afgiftekantoor
: 2140
Borgerhout 1

geonieuws

maandblad van de
mineralogische kring antwerpen v.z.w.
29(9), november 2004

MKA

In dit nummer :

- **Bio-mineralen**
- **Richelsdorfiet**

Mineralogische Kring Antwerpen vzw

Oprichtingsdatum : 11 mei 1963 **Statuten** : nr. 9925, B.S. 17 11 77
Zetel : Ommeganckstraat 26, Antwerpen **BTW-nummer** : 687 082 474
Wettelijk depot : Kon. Bib. België BD 3343
Verschijningsdata : maandelijks, behalve in juli en augustus.
Redacteur en verantwoordelijke uitgever : H. DILLEN, Doornstraat 15, B-9170 Sint-Gillis-Waas.
Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.
Betalingen

Belgie :	**contributie :**	bankrekening 789-5809102-81
	andere betalingen :	bankrekening 789-5809102-81 of postrekening 000-1155095-19.
Nederland :	**alle betalingen :**	girorekening (NL) 51 91 10.

Al deze rekeningen staan op naam van M.K.A. v.z.w., Marialei 43, B-2900 Schoten.

NUTTIGE ADRESSEN

Fred BALCK, Rustoordlei 58, B-2930 Brasschaat. Tel. 03 6515879.
Bestuurder.
Hugo BENDER, Pieter Van den Bemdenlaan 107, B-2650 Edegem. Tel. en fax 03 4408987.
<h.bender@skynet.be> Bestuurder, secretaris, ledenadministratie.
Paul BENDER, Pieter Van den Bemdenlaan 107, B-2650 Edegem. Tel. en fax 03 4408987.
<h.bender@skynet.be> Bestuurder, technische realisatie Geonieuws.
Guido CORNELIS, Karel van de Woestijnestraat 4, B-2660 Hoboken. Tel. 0486 301163.
<guidocornelis@pandora.be> Bestuurder, excursies, coördinator Minerant.
Rik DILLEN, Doornstraat 15, B-9170 Sint-Gillis-Waas. Tel. 03 7706007. <rik.dillen@skynet.be>
Bestuurder, redacteur Geonieuws.
Axel EMMERMANN, Lobbesplein 12, B-2640 Mortsel. Tel. 03 2953554 en 0498 314530
<axel.emmermann@pandora.be> Werkgroep technische realisaties, werkgroep fluorescentie.
Jan JENSEN, Petrus Delenstraat 3, B-2390 Westmalle. Tel. 03 3117347. <jan.jensen@skynet.be>
Uitleendienst, Werkgroep Fotografie.
Etienne MANS, Jan Blockxlaan 16, 2630 Aartselaar. Tel 03 8888124. <emans@skynet.be>
Bibliothecaris.
Mario PAUWELS, Boskouter 70, B-2070 Burcht. Tel. en fax 03 2531379.
Samenaankoop. Betalingen via de MKA-bankrekeningen (zie hoger).
Herwig PELCKMANS, Cardijnstraat 12, B-3530 Helchteren. Tel. 011 727715.
<herwig.pelckmans@pandora.be>
Organisatie vergaderingen, contacten met sprekers.
Herman REYNDERS, Bergsebaan 15, B-2960 Sint-Job-in-'t-Goor. Tel. 03 6360606.
<h.reynders@tiscali.be> Activiteiten 's Gravenwezel.
Guido ROGIEST, Prins Kavellei 86, B-2930 Brasschaat. Tel. 03 6520232. <guido.rogiest@pandora.be>
Bestuurder, ondervoorzitter, public relations.
Paul TAMBUYSER, Surmerhuizerweg 23, NL-1744 JB Eenigenburg. Tel. 00 31 226 394231.
Fax 00 31 226 393560. <paul@minerant.org>. Werkgroep edelsteenkunde. Webmaster.
Ineke VAN DYCK, Walbogaard 11, B-9140 Temse. Tel. 03 8276736.
<ina.van.dyck@skynet.be> Werkgroep zeolieten.
Ludo VAN GOETHEM, Boterlaarbaan 225, B-2100 Deurne. Tel. en fax 03 3215060.
<ludo.vangoethem@antwerpen.be> Opvang nieuwe leden, P.R., vertegenwoordiging openbare besturen.
Paul VAN HEE, Marialei 43, B-2900 Schoten. Tel. 03 6452914. <pvanhee@skynet.be>
Bestuurder, voorzitter.
Anny VAN HEE-SCHOENMAEKERS, Marialei 43, B-2900 Schoten. Tel. 03 6452914. <pvanhee@skynet.be>
Penningmeesteres.

E-mail adres : mka@minerant.org **URL (WWW) : http://www.minerant.org/**

MKA-kalender

Vrijdag 5 november 2004

Maandelijkse vergadering in zaal "De drie rozen", Kerkstraat 45, 's Gravenwezel om 20.00 h. ***Opgelet dus : nieuwe locatie !***

Bryan Lees
Video : Sweet Home Mine (Colorado)

Voor deze avond strikten we iemand die de laatste jaren heel wat "verzet heeft" in de mineralenwereld... niemand minder dan Bryan Lees. In deze Engelstalige video vertelt hij ons het wel en wee van zijn beroemde Sweet Home Mine. Deze mijn werd op zijn initiatief opnieuw geopend, maar deze keer dan om er rhodochrosiet-specimens uit te halen ... De rest vertellen we lekker niet ... alleen nog dit: zelfs al is rood hélemaal uw lievelingskleur niet, dan nog valt deze video absoluut NIET te missen !

Vrijdag 12 november 2004

Maandelijkse vergadering in zaal "OP-SINJOORKE" van de Vlaamse Jeugdherberg, Eric Sasselaan 2 te Antwerpen (d.i. langs de Singel/E17, tussen uitrit 4 en 5). Openbaar vervoer : tram 2 of 4.

19.30 h gelegenheid tot transacties, determinaties, afspraken voor privé-excursies, raadplegen van de bibliotheek, uitleendienst of... gewoon een gezellig babbeltje... Deze maand wordt ***richelsdorfiet van de typevindplaats, Richelsdorf, Duitsland*** aangeboden. Meer details hierover vindt U elders in dit nummer.

20.30 h

Manuel Sintubin
Systeem aarde - De aarde als een levende planeet

Prof. Dr. Manuel Sintubin is na zijn boeiende voordracht over platentektoniek zeker geen onbekende meer in ons midden. Vanavond leert hij ons de aarde te zien als een levend iets, in plaats van als een dode bol. Ook al mag die aardkorst in onze contreien dan nog zó stabiel lijken, achter haar onbewogen uiterlijk is het een drukte van jewelste ! Nieuwsgierig ? Dan is dit voor jou een geknipte avond ! Prof. Manuel Sintubin is verbonden aan de KULeuven (Groep Structurele Geologie en Tektoniek).

Titelpagina
Scoleciet-kristallen met apophyllietkristallen van Poona, Deccan schiereiland, India. Kristallen tot 6 cm lang.

Zaterdag 13 november 2004

Vergadering van de ***werkgroep edelsteenkunde*** in het lokaal Ommeganckstraat 26 te 2000 Antwerpen, van 9.30 tot 12.00 h.

Practicumvergadering
Vandaag is het weer de gelegenheid om met de diverse apparaten aan de slag te gaan. Zelf stenen meebrengen is altijd mogelijk. Ook niet-werkgroepleden die eens wat edelstenen onderzocht willen hebben, kunnen op deze vergadering terecht.

Lidgeld 2005

De leden worden vriendelijk verzocht hun lidgeld voor 2005 over te maken. De ledenbijdrage is ongewijzigd ten opzichte van vorig jaar.

- Belgische leden : In bijlage vind je **twee** overschrijvingsformulieren voor je lidgeld 2005. Gelieve het formulier te gebruiken dat op u van toepassing is (individueel of gezinslidmaatschap) en het andere onmiddellijk te vernietigen (zo betaal je niet tweemaal !). **Bezorg het overschrijvingsformulier vandaag nog aan je financiële instelling, dan verlies je het niet uit het oog (maak desgewenst gebruik van de memodatum).**
- Nederlandse leden : Gelieve uw eigen overschrijvingsformulier te gebruiken en **uitsluitend** gebruik te maken van de Nederlandse postgirorekening 51 91 10.
- Andere landen : Gelieve uw bijdrage over te maken **vrij van kosten** voor de begunstigde, op de M.K.A. rekening : IBAN: BE36 7895 8091 0281, BIC: BACBBEBB, tnv MKA, Marialei 43, 2900 Schoten.

De iets hogere ledenbijdrage voor buitenlandse leden is volledig toe te schrijven aan de hogere verzendingskosten van het tijdschrift. Leden die voor 2004 een gezinslidmaatschap betaalden, vinden achter hun lidnummer de code 'G' (op lidkaart of Geonieuws omslag). Leden toegetreden na 1 september 2004 zijn reeds lid voor 2005 en dienen dus geen bijdrage meer te storten.

Door **vóór 25 december 2004** je lidgeld te betalen, kun je weer op de eeuwige dankbaarheid van de penningmeesteres en secretaris rekenen !

België		**Nederland**		**Andere landen**	
individueel **24,00 EUR**	**gezin** **29,00 EUR**	**individueel** **29,00 EUR**	**gezin** **34,00 EUR**	**individueel** **29,00 EUR**	**gezin** **34,00 EUR**
bankrekening **789-5809102-81**		**Nederlandse postgirorekening** **51 91 10**		**bankrekening** IBAN: BE36 7895 8091 0281 BIC: BACBBEBB	
t.n.v. Mineralogische Kring Antwerpen, Marialei 43 BE-2900 Schoten					
met vermelding van lidnummer en naam					

MKA-nieuws kort

Het gebeurde in juni…

Een anonieme ooggetuige

11 juni 2004, tweede vrijdag van de maand. De MKA vergadering lijkt gewoon te gaan verlopen als altijd : een handsvol enthousiastelingen daagt al ruim vòòr het aanvangsuur op, de andere getrouwen druppelen daarna langzaam binnen en na een tijdje is het "volle bak". Toch zijn er enkele merkwaardigheden : een halfuurtje nà Albert verschijnt de rest van de familie Vercammen op het toneel : Annie, Christel en kleinzoon Yannick. Een ongekende interesse in het scannen van mineralen ? Albert wordt er een beetje achterdochtig door…

Ondertussen aan de andere kant van het gebouw, in de bibliotheek : er zit daar een "nieuwe" aan de tafel te stempelen, Etienne dus. Mon loopt er ook rond, maar het lijkt alsof hij geen boeken meer kan of wil aanpakken. Toch weer geen pijn in de pols ? Neen, alles in orde. Inderdaad hij loopt er eigenlijk stralend bij ! Maar hij beweert geen bibliothecaris meer te zijn ! Hoe kan dàt nu ? Mon en bibliothecaris, dat zijn toch synoniemen ?

Later, tijd om de vergadering te openen. Maar … nog altijd geen Etienne en Mon in de zaal te zien. Na ettelijke zachte aanporringen lukt het dan toch hen uit de bibliotheek-uithoek te krijgen. Paul (Van hee) kan dus met de inleiding van start gaan. Na wat wetenswaardigheden over de succesvolle Minerant, blijkt hij nog een presentatie bij te hebben over twee steenratten die hij wil huldigen : Albert en Mon. Zij blijken uit hetzelfde geboortejaar te stammen (dat we hier niet verklappen, maar het bleek gèèn speciale verjaardag te zijn). Van beide is het niet zo duidelijk hoe lang ze al lid zijn (ook geen lidmaatschapsverjaardag dus), maar beiden oefenen wel sinds mensenheugenis een belangrijke taak uit in MKA : Albert als verantwoordelijke van de Minerant standhoudersadministratie en Mon als bibliothecaris. Aan de hand van foto's uit de MKA-archieven worden enkele anekdotes over de gehuldigden opgediept : o.a. Albert sleurend met de maansteenkist, of bij het uitlijnen van de tafels op Minerant (dit jaar werd de plaats van de tafels voor het eerst in de geschiedenis vooraf precies uitgemeten, alleen ontbrak het dan lange tijd aan tafels…) en Mon mee op uitstap in het Zwarte Woud waar hij dan bleek te verjaren.

Mon Schuybroeck (links) wordt door voorzitter Paul Van hee in de bloemetjes gezet.

En dan is het de beurt aan Albert Vercammen om door voorzitter Paul Van hee in de bloemetjes gezet te worden !

Ondertussen zaten de feestvarkens stilletjes achteraan in de zaal. Maar uiteindelijk was er geen ontkomen meer aan : ze werden bij Paul op het matje geroepen en onder uitbundig applaus met geschenkjes voor de hele familie overdonderd. Op de valreep kwamen we dan ook nog te weten waarom ze nu eigenlijk gehuldigd werden : ze stoppen ermee ! 't Was dus toch waar dat Mon de fakkel doorgeeft aan Etienne en Albert aan Guido !

Hoeveel ton boeken en tijdschriften Mon in al die jaren heeft versleurd, is onbekend. Wel weten we dat de bibliotheek altijd pikfijn in orde was, iedereen er altijd even vriendelijk en behulpzaam naar het juiste schab werd geleid, Mon bijna nooit verstek liet maar wel bijna altijd het begin van de voordrachten miste, en hèèl veel dagen eenzaam in de bibliotheek heeft doorgebracht om alles te sorteren en controleren.

Hoeveel lopende kilometer tafels Albert in al die jaren aan de man gebracht heeft, is misschien wel af te schatten maar laten we over voor de 30-jaar Minerant viering volgend jaar, zeker is dat hij de Minerant-administratie altijd heel nauwgezet heeft uitgevoerd, de meest verbazingwekende vragen en antwoorden van standhouders heeft gekregen, vaak meer dan een polyglot moest zijn en ook niet kan afschatten hoeveel "vrije" tijd hij aan "de club" heeft gespendeerd.

Fantastisch Mon en Albert ! Bedankt voor alles, en geniet nu maar met volle teugen van jullie MKA-pensioen !

Etienne en Guido, tegen dat niemand nog goed weet wanneer jullie er mee begonnen zijn (en deze Geonieuws verdwenen is), mogen jullie ook aan stoppen denken ! Ondertussen alle succes en veel hulp toegewenst !

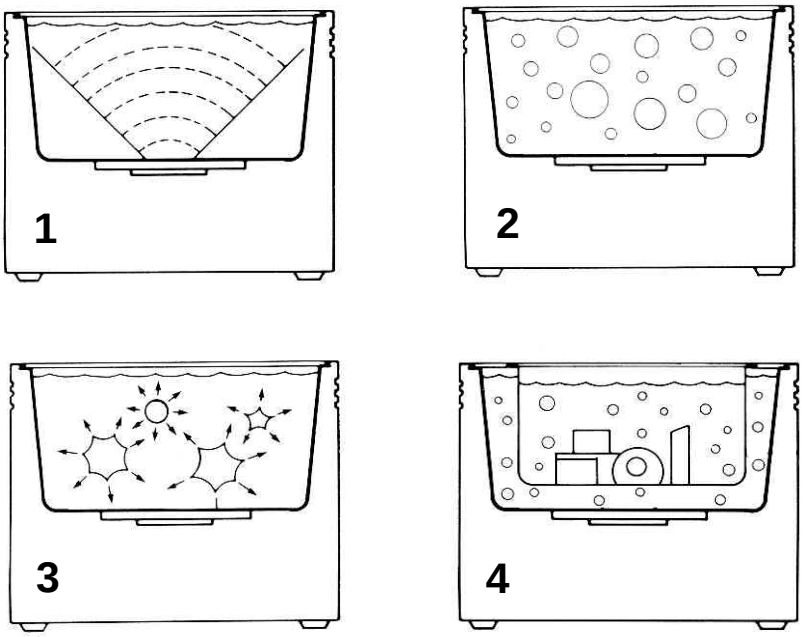
Samenaankoop : ultrasoonbad Bransonic 2510 MT

Met de medewerking van de firma VWR (het vroegere "Merck-Belgolabo) kunnen we je een prachtaanbod doen deze maand : een ultrasoonbad met een inhoud van 2.8 liter voor een spotprijs !

Eerst nog eventjes uitleggen wat een US-bad is en waarvoor het dient. Een ultrasoonbad bestaat uit een kuipje uit roestvrij staal, en tegen de onderzijde van de bodem zijn één of meerdere piezo-elektrische kristallen bevestigd. Men hangt er een inox-bakje in met het te reinigen materiaal, en vult zowel het inhangbakje als de kuip met water (eventueel met een druppeltje detergent).

Op de piezo-elektrische kristallen wordt een hoogfrekwente spanning aangelegd, zodat ze vertikaal beginnen te trillen bij een ontzettend hoge (ultrasone) frekwentie. Die trillingen worden doorgegeven door de metalen bodem, het water en de wand van het inhangbakje. Door die ultrasone golven ontstaan in de vloeistof miljoenen microscopisch kleine gas- en vacuümbelletjes, die na heel korte tijd (milliseconden) imploderen. Dat verschijnsel noemt men cavitatie. Daarbij ontstaat telkens plaatselijk een minuscuul schokgolfje. Omdat dat verschijnsel zich ook in de kleinste hoekjes en kantjes voordoet heeft het een zeer krachtige reinigende werking, zonder dat bv. mineralen worden aangetast. Een normale reinigingsbeurt duurt hooguit enkele minuten.

Er zijn natuurlijk wel wat mineralen die met deze efficiënte methode niet kunnen gereinigd worden : haarvormige mineralen, wateroplosbare mineralen (uiteraard !), wanneer zeer harde lagen vast verbonden zijn met het mineraal (bv. een laagje massief goethiet, kwarts gegroeid op fluoriet enz.). Met echte klei kun je ook wat moeilijkheden hebben, maar daar bestaan trukjes voor (voorbehandelen met waterstofperoxide).



Werking van een US-bad :

1. Ultrasone golven vertrekken vanuit de bodem

2. Er ontstaan vacuümbelletjes (cavitatie

3. Implosie van de vacuümbelletjes

4. Reiniging van de voorwerpen in het inhangbakje

Zoals gemeld hebben we een bijzonder interessant aanbod binnengekregen, en kunnen we je een ultrasoonbad van het meest gerenommeerde merk "Branson" aanbieden. Het gaat om een toestel Bransonic 2510 MT met de volgende karakteristieken : kuipinhoud

2.8 liter, gewicht 4.1 kg, afmetingen van de tank (l x b x h) 24 X 14 X 10 cm. Opgenomen vermogen 130 W, frekwentie 40 kHz.

Opgelet : het hiernaast afgebeelde model is een luxemodel met extra elektronische snufjes. Wij bieden een model aan met enkel een mechanische timer (dus geen verwarmingssysteem of elektronische timer).

De prijs bedraagt 470 € + 40 € voor het inhangbakje (dat onmisbaar is !). Deze prijzen zijn BTW inclusief, en je moet het toestel afhalen op een vergadering van de MKA. Dit is een buitenkansje, want deze prijs betekent 20 % korting op de normale catalogusprijs in België. Als je vergelijkt met de www-prijs van Branson zelf (USA), hou er dan wel rekening mee dat je er dan moet bijrekenen : 21 % BTW, de verzendingskosten uit de USA, invoerrechten, inklaringskosten en... garantie (die je er in veel gevallen in de USA moet bijkopen !). Wie zo'n US-bad wenst aan te kopen aan de hogervermelde voorwaarden (de vermelde prijs is tot op de eurocent na wat aan VWR betaald wordt) schrijft de volledige som (510 €) over op bankrekening nr. 001-0987379-32 t.n.v. Henri Dillen, Doornstraat 15, B-9170 Sint-Gillis-Waas, ten allerlaatste op 20 november 2004.

Mineralen, Fossielen, Presentatiemateriaal, Juwelen, Dekoratie-artikelen...

ESTWING-hamers, ***EUROMEX***-microscopen, ***JOUSI***-doosjes, ***BRANSON***-ultrasoonbaden, ***LEATHERMAN***-werktuigen, ***LORTONE***-steenbewerkingmachines, ***PROXXON***-toestellen, ***SILVA***-kompassen, ***KERN***-weegschalen ...

INTERKRISTAL
MINERALEN - TOEBEHOREN

Kortom teveel om op te noemen !
Beslist een bezoekje waard aan onze ***show-room*** (na afspraak) of op ***mineralenbeurzen.***
Neem ook een kijkje op onze ***website.***
Je kan ook de '***Krantz'-kataloog*** aanvragen.

Olmenlaan 8
3050 OUD-HEVERLEE
http://www.interkristal.be

tel: 016/40.65.39
fax: 016/40.51.75
info@interkristal.be

Beurzen en tentoonstellingen

8-9/11	**B**	**LIEGE. Palais des Congrès. 10-18 h. Beurs (M-F-J-E)** **35ste INTERMINERAL - AGAB**
	Info :	**De heer Michel Warnier, Avenue des Fossés 13, B-4500 Huy** **Tel & fax 085 232939**

13-14/11	B	**MONTIGNY-LE-TILLEUL.** Foyer Culturel, Rue Wilmet. *Ruil*-beurs. *www.quatrem.be* <francis-hubert@advalvas.be>
19-21/11	FIN	**TAMPERE.** Pirrka Halli. 9-17/9-17/10-17 h. Beurs (M). <info@tampereenmessut.fi>
20/11	D	**BONN.** Ortszentrum Dottendorf, Bonn, Dottendorfer Str. 41. 11-17 h. Beurs (M-F). <ernst.thomas@t-online.de>
20/11	CZ	**OSTRAVA.** Ustav Geoniky.
20/11	NL	**ZWIJNDRECHT.** Develsteincollege, Develstein 5. 10-17 h. Beurs (M-F-J-E). <nicokuik@hetnet.nl>
20-21/11	A	**HALLEIN.** Salzberghalle. 12-17/10-16 h. Beurs (M).<otto.lang@salzburg.co.at>, *www.mineralienmessen.at*
20-21/11	D	**NÜRNBERG.** Meistersingerhalle. 10-18 h. Beurs (M-F-J-E). <riamayer@web.de>
20-21/11	D	**ULM.** Donauhalle. Beurs (M-F).
20-21/11	A	**WIEN.** Haus der Begegnung, Angererstr. 14. 10-18/10-17 h. Beurs (M).
20-21/11	CH	**ZÜRICH.** Messe, Hallen 9.1 + 9.2. 10-18/10-17 h. Beurs (M).
20-21/11	F	**QUINCY-SOUS-SENART (91).** Salle Mère-Marie-Pia, 2, rue de Combs-la-Ville. Beurs.
20-21/11	F	**LEMPDES (63).** Salle polyvalente. Beurs (M-F).
21/11	D	**ARNSBERG/NEHEIM-HÜSTEN.** Kulturzentrum, Berliner Platz. 10-17 h. Beurs (M-F). <maulwurf-arge@web.de>
21/11	D	**BAD HERSTFELD.** Bürgerhaus Hohe Luft. 10-17 h. Beurs (M-F-J). <mwalter159080534@aol.com>

21/11		**BERCHEM. Alpheusdal. Filip Williotstraat 22.** **Mineralenbeurs van ACAM.**
	Info :	**Mevr. S. Swaenen, Hoge Kaart 73, 2930 Brasschaat.** **Tel. 03/6517926.** ***www.acam.be* - <info@acam.be>**

21/11	D	**BUTZBACH.** Bürgerhaus. 10-17 h. Beurs (M-F-J).
21/11	D	**HÜCKELHOVEN.** aula des Gymnasiums. 10-17 h. Beurs (M). <info@museum-hueckelhoven.de>
21/11	D	**KASSEL.** Kulturhalle Niedervellmar, Jahnstr. 11. Beurs (M-F).
21/11	D	**OBERSTHAUSEN.** Bürgerhaus, Kleinkunstsaal. 9-17 h. Beurs (M-F). <geopalae@naom.de>, *www.naomev.de*
21/11	D	**WÜRZBURG.** Gemeindezentrum Heiligkreuz, Hartmannstr. 29, Wü-Zellerau. 10-17 h. Beurs (M-F). *www.mineralienboerse-wuerzburg.de.vu*
26-28/11	D	**BERLIN.** Messegelände, Halle 11.2 (bij zendmast), Messedamm 22 (Charlottenburg). 10-18 h. Beurs (M-F-E). <info@berlin-mineralien.de>, *www.berlin-mineralien.de*
27/11	D	**BERLIN-KAULSDORF.** Grünes Haus, Boitzenburger Str.52, Berlin-Kaulsdorf. 10-17 h.
27/11	NL	**AMERSFOORT.** Intres BV, Koninginneweg 1. 10-17 h. Beurs.
27-28/11	I	**ROMA.** Hotel Ergife, Via Aurelia 619. Beurs (M-F-schelpen). <gmlromano@tin.it>
27-28/11	I	**NOVEGRO (MI).** Parco Esposizioni Novegro. <preziosa@parcoesposizioninovegro.it>
27-28/11	D	**BREMEN.** Messe Centrum. Beurs (E).
27-28/11	D	**ETTLINGEN.** Schlossgartenhalle. 12-18/11-17 h. Beurs (M-F-J). <peukert.mineralien@onlinehome.de>
27-28/11	A	**LINZ.** Volkshaus Bindermichl, Uhlandg. 5. 10-18/10-17 h. Beurs.
27-28/11	D	**OSNABRÜCK.** Berufsschulzentrum, Stüvestraße. 10-17 h. Beurs (M-F). <www.boerseos.de>
27-28/11	A	**SALZBURG.** Congress, Auerspergstr. 6. 10-18 h. Beurs (M).
27-28/11	F	**POITIERS (86).** Parc des Expositions, Arènes de Poitiers. Beurs (M-F).
28/11	D	**BERGISCH-GLADBACH.** Kreishaus, Am Rübezahlwald 7. 9-16 h. Beurs (M-F).

28/11	NL	**LOCHEM.** Lochemse Schouwburg, Oosterwal 22. 10-17 h. Beurs.
28/11	D	**MÖNCHENGLADBACH-WICKRATH.** Adolf-Kempkenhalle. 10-17 h. Beurs (M-F)
28/11	D	**MÜNSTER.** Halle Münsterland. 11-17 h. Beurs (M).
28/11	D	**SCHÖPPENSTEDT/WOLFENBÜTTEL.** Eulenspiegelhalle. 11-17 h. Beurs (M-F-E).
29-30/11	F	**JOUY EN JOSAS (78).** Salle du Vieux-Marché, place de la Marne. <patrick.bleno@wanadoo.fr>
3-5/12	D	**HAMBURG.** Messegelände. Beurs. <mineralien@hamburg-messe.de>
3-5/12	F	**PARIS.** Hotel Sofitel Saint-Jacques, Bvd. Saint-Jacques. 10-18 h. Beurs.
4/12	D	**LEIPZICH.** Hörsaalgebäude der Universität Leipzig, am Universitätshochhaus. 10-16 h. Beurs (M-F-E). <urban-mineralien-messen@t-online.de>
4-5/12	D	**ALBSTADT.** Zollern-Alb-Halle, Tailfingen. 10-18/10-17 h. Beurs (M-F). <elmar.spohn@t-online.de>
4-5/12	CH	**BASEL.** Mustermesse-Halle 4.1/ 10-18/10-17 h. Beurs (M-F)
4-5/12	H	**BUDAPEST.** Lang Kulturhaus, Budapest XIII.Rozsnyai u. 3. 9-18/9-17 h. Beurs (M). <www.koorszag.hu>
4-5/12	A	**GRAZ.** 9-16 h. Beurs (M).<information@vstm.at>, *www.vstm.at*
4-5/12	A	**INNSBRUCK.** Stadtsäle, Universitätsstr. 10-18/10-17 h. Beurs (M).
4-5/12	D	**SCHNEEBERG/ERZGEBIRGE.** 10-18 h. Beurs (M).
5/12	D	**KULMBACH.** Stadthalle. 10-17 h. Beurs (M-F). Tentoonstelling "Sonderschau: Gold & Silber aus der Region - Schätze zwischen Bayreuth & Kronach"
5/12	NL	**HEERLEN.** Corneliushuis, Heulstraat 2. 10-17 h. Beurs (M-F).
11-12/12	D	**KÖLN.** Gürzenich Köln-Zentrum. 11-18 h. Beurs (E).
11-12/12	CZ	**PISEK.** Prachenske muzeum v Pisku, Velke nam. 114. 9-14 h. Beurs (M). <prachmuz@pi.bohem-net.cz>
11-12/12	A	**SALZBURG.** Messegelände, Haupteingang Halle 1. 12-17/10-16 h. Beurs (M). <otto.lang@salzburg.co.at>, *www.mineralienmessen.at*
11-12/12	A	**WIEN.** Städt. Schulgeb., Längenfeldg. 13. 10-18/10-17 h. Beurs (M).
11-12/12	F	**MARSEILLE (13).** Centre des Congrés, parc des Expositions Chanot (Hall 3).
11-12/12	F	**BOUGIVAL (78).** Centre Bouzemont, rue du Général Leclerc. Beurs (M-F)
12/12	A	**EISENSTADT.** Bundesgymnasium Kurzwiese (bij Landhaus). 10-17 h. Beurs (M-F-E). <franz2625@utanet.at>
12/12	A	**LINZ.** Palais Kaufmännischer Verein. 9-16 h. Beurs.<siegfried.gottinger@ooe.gv.at>
12/12	D	**DUISBURG-HOMBERG.** Glückaufhalle. 11-18 h. Beurs (M).
12/12	D	**WILNSDORF 5Siegerland).** Festhalle. 11-17 h. Beurs. <zander.u@t-online.de>
18-19/12	A	**KLAGENFURT.** Gemeindezentrum, St. Ruprecht, Kinoplatz 3. 10-17 h. Beurs (M).
18-19/12	A	**WIEN.** Haus d. Begegnung, Angererstr. 14. 10-18/10-17 h. Beurs (M).
29/1-12/2	USA	**TUCSON.** Arizona Mineral & Fossil Shows (5 locaties). *http://www.tucsonshowguide.com/tsg/*
10-13/2	USA	**TUCSON.** Main show, Tucson Convention Center. *http://www.tgms.org/tgms/*

Gebruikte afkortingen : ***M*** ***mineralen*** ***F*** ***fossielen*** ***J*** ***juwelen***
S ***schelpen*** ***E*** ***edelstenen*** ***MM*** ***micromounts***

Hoewel deze beurzenkalender met de grootste zorg wordt samengesteld neemt de redactie van Geonieuws geen enkele verantwoordelijkheid met betrekking tot de juistheid van de gegevens. Vooraleer een reis te ondernemen om een beurs te bezoeken raden wij U aan contact op te nemen met de organisatoren of de gegevens op een andere manier te verifiëren. Gegevens m.b.t. de organisatoren van beurzen kan U in de meeste gevallen bekomen bij het secretariaat of de redactie van Geonieuws, liefst per e-mail.

Internationale beurs van mineralen en fossielen
20 november 2004, van 10 tot 17 h

geode

Develsteincollege
Develsingel 5
NL-3333 LD Zwijndrecht
Info + 31 78 6156615
<nicokuik@hetnet.nl>

Mineraal van de maand richelsdorfiet

Rik Dillen

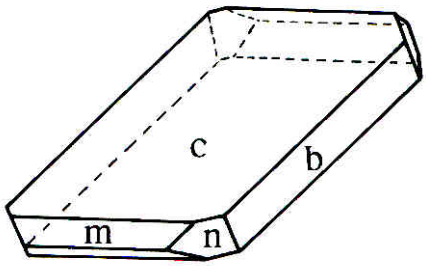
Deze keer stellen we je nog eens een vrij zeldzaam arsenaat voor, namelijk ***richelsdorfiet***, met als formule $Ca_2Cu_5Sb^{5+}(AsO_4)_4(OH)_6Cl.6H_2O$. Het is nog niet zo heel lang bekend, namelijk sinds 1983.

Richelsdorfiet is monoklien, en vormt pseudotetragonale kristallen, wat neerkomt op het feit dat de kristallen er soms perfect tetragonaal uitzien (vierkante plaatjes), maar niet echt tetragonaal zijn. Dat blijkt onmiddellijk uit de roosterparameters :

ruimtegroep	C2/m
a	14.08 Å
b	14.20 Å
c	13.48 Å
β	101°05'
Z	4

Als het mineraal tetragonaal zou zijn, dan zouden alle hoeken immers exact 90° moeten zijn ! De puntgroep is 2/m. Kristalletjes bereiken zelden een lengte van 0.5 mm, en vormen plaatjes volgens {001}. Verder komen de volgende vormen voor : {001}, {010}, {101} en {210}. Veel typischer, en dat is zeker het geval voor richelsdorfiet van de typevindplaats, komen sferische aggregaatjes voor en min of meer botryoidale kristallijne korstjes. Tweelingvorming wordt dikwijls waargenomen volgens {001}.

De splijting is perfect volgens {001}. Het mineraal is heel zacht (2 in de schaal van Mohs). De gemeten dichtheid is 3.20, de uit de roosterparameters berekende dichtheid is 3.3. Hoe je uit de roosterparameters en de formule de dichtheid van richelsdorfiet kunt berekenen leggen we je even uit in epiloog 1. Het is een leuke ervaring (allez, dat vind ik toch) te weten dat je op een redelijk eenvoudige manier uit die gegevens de densiteit van een mineraal vrij nauwkeurig kunt voorspellen.



Richelsdorfiet is turkoois- tot hemelsblauw tot enigszins groenblauw. Optisch is het tweeassig negatief, en richelsdorfiet vertoont duidelijk pleochroisme. Hoewel het pas in 1983 ontdekt werd is het ondertussen op nogal wat andere plaatsen gevonden.

In feite gebeurt het redelijk vaak, dat als men een mineraal voor het eerst beschrijft, het op korte tijd op een aantal andere plaatsen blijkt op te duiken. Dat komt door het feit dat je bij de identificatie via X-stralendiffractometrie, de meest gebruikte, en ook de meest doeltreffende techniek voor de identificatie van een mineraal, moet steunen op bestaande referentie X-stralenpatronen, diffractogrammen dus van reeds bekende stoffen. Als je nu

een diffractogram bekomt dat niet overeenstemt met een bekende zogenaamde JCPDS-steekkaart (Joint Committee on Powder Diffraction Standards) hebben vele onderzoekers niet onmiddellijk de reactie (vaak terecht !) dat het wel eens om een nog onbekend mineraal zou kunnen gaan, maar om een ingewikkeld mengsel, al dan niet gecombineerd met preferentiële oriëntatie van de mineraalkorreltjes of andere afwijkingen of artefacten in het diffractogram. Als het diffractiepatroon bekend is, is de kans op herkenning bij een eerste onderzoek véél groter.

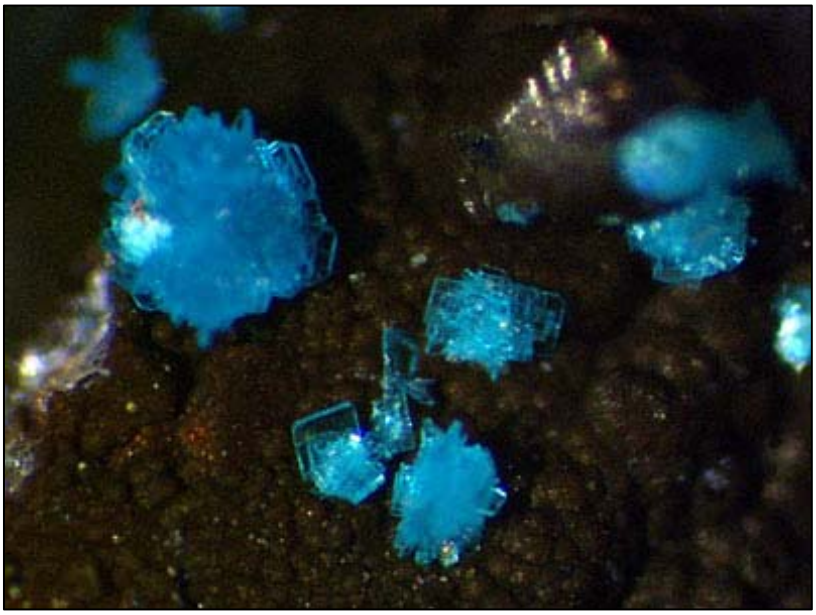
Het werd voor het eerst beschreven in een koperhoudende schiefer in Grube Wilhelm (Wechselschacht), Bauhaus, Richelsdorf District, Bebra, Noord-Hessen, Duitsland. Daar komt het voor in het gezelschap van annabergiet, azuriet, brassiet, cobaltkoritnigiet, devillien, erythriet, ferrarisiet, guériniet, haidingeriet, irhtemiet, malachiet, parasymplesiet, phaunouxiet, picropharmacoliet, rauenthaliet, richelsdorfiet, roseliet, sainfeldiet, serpieriet, skutterudiet, strashimiriet, talmessiet, tetrahedriet en vladimiriet. Richelsdorfiet komt ook nog voor in de nabijgelegen Grube Schnepfenbusch.

De mooiste kristallen komen ongetwijfeld van Triembach-au-Val (Sauloch mijn) in de Vogezen, Bas-Rhin, **Frankrijk**. Daar werden schitterende doorschijnende, tabulaire, helblauwe kristalletjes gevonden tot 5 mm ribbe (Sarp H., 1994). Verder nog in de Salsigne mijn, Montagne Noire, Aude, Languedoc-Roussillon en in de Cap Garonne mijn, Pradet, Var.

Vooral **Duitsland** telt nogal wat vindplaatsen, waar het mineraal uiteraard overal tamelijk recent ontdekt is) : Reichenbach (typevindplaats voor reichenbachiet !), eveneens in Hessen, Grube Sandberg, Ehrenfriedersdorf, Sachsen, Grube Samson, St. Andreasberg, Grube Glücksrad, Oberschulenberg, Harz, de Clara mijn, Oberwolfach, Zwarte Woud, de Alte Buntekuh mijn bij Niederschelden, en Ramsbeck in Nord-Rhein-Westfalen.

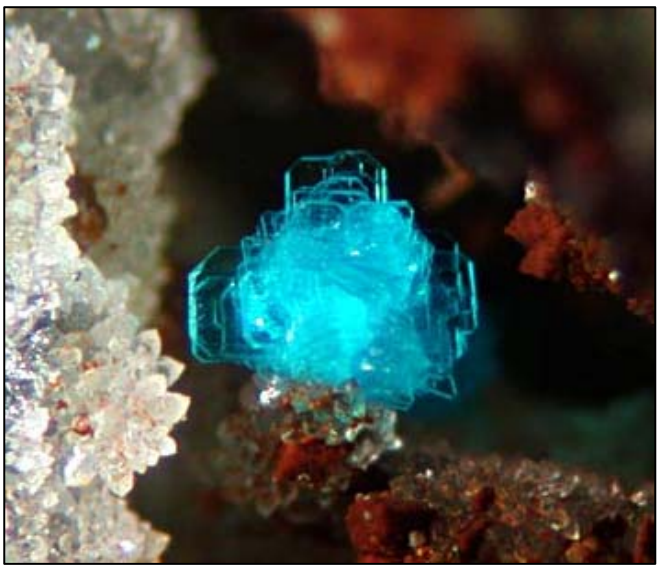
Andere vindplaatsen in het Zwarte woud zijn Grube Caroline, Eberbächle, Emmendingen, verschillende groeven, mijnen en storthopen in de buurt van Wittichen (o.a. Grube Johann, Grube Anton en de storthoop van Schmiedestollen)

In **Oostenrijk** werd het gevonden op verscheidene storthopen in de streek van Schwaz en Brixlegg, Inntal, Tirol. Het is er een van de vele tientallen blauwe, groene, blauwgroene en groenblauwe mineralen, en daardoor met het blote oog zo goed als niet ter plaatse te herkennen.



Tabulaire, pseudo-tetragonale doorschijnende kristallen van richelsdorfiet van Triembach-au-Val (Sauloch mijn) in de Vogezen, Bas-Rhin, Frankrijk. Foto en verzameling Cédric L'Heur. http://www.micromineral.org/gito/PagesWEB/PagesPhotos/phot_richelsdorfit1.htm

Tabulaire, doorschijnende kristallen van richelsdorfiet van Triembach-au-Val (Sauloch mijn) in de Vogezen, Bas-Rhin, Frankrijk.
Foto en verzameling Gerhard Niceus.
http://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/richelsdorfit



In **Griekenland** werd het geïdentificeerd in materiaal afkomstig van de Plaka mijn, bij Lavrion, Attika. In **Hongarije** werden mooie kristalletjes van richelsdorfiet gevonden in de Fehérkõ Hill, Parádfürdõ, Matra gebergte, Heves.

In de **Verenigde Staten** werd het o.a. aangetroffen in de Burris mine, Pyramid District, Washoe County, Nevada.

Type-specimens worden bewaard in de MSU-Göttingen, Duitsland (4 specimens) en in het Smithsonian in Washington, D.C. onder nummer 150229 (gift van J. Wilke).

Dankwoord - acknowledgements

We zijn dank verschuldigd aan Cédric L'Heur en Philippe Saget, en aan Gerhard Niceus en Stefan Schorn voor het ter beschikking stellen van de prachtige foto's van richelsdorfiet.

We owe our sincere thanks to Cédric L'Heur and Philippe Saget, and to Gerhard Niceus and Stefan Schorn for the splendid photos of richelsdorfite.

Litteratuur

L'Heur C. (2004), http://www.micromineral.org/ (Association française de Minéralogie)
Niceus G. (2004), http://www.mineralienatlas.de/
Perchiazzi N., Preite D. (1989), "Richelsdorfite da Silberberg, Tirolo, Austria", Rivista Mineralogica Italiana 3/89, 135-137.
Sarp H., Dominik B., Chiappero P.-J (1994), Nouveau gisement (Triembach-Le Val, Vosges, France): nouvelles propriétés optiques et diagramme de poudre de la richelsdorfite, Ca2Cu5Sb[Cl(OH)6(AsO4)4] • 6H2O, Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen 74(2), 273-277.
Schmitt R. T. (1993), "Richelsdorfit aus dem Spessart", Lapis 18(11), 33
Süsse P., Schnorrer-Köhler G. (1983), "Richelsdorfit, ein neues Mineral", Neues Jahrb. Mineral. Monatsh., 145-150.
Süsse P., Tillman B. (1987), "The crystal structure of the new mineral richelsdorfite", Zeits. Krist., 179, 323-334

Epiloog : hoe bereken je de densiteit van een mineraal ?

Wat dacht je ervan om na lange tijd nog eens je kennis van wiskunde en scheikunde van stal te halen ? Het is echt niet zo moeilijk om uit de parameters van de elementaire cel en de formule de dichtheid van een mineraal te berekenen. Zoals bekend is de elementaire cel (of eenheidscel) het kleinste stukje mineraal dat volledig de symmetrie en andere eigenschappen van het mineraal in kwestie vertoont. Als je het nog verder zou verdelen (je zit dan met maar een paar moleculen te foefelen !) gaan bepaalde of alle eigenschappen verloren.

De inhoud van de eenheidscel bestaat uit één tot enkele zogenaamde formule-eenheden. Zo bevat bv. de elementaire cel van richelsdorfiet (we hebben bewust niet het eenvoudigste geval gekozen !) 4 keer de formule $Ca_2Cu_5Sb^{5+}(AsO_4)_4(OH)_6Cl.6H_2O$.

Je kunt je zo'n elementaire cel voorstellen als een polyeder (een veelvlak), en atomen zitten netjes geordend (want ze maken tenslotte deel uit van gerangschikte moleculen) op de ribben, de hoekpunten, in de vlakken of binnenin die cel. Voor een welbepaald mineraal zijn de inhoud, de vorm en de afmetingen van de cel een vast gegeven. De ribben kunnen gelijk zijn of verschillend, en alle hoeken kunnen exact 90° zijn, of één of meer hoeken verschillen van 90°, maar voor een bepaald mineraal liggen die gegevens voor alle eenheidscellen vast. Om een kristal van het mineraal op te bouwen kun je onvoorstelbaar veel van dergelijke polyeders op en naast elkaar stapelen in verschillende richtingen. Het uiteindelijke macroscopische kristal zal een vorm krijgen waarin de symmetrie-elementen van de elementaire cel nog steeds aanwezig zijn.

Uit die redenering kun je afleiden dat, vermits een kristal opgebouwd is uit een opeenstapeling van elementaire cellen, in principe de densiteit van een kristal gelijk is aan die van de eenheidscel. Wanneer je dus de inhoud en het volume van de elementaire cel kent, ken je ook de dichtheid, en dan is het nog enkel een kwestie van wat met eenheden goochelen om tot een werkbaar getal te komen.

Iedereen kan de inhoud van een kubus of een balk berekenen via het bekende "oppervlakte grondvlak X hoogte = inhoud". Maar het wordt wat moeilijker wanneer het niet om een kubus of balk gaat, maar om een veelvlak met minder symmetrie. Om je hersenen wat te sparen geven we hier de formuletjes waarmee je het volume van en veelvlak kunt berekenen. Die zijn allemaal heel eenvoudig, behalve die voor een triklien mineraal :

Kristalsysteem	**Volume van de eenheidscel**
Kubisch	a^3
Tetragonaal	a^2c
Hexagonaal	$a^2c \sin(60°)$
Trigonaal	$a^2c \sin(60°)$
Orthorhombisch	abc
Monoklien	$abc \sin \beta$
Triklien	$abc\,(1- \cos^2 \alpha- \cos^2 \beta - \cos^2 \gamma) + 2(\cos \alpha \,.\, \cos \beta \,.\, \cos \gamma)^{1/2}$

Richelsdorfiet is monoklien ; om het volume te berekenen hebben we dus nodig a (14.08 Å), b (14.20 Å), c (13.48 Å) en β (101°05').
Het celvolume wordt dan abc sin β = 14.08 X 14.20 X 13.48 X 0.9815 = 2645 Å³. De eenheid "kubieke angström" klinkt misschien wat eigenaardig, maar dat moet je erbij nemen.

Vermits we de densiteit willen uitdrukken in g/cm³, moeten we het gewicht van de elementaire cel kennen in gram, en het volume in cm³.

Het gewicht van de elementaire cel is niets anders dan het molecuulgewicht van de formule, vermenigvuldigd met het aantal keer dat die formule in de elementaire cel zit. Dat moeten we dan nog eens delen door het beroemde (of beruchte ?) getal van Avogadro, $6.02338.10^{23}$ en klaar is kees. Een mol (het molekuulgewicht uitgedrukt in gram) bevat namelijk, zoals eeuwen geleden ene meneer Avogadro uitvoerig bewezen heeft, altijd $6.02338.10^{23}$ moleculen.

Om van het volume van Å³ om te rekenen naar cm³ moeten we gewoon vermenigvuldigen met 10^{-24} (1 Å = 10^{-8} cm, 1 Å³ is dus 10^{-24} cm³).

In een eenvoudige formule uitgedrukt :

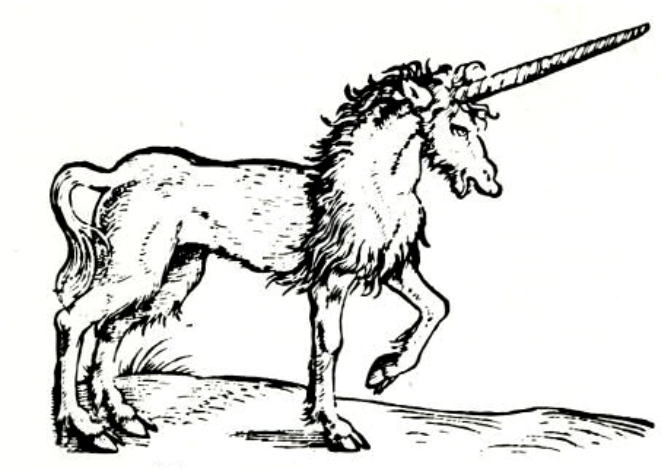
$$D = \frac{Z \times M}{N \times V}$$

Hierin is Z het aantal formule-eenheden in de elementaire cel, M de molekuulmassa voor één formule-eenheid (de som van de atoommassa's van alle atomen aanwezig in de formule), N het getal van Avogadro en V het (hierboven) berekende volume. In het geval van richelsdorfiet wordt dit :

$$D = \frac{4 \times 1320.01}{6.02338 \times 10^{23} \times 2645 \times 10^{-24}} = 3.31 \text{ g/cm}^3$$

Eigenlijk klinkt dit allemaal véél ingewikkelder dan het is. Eens dat je de volledige redenering doorhebt wordt het uitrekenen van de dichtheid uitgaande van de bekende gegevens kinderspel (als je tenminste niet zelf het formuletje voor de berekening van het volume van een trikliene elementaire cel moet bedenken). Probeer je het eens voor een paar andere mineralen ? Kies er best geen trikliene uit... Veel rekengenot !

Een en ander staat heel mooi uitgelegd op de web-pagina *http://webmineral.com/help/CellDimensions.shtml*, en in het boek "Mineralen herkennen" van Paul Tambuyser (p. 152). Ook in Geonieuws verscheen reeds eerder een artikel over dit onderwerp : Paul Bender, Geonieuws 25(8) 193 (2000).



Biomineralen, body-stones en bezoars

René Van Tassel

Deel 1 : biomineralen

De laatste jaren werd onze omgangstaal overstelpt met woordcombinaties beginnend met "bio". De aardkunde gebruikt al dit voorvoegsel in bijvoorbeeld ***biosfeer*** (βιος, "bios", leven) in een indeling, naast litho- (λιθος, "lithos", steen), hydro- (ύδωρ, "udor", water) en atmosfeer (ατμός, "atmos", damp).

Binnen de grenzen van de mineralogie is men sinds zowat een halve eeuw gaan spreken met het voorvoegsel "bio" : biogene mineralen, "biological", "biological precipitated minerals" en biomineralisatie, "biologically induced, biologically controlled mineralisation". Het gaat hier over mineralen waar bij de vorming (organisch) leven, dus een biologische interactie, te pas komt.

De pur-sang mineraloog zal wellicht de wenkbrauwen fronsen bij de term "biomineralen". Voor hem komt dit woord reeds over als een contradictio in terminis, met "bios" (leven) en "mine" (gallisch, keltisch, = mijn, erts). Hij zal zich wellicht houden aan een strikte, louter geologische vormingswijze voor een mineraal en het woord niet gepast vinden voor een organisch gevormde substantie. Nochtans is men bereid (E. Nickel, 1995, zie ook Dillen, 1996, p. 16) eveneens als mineralen te beschouwen de natuurlijke substanties, die zich als kristallen van organische aard gevormd hebben in zwarte schiefers of in guano. Men kan ook nog een stapje verder gaan, zoals in Dana's New Mineralogy (1997, blz. xvi) met "Compounds produced entirely in the biological sphere...are discussed as minerals, because they ALSO (hoofdletters, red.) form under strictly geological conditions".

Men kan uiteindelijk vrede nemen met het voorvoegsel "bio" te plaatsen voor een bestaande mineraalnaam, bv. bio-apatiet naast (geo)apatiet of kortweg apatiet. (H. Skinner, 2000). Hierna zal steeds het gebruik van de soortnaam "apatiet" bedoeld worden als "biomineraal". Als het gaat over het authentieke "geo-mineraal" dan wordt dit wel nader aangestipt. Er wordt verder gehandeld over "biomineraal" als de substantie met organische inbreng, eenzelfde identificatie kan voorleggen als het strikt geologische, gelijkaardige mineraal.

In 1969 heeft D. McConnell een overzicht gegeven van een "General mineralogy of organisms" met "biologically precipitated minerals" (Algemene mineralogie van organismen (= levende wezens) met biologisch afgezette mineralen, naar aanleiding van zijn studie "The mineralogy of the apatites and their relations to biological precipitation" (De mineralogie van de apatieten en hun verband met biologische afzetting).

Tabel met biomineralen (naar Lowenstam, 1981)
[◆ : erkend mineraalspecies, am. : amorf, prc. : precursor, hydr. : gehydrateerd].

Er werden 26 mineraalnamen vermeld (er werd geen rekening gehouden met "minerals formed after death of the organism. Pyrite is not included, for example.") :

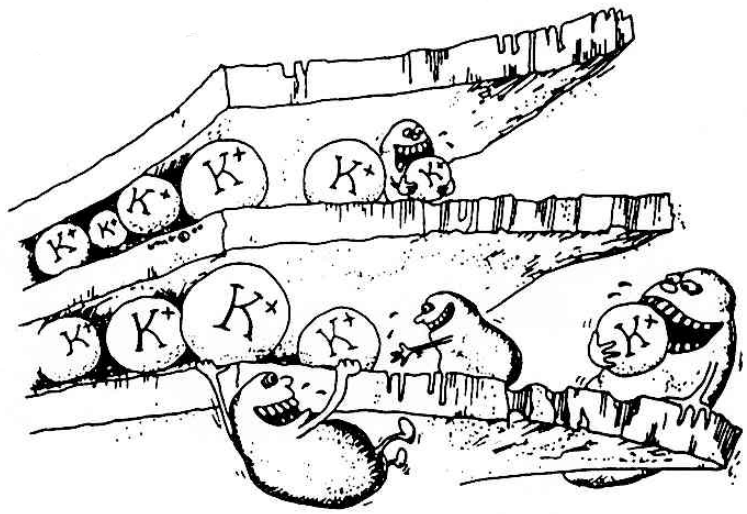
- haliden : fluoriet, haliet
- oxiden : kwarts, opaal, magnetiet
- hydroxiden : bruciet, goethiet, lepidocrociet
- carbonaten : aragoniet, calciet, vateriet, monohydrocalciet
- sulfaten : gips (?), celestien (?), bariet (?)
- fosfaten : francoliet, dahlliet, brushiet, monetiet, whitlockiet, struviet, bobierriet, newberyiet, hopeiet
- oxalaten : whewelliet, weddelliet
- diversen (mineralen ?) : cystine, ureumzuur, uraten, indigo, xanthine, ferritine

In 1981 werd een overzicht gegeven van "Minerals formed by organisms" (mineralen gevormd door organismen), in tabelvorm gepubliceerd door H.A. Lowenstam (zie vorige pagina). Tevens werd een aanduiding gegeven van de inbreng van organismen, nu in vijf rijken ingedeeld, namelijk monera, protoctista, fungi (zwammen), plantae (planten) en animalia (dieren, inclusief de mens). Hier zijn 22 mineraalnamen geciteerd.

Het thema "Biomineralen" werd reeds, door tentoonstellingen, ter kennis gebracht voor een ruimer publiek. Dit gebeurde o.m. in Graz (Oostenrijk) in 1983, met een tentoonstelling gewijd aan "Biomineralogie, leben mit Kristallen". In Duitsland kwam er in 1986 een tentoonstelling "Mineralbildungen in Mensch und Tier", in de universiteit van Münster, herhaald in 1988, in het mineralogisch museum van Marburg en nogmaals getoond in 1991, maar dan aangevuld met andere mineralen, in de universiteit van Essen In maart 2000, tijdens een didactische opendeurdag in het "Department of Earth Sciences", universiteit van Cambridge (GB), werd een toonkast gewijd aan "Minerals in the body".

Omstreeks 1980 is de aandacht van de onderzoekers gegaan naar de tot dan toe sterk onderschatte rol van micro-organismen in mineralisatieverschijnselen. Dit nieuw onderzoek was, en is tegenwoordig des te meer, te danken aan de opmerkelijke verfijning van fysisch-chemische onderzoekingstechnieken, zoals SEM (scanning electron microscopy) uitgerust met EDX (energy-dispersive X-ray analysis) en TEM-SAEM (transmission electron microscopy, selected area electron microscopy). Tal van mineralisaties door biologisch-mineralogische interacties zijn aan het licht gekomen, waar men zich niet meteen aan had verwacht, weliswaar in gebieden van micro-dimensies (nanometer-gebied ; 1 nm = 0.001 µm of 0.000 001 mm). Een gans nieuw domein van biomineralisatie ligt nog onontgonnen waar biochemici, microbiologen en mineralogen elkaar de handen zullen reiken. Micro-organismen (microben) spelen een uiterst belangrijke rol in de lithosfeer, niet alleen op microschaal, maar ook in omvang. Denken we daarbij maar aan bepaalde kiezel-, Fe- en Mn-afzettingen en fosforieten, om petroleum niet te vergeten !

Cataloguskaft tentoonstelling biomineralogie, Graz, Oostenrijk, 1983.



Microbiologische verwering van mica (met een knipoog). Copyright G.M. Gadd.

Bacteriën behoren tot de oudst bekende levensvormen : 2000 tot 3000 Ma (miljoen jaar) terug (een Ma of Mega-annum = 10^6 jaar = 1 miljoen jaar = 1 000 000 jaar). Fungi (zwammen) verschijnen 1000 à 1500 Ma terug en algen 900 à 1000 Ma). Bacteriën zijn kernloze, eencellige levensvormen, 0.5 tot maximaal 10 µm groot. Ze zijn actief en bovendien uitermate weerbaar. Naargelang van de soort weerstaan ze aan extreme voorwaarden van druk (tot kilometers onder het aardoppervlak, tot honderden meter onder de oceaanbodem), van temperatuur (bij hete bronnen meer dan 100°C en in het poolijs, van zuurtegraad (tot een pH van bijna 0) en van hoge zoutconcentraties (bv. Dode Zee).

De interactie van de biosfeer kan zowel afbouwend als opbouwend zijn. Afbouwend is er de biologische "verwering" (ludiek voorgesteld door G. Gadd, de ontbinding ("verrotting"), met al dan niet creatie van mogelijkheden voor verdere substantievorming. Mineralisatie verloopt veelal rechtstreeks opbouwend, met stapsgewijs amorfe fasen (precursors) zoals aangegeven in de hoger weergegeven tabel.

1. Waar worden biomineralen gevonden ?

Het is helemaal geen probleem voor ons om biomineralen aan te treffen. We kunnen ze al situeren in onze omgeving, bij onze gewone levensgebruiken, in ons eigen lichaam. Het volstaat om in of rond onze woning te kijken of we aan een arduinen drempel, vensterbank, gevelbekleding, boord van een kelderopening enz. geen massa insluitsels vinden van schelpen, zeelelies en dergelijke. Het zijn wel allemaal fossiele, dierlijke resten, maar het samenstellende mineraal calciet is ooit door een levend organisme gevormd, calciet dus als biomineraal. De schelpen bij massa aangetroffen langs de kustlijn zijn evenzeer door een levend organisme gevormd, en bestaan ook uit $CaCO_3$, overwegend calciet en soms aragoniet. Calciet en aragoniet treden hier op als biomineralen.

Iedere mineraalverzamelaar bezit wel een specimen van framboïdaal pyriet, maar geeft er zich wellicht geen rekenschap van dat dit specimen door bacteriën is gevormd en dus biogeen is. Zo is framboïdaal pyriet (FeS_2) gevonden in een bezinkingslaag in de Nete-vallei (G. Stoops, 1983), en framboïdaal greigiet (Fe_3S_4) in slib van de "Grote Geul", een oude arm van de Schelde in Antwerpen (J. Jedwab, 1967). Beide zijn biomineralen.

In ons dagelijks leven, bijvoorbeeld bij maaltijden, worden we geconfronteerd met bio-mineralen, wellicht zonder het te beseffen, zoals met calciet in de eischaal van de kip (terloops : er zit ook calciet in de eischaal van de struisvogel en van... de krokodil, maar in de eischaal van de schildpad zit aragoniet), aragoniet in de mosselschelp en in de nautilus-

schelp, alsook in de glanzende parelmoerlaag van de oesterschelp, in het pantser van de krab en in de schaar van de kreeft, en verder komt apatiet voor in visgraten, en in een kippebout of konijnenpoot.

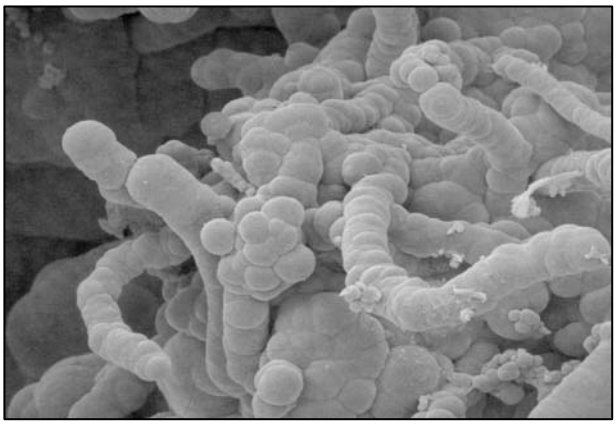
En nog even wat vertoeven bij de calciumcarbonaat (calciet, aragoniet) schelpen van de weekdieren (mollusca). Een gastronomisch uitstapje stelt de kokers van de landslak "Escargots de Bourgogne" in het bereik. Democratischer kan het met de mineralogisch dito kokers van de landslak Caracolen aan de marktstand. Een visschotel met o.m. zeeslakken, alikruikje of wulk, is ook niet te versmaden. Verder zijn er ook nog de zeevruchten opgediend in de holle helft van de Sint-Jacobsschelp. Bij de fossiele brachiopoden is soms, naast calciumcarbonaten ook calciumfosfaat (apatiet) te vinden.

In ons eigen lichaam treffen we apatiet aan in onze beenderen, schedel en gebit.

2. Biomineralen en de mineralensystematiek

Biomineralen vinden we in feite in bijna alle groepen van de mineralogische systematiek. De voornaamste zijn de calcium-mineralen, met carbonaten (vooral calciet en aragoniet) en fosfaten (apatiet), opaal en zouten van organische zuren (vooral oxalaten). Deze laatste zijn zowat de belangrijkste in de groep met chemisch-organische component. Hun veelvuldig optreden is wellicht te verklaren doordat oxaalzuur, met zijn twee liganden per molecule, zo actief kan zijn om metalen te binden. Verder vinden we uiteraard nog in de systematische classificatie de "organische" mineralen (koolwaterstoffen en andere volledig organische natuurlijke substanties met "mineraalnamen").
Een overzicht van de biomineralen, ingedeeld in de mineralensystematiek ziet er ongeveer uit als volgt :

sulfiden	pyriet, marcasiet, djurleiet, digeniet, mackinawiet, sfaleriet, wurtziet, greigiet
oxiden en hydroxiden	hematiet, ferrihydriet, ilmeniet, maghemiet, goethiet, lepidocrociet, feroxyhiet, akaganéiet, bruciet, magnetiet, todorokiet, birnessiet
haliden	haliet, fluoriet
carbonaten	calciet, sideriet, vateriet, aragoniet, hydrocalciet
nitraten	niter, rouaiet
sulfaten	celestiet, gips, bariet, jarosiet
fosfaten	monetiet, fosfammiet, bifosfammiet, whitlockiet, brushiet, newberyiet, hannayiet, apatiet, carbonaat-hydroxy-apatiet, vivianiet, bobierriet
silicaten	opaal
formiaten	caoxiet
acetaten	melliet, calclaciet
oxalaten	Ca-, Fe-, Mg- en NH_4-oxalaten, nl. whewelliet, weddelliet, humboldtiet, glushinskiet, oxammiet en een Cu-oxalaat : moolooiet
citraten	earlandiet
N-houdende organische mineralen	uriciet, guanine, acetamide, abelsoniet
koolwaterstoffen	kratochvilliet, ravatiet, simonelliet, fichteliet, diniet, evenkiet, karpatiet, idrialiet
$C_xH_yO_z$	refikiet, hoeliet, flagstaffiet



Opaalsfeertjes ontstaan in microbiologisch slijm, Ngatamariki sinter, 1995. Beeldbreedte ongeveer 20 µm. Foto en copyright K. Rodgers en C. Jones. Bull. Min. Soc., 1998.

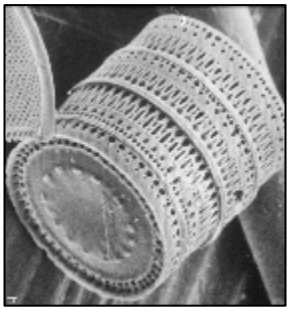
Tot in 2002 (Turbanti I.) werden ongeveer 80 biomineralen genoteerd, waarvan de helft calciumhoudend is, en in deze laatste groep wordt de helft ingenomen door fosfaten. Met andere woorden, calciumfosfaten maken ongeveer een kwart uit van het aantal biomineralen.

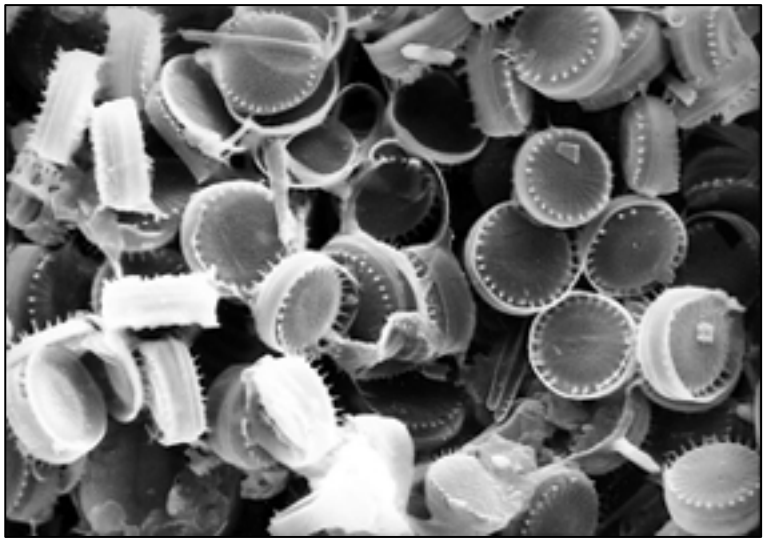
Van biologisch standpunt uit gezien kan gesteld worden dat de inbreng van organismen zich spreidt over de vijf bestaande hoofdgroepen van organismen (bacteriën, protoctista, fungi, plant en dier (inclusief de mens), en dit over 55 verschillende phyla.

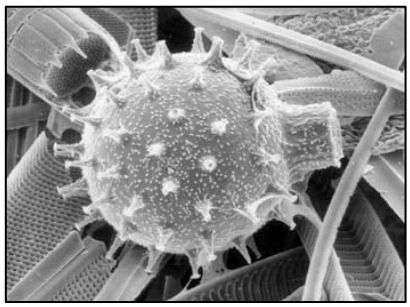
3. De "grote vier" biomineralen in een notendop

De meest voorkomende biomineralen en wellicht ook de meest belangrijke (in omvang) zijn drie calciumverbindingen, namelijk de carbonaten calciet en aragoniet en een fosfaat, namelijk carbonaat-apatiet, en één kiezelverbinding, namelijk opaal.

Diatomeeën die veel SiO_2 bevatten onder de vorm van opaal







3.1. Opaal

Dit SiO_2 biomineraal komt voor in botanisch materiaal (grassen, bladeren, stengels, schors). Bij lagere levensvormen, voornamelijk diatomeeën (kiezelalgen, figuur 5) en radiolaria (straaldiertjes, figuur 6), vormt opaal de harde bestanddelen, als sierlijke structuurelementen (kokers, hulzen). Deze overvloedig voorkomende oer-organismen, bekend van in de vroegste tijden van aquatisch leven, hebben een zeer groot aandeel in uitgebreide diepzee-afzettingen. In een meer uitgesproken geologisch kader vormden bacteriën sferische opaalstructuren door interactie met sinters (thermische kiezelbronnen), bijvoorbeeld in Nieuw-Zeeland (figuur 8).

→

Ook radiolaria bevatten veel opaal

3.2. Calciet en aragoniet

HET overwegend calciumcarbonaat is calciet, optredend in schelpen, schalen, stekels van de zee-egel, kalksponsen en koralen. Er dient vermeld dat eventueel vroeger aanwezig aragoniet (minder stabiel) in fossielen in de meeste gevallen werd omgezet in calciet. Huidige mariene invertebraten kunnen de samenstellingen vertonen van enkel calciet of aragoniet, maar ook van beide. Verder kan het calciet magnesiumhoudend zijn, tot maximum ongeveer 15 % $MgCO_3$ en ook sporen vertonen tot 0.3 % $SrCO_3$.

3.3. Apatiet

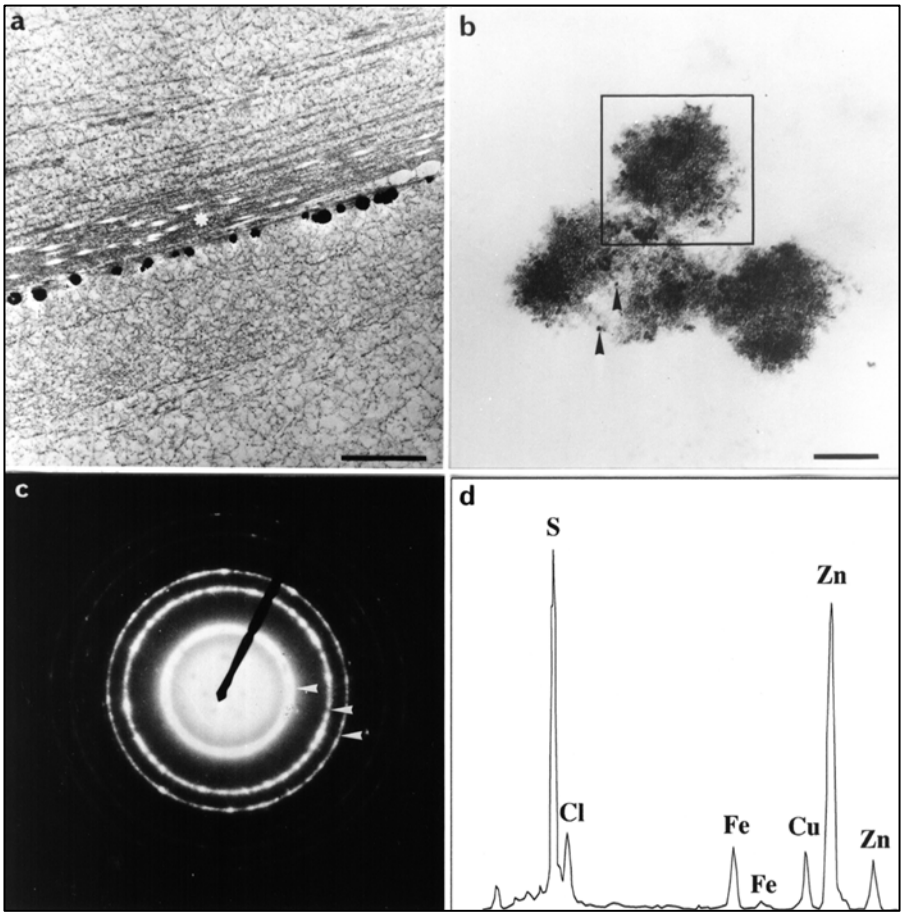
HET biomateriaal is een apatiet met carbonaat, hydroxyl en fluor. Zijn domein zijn beenderen, wervels en tanden en is dus een kenmerk van de gewervelde dieren (inclusief de mens). Bij de vorming van sedimentaire apatiet in fosforieten (die 2 tot 8 % carbonaat bevatten) wordt een organische inbreng onontbeerlijk geacht.

4. Een selecte greep biomineralen

We illustreren het voorkomen van biomineralen met enkele voorbeelden, soms met een anekdotisch vleugje.

4.1. Sulfiden

ZnS als sfaleriet (α-ZnS) of wurtziet (β-ZnS) is, als nanokristallen van 1 tot 5 nm door bacteriën gevormd, aangetroffen in de buisjeswand van thermofiele wormen genesteld op 2600 m diepte in de Stille Oceaan. De locatie is gekenmerkt door centra van intense hydrothermale activiteit ("vents", "chimneys") in de aardkorst. De mineralogische identificatie is gesteund op SEM/EDX- en TEM-onderzoek (Zbinden M et al., 2001).



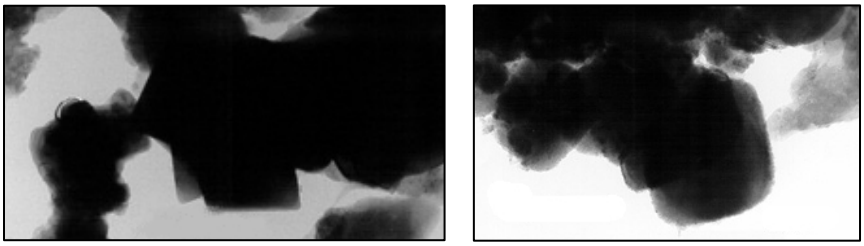
Karakteristieken van nano zinksulfide in buiswormen uit hydrothermale vents.

a) TEM beeld, streepje = 1 µm
b) Helveld-TEM-beeld van clusters van kristalletjes van 1 tot 5 nm
c) Elektronendiffractiepatroon van cluster b
d) EDX-spectrum van de cluster (Cl en Cu te wijten aan het inbedmiddel)

Copyright M. Sbinden

4.2. Oxiden

Een van de merkwaardigste bevindingen in verband met biomineralen is wel dat de mens in zijn hersenpan (om precies te zijn in de hippocampus) uiterst kleine magnetietkristalletjes (tot 50 nm groot) heeft gevormd die ook in klontertjes voorkomen. Hierover is een artikel gepubliceerd in het gemakkelijk toegankelijk tijdschrift Mineralienfreund (Weibel M. en Wessicken R., 1999), met elektronenmicroscoop-foto.



Magnetietkristalletjes aangetroffen in menselijke hersenen. TEM-opnames. Dergelijke kristalletjes zijn meestal maar een paar tientallen nm groot. Copyright R. Wessicken.

Verder zijn ook nog magnetietkristalletjes van 2 tot 5 nm gevonden in de kop van reisduiven (Winkelhofer et al., 2001). Deze kristallen treden wellicht op als magnetoreceptor voor het aardmagnetisme met hierbij mogelijk een verklaring voor het oriëntatievermogen van vogels.

4.3. Carbonaten

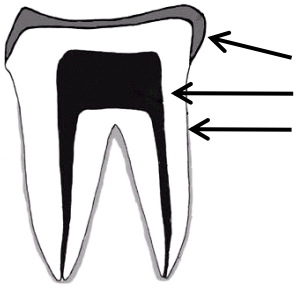
Calciet en aragoniet zijn wel de voornaamste vertegenwoordigers in de groep. Belangrijk is hun functie in otolieten (αυτί, "ooti", oor en λιθος, "lithos", steen). Dit zijn kleine kristalletjes (0.01 mm) of mm-grote harde bestanddelen in het evenwichtsorgaan ingebouwd in het oor van mensen en gewervelden, vandaar de naam oorsteentjes.
Ze zijn onontbeerlijk voor het in stand houden van het evenwicht en liggen aan de basis van signalen, via zenuwen, naar de hersenen. Bij mens, zoogdieren en vogels bestaan de otolieten uit calciet, bij vissen overwegend uit aragoniet, met soms ook wat apatiet. Naast de twee vermelde calciumcarbonaten kunnen ook nog twee andere calciumcarbonaten optreden, namelijk vateriet (ook $CaCO_3$) en monohydrocalciet $CaCO_3.H_2O$.

4.4. Fosfaten

Apatiet (voor alle duidelijkheid : bio-apatiet !) is het voornaamste bestanddeel van de beenderen en de tanden van de vertebraten, mens en dier. Bij de mens betekent dit 27 % van zijn lichaamsgewicht ! De chemische samenstelling (van beenderen, schedel, tanden) wijkt enigszins af van geo-apatiet met als algemene formule $A_5(TO_4)_3Z$, waarin T = P, As, V en Z = OH, F, Cl (G. Cornelis en H. Dillen, 1998).

Voor bio-apatieten worden T en Z aangevuld met CO_3-ionen, zodat hier de formule wordt $Ca_{10-x}(HPO_4)_x(PO_4)_{6-x}(OH)_{2-x}$, met $0 \leq x \leq 1$. De structuur blijft dezelfde, maar er treedt een verschil op in de afmetingen van de eenheidscel.

Het menselijk gebit bestaat uit 32 tanden. Iedere tand, zowel de snij-, hoek- als maaltand (kies), is opgebouwd uit drie variëteiten bio-apatiet, namelijk (a) tandbeen, (b) email of glazuur en (c) cement. De samenstelling voor deze componenten wordt weergegeven in de volgende tabel.



	hydroxylapatiet	organisch + water
email, glazuur	96 %	4 %
dentine, tandbeen	72 %	28 %
cement	60 %	40 %

Het tandbeen bevat zo'n 72 % hydroxylapatiet, met naaldvormige evenwijdig gebundelde kristallen van ongeveer 20 tot 60 nm lang en 15 tot 35 nm diameter. Het bovenste gedeelte van de tand wordt omhuld door een heel harde laag glanzend materiaal, het email of tandglazuur, dat voor 96 % uit hydroxylapatiet bestaat. Deze uiterst compacte laag is opgebouwd uit apatietkristalletjes van amper 40 to 160 nm groot. Door de dichte stapeling van de kristalletjes is deze laag heel hard. Ze benadert de hardheid 4 van het geo-apatiet op de schaal van Mohs. Aan de wortel van de tand wordt het tandbeen omhuld door een dunne laag cement, dat zo'n 60 % hydroxylapatiet bevat. Deze laag cementeert de tand in het kaakbeen, en vertoont een kristalliniteit tussen deze van tandbeen en email in. Qua structuur is het tandbeen zowat te vergelijken met beenderapatiet.

De samenstelling van de menselijke tand stemt overeen met de slagtanden van de olifant (en mammoet) en het wild zwijn, en de tanden van het nijlpaard en de walrus. De merkwaardige, minder bekende schroefvormige, alleenstaande tand (stoottand ?) bij de man-

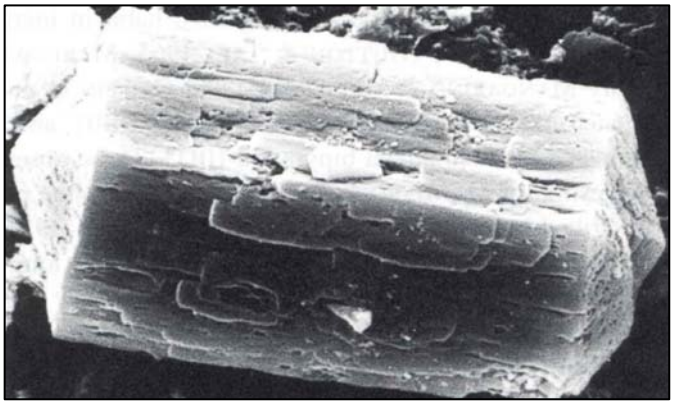
nelijke narwal (dolfijnachtig zoogdier) bestaat eveneens uit apatiet en kan een lengte bereiken van 1.8 tot 2.75 m. Het Scheepvaartmuseum te Antwerpen stelt drie narwaltanden ten toon. Twee ervan, met kenmerkende schroefstructuur, zijn 2.2 en 2.6 meter lang. Aan de tand werd vroeger een grote magische geneeskracht toegeschreven en was dan ook zeer gegeerd. Men kan de narwaltand soms ook terugvinden in afbeeldingen op het voorhoofd van de denkbeeldige eenhoorn (zie titelfiguur bij dit artikel).

Narwallen in hun natuurlijk biotoop : de Noordpoolzee

Struviet, met formule $MgNH_4PO_4.6H_2O$, treedt op onder meer bij verhardingen ("stenen") bij mens en dier, en zal in die hoedanigheid nog uitvoerig aan bod komen in delen II en III van deze artikelenreeks. Struviet is verder het resultaat van ontbinding. We vinden het zelfs als "ein Mineral unhygienischen Ursprungs" of "un minéral d'origine peu ragoûtante", omwille van zijn ontstaan uit fecaliën, lange inwerkingen in mest en dergelijke milieu's (Rykart, 1996). De eerste vondst van het mineraal dateert van 1846, tijdens de aanleg van de grondvesten van de Nikolaikerk, Hamburg, waar in een laag moerassige veenaarde een mestput werd aangetroffen. Een andere vondst gebeurde, in dezelfde eeuw, in afvoerkanalen van jarenlang gebruikte latrines van oude kazernen in Dresden.

Mineraalverzamelaars konden terecht bij de firma "Topaz-Mineral Exploration. Fine minerals and Mining Memorabilia since 1977", USA, waar een struvietkristalletje van 10 X 12 X 12 mm, "earthy white crystal found loose in a peat deposit that was underlying organic material", aangeboden werd van "Nicolskirche, Hamburg" voor 22 $. Een specificatie luidde : "Interesting style of formation !".

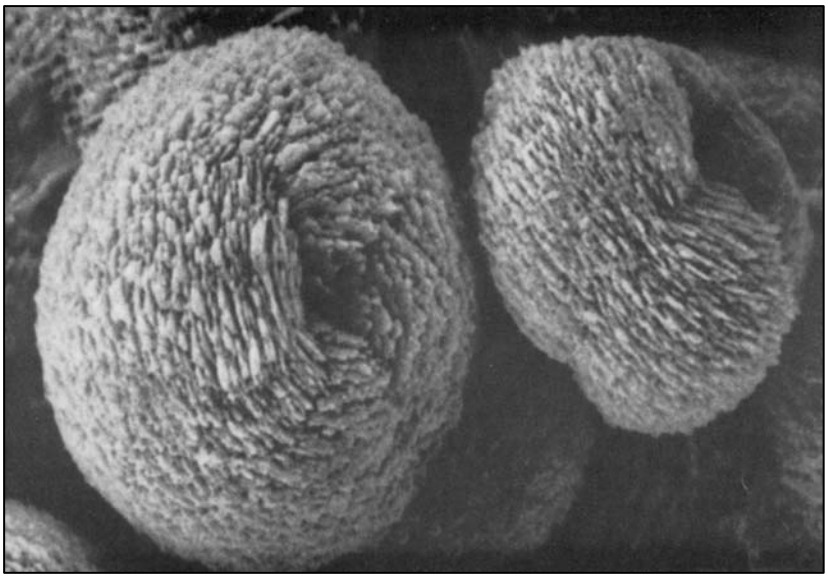
Brushiet, $CaHPO_4.2H_2O$, treedt op als nevenbestanddeel in beenderen en tanden, maar het is ook een resultaat van een biologisch postmortemproces (er is hier geen tegenspraak in de termen !), te vinden op skeletten in grafkelders en knekelhuizen (Chuboda, 1928 ; Sekanina, 1935). Zo werden bij een anthropologisch onderzoek in 1943 kleine, ruitvormige kristallen tot 1.5 mm gevonden in de hersenpan van aartshertogin Isabella (✞ 1633), gouvernante der Nederlanden, en bijgezet in de crypte van de Sint-Michielskathedraal in Brussel (R. Van Tassel, 1944).



SEM-opnamen van weddelliet-kristallen van South-Georgia, Subantarctica. De kristalletjes zijn 15 à 20 µm lang. Naar B. Van de Vijver, R. Vochten, J. Geys en C. Verbruggen (1997)

4.5. Oxalaten

Weddelliet, biologisch gevormd oxaalzuur, is blijkbaar een belangrijke component voor de vinding van metallische componenten, en vormt een reeks zouten met Ca, Mg, Fe, Al, NH_4, Cu, zeldzame aarden enz. Voorbeelden zijn de belangrijkste oxalaten : weddelliet $Ca(COO)_2.2H_2O$ en whewelliet $Ca(COO)_2.H_2O$. De organische stof, leverancier van het organisch zuur is niet ver uit de buurt te zoeken : steenkool (of beter, het plantenmateriaal dat de steenkool vooraf ging), bog, rottende plantenresten enzovoort. Zo werden onlangs mooi gevormde kristalletjes van weddelliet (5 à 15 µm) gevonden in turf in een sinkhole of doline, op het subantarctische eiland South Georgia. Ze zijn vrijwel zeker authigeen, en niet gevormd na bemonstering (Van de Vijver R., Vochten R. et al., 1997 ; Van de Vijver B., 1996).



SEM-opname van koperoxalaat biomineralen (moolooiet) gevormd door de zwam Aspergillus niger (beeldbreedte 40 µm). Foto en copyright G.M. Gadd en J.A. Sayer. Bull. Min. Soc., 1998.

Moolooiet, $Cu(COO)_2.nH_2O$, werd als een mooie kristallisatie van geschubde schijfjes (0.15 tot 20 µm) gevormd door interactie van een zwam op koperfosfaat .

5. Andere (kandidaat) biomineralen ?

De status van de naam van een (nieuw) mineraal wordt sinds 1959 beschermd door een commissie CNMMN (Commission on New Minerals and Mineral Names) van de IMA (International Mineralogical Association), gesticht in 1958. De pur-sang mineraloog staat argwanend ten opzichte van een mineraalnaam voor substanties met biologische inbreng en/of een chemisch-organische component. Het is alleszins merkwaardig dat sinds de laatste vijf jaar toch een stel substanties met een organisch anion officieel met een mineraalnaam bedacht zijn :

formiaten			
1998	formicaiet	Ca(HCOO)2	boraatmilieu (boorkern), Rusland
2001	dashkovaiet	$Mg(HCOO)_2 2H_2O$	boraatmilieu (boorkern), Rusland
acetaten			
2002	hoganiet	$Cu(CH_3COO)_2.H_2O$	Gossan, blad-mijnhout verrotting, Broken Hill, Australië
2002	paceiet	$CaCu(CH_3COO)_4 6H_2O$	Gossan, blad-mijnhout verrotting, Broken Hill, Australië
oxalaten			
1997	caoxiet (*)	$Ca(COO_2).3H_2O$	Mn- en Ba mineralisatie, Italië
dubbelzouten : oxalaat + sulfaat of chloride			
1999	coskreniet-(Ce)	$(ZA)_2(SO_4)_4(COO)_2.8H_2O$	Alum Cave Bluff, Tennessee, USA
2001	kevinsoniet-(Y)	$(ZA)Al(SO_4)_2(COO)_2.12H_2O$	Alum Cave Bluff, Tennessee, USA
2001	zugshunstiet-(Ce)	$(ZA)Al(SO_4)_2(COO)_2 12H_2O$	Alum Cave Bluff, Tennessee, USA
2001	novgorodovaiet	$Ca_2(COO)_2Cl_2.2H_2O$	evaporiet, Kazakhstan

(*) CAOxiet : betreffende de naam van dit mineraal zou men denken dat verwezen wordt naar de samenstelling. Niets is minder waar, want hij verwijst naar de beginletters van "Centennial Anniversary of X-rays".

We vermelden hier ter informatie nog enkele acetaten die secundair zijn, natuurlijk optreden, maar niet geologisch, en dus ook niet met een mineraalnaam bedacht zijn :

1931		$Ca(CH_3COO)_2.2H_2O$	op fossiel ($CaCO_3$) in mergel, in een verzameling. Taboury F. (Bull. Soc. Chim. fr. 49, 1289-1291
1981		$Cu(CH_3COO)_2.H_2O$	op gedegen Cu in verzameling. Dunn P.J., Min . Rec. (1), 49.
1991		$Ca(CH_3COO)_2.H_2O$	op storthoop steenkolen, Kladno, Tchechië. Zacek V., Min. Abstr. 92M/2059

Caoxiet van de Cherchiara Mine, Borghetto, Val di Vara, La Spezia, Liguria, Italië. Foto en verzameling Diederik Visser (copyright).

Dankwoord

We zijn dank verschuldigd aan Diederik Visser, Geoffrey Gadd, Renaud Vochten en Joris Geys, en Magali Zbinden voor het ter beschikking stellen van foto's en figuren.
We owe our sincere thanks to Diederik Visser, Geoffrey Gadd, Renaud Vochten and Joris Geys, and Magali Zbinden for their permission to republish photos and images.

Literatuur

Cornelis G. en Dillen H. (1998), "Apatiet", Geonieuws 23(9), 219-222.
Cotter-Howells J.J., Campbell L.S., Valdami-Jones E., Batchelder H. (2000), "Environmental mineralogy, microbial interactions, anthropogenus influences on contaminated land and waste management", Min. Soc. Ser., nr. 9, 414 pp.
Chudoba K. (1928), "Brushit als Neubildung an einem mittelalterlichen Skelett", N. J. Min. Zbl., A291-293.
Dillen H. (1996), "Een nieuwe definitie van het begrip "mineraal", Geonieuws 21(3), 49-51.
Fosfai M. et al. (2001), "Crystalsize distributions and possible biogenic origin of Fe sulphides", Eur. J. Min., 13, 691-703.
Gaines R.V., Skinner H.C.W., Foord E.E., Mason B., Rosenzweig R. (1997), "Dana's New Mineralogy", VIII edit., pp. xlv.
Jedwab J. (1969), "Minéralisation en greigite de débris végétaux d'une vase récente (Grote Geul), Bull. Soc. Bel. Géol., 76, 27-38.
Knudsen A.C., Gunter M.E. (2002), "Sedimentary phosphorites in phosphates", Reviews Min. Geochem, 48, 363-390.
Lebon J. (1989), "Il était une fois la Licorne", Belgian Hobby News, mars, nr. 43.
Lowenstam H. (1981), "Minerals formed by organisms", Science, 211, 1126-1131.
McClean R. et al. (2001), "Botanical iron minerals, correlation on nanocrystal structure and modes of biologic self-assembly", EMU-notes in mineralogy, nr. 2, 434 pp.
McConnell D. (1969), "The mineralogy of the apatites and their relation to biological precipitation", Proc. North Amer. Pal Convent., 1525-1535.
Nickel E. (1955), "The definition of a mineral", Canad. Miner. 33, 689-690.
Postl W., Walter F. (1983), "Biomineralogie. Leben mit Kristallen", Graz, 52 pp.
Stoops G. (1983), "SEM and light microscopic observation of minerals in bog-ores of the Belgian Campine", Geoderma 30, 179-186.
Rykart R. (1996), "Struvit, ein Mineral unhygienische Ursprungs", Schweiz. Strahler 10(10), 412-413.
Schulteis-Grassi P., Wessicken L., Dobson J. (1999), "TEM-investigations of biogenic magnetite extracted from human hippocampus", Biochim. biophys. Acta.
Sekanina J. (1935), "Sur la brushite provenant de l'ossuaire de Bitov en Moravie", Publ. Fac. Sci. Univ. Masaryk, Brno, nr. 220, 12 pp.
Skinner H.C.W. (2000), "Minerals and human health", Environmental Miner. (edit.) Vaughan D.J. en Woggelius R.M., 383-412.
Tubanti I. (2002), "I biominerali : fasi, ambienti e processi", Plinius 27, 160-171.
Van der Lingen (1979), "Authigenic weddellite in sediments from the Coral Sea Bsin", Sedimentology 27, 731-735.
Van de Vijver B. (1996), "Weddelliet, een organisch mineraal in South Georgia, Antarctica", Gea 29, 125-128.
Van de Vijver B., Vochten R., Geys J., Verbruggen C., Beyens L. (1997), "Mineralogical observation of weddellite from South Georgia, Subantarctica", N.J. Min. Mon. H. 5, 193-203
Van Tassel R. (1944), "Présence de brushite dans une crypte de l'église sainte Gudule, à Bruxelles", Bull. Mus. roy. Hist. nat.Belg., 20(17), 4 pp.
Van Tassel R. (1945), "Une efflorescence d'acétatochlorure de calcium sur des roches calcaires dans les collections", Mus. roy. Hist. Natur. Belg., 21(26).
Vaughan D.J., Wogelius R.A. (2000), "Environmental mineralogy", EMU-notes in mineralogy nr. 2, 434 pp.
Weibel A., Wessicken R. (1999), "Magnetit, ein biogenes Mineral", Mineralienfreund, 3, 18-20.
Winklhofer M., Holtkamp-Rötzler E., Hanzlik M., Fleissner G., Petersen N. (2001), "Clusters of superparamagnetic magnetite particles in the super-beck skin of homing pigeons : evidence of a bioreceptor ?", Eur. J. Min. 13, 659-669.
Zbinden M., Martinez I., Guyot F., Cambon-Bonavita M.A., Gaill F. (2001), "Zinc-iron sulphide mineralization in tubes of hydrothermal vent worms", Eur. J. Miner. 13, 653-658.