

De metallische elementen in de mineralen

J. Tichelman.

Mineralen zijn, behoudens de sporadisch vrij voorkomende elementen, samengesteld uit verbindingen van verschillende elementen. In de lijst van elementen nemen de metalen een belangrijke plaats in. Interessant is het eens na te gaan hoe en in welke mate de belangrijkste metalen in de diverse mineralen voorkomen. Dat ik mij in dit artikel beperk tot de voornaamste metalen en niet alle elementen in de beschouwing betrek, heeft tweemaal oorzaak: in de eerste plaats behandelen we in het laatste geval een te omvangrijk terrein in te klein bestek, en ten tweede zijn juist de metalen – en ik denk hier niet aan hun economisch belang – voor de (amateur-)mineraloog zeer interessant. De metalen immers vormen de bouwstenen voor veelal fraai gekristalliseerde mineralen, die voor de verzamelaar gewilde en, via de mijnbouw, relatief gemakkelijk verkrijgbare verzamelstukken opleveren.

Beginnen we met een nadere definiëring van het begrip metalen.

De elementen worden gewoonlijk verdeeld in de niet-metalen, de metalloïden en de metalen. De eerstgenoemde niet-metallische elementen zijn – voorzover ze niet in vloeibare of gasvormige toestand voorkomen – bros, dikwijls doorzichtig, en slechte geleiders van warmte en electriciteit. In een eenvoudige samenstelling vertegenwoordigen ze veelal het „negatieve” deel. Voorbeelden: zuurstof, waterstof, fluor, zwavel, fosfor, silicium, selenium, e.v.a.

De metalen hebben de tegenovergestelde eigenschappen: ze zijn meestal vast, pletbaar, goede geleiders van warmte en electriciteit, en vertonen de typische metaalglans.

Een kleine groep elementen tenslotte, de metalloïden, bezit kenmerken-eigenschappen van metalen zowel als van niet-metalen. Voorbeelden: antimoon, arsenicum, bismuth en tellurium.

In het algemeen is vrijwel een ieder die beroepsmatig met deze materie niets heeft uit te staan, geneigd de volgende metalen als de meest belangrijke en „dus” de meest voorkomende aan te merken: ijzer, koper, nikkel, lood, zink, tin, aluminium, chroom, zilver en goud.

Misschien onbewust verkeren we in de veronderstelling dat deze bekendste metalen ook de in de aardkorst meest voorkomende zijn, maar geconfronteerd met een staatje van de percentuele vertegenwoordiging van alle metalen in de aardkorst, zullen ons enige verrassingen niet bespaard blijven. Zo treffen we bijv. titanium op de zevende plaats op de ranglijst der metalen. En dat bij alle moeite die het ons mineralogen kost om enigermate representatieve exemplaren van bekende Ti-mineralen als *rutiel* (TiO_2), *ilmeniet* (FeTiO_3) en *spheen* (Ca Ti Si O_5) voor onze collectie te verkrijgen.

Percentuele vertegenwoordiging der metalen in de aardkorst (niet ingebrepen zeewater) ¹⁾

metaal	percentage
Silicium	27.7
Aluminium	8.1
IJzer	5.0

Calcium	3.6
Natrium	2.85
Kalium	2.6
Magnesium	1.9
Titanium	0.6
Mangaan	0.5
Barium	0.05
Chroom	0.037
Zirkonium	0.026
Nikkel	0.020
Vanadium	0.017
<i>metaal</i>	<i>percentage</i>
Koper	0.010
Wolfraam	0.005
Lithium	0.004
Zink	0.004
Tantalium	0.003
Hafnium	0.003
Thorium	0.002
Lood	0.002
Cobalt	0.001
Beryllium	0.001
Strontium	0.001
Uranium	0.001

Het meest „ongerijmd” is wellicht de lage plaatsing van veel geëxploiteerde metalen als koper en vooral lood. Een en ander vindt zijn oorzaak in de omstandigheid dat deze metalen op diverse plaatsen ter wereld in zeer sterke concentratie, dus gemakkelijk exploitable, voorkomen, terwijl op zich minder zeldzame metalen als titanium en zirkonium geografisch meer verspreid, maar zelden in sterke concentratie worden aangetroffen, hetgeen dan exploitatie op grote schaal in de weg staat.

In hoeverre deze situatie te wijten is aan toevallige omstandigheden of in hoeverre hiervoor plausible verklaringen kunnen worden aangevoerd, heb ik niet kunnen achterhalen. Natuurlijk dragen ook beperktere praktische toepassingsmogelijkheden en de per mineraal verschillende kosten van de uitsmeltingsprocedé's er toe bij dat bepaalde metalen ons minder vertrouwd zijn dan andere. Voor de mineraloog zeer opmerkelijk is het hafnium: dit metaal komt alleen, als verontreiniging, in andere (zirkonium)mineralen voor.

Misschien worden we door onze belangstelling voor de mineralogie nog eens extra misleid door de omstandigheid dat koper-, lood- en zink-mineralen in rijke variatie te verkrijgen zijn, terwijl daarentegen lithium-, chroom- en wolfraam-mineralen in een veel kleinere verscheidenheid plegen voor te komen; het ene metaal verbindt zich kennelijk gemakkelijker met andere elementen dan het andere.

In welk een betrekkelijke mate het aantal soorten mineralen, waarin een bepaald metaal vertegenwoordigd is, een indicatie geeft inzake de plaats van dit metaal op onze eerste ranglijst, blijkt wel uit onderstaande overzicht.

Aantal mineralen per metaal ²⁾

<i>metaal</i>	<i>aantal mineralen</i>
Aluminium	135
Barium	23
Beryllium	19
Cadmium	3
Caesium	2
Calcium	275
Cerium	45
Chroom	11
Cobalt	17
Koper	150
Goud	7
IJzer	265
Lithium	13
Lood	150
Magnesium	150
Mangaan	140
Molybdenium	7
Kwikzilver	15
Nikkel	35
<i>metaal</i>	<i>aantal mineralen</i>
Kalium	60
Platina	3
Natrium	140
Strontium	10
Thallium	3
Thorium	13
Tin	11
Titanium	45
Wolfraam	11
Uranium	52
Vanadium	33
Yttrium	27
Zilver	55
Zink	55
Zirkonium	12

De totaliter in de aardkorst aanwezige voorraad van elk metaal is uiteraard niet gelijkmatig over al haar mineralen verdeeld. Meer dan 50 % van al het lood komt voor in *galeniet* (PbS); het restant van de nog niet ontgonnen wereld-loodvoorraad is voornamelijk over de 149 overblijvende lood-mineralen verdeeld. Een ander voorbeeld: ca 70 % van alle tin wordt gevonden in het *Kassiteriet* (SnO₂), de rest in de andere tin-mineralen.

Welke metalen zijn nu voor de verzamelaar het meest belangwekkend?

Er van uitgaande dat de meeste verzamelaars met name de vormen- en kleurenrijkdom van het mineralen-rijk tot uitdrukking zullen willen laten komen, dienen

we in eerste instantie te zoeken naar metalen die veelvuldig, althans in ieder geval geografisch sterk geconcentreerd, plegen voor te komen, zodat we automatisch weer bij de meest geëxploiteerde metalen terecht komen. Bovendien heeft de verzamelaar meer armslag bij metalen die een niet te klein scala van eigen mineralen kennen. De minder bekende metalen immers danken hun geringere bekendheid veelal aan de omstandigheid dat er vrijwel geen mineralen bestaan waarin ze een hoofdbestanddeel vormen. Geen van de lithium-mineralen bijv. bevat 50 % Li. Het voornaamste Li-mineraal, *spodumeen* ($\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$), bevat 27. % Al en 8.5 % Li en is dus meer een Al- dan een Li-mineraal. Een analoog voorbeeld: Caesium met als voornaamste mineraal het *polluciet* ($\text{H}_2\text{Cs}_4\text{Al}_4(\text{SiO}_3)_9$) komt hierin met 36 % Cs_2O voor, hetgeen voor een hoofdmineraal toch betrekkelijk weinig is. Per saldo komen dergelijke metalen meer als verontreiniging dan in eigen mineralen voor, reden waarom ze niet, of als bijproduct gewonnen worden.

In de sporadische gevallen dat minder bekende metalen wel een (chemisch) uitgesproken hoofdmineraal kennen, komt dit mineraal gewoonlijk zo zeldzaam en zo zelden in gave kristallen van enige grootte voor, dat we langzaam aan op het terrein van de mineralogische curiositeiten als vanadium- en wolfram-oxyden verzeild geraken. Of deze en dergelijke zeldzaamheden voor de gemiddelde amateur-mineraloog wel de meest interessante specimina vormen, waag ik te betwijfelen. Een geheel ander beeld treffen bij de ons uit het dagelijks leven meer bekende metalen. Deze kennen allen wel enige niet zeldzame mineralen waarin ze voor een hoog percentage vertegenwoordigd zijn. De voornaamste laten we in een overzichtje volgen. Het is duidelijk dat mineralen met weinig componenten de rijkste ertsen zijn.

	<i>metaal</i>	
	IJzer	
	Lood	
	Koper	
	Zink	
	Tin	
	Kwikzilver	
	Aluminium	
	Mangaan	
	Nikkel	
<i>mineraal</i>		<i>% v. h. metaal</i>
hematiet, Fe_2O_3		70
galeniet, PbS		87
cerussiet, PbCO_3		70
cupriet, Cu_2O		89
chalcociet, Cu_2S		80
malachiet, CuCO_3		60
sphaleriet, ZnS		67
cassiteriet, SnO_2		79
cinnaber, HgS		86
calomel, HgCl_2		85
Korund, Al_2O_3 (robijn, saphier)		53
pyrolusiet, MnO_2		63
Milleriet, NiS		64

Tot zover een kleine greep; talloos zijn de mineralen van bovenstaande metalen met een metaalgehalte van 30 à 40 %. Koper, kwik, goud en zilver komen niet zelden gedegen – dus 100 % – in de natuur voor; gedegen goud is zelfs het belangrijkste goud-mineraal. Dit in gedegen toestand voorkomen treffen we ook veel aan bij de metalloïden (As, Bi, Te, Sb).

We gaan afscheid nemen van onze metalen. Wellicht kan het bovenstaande mede als uitgangspunt voor hem die in zijn collectie enige systematiek aan wil brengen; de „grote” metalen kunnen hierbij een geschikte kern vormen.

Nog te dikwijls zien we dat de mineralen uitsluitend op andere aspecten dan chemische samenstelling beoordeeld worden. Wanneer ook deze in het oog gehouden wordt, kan dit alleen maar ons inzicht in de mineralogie verdiepen.

GERAADPLEEGDE LITERATUUR:

E. S. Dana, A textbook of mineralogy.

Dr. F. Zirkel, Elemente der Mineralogie.

G. S. Brady, Materials Handbook.

E. H. Kraus, W. F. Hunt en L. S. Ramsdell, Mineralogy.

¹⁾ Een dergelijk overzicht is aan steekproeven ontleend; vandaar ook dat bij verschillende auteurs niet geheel gelijk luidende opgaven voorkomen. Naarmate de metalen zeldzamer worden, wordt het moeilijker om een juiste rangorde te verkrijgen. Een binnen zekere grenzen toch exacte opgave van een percentage is dan helemaal ondoenlijk. Vandaar waarschijnlijk dat ik een geheel volledige opgave met alle metalen nergens heb kunnen vinden.

²⁾ Alleen opgenomen zijn die mineralen waarin het betreffende metaal in minstens enkele procenten aanwezig is. „Verontreinigingen” zijn niet ingecalculeerd. Alleen voor Al is de grens iets krapper gesteld.



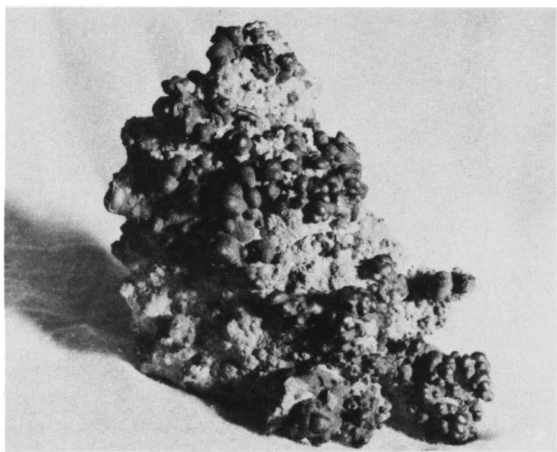
Schalenblende.

In het bovenstaande stuk dat afkomstig is van Moresnet, België, treffen we vier belangrijke mineralen bij elkaar aan. Sphaleriet (ZnS), Pyriet (FeS_2), Hematiet (Fe_2O_3) en Galeniet (PbS).

Ware grootte: 14×7 cm.

Verzameling: J. Tichelman, Zwolle.

Foto: D. J. Booy, Arnhem.



Chalcopyriet, CuFeS_2 . Knolvormige, aggregaten op matrix, aan de buitenzijde zwart geoxydeerd.

Vindplaats: Cornwall, verm. Redruth.

Ware grootte: 12×8 cm.

Verzameling: J. Tichelman, Zwolle.

Foto: D. J. Booy, Arnhem.



Galeniet, PbS , met licht groene fluoriet, CaF_2 .

Vindplaats: Treece, Kansas, U.S.A.

In de mineralenwereld komen we het regelmatig tegen dat twee chemisch volkomen verschillende mineralen dikwijls als elkaars begeleiders optreden. Een voorbeeld hiervan hierboven: waar galeniet gevonden wordt, is fluoriet niet zelden in de nabijheid.

Ware grootte van de kristalgroep: 10×7 cm.

Verzameling: J. Tichelman, Zwolle.

Foto: D. J. Booy, Arnhem.



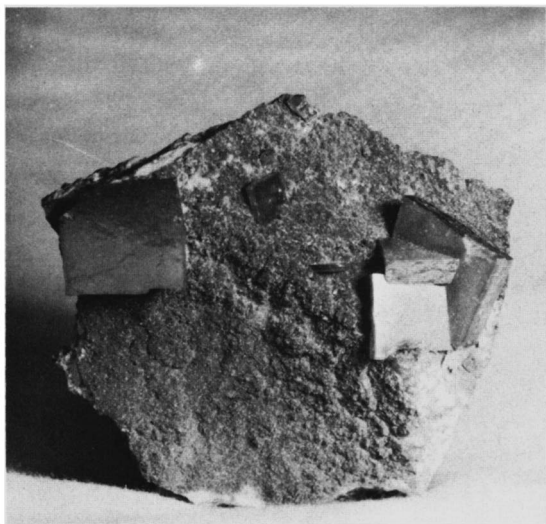
Sideriet, (FeCO_3).

Eagle Mine, Gilman, Colorado, U.S.A.

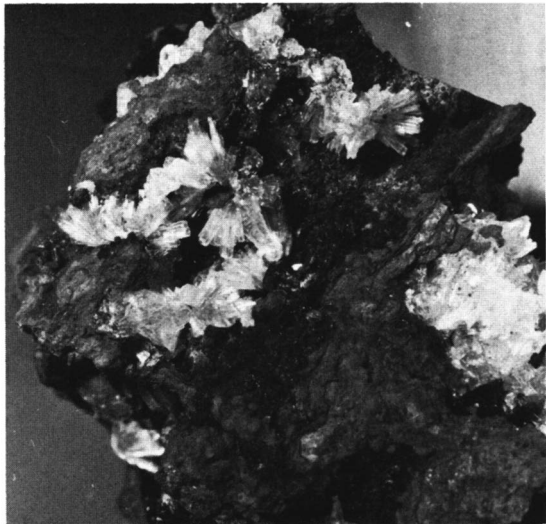
Ware grootte van de kristalgroep: 9×7 cm.

Verzameling: J. Tichelman, Zwolle.

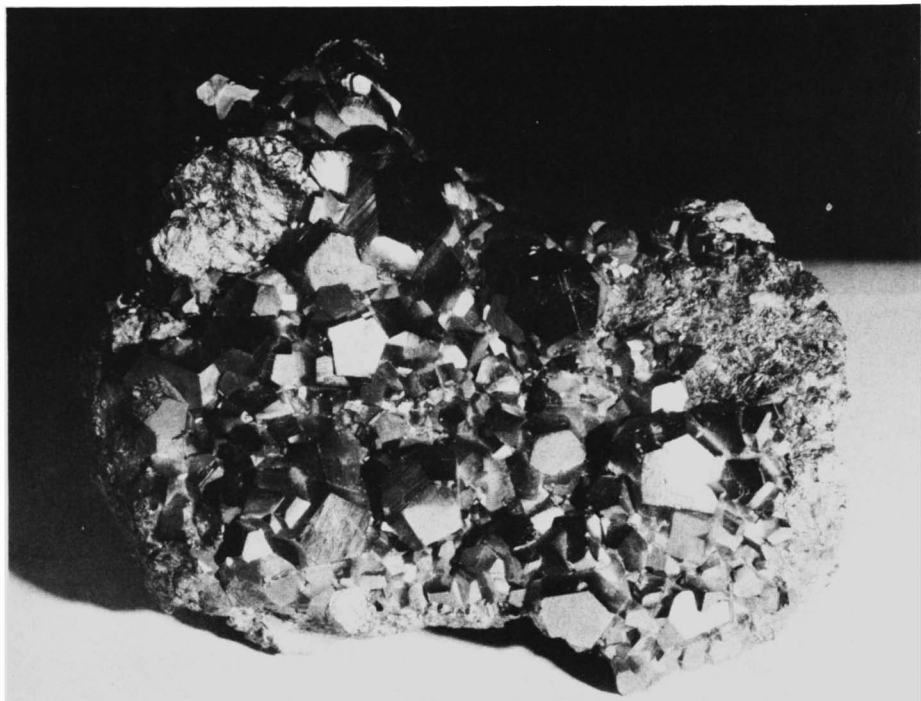
Foto: D. J. Booy, Arnhem.



Wulfeniet, $\text{Pb}(\text{MoO}_4)$. Helder oranje, tafelige kristallen op matrix.
 Vindplaats: Ahumada Mine, Cerro de los Lamentos, Mexico.
 Ware grootte: 7×6 cm.
 Foto: D. J. Booy, Arnhem.



Hemimorphiet, $\text{H}_2\text{Zn}_2\text{SiO}_5$. Doorschijnende kleurloze kristallen op limoniet.
 Vindplaats: Ojuela Mine, Mapimi, Durango, Mexico.
 Deel van een grote kristalgroep; ware grootte van het afgebeelde gedeelte 7×8 cm.
 Verzameling: J. Tichelman, Zwolle.
 Foto: D. J. Booy, Arnhem.



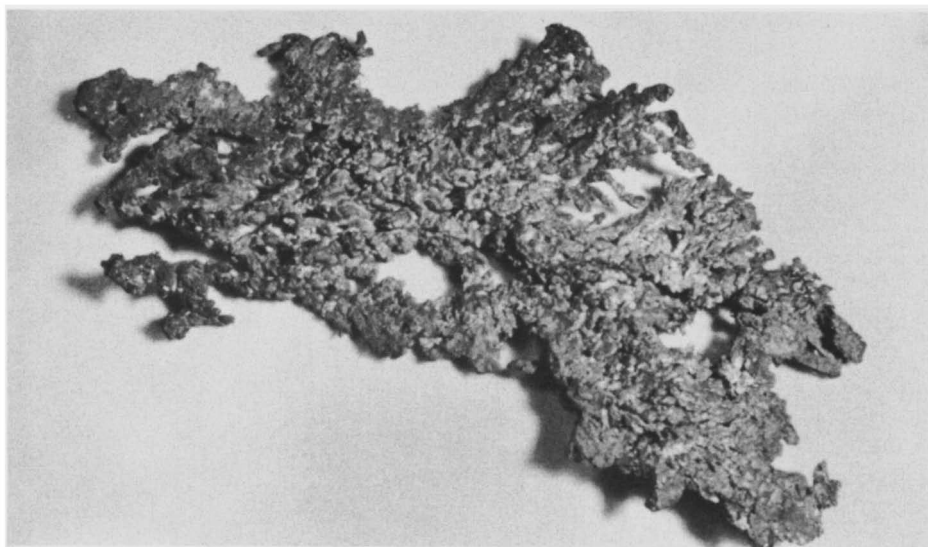
Pyriet, (FeS_2).

De hier afgebeelde kristalgroep is afkomstig van Rio Marino, Elba, wellicht de beroemdste vindplaats van pyriet ter wereld.

Ware grootte: 13×9 cm.

Verzameling: J. Tichelman, Zwolle.

Foto: D. J. Booy, Arnhem.



Gedegen koper.

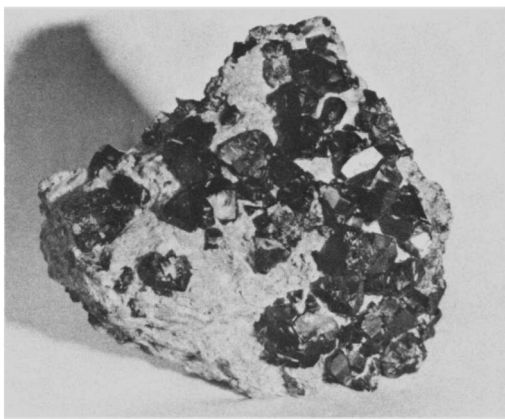
Koper, zilver en goud zijn de enige metalen die regelmatig in gedegen toestand in de natuur gevonden worden.

Het hier afgebeelde stuk is afkomstig van Michigan, één der rijkste vindplaatsen ter wereld van gedegen koper.

Ware grootte: 12×6 cm.

Verzameling: J. Tichelman, Zwolle.

Foto: D. J. Booy, Arnhem.



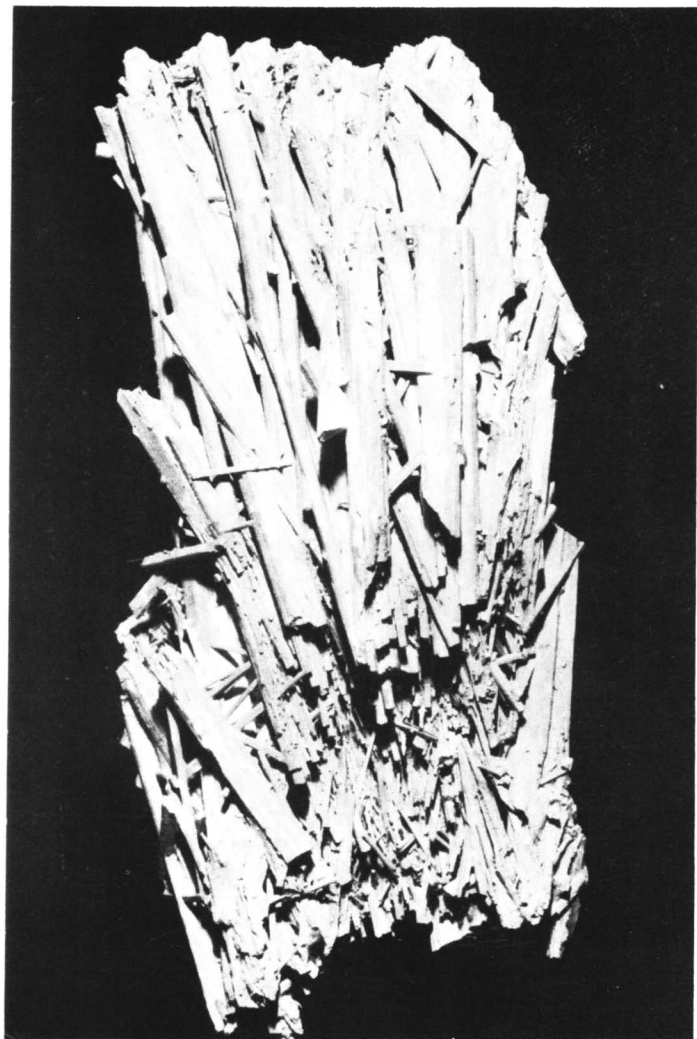
Kassiteriet, (SnO₂). Ehrenfriedersdorf, Saksen.

Zwarte kristallen van het belangrijkste tin-mineraal.

Ware grootte: 9×9 cm.

Verzameling: J. Tichelman, Zwolle.

Foto: D. J. Booy, Arnhem.



Stibiconiet, ($\text{H}_2\text{Sb}_2\text{O}_5$). Cuencame, Zacatecas, Mexico.
 Lang niet alle mineralen zijn gedoemd om tot in lengte van dagen hetzelfde mineraal te blijven.
 Zo is de hier afgebeelde groep stibiconiet-kristallen van stro-gele kleur in de loop der eeuwen door inwerking van buiten ontstaan uit antimooniet (Sb_2S_3).
 De kenmerkende kristalvormen van het oorspronkelijke antimooniet is in het huidige mineraal blijven bestaan.

Ware grootte: 12×5 cm. Verzameling J. Tichelman, Zwolle. Foto: D. J. Booy, Arnhem.



Pyrophylliet, $\text{Al}_2(\text{OH})_2\text{SiO}_{10}$). Goudbruin, radicaal gekristalliseerde aggregaten.
Vindplaats: Tres Cerritos, Mariposa Country. U.S.A.
Ware grootte: 10×9 cm.
Verzameling: J. Tichelman, Zwolle.
Foto: D. J. Booy, Arnhem.