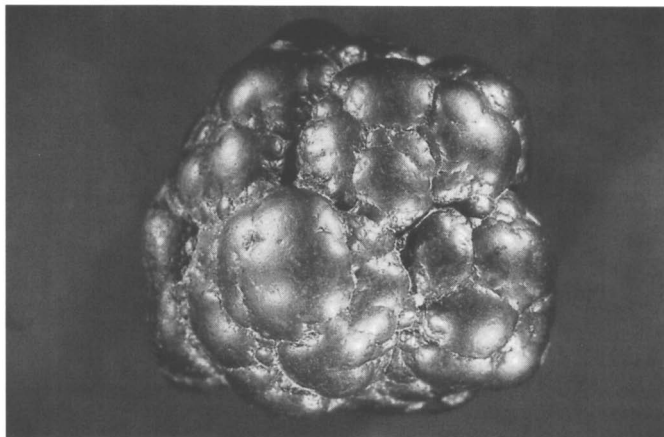


Oxiden

Er zijn 25 tinoxiden (inclusief de tinhydroxiden). De kroonprins van deze groep is natuurlijk Cassiteriet, dat van vele vindplaatsen in prachtige kristallen bekend is en vaak als typische tweelingen voorkomt. "**Houttin**" is Cassiteriet met een kleur en structuur die sterk aan hout doen denken (afb. 4).

Omdat Cassiteriet zwaar en verweringsbestendig is, wordt het sterk geconcentreerd in placers en zware zanden, soms samen met andere waardevolle mineralen. In Cassiterietzanden zijn de Cassiterietkorrels vaak mooi rood of oranje gekleurd.

Er zijn 6 complex samengestelde tinhoudende tantalium-niobium



Afb. 4. Radiaalstralig, bolvormig aggregaat van cassiteriet: "houttin", uit New Mexico. Afmeting 24 x 25 mm; collectie-W.J.M. Scheres; foto P. Stemvers.

oxiden, waaronder **Ixioliet**, **Stannomicroliet** en **Wodginiet**. Zes "metaal"-tinhydroxiden behoren tot de **Schoenfliesiet**-groep. Met mangaan vormt tin 7 oxiden, waaronder **Jeanbandyiet** (heel elegant genoemd naar de vrouw van Mark Bandy, die het originele materiaal verzamelde in Bolivia) en **Staringiet** (naar de Nederlandse geoloog Staring !). Het is te hopen dat het mineraal Staringiet blijft bestaan, en niet wordt gediskwalificeerd omdat het een mengsel zou kunnen zijn van Tapioliet en Cassiteriet. Hoe dan ook, ook bij de tinoxiden loopt de verzamelaar op tegen "onmogelijk" te verkrijgen specimens.

Boraten

Een viertal tinboraten: **Hulsiet**, **Magnesiohulsiet**, **Nordenskjöldien** en **Tusioniet** genaamd, vormen de enige vertegenwoordigers van tin in de carbonaat-boraat mineralen.

Silicaten

Er zijn 9 tinsilicaten. Het lijkt wel alsof tin ook hier weer exotische partners zoekt en dus exotische mineralen vormt.

Bij de elementen en legeringen was dat een voorkeur voor platina en palladium. Bij de oxiden voor tantaal en niob en nu bij de silicaten voor beryllium, titaan en zeldzame aardmetalen. Maar daarbij worden we al gauw weer op het spoor gezet van een algemene voorkeur van tin voor granitische differentiaten en pegmatieten.

Zo is het mineraal **Asbecasiet** niet genoemd naar asbest maar naar een arseen-beryllium-calcium-titanium-tin-silicaat, dat hoog boven het Binntal werd gevonden en aanwijzingen gaf voor de herkomst van de typische arseensulfiden van de beroemde groeve Lengenbach.

Malayaïet, een calcium-tin-silicaat, werd het eerst in Maleisië gevonden. **Sorenseniet** is een natrium-beryllium-tin-silicaat uit Groenland. **Sverigeiet** is een nóg ingewikkelder samengesteld beryllium-tin-silicaat en wordt ook al uit Scandinavische pegmatieten verkregen. Net als **Yftisiet** zal het ook de gevorderde verzamelaar voor problemen stellen.

'Gebande ijzerlagen' zijn in vroege aardgeschiedenis ontstaan onder invloed van sulfiden, niet door plotselinge zuurstofrijkdom van oceaanwater

Omstreeks 1,8 miljard jaar geleden werden er, op talloze plaatsen, in de oceanen gelaagde afzettingen gevormd met een opvallend hoog ijzergehalte. Deze banded iron-pakketten zijn gedurende de laatste decennia toegeschreven aan de plotselinge beschikbaarheid van zuurstof in de daarvóór vrijwel zuurstofloze oceanen. Door de toename van het zuurstofgehalte werd de redox-potentiaal (Eh) zodanig veranderd, dat de hiervoor zeer gevoelige elementen ijzer en uranium - die in hoge concentraties opgelost in het water voorkwamen - daar op grote schaal op reageerden door chemisch neer te slaan. De plotselinge toename van zuurstof hangt overigens waarschijnlijk samen met de snelle ontwikkeling van (plantaardig) leven in zee.

D.E. Canfield, verbonden aan het Biologisch Instituut van de Universiteit van Odense (Denemarken), heeft een verklaring voor de plotselinge neerslag van de vaak zeer dikke pakketten van gelaagde 'ijzersteen' (de gelaagdheid is een gevolg van variaties in de concentratie van de ijzerhoudende mineralen).

Volgens hem is het helemaal niet nodig om aan te nemen dat de hele waterkolom van de oceanen van reducerend naar oxiderend overging. Volgens Canfield vormden de onderste waterlagen bij de vorming van de gebande gesteenten nog steeds een reducerend milieu. Pas ongeveer een miljard jaar geleden - dus ruim na de vorming van de onderzochte gesteenten - zou ook de diepe oceaan zuurstofhoudend zijn geworden. Het was volgens hem dan ook niet de aanwezigheid van zuurstof die leidde tot de neerslag, maar de beschikbaarheid van sulfiden.

Het hiervoor vereiste proces heeft hij in een model uitgewerkt, mede met behulp van proeven die hij deed met stoffen waarin hij tracers verwerkte in de vorm van speciale zwavelisotopen. Canfield gaat ervan uit dat de aardatmosfeer omstreeks 2,3 miljard jaar geleden zuurstofrijk werd (hetgeen ook door andere onderzoekers wordt aangenomen) en dat dit leidde tot een snelle toename van sulfaten in het bovenste (ook reeds zuurstofrijke) zeewater door de toevoer, bijvoorbeeld via rivieren, van de ruimschoots op het land aanwezige sulfiden. De sulfaten losten in het zeewater op, en voor zover deze sulfaationen in de lagere, zuurstofarme, waterlagen terecht kwamen, werden ze omgezet in sulfide-ionen. De concentratie van deze ionen nam daardoor zodanig toe dat, rekening houdend met de ook al hoge concentratie van ijzerionen, omstreeks 1,8 miljard jaar geleden het punt werd bereikt waarop ijzersulfiden in grote hoeveelheden begonnen neer te slaan.

Op het einde van het Neoproterozoïcum (1000-540 miljoen jaar geleden) zou volgens Canfield ook het diepe water in de oceanen - althans op de meeste plaatsen - zuurstofrijk zijn geworden. Dit als gevolg van een tweede fase, waarbij de gesteenten aan het aardoppervlak onderhevig waren aan sterke oxidatie. Volgens de onderzoeker betekent dit model dat de zwavelkringloop zoals die bestond aan het eind van het Neoproterozoïcum - en kort voor de 'explosie' van organismen met harde schalen en skeletten - veel beter kan worden verklaard dan het geval was bij de vroegere opvattingen over een zuurstofrijke diepe oceaan in een vroege fase van de aardgeschiedenis.

Canfield, D.E., 1998. A new model for Proterozoic ocean chemistry. *Nature* 396, p. 450-353.

Newton, P., 1998. Iron and brimstone. *Nature* 396, p. 414.

A.J. van Loon