **Ethanolamine thioglycollaat** wordt opgelost in 95% alcohol (ethanol of propanol) en het fossiel wordt daarin een tijd ondergedompeld. De vloeistof kleurt dan violet door de ontstane ferrothioglycollaat. Deze stof dient te worden verwijderd. Het fossiel wordt daartoe gespoeld in pure alcohol. De behandeling dient net zo lang te worden herhaald tot de vloeistof helder blijft.

Het is niet helemaal duidelijk of in het fossiel werkelijk een chemische verandering plaats vindt. Wel is duidelijk dat niet alleen zwavelzuur maar ook afbraakprodukten als melaniet worden verwijderd. Het lijkt me echter dat vaak toch nog afbraakprodukten zullen achterblijven. Mijn ervaring is dat, als je ingepakt in plastic handschoenen en beschermbril bezig bent in een zuurkast, je de neiging hebt, het proces voortijdig te beëindigen. Als je

Oproep: materiaal voor onderzoek!

Het zou goed zijn bovenstaande methoden naast elkaar te testen. Voor een proefneming is echter voldoende materiaal van hetzelfde jaar noodzakelijk.

Deze zomer hoop ik bij Wissant voor zo'n proefneming materiaal te verzamelen. Daarom plaats ik hierbij een oproep voor mensen die ook ammonietjes gaan zoeken: verzamel ook de halve ammonietjes en stuur ze naar onderstaand adres. Wellicht dat dan over 10 jaar de beste oplossing voor het pyrietprobleem bekend is.

Joop C. van Veen,
Paleontologisch-Mineralogisch Kabinet Teylers Museum,
Spaarne 16, 2011 CH Haarlem,
tel. 023-5319010 / fax. 023-5342004 / E-mail: taylor@euronet.nl

Dankwoord

Hierbij dank ik Peter R. Crowther en Adrian M. Doyle, van het Natural History Museum te Londen; Chris J. Collins, Sedgwick Museum, Cambridge; Olaf Vogel & Ursula Hänig van Museum Senckenberg in Frankfurt; Ingrid Dröhmer & Matthias Fendt, van de Senckenbergaeussenstelle in Messel; Dr. Max Uhrlichs & Herr Ratgeber van het Museum am Löwentor in Stuttgart; Dr. R. Bernard Hauff van Museum Hauff te Holzmaden; Dr. Manfred Jaeger & Fritz Lörcher van Rohrbach Zement in Dotternhausen; Dr. Frank Westphal & Hand Luginsland van het Instituut voor Palaeontologie te Tübingen voor de tijd die ze voor me hebben vrijgemaakt en de adviezen die ik van hen meekreeg. Zonder hen was dit artikel niet geschreven. Speciale dank ook aan Arie W. Janssen voor het onderhoud over siliconenolie en Joke Stemvers van Gea voor de resultaten van haar proeven van 1993 en voor gesprekken met Drs. Thea B. van Oosten van het Centraal Laboratorium te Amsterdam.

Literatuur

Intern rapport Teylers Museum 1970: J. Klinker, De behandeling van de *Plesiosaurus dolichodeirus*.

A.E. Rixon, Fossil Animal Remains, Their Preparation and Conservation, 1976.

In Gea, vol. 6 (1973) nr. 4: J. Stemvers-van Bommel, Pyritisatie van fossielen.

Idem, vol. 16 (1983) nr. 1: J. Stemvers-van Bommel, Ammoniet of melanteriet?

Idem, vol. 20 (1987) nr. 3: E.A.J. Burke, Hoe houdt ik mijn pyriet heel?

In The Geological Curator, Vol. 4, (1986) No. 7: S. Keene, Some adhesives and consolidants used in conservation;
L. Cornish, The treatment of decaying pyritiferous fossil material using Ethanolamine Thioglycollate.

In Der Praeparator, 1996: Werner Kraus, Ueber das Feuer und Wider des Lackierens geowissenschaftlicher Objekte.

In Fossilien, Heft 1 Jan./Febr. 1990: Dagmar Jirasek, Rettung für Pyrit-Fossilien;

Idem, Heft 3 Mei/Juni 1990: Christian Obrist, Pyrit-Ammoniten.

Intern rapport Teylers Museum in het kader van Deltaplan voor Museumcollecties 1991: J.C. van Veen, Rapport omtrent een mogelijke behandeling van de door melanteritisering aangetaste fossielen in Lias-kalk en Posidonienschiefer.

Zware mineralen verzamelen met de waspan

door Drs. J.B. de Smeth

Inleiding

Het verzamelen van zand is niet zo'n een moeilijke opgave, maar bij bestudering onder een loep of microscoop zal gauw blijken, dat het merendeel van de gewone strand- en rivierzanden voor het grootste deel uit saaie kwarts-korrels bestaat. Slechts een enkele korrel is anders van vorm of kleur en dat mineraal intrigeert ons, want het is kennelijk een zeldzamer mineraal dan kwarts. Zeldzaamheid behoort tot de grondslag van de verzameldrift: hoe verzamelt men meer van het begeerde? Het is natuurlijk mogelijk met veel geduld opvallend anders gekleurde mineralen met een fijne pincet uit de kwarts-korrelmassa te vissen, maar erg doenlijk is dat niet.

Zware mineraalconcentraten kan men verzamelen van strand- en rivierzanden, bodems of zelfs gemalen gesteentes in steengroeves. Een enkele keer zal men op een strand een natuurlijke aanrijking van zware mineralen kunnen vinden, zoals in Gea nr. 4 van vorig jaar werd beschreven, doch in rivieren en bodems is zo'n sterke natuurlijke

aanrijking tamelijk zeldzaam. Toch zijn zware mineralen in bodems en rivierzanden vaak interessanter dan die in strandzand, doordat de korrels minder afgesletten zijn en daardoor hun kristalhabitus beter tonen. Ook zijn er in rivierzanden meer verschillende mineralen te vinden.

Hieronder wil ik een aantal praktische handelingen bespreken, die de verzamelaar kunnen helpen bij het zelf verzamelen van zware mineralen. Het belangrijkste werktuig hierbij is de waspan.

Het principe

Vele mineralen die lange erosieprocessen, zoals het transport in rivieren en aan stranden, overleven zijn wat harder door een hechtere atoombinding en/of molecuulstructuur en daardoor ook wat zwaarder. Deze verweringsresistente mineralen worden vaak zware mineralen genoemd door hun hogere soortelijke massa of dichtheid. Van deze eigenschap kunnen we gebruik maken door deze mineralen te concentreren in een proces waarbij kwarts, veldspaten, gewone carbonaatmineralen en kleien uit het zand gescheiden worden en alleen de zwaardere mineralen overblijven.