

Chroom-mineralen

door Wilfred R. Moorer



Afb. 1. Franse postzegel van N.L. Vauquelin, de ontdekker van het element chroom.

In onze badkamer, op een schip, bij de tandarts, in audio- en videotapes komen we chroom tegen. Maar vooral in de mineralenverzameling, bij de juwelier en in keramiek, glas en textiel zien we de fantastische kleuren die door chroom worden veroorzaakt.

Chroom dankt zijn naam aan het Griekse woord *chroma* dat kleur betekent. De Franse chemicus Vauquelin ontdekte, in 1797, dat het uit de Oeral afkomstige loodmineraal Crocoiet (*krokos* = saffraan, vanwege het felgele poeder van dit oranje-rode mineraal) een tot dan toe nog onbekend metaal bevatte. Afb. 1. Een jaar later zag Vauquelin kans dit metaal uit het Crocoiet vrij te maken. Daarbij bleek dat dit nieuwe metaal allerlei gekleurde verbindingen en gekleurde "zouten" kon vormen. Nog een jaar later ontdekte Fassaert chroom in een erts dat nu Chromiet heet. Pas veel later werden de grote hoeveelheden Chromieterts gevonden waaruit op grote schaal chroom kan worden gewonnen. Heden ten dage wordt ruim 20 miljoen ton Chromiet per jaar gedolven. Afb. 2.

Eigenschappen en toepassingen

Chroom is een hard en corrosiebestendig metaal dat zich uitstekend leent voor legering met ijzer. Staal met 5 % chroom is al aardig roestbestendig, maar chroomnikkelstaal met meer dan 15 % chroom (en 8 % nikkel) is een heel goed roestvrij staal. Voor zeer hoogwaardige toepassingen, medisch instrumentarium, etcetera, worden nog hogere percentages chroom gebruikt. Chroommetaal wordt toegepast in (scheer)mesjes, gereedschap, kogellagers, magneten, turbines en als reactieversneller (katalysator) bij diverse processen. Meer dan 60 % van het geproduceerde chroom wordt op deze wijze toegepast. Hele dunne (0,05 mm) laagjes chroom worden toegepast als mooi, hard en corrosiebestendig (versier)huidje. Denk aan verchromde fietssturen, sierstrips, kranen, handgrepen, knoppen, scheeps"beslag". Dit is een veel goedkopere, maar ook veel kwetsbaarder mogelijkheid om ijzer en staal te beschermen.

Chroomoxiden en chromaten worden gebruikt als pigment voor glas, keramiek, textiel, inkt en als beits- en looistof bij de leer-, katoen-, en wolbewerking. Verder in vuurwerk, als bleekmiddel, reinigingsmiddel van laboratoriumglas en tegen houtvretende insecten en schimmels. Chroomoxide is een fijn polijstmiddel, wordt ook als katalysator gebruikt en soms toegepast als halfgeleider en in lasers. Het heeft goede magnetische eigenschappen voor gebruik in (video)banden. Chromaat hardt fotografische emulsies. Chroomchloride wordt gebruikt als hulpmiddel bij het waterproof maken en radio-actief gemaakt chroomzout wordt in het ziekenhuis toegepast om het bloedvolume vast te stellen en tumorgroei te onderzoeken. Chroomcarbiden en -boriden behoren tot de hardste materialen die worden gebruikt in bijzonder snij- en boorgereedschap.

Voedsel en bloedsuiker

Je zou het niet zo gauw vermoeden, maar chroom zit in ons voedsel en is een van de (ultra)spooorelementen, nodig voor het goed functioneren van ons lichaam. We hebben het dan over wel héél kleine hoeveelheden, nog minder dan een tienduizendste gram chroomzout per dag. Chroom lijkt betrokken te zijn bij het regelen van insuline en dus van de bloedsuikerspiegel. Mogelijk speelt het een rol bij de vetstofwisseling, maar het is zeker niet zo dat je van bijvoorbeeld biergist (dat "rijk" is aan chroom) dunner of dikker wordt. En hoewel het in de mode is om voedsel supplementen en mineralen te slikken is er voor een normaal mens, en zelfs voor atleten, geen extra chroom nodig. Ons bloed bevat zo ongeveer 0,0000002 gram chroom per liter, evenveel als in zeewater.

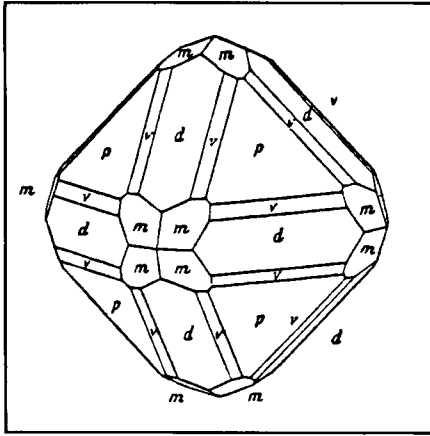
Bij mijnwerkers wordt soms aanzienlijk meer chroom aangetroffen, vooral als stof via de longen opgenomen, en dat is niet goed voor een mens. In leerlooierijen gebeuren wel eens ongelukken met chroomzouten: als je daar door een tragische vergissing een aantal grammen (oplosbaar) chromaat binnenkrijgt is het afgelopen. Anderzijds zijn andere vormen van chroom (chroom als metaal, erts, oxide) niet of nauwelijks giftig en zeker niet gevaarlijk.

In de aarde

In de aardkorst is, gemiddeld, 100 gram chroom per ton gesteente aanwezig. Dus 0,01% ofwel, zeg, een mespuntje per kilo. Dat is iets meer dan zink, nikkel, koper en véél meer dan bijvoorbeeld



Afb. 2. Postzegel uit Zimbabwe, met het belangrijkste chroomerts: Chromiet.



Afb. 3. Vlakkenrijke vorm van het kubische mineraal Chromiet, zoals het in meteorieten voorkomt. Naar Goldschmidt.

lood of tin. Chroom komt daarmee op de 21ste plaats in de rangschikking van de elementen in de

aardkorst. Zoals altijd, is het chroom niet gelijk verspreid: granieten bevatten 22 en diabazen 120 gram per ton. Dat lijkt nog heel wat, maar is veel te weinig om er chroom uit te winnen. Chroom is geconcentreerder aanwezig in basische en vooral ultrabasische (mafische) gesteenten. We zullen zien dat dit belangrijke gevolgen heeft voor de vindplaatsen van chroommineralen én die van platina en diamant. Nóg veel meer chroom zit er in de gesteenten van de aardmantel en -kern, daarin neemt chroom een voorname 10de plaats in.

Meteorieten

Af en toe komen er overblijfselen van de tienduizenden planetoiden en gesteentebrokken die tussen Mars en Jupiter zweven op de Aarde terecht. In die meteorieten zit ook chroom, meer dan in de aardkorst. De meeste steenmeteorieten representeren een soort mantelzone tussen kern en korst van de grotere planetoiden. Deze gesteentemantel (met vaak nog vrij veel ijzer-nikkel metaal, ijzersulfide en typische mineralen als olivijn, bronziet en hyperstheen), is met 0,3 % chroomrijk. In de kosmische milieus en dus in de daaruit afkomstige meteorieten vinden we, naast het ook van de aardkorst welbekende Chromiet (afb. 3), typische chroommineralen die niet of bijna nooit op Aarde worden aangetroffen. Daubreeliet bijvoorbeeld, een eigenaardig ijzer-chroom-sulfide, genoemd naar de meteorietenspecialist Daubrèe. Ook wel eens de nog zeldzamer chroommineralen Brezinaïet, Caswellsilveriet, Heideïet, Krinoviet en, jawel, "Kosmochlor", letterlijk "de groene uit de kosmos" genaamd. Ook bierliefhebbers komen bij de bespreking van chroom in meteorieten aan hun trekken: Carlsbergiet, een chroomnitride, is genoemd naar het biermerk dat onderzoek naar de beroemde Groenlandse Cape York meteorieten financierde.

Elementen en sulfiden

Tot de elementen worden gerekend het bovengenoemde meteorietische Carlsbergiet en bijna nog zeldzamer en slechts in een paar microscopische korrels, de Aardse mineralen Chromferide, Ferchromide, Tongbaïet. Chroommetaal als mineraal werd, ook al miniem en superzeldzaam, aangetroffen in zware mineraalconcentraten uit Russische en Chinese marmar/ultrabasiet contacten.

Tot de sulfiden behoren de vier meteorietische mineralen Brezinaïet, Caswellsilveriet, Daubreeliet en Heideïet. Van de aardkorst zijn Florensoviet, Kaliniviet en Schöllhorniet beschreven.

Chromiet

In afkoelende magma's wordt chroom al in het eerste stadium van kristallisatie afgezonderd als Chromiet. Voornamelijk in ultrabasische gesteenten zoals duniten, pyroxenieten, peridotieten, Iherzolieten, is veel chroom aanwezig dat als het zware Chromiet bezinkt en in lagen of banken terecht komt. Dit proces kan zich bij nieuwe magmatievoer herhalen en zo aanleiding geven tot

gelaagde afzettingen. Zo vindt men in het Bushveldcomplex, Zuid-Afrika, een tot 9 kilometer dik pakket intrusieve basische gesteenten (pyroxeniet, bronziet, noriet, anorthosieten) met Chromietbanken en ook nog platina- en nikkelrijke ertsen.

Chromiet vormt korrelige, zwarte, metaal- of vetglanzende erts-massa's. De streepkleur is meestal bruin en minieme brokjes Chromiet zijn aan de kanten bruinrood doorzichtig. Het komt soms als mooie (octaedrische) kristallen voor. Ook kan het in spikkeltjes fijn verspreid in het gesteente liggen. Chromiet is eigenlijk een mengkristal, met als eindleden Chromiet in engere zin: ijzer-chroom-spinel en Magnesiochromiet: magnesium-chroom-spinel. Bijna altijd ligt de samenstelling van chromieten tussen beide chemische uitersten in. We schrijven daarvoor dan ook de formules $(Fe,Mg)Cr_2O_4$ of $(Mg,Fe)Cr_2O_4$. Veel zeldzamer dan Chromiet-Magnesiochromiet zijn de andere "chromospinellen": Manganochromiet, Cochromiet, Nichromiet (Barberton, Bushveldcomplex, RSA) en Zincochromiet (Outokumpu, Finland), die duidelijk genoeg: mangaan, kobalt, nikkel, dan wel zink bevatten. Vuorelainië is een chroom-ijzer-vanadium-mangaan spinel, genoemd naar de ontdekker van de Outokumpu afzettingen. Oudere aanduidingen zoals "donathite" en "picotiet" voor chroombevattende "gewone" spinellen worden niet meer gebruikt.

Als Chromietgesteenten in de loop der geologische tijden (door intrusie, tektoniek of hoe dan ook) aan de oppervlakte komen kun je enorme hoeveelheden Chromiet winnen. Winbare afzettingen zijn (of waren) er in Zuid-Afrika (30 % van de wereldproductie, misschien wel 65 % van de aangetoonde wereldvoorraad), Rusland (30 %), Finland, Turkije (afb. 4), Zimbabwe (afb. 2), Albanië, India, Canada, Australië, Nieuw-Zeeland, Nieuw-Caledonië, Cuba, Noorwegen. Kleine voorkomens ook nog in de USA, Frankrijk, Servië, Japan, Oostenrijk en Duitsland. Als het chromiehoudende gesteente inmiddels is omgezet, contact heeft gemaakt met andere gesteenten, en/of aan verwerking heeft blootgestaan kunnen uit Chromiet andere chroommineralen worden gevormd. Dan wordt het pas echt interessant voor de verzamelaar !

Diamant en kimberliet

Het "Grote Gat" bij Kimberly, Zuid-Afrika, bevatte het vreemde, blauwige gesteente kimberliet, waaruit zoveel mooie en beroemde diamanten zijn verkregen. Sommige van die diamanten bevatten insluitels van Chromiet. Dat is geen toeval, want kimberliet is een ultrabasisch gesteente dat relatief veel chroom en chroommineralen bevat.

Chromiet, chroomhoudende granaten (Pyroop, Knorringiet), chroomhoudende spinellen, Cr-houdende rutiel en -perovskiet zijn zelfs zo kenmerkend dat het gidsmineralen zijn, geschikt om kimberlieten op te sporen. Zo zien we dat chroommineralen helpen bij de diamantprospectie. Niet alleen in Zuid-Afrika, maar ook in de diamantvelden van Rusland, China, Borneo en Australië

Afb. 4. Turkse postzegel met Chromiet als "kokarde-erts".



heeft chroom geholpen. In de Oeral, Siberië, Zuid-Afrika en Canada helpt chroom ook nog bij het opsporen van platina! De chroomoxiden Hawthorniet, Lindsleyiet, Mathiasiet en Yimengiet behoren tot het rijtje exoten die in Russische, Zuid-Afrikaanse of Chinese kimberlieten zijn gevonden.

Meer zeldzame chroomoxiden

Behalve de spinellen en de al bovengenoemde chroomoxiden zijn er nog meer bekend. Chrombismite is nog maar pas geleden in China ontdekt. Al iets langer kent de systematicus: Loveringiet, Mongshanië, Redledgeiet. Eskolaiet werd genoemd naar prof. Eskola, die de Finse chroomafzettingen bestudeerde. Dit mineraal komt, behalve in Finland, ook voor in afzettingen aan de Merume-rivier, Guyana. Samen met nog drie andere chroomoxiden: Mcconnelliet, Bracewilliet, Grimaldijet en, bijna te raden, Guyanaïet.

Toen Ed Oyler, een enthousiast verzamelaar van mineralen, aan de Clear Creek, San Benito County, Californië, een claim uitstak op mineraalrijke bodem kon hij nog niet vermoeden dat een bijzonder kwik-chroommineraal van die vindplaats naar hem genoemd zou worden: Edoyleriet. Een collega-verzamelaar, de jazztrompettist Watters, viel dezelfde eer te beurt, voor Wattersiet van Clear Creek. Het is heel bijzonder dat kwik, een zeer zeldzaam element in de aardkorst, met chroomhoudende afzettingen in contact komt en dan ook nog kwik-chroommineralen oplevert. Mevr. prof. dr. Deane Smith bestudeerde dit unieke fenomeen in Clear Creek als professioneel mineralog. Haar naam leeft voort in Deanesmithiet.

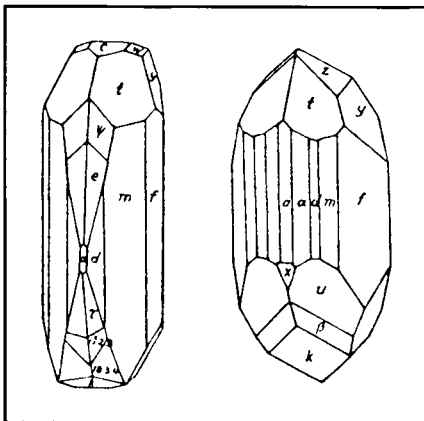
Twee mooie carbonaten

Eindelijk zijn we zover dat de mineralenverzamelaar ook met iets van chroom in zijn vitrine kan pronken. De (enige) twee chroomcarbonaten: Barbertoniet en Stichtiet zijn daarvoor zeer geschikt. Beide worden geschreven als $Mg_6Cr_2(CO_3)(OH)_{16} \cdot 4H_2O$. Deze chemie resulteert in een heldere, moeilijk te beschrijven violet-paarse kleur met vette glans, mooi contrasterend met het zachtgroene moedergesteente (serpentijn). Stichtiet-in-serpentijn, voor de verzamelaar vooral afkomstig van Stichtite Hill, Tasmanië, wordt gevormd uit verwerende chromiëthoudende ultrabasieten die aan het proces van carbonatiseren (met kalksteen reageren) zijn blootgesteld. Precies zo'n proces heeft zich afgespeeld op een aantal andere chroomlocaties, o.a. bij Barberton, Zuid-Afrika en Anatolië, Turkije. Barbertoniet is zeldzamer dan het chemisch daarvan niet te onderscheiden Stichtiet. Het is maar de vraag of een als "Barbertoniet" geëtiketteerd mineraal uit Barberton niet gewoon Stichtiet uit Barberton is.

Chilisalpeter, chromaten en sulfaten

Onder bijzondere omstandigheden kunnen er uit sterk verwerende chroomhoudende gesteenten wel eens calcium en kaliumchromaten worden gevormd. Deze verbindingen zijn goed oplos-

baar in water, dus kunnen alleen bestaan in extreem droge omgevingen. Dergelijke condities zijn er in de woestijnen van Chili, tussen de Andes en de oceaan, waar



Afb. 5. Krocoiet-kristallen van Beresovsk (Oeral), naar Dauber.

ook het chilisalpeter voor kan komen. O.a. bij Tarapaca en Iquique komt daar dan chroom bij. Zes vreemde chromaatmineralen zijn het gevolg: Chromatiet, Dietziet, Iquiqueiet, Lopeziet, Tarapacaiet. Ook een loodchromaat genaamd Santanaiet komt daar voor. Op weg van Jeruzalem naar Jordanië is er langs de autoweg een afzetting met salpeter en woestijnachtige chromaten: behalve het al genoemde Chromatiet ($CaCrO_4$) ook Bentoriet en Hashemiet. Als chroom, nikkel, magnesium, ijzer, zwavel, lucht en water met elkaar gaan reageren kan er wel eens Mountkeithiet of Redingtoniet gevormd worden. Zeldzame gebeurtenissen leveren zeldzame mineralen op.

Een zeldzaam mooie ontmoeting

De hoeveelheid lood in de aardkorst is heel gering. Maar omdat lood veel kleine, geconcentreerde (erts)afzettingen vormt wekt het ook voor de verzamelaar de indruk verre van zeldzaam te zijn. Aangezien lood zich concentreert op plekken in de aardkorst waar juist weinig of geen chroom aanwezig is, ontmoeten lood en chroom elkaar maar zelden. Als dat door "toeval", of beter: door bijzondere geologische processen, toch gebeurt tijdens de latere verweringsprocessen, sluiten ze een wel heel mooie verbintenis. Die mooie verbinding heet Crocoiet, eenvoudigweg $PbCrO_4$. Afb. 5. Inderdaad het oranje-rode mineraal dat Vauquelin al was opgevallen en waaruit hij voor het eerst chroommetaal prepareerde. Er zijn maar weinig plekken op aarde waar Crocoiet in verzamelaarswaardige kwaliteit en hoeveelheid voorkomt. Vroeger was er materiaal uit de Oeral (Beresovsk) en uit Duitsland (Callenberg), later vooral uit Tasmanië (Dundas, Zeehan) in fantastische kwaliteit.

Die lood-chroom ontmoeting leidt behalve tot Crocoiet nog tot een heel rijtje andere, rood, oranje, geel gekleurde mineralen. Ze zijn alleen nog zeldzamer en maar in heel kleine kristalletjes of korstjes te verkrijgen. Zou het toeval zijn dat een befaamde Amerikaanse micromounter, Neil Yedlin, zijn naam zag verbonden aan zo'n klein en zeldzaam chroommineraaltje, het Yedliniet? Geen toeval is de naam van het loodchromaatmineraal Vauqueliniet. En misschien ook niet van Embreyiet, naar P. Embrey, de conservator van de beroemde mineralencollectie in het British Museum, Natural History, Londen. Peter Embrey heeft ook veel gedaan voor de amateur-mineralenverzamelaars.

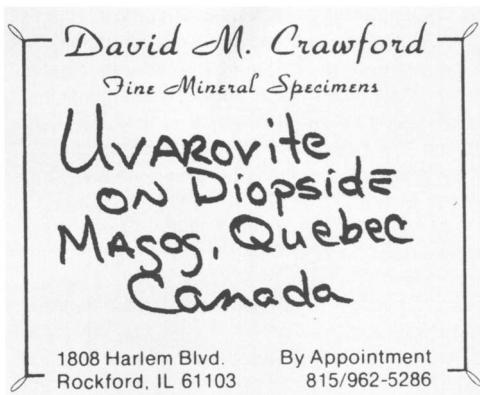
In het rijtje loodchromaten horen behalve Crocoiet, Embreyiet en Vauqueliniet nog thuis: Cassedanneiet, Fornaciet, Hemihedriet, Iraniet, Macquartiet, Molybdoformaciet, Phoenicochroiet en het bij de Chilimineralen al genoemde Santanaiet.

Chroomgranaten!

In 1832 werd op ertsvindplaatsen in de Oeral een intensief smaragdgroen gekleurd mineraal ontdekt dat al gauw Uwaroviet werd gedoopt, naar de Russische hoogwaardigheidsbekleder graaf Sergeij Semjonovitsch Uwarov. Afb. 6. Pas later bleek Uwaroviet tot de mineraalgroep der granaten te behoren. We schrijven $Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$. En hoewel de kristalletjes van Uwaroviet doorgaans klein zijn, is de kleur wel heel sprankelend. Sinds het geval van het IJzeren Gordijn is er volop Uwaroviet uit Sarany, Oeral op de markt. De Uwarovieten uit de vererfste skarn-gesteenten bij Outokumpu, Finland zijn groter maar doffer van kleur, terwijl vele "Uwaroviet" genoemde groene granaten in feite Grossulaargraanaat-met-een-beetje-chroom zijn. Dat geldt ook voor de fantastisch mooie chroomgrossularen uit de buurt van Asbestos, Quebec, Canada. Door de heldere kristallen heen zie je daar soms insluitsels van Chloriet of Chromiet.

Een eigenaardige massieve soort groene chroomgranaat, een Hydrogrossulaar, komt op enkele plaatsen in Transvaal voor. Decimeters dikke blokken van deze steen laten zich bewerken tot siervoerwerpen en worden dan (ten onrechte) "Transvaaljade" genoemd. Als je goed kijkt kun je de zwarte insluitsels van Chromiet zien zitten. Maar let op: lang niet alle groene granaten zijn door chroom gekleurd: meestal zijn het gewone chroom-arme Grossularen, soms chroom-arme Andradieten.

Een van de gidsmineralen voor kimberlietgesteenten is de granaat Pyroop. Vele Pyropen danken hun prachtige rode kleur aan



Afb. 6. Etiket voor Uvaroviet, 63 x 51 mm.

o.a. een heel klein beetje chroom. Dit geldt ook voor de klasieke granaten uit Boemen en de Pyropen in eklogietgesteenten.

Tot slot is er nog een echte, maar zeer zeldzame, chroomgranaat: Knoringiet. Jammer dat je die bijna nooit te zien krijgt.

Behalve de chroomgranaten zijn er nog maar weinig andere silicaten met chroom. Smaragdgroen is de (zeldzame) chroom-

toermalijn Chromdraviet. Volkonskoiet is een chroom"klei" en Metalyiet, Rilandiet en Shuiskiet worden hier alleen voor de volledigheid genoemd. Dat meteorieten wel eens Kosmochlor of Krinoviet bevatten kwam al aan de orde.

Chroom te gast: edelstenen!

Er is maar zo'n 0,2 % chroom nodig om van een beryl een smaragd te maken. Smaragd is zeldzaam omdat berylvindplaatsen geen chroomvindplaatsen zijn en andersom. Dat geldt ook zo ongeveer voor robijn en edele spinellen, zo prachtig rood vanwege een fractie aan chroom in het kristalrooster. Onechte jade is al besproken bij de granaten, maar ook echte jade kan smaragdgroen zijn door sporen van chroom, terwijl voor hiddeniet, de edele groene variëteit van het mineraal Spodumeen, hetzelfde geldt. Met een beetje chroom kan Moeder Natuur dus van gewone stenen edelstenen maken.

Of van gewone mineralen prachtig gekleurde mineralen zoals chroomdiopsied, chroomglimmer ("fuchsiet"), en het fraaie chroomclinohloor dat onder de naam k ammereriet bekend is geworden.

Agnostus, een merkwaardig fossiel

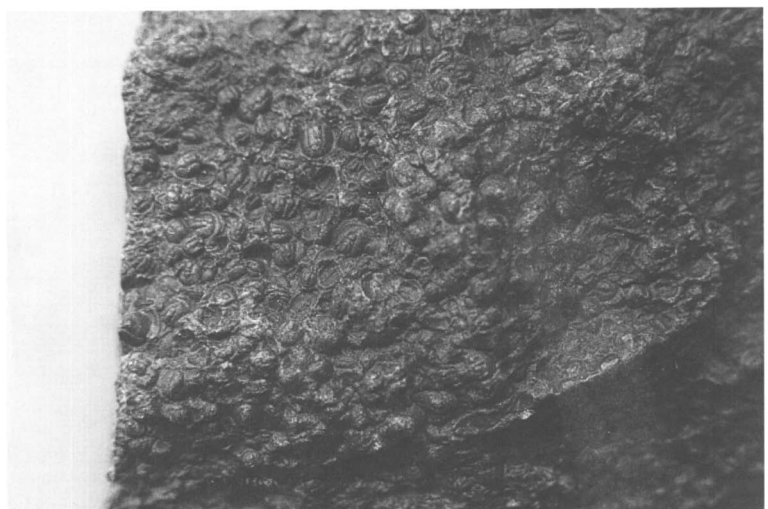
door dr. J van Diggelen

Meer dan tien jaar geleden trok het onderzoek van de paleontoloog prof. K.J. M uller uit Bonn veel belangstelling. Het lukte hem uit kalkstenen uit het Laat-Cambrium van Zweden ostracoden (mosselkreeftjes) los te maken, waarvan de schaal uit calciumfosfaat bestond, en deze uiterst kleine fossielen met speciale technieken te onderzoeken. In de uit de kalk opgeloste microfossielen zaten nog resten van de diertjes zelf, die met een extreem dun laagje secundair fosfaat als het ware gelakt waren en daardoor zeer mooi bewaard waren gebleven. Maar zelden wordt bij fossilisatie iets van de weke resten van dieren bewaard, zoals bij een enkele in Siberi  ingevroren mammoet. De Cambrische kalken bleken echter een rijke oogst aan bijzondere details van kleine fossielen op te leveren.

Nadat men in Bonn gevonden had dat het zo mogelijk bleek de fauna van het Cambrium intensiever te onderzoeken, werd er meer materiaal verzameld. Vooral Arthropoda kwamen in het gesteente voor, waarbij de kreeftachtigen, de Crustacee n, een hoofdrol speelden; hiertoe worden ook de bovengenoemde Ostracoda gerekend. Doordat zeer dunne lichaamsstructuren, zoals huid, ledematen en haren, bewaard waren gebleven, konden veel soorten uitgebreid worden beschreven. Ook een andere groep Arthropoda was vertegenwoordigd: de trilobieten. Hoewel de onderzochte Zweedse kalksteen overdekt is met koppen en

staarten van kleine trilobietjes, vooral van de soort *Agnostus pisiformis*, bleken in het vrijgeprepareerde materiaal restjes van de weke delen van deze trilobietjes zeldzaam te zijn. Zulke trilobietjes zijn geen microfossielen, al zijn ze klein. Het vrijprepareren van macrofossielen is moeilijk. Meestal vindt men slechts brokstukken en veel grote fragmenten zijn verdrukt of beschadigd. De vakman vaart hier in hetzelfde bootje als de amateur, die ook zelden een mooi gaaf, compleet fossiel vindt. Niettemin kunnen ook deelvondsten waardevol zijn en samen toch een indruk van het geheel geven. Zo ook bij de bewuste Agnostussen.

Niet alleen volwassen exemplaren, maar ook jonge, onvolwassen larven werden aangetroffen en deze hebben ons een fraai inzicht in de ontwikkeling van het dier verschaft.



Afb. 1. Een stukje kalksteen vol met schilden van koppen en staarten van *Agnostus pisiformis*.