

De systematiek van mineralen:

mineralen in soorten en klassen

door drs. W.R. Moorer

Er zijn kostbare en waardeloze mineralen; mooie en minder mooie; massieve en prachtig gekristalliseerde; zeldzame en algemeen voorkomende; lichte en zware; kleurloze en gekleurde; glanzende en dof; harde en zachte; nuttige en lastige; gewone en bijzondere soorten. Als mineralen op deze manieren in klassen werden ingedeeld, naar eigen smaak en idee, zou een wonderlijk ratjetoe van persoonlijk getinte rangschikkingen ontstaan. Een voor de mineralogen of collega-verzamelaar ontmoedigend systeem van rubriceren, omdat nooit duidelijk en eenduidig omschreven kan worden wat er wordt bedoeld met "mooi", "gewoon" of "zeldzaam".

Toen eenmaal duidelijk werd dat een mineraal kan worden gekarakteriseerd door zijn samenstelling en dat die samenstelling een veel betere maatstaf is dan de met het oog of op andere wijze met eenvoudige hulpmiddelen te bepalen eigenschappen, werd op grond daarvan een rubricering overwogen. Desondanks leidde dat tot onbevredigende oplossingen.

Met de opkomst van de röntgendiffractie, waarmee de interne bouw van de kristallen en mineralen kan worden vastgesteld, kreeg de mineraloog en systematicus een machtig brok gereedschap in handen. Want behalve de chemische samenstelling is de voor mineralen zo wezenlijke kristalstructuur bepalend.

Soort of species

Het begrip "soort", of deftig genoemd: "species" wordt voor mineralen anders gedefinieerd dan bij een plant of dier (tot een biologische soort behoren individuen die onderling kunnen paren en vervolgens vruchtbaar nageslacht opleveren).

Tot een mineraalsoort behoren alle afzonderlijke "stenen", die een voor die soort vast omschreven chemische samenstelling en kristalstructuur bezitten. Grootte, kleur, zeldzaamheid, glans, uitwendige kristalvorm, insluitels, oppervlakkige eigenaardigheden enz. enz. spelen geen rol bij de soort-bepaling. Deze uiterlijke verschijnselen dienen hoogstens tot het onderverdelen van een soort in verschillende variëteiten.

Amethyst en bergkristal, maar ook agaat en chrysopraas zijn variëteiten van het mineraal Kwarts. Sommige mineraalsoorten, zoals Kwarts en Calciet, hebben elk vele verschillende uiterlijke kleuren en verschijningsvormen en dus vele variëteiten.

Het is zeer belangrijk om de soortnaam te onderscheiden van de naam die voor een variëteit in gebruik is. Mineralen worden ingedeeld, geklassificeerd en gerubriceerd op grond van de soort en niet op grond van de variëteit(en) die zo'n soort kan vertonen. Dat is internationaal afgesproken en vastgelegd. Dit maakt de naamgeving van mineralen (3500 soorten) er eenvoudiger op en veroorzaakt minder verwarring.

Terwijl dientengevolge alle soortnamen overal ondubbelzinnig worden begrepen, is dat niet het geval met vele van de variëteitnamen, die veelal lokaal en op beperkte schaal van betekenis zijn.

Synoniemen

Een kleine tweehonderd van de 3500 mineraalsoorten staan tengevolge van de landstaal en/of vanwege historische redenen bekend onder verschillende benamingen. Vaak is dat puur een taal- of spelkwestie: Kwarts, Quartz, Kremen, Quarzo. Maar ook bestaan er historisch "echte" synoniemen zoals Stibniet en Antimoniet, Vesuviaan en Idocraas, Aegirien en Acmet, Desmien en Stilbiet. Of nog in gebruik zijnde oude mijnwerkersbenamingen: Kalkspaat en Calciet, Hematiet en Eisenglanz, Zinkblende en Sfaleriet. Of vanwege een vroegere en inmiddels achterhaalde of verbeterde naamgeving: Pandermiet en Priceiet, Salmoiet en Tarbuttiet. Rekenen we echter alle oude, ooit gegeven mineraalnamen mee dan komen we al gauw tot 20.000 namen! Gelukkig heeft een internationale commissie bepaald welke namen wel en welke niet aan een soort worden gegeven. De opsomming van alle mineraalsoorten met de bijbehorende (Engelse) spelling vinden we in het boekje van Fleischer: Glossary of mineral species (zie Literatuur).

Systeem

Een indeling van alle mineraalsoorten in een geordend geheel geschiedt dus op basis van de samenstelling en de kristalstructuur. De soorten worden daarbij gerangschikt in (ruim 80) groepen, samenhangende groepen, en "losse" mineraalsoorten, die in families en vervolgens weer in klassen worden samengebracht. Er worden negen klassen onderscheiden.

Voor de gevorderde maar ook voor de beginnende verzamelaar is het van belang kennis te maken met deze klassen, families en groepen. Om vragen te beantwoorden als "Wat is dit voor een mineraal?" en "Welke plaats neemt dit mineraal of deze variëteit in in het mineralen- en gesteenterijk?" is het nodig iets te weten van de samenstelling en iets (minder) van de kristalstructuur van onze mineralen.

Simpele stoffen

1) Mineralen zijn, ten opzichte van gesteenten, om maar niet te spreken van planten en dieren, eigenlijk heel eenvoudig samengesteld. Meestal maar uit twee, of een handjevol, bouwstenen.

2) De natuur kent slechts 105 bouwstenen, **elementen** genaamd. Slechts 50 van die elementen treffen we in noemenswaardige hoeveelheden in mineralen aan; 27 andere zijn weinig voorkomend, maar wel belangrijk. Tabel I. Sommige mensen spreken van chemische elementen, om geen verwarring te scheppen met de elementen van een betoog, met weer en wind enz.

3) Vele van die 50 "chemische" elementen kent men eigenlijk al uit het dagelijks leven: ijzer, koper, goud, aluminium, nikkel, zink, zilver, kwik, koolstof, zuurstof,

Tabel I

Verbreiding der elementen in de aardkorst in gewichtsprocenten					
zuurstof	O	46.60	barium	Ba	0.03%
silicium	Si	27.72	chrom	Cr	0.03
aluminium	Al	8.12	zirkoon	Zr	0.02
ijzer	Fe	5.00	zink	Zn	0.02
calcium	Ca	3.63	nikkel	Ni	0.02
natrium	Na	2.83	vanadium	V	0.02
kalium	K	2.58	koper	Cu	0.01
magnesium	Mg	2.08	wolfram	W	0.005
titaan	Ti	0.44	yttrium	Y	0.005
			lithium	Li	0.005
			stikstof	N	0.003
			hafnium	Hf	0.003
			thorium	Th	0.003
			cerium	Ce	0.002 (ZA)
			lood	Pb	0.002
			kobalt	Co	0.002
			boor	B	0.001
			neodymium	Nd	0.001 (ZA)
waterstof	H	0.14			
fosfor	P	0.12			
mangaan	Mn	0.09			
zwavel	S	0.05			
koolstof	C	0.05			
chloor	Cl	0.05			
fluor	F	0.03			
strontium	Sr	0.03			
rubidium	Rb	0.03			

± 0.0005%		± 0.0001%		± 0.00001%	
molybdeen	Mo	lutetium	(ZA)	niobium	Nb
broom	Br	germanium	Ge	antimoon	Sb
tin	Sn	seleen	Se	platina	Pt
scandium	Sc	cesium	Cs	europium	(ZA)
arsen	As	terbium	} (ZA)	tantalium	Ta
beryllium	Be	holmium		cadmium	Cd
gallium	Ga	thulium		indium	In
lanthanum	} (ZA)			thallium	Tl
samarium				jodium	I
gadolinium				palladium	Pd
dysprosium				osmium	Os
ytterbium				ruthenium	Ru
uranium					
erbium	} (ZA)				
praseodymium					
				± 0.000001%	
				zilver	Ag
				bismut	Bi
				kwik	Hg
				iridium	Ir
				rhodium	Rh
				tellurium	Te
				goud	Au

stikstof, chloor, jodium, zwavel, lood enz. Van de meeste andere kent men toch minstens de naam al. Deze 50 vindt men, gerangschikt volgens punt 4, in Tabel II.

4) De 105 elementen zijn gerangschikt in een fraai systeem: het zogenaamde "Periodiek Systeem der Elementen". Sommige mensen krijgen van die naam alleen al koude rillingen, maar dat is niet terecht, want dat systeem dient vooral als ezelsbrug en is heel logisch opgesteld. Koper, zilver en goud staan er bijvoorbeeld onder elkaar in, omdat die elementen (metalen) nu eenmaal sterk aan elkaar verwant zijn. IJzer, kobalt en nikkel staan naast elkaar om ongeveer dezelfde redenen. Afb. 1. Zware elementen staan onder, lichte staan boven, enz. Geen zinnig mens, ook chemici of mineralogen niet, kent dat systeem helemaal uit het hoofd. Wil men het raadplegen dan kijkt men er gewoon even naar en zoekt op wat men wil weten. Ongeveer op dezelfde manier als bij het kijken naar een inhoudsopgave of catalogus. Een vereenvoudigde voorstelling ziet u in afb. 1. (Zie ook Gea, vol. 13 (1980), nr. 2.)

5) Ieder element in dat systeem heeft een eigen-naam (een internationale en een (soms) taaleigen-naam). Ook heeft elk element een afkorting of symbool. Zo is het symbool van platina Pt, van aluminium Al, van ijzer Fe en van zwavel S. Een hoofdletter dus, al of niet gevolgd door een kleine letter. Het is handig om de elementnamen en de bijbehorende symbolen te kennen, althans van de 50 elementen die we in onze mineralen kunnen aantreffen. De meeste symbolen zijn afgeleid van de elementnamen; sommige zijn afkomstig van Griekse of Latijnse aanduidingen. Zie Tabel II.

6) Er zijn stoffen en mineralen die maar uit een enkel element (een enkel type bouwsteen dus) bestaan. Die stoffen, zoals zilver of platina, hebben meestal dezelfde naam als het element waaruit ze bestaan. Bij mineralen spreekt men dan soms van "gedegen", vooral als er verwarring zou kunnen optreden met een mineraal dat weliswaar het desbetreffende element bevat maar dan in combinatie met nog een of meer andere elementen. Zo is het mineraal Cupriet samengesteld uit de elementen koper en zuurstof en het mineraal Koper uitsluitend uit het element koper. Komen beide mineralen nu bijvoorbeeld naast elkaar op een stuk gesteente voor dan zegt men dat Cupriet en gedegen Koper erop aanwezig zijn. Zou men zeggen Cupriet en Koper dan is niet erg duidelijk of met Koper het koper in Cupriet of het apart aanwezige mineraal Koper wordt bedoeld.

7) Stoffen die uit twee of meer elementen zijn samengesteld (en dat zijn verreweg de meeste van de miljoenen stoffen die er zijn) zijn óf mengsels óf verbindingen. Mineralen zijn verbindingen (uitgezonderd de reeds genoemde één-element mineralen) en nooit mengsels.

8) In een verbinding zijn de elementen die deelnemen aan die verbinding chemisch gebonden. Dat betekent in feite dat aan de kant en klare verbinding niet meer eenvoudig te zien is uit welke elementen die verbinding is opgebouwd.

Tabel II

De 50 bekendste chemische elementen en hun symbolen			
H	waterstof (hydrogenium)	Zn	zink
Li	lithium	Ge	germanium
Be	beryllium	As	arsen
B	boor (borium)	Se	seleen
C	koolstof (carbo=kool)	Br	broom
N	stikstof (nitrogenium)	Sr	strontium
O	zuurstof (oxygenium)	Y	yttrium
F	fluor	Zr	zirkonium
Na	natrium	Nb	niobium
Mg	magnesium	Mo	molybdeen
Al	aluminium	Ag	zilver (argentum)
Si	silicium	Sn	tin (stannum)
P	fosfor (phosphor)	Sb	antimoon (stibium)
S	zwavel (sulfur)	Te	tellurium
Cl	chloor	I	jodium
K	kalium	Ba	barium
Ca	calcium	(ZA)	zeldzame aardmetalen
Ti	titanium	Ta	tantalium
V	vanadium	W	wolfram
Cr	chrom	Pt	platina
Mn	mangaan	Au	goud (aurum)
Fe	ijzer (ferrum)	Hg	kwik (hydrargyrum)
Co	kobalt	Pb	lood (plumbum)
Ni	nikkel	Bi	bismut
Cu	koper (cuprum)	Th	thorium
		U	uranium

Dat is heel lastig en vervelend maar het is niet anders. Je kunt aan Cupriet niet zien dat het is opgebouwd uit de elementen koper en zuurstof. Door (chemische) analyse kom je er wel achter maar daar is een laboratorium voor nodig. Er is echter een eenvoudiger methode om aan de weet te komen dat Cupriet is opgebouwd uit koper en zuurstof: opzoeken. In ieder handboek zal dat bij Cupriet vermeld staan, soms in eenvoudige woorden, soms in **symbolentaal**. Jammer genoeg, maar alweer onterecht, haken sommige mensen bij die symbolen af en doen zich dan tekort. We zullen zien dat dat niet nodig is en dat die symbolen net zo makkelijk of eigenlijk nog eenvoudiger te begrijpen zijn als de omhaal van woorden die nodig is om te vertellen uit welke elementen een verbinding is samengesteld. Het enige wat echt lastig is, is de omstandigheid dat aan een verbinding niet onmiddellijk te zien of te merken is waaruit (uit welke elementen) hij is opgebouwd. Maar zo is de Natuur nu eenmaal.

9) Het moeilijke van een verbinding zit 'm dus in het feit dat, hoewel de bouwstenen ervan bekend zijn en eenvoudig kunnen worden opgezocht, de verbinding ervan **nieuwe** eigenschappen heeft, die niet onmiddellijk zijn af te leiden uit de elementen die die verbinding hebben gevormd. Het aardige, verrassende en veelzijdige is, dat met een klein aantal elementen (105, of – in de praktijk – maar 50) miljoenen verbindingen, waaronder 3500 mineralen, mogelijk zijn, elk met z'n typische eigenschappen.

10) Deelt men de verbindingen in naar de (weinige) erin verbonden elementen, dan ontstaat daardoor weer een eenvoudig overzicht, domweg omdat er maar weinig elementen aanwezig zijn in een verbinding. Zo'n overzicht of klassifikatie op grond van de elementen in verbindingen is nu precies datgene wat ook bij de klassifikatie van mineralen gebeurt. Zij het dat dit aangevuld wordt met informatie over de kristalstructuur.

11) Het symbool (men zegt: de formule) van een verbinding of van een mineraal wordt gegeven door de symbolen van de samenstellende elementen gewoon achter elkaar te

Afb. 1. Vereenvoudigde voorstelling van het Periodiek Systeem der Elementen.

Gearceerd: ijzer, kobalt en nikkel. Dubbel gearceerd: koper, zilver en goud.

H																			
Li	Be													B	C	N	O	F	
Na	Mg													Al	Si	P	S	Cl	
K	Ca		Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn			Ge	As	Se	Br		
	Sr	Y	Zr	Nb	Mo					Ag				Sn	Sb	Te	I		
	Ba	(ZA)		Ta	W					Pt	Au	Hg		Pb	Bi				
		Th																	
		U																	

schrijven. Zo is Zinkblende of Sfaleriet een mineraal dat bestaat uit zink (Zn) en zwavel (S), in de verhouding 1:1. De formule van Zinkblende is dan ook ZnS.

Pyriet bestaat uit ijzer (Fe) en zwavel (S), maar in de verhouding 1:2. De formule van Pyriet wordt dan ook geschreven als FeS₂. De verhoudingscijfertjes worden rechtsonder geschreven waarbij de 1 steeds wordt weggelaten. Aangezien Orthoklaas bestaat uit kalium, aluminium, silicium en zuurstof (de elementsymbolen daarvan zijn K, Al, Si en O) en wel in de verhouding 1:1:3:8, wordt de formule van het mineraal Orthoklaas KAlSi₃O₈. Zo eenvoudig is dat. Als – omgekeerd – de formule van een mineraal wordt gegeven als Fe₂O₃ dan lezen we af dat het mineraal een verbinding is van Fe (ijzer) en O (zuurstof) en wel in de verhouding 2:3. Het desbetreffende mineraal heet (als het kristalliseert in het trigonale stelsel) Hematiet.

12) Doorgaans wordt, bij afspraak, in een formule het metaalachtige element links geschreven. Dus Hematiet als Fe₂O₃ en niet als O₃Fe₂. Maar eigenlijk maakt het niets uit in welke volgorde de elementsymbolen worden geschreven, althans niet in door ons gebruikte zogenaamde verhoudingsformules.

13) In een mineraalformule ziet men, behalve de achterelkaar geschreven elementsymbolen en de verhoudingscijfertjes, ook wel haakjes staan. Ook komt een element-symbool wel op meerdere plaatsen in een formule voor. Deze en nog een klein aantal andere schrijfwijzen, met komma's of punten, komen later aan de orde.

De eerste van de negen

Van de negen mineraalklassen neemt Klasse I een bijzondere plaats in. De mineralen die tot deze klasse behoren zijn namelijk de "gedegen" metalen en de andere elementen die als zodanig, dus niet als echte verbinding van twee of meer elementen, als mineraal voorkomen. Daarbij komen dan nog de zogenaamde legeringen, of intermetallische verbindingen, die door hun bijzonder karakter eerder bij de gedegen elementen dan bij de verbindingen thuishoren. Tenslotte worden enkele exotische mineralen, die voornamelijk in ijzermeteorieten voorkomen, tot de eerste klasse gerekend.

Op dit moment is het interessant om naar afb. 2 te kijken. De elementen die vertegenwoordigd zijn in Klasse I zijn gestippeld en het valt op dat maar een klein aantal,

H																			
Li	Be												B	C ⁺	N	O	F		
Na	Mg												Al	Si	P	S ⁺	Cl		
K	Ca		Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu ⁺	Zn		Ge	As ⁺	Se ⁺	Br			
	Sr	Y	Zr	Nb	Mo		Ru ⁺	Rh ⁺	Pd ⁺	Ag ⁺			In	Sn	Sb ⁺	Te ⁺	I		
	Ba	(ZA)		Ta	W		Os ⁺	Ir ⁺	Pt ⁺	Au ⁺	Hg ⁺		Pb	Bi ⁺					
		Th																	
		U																	

Afb. 2. Het vereenvoudigde Periodiek Systeem met de elementen van de mineralenklasse I (gestippeld). Zeer zelden gedegen in de aardkorst aan te treffen elementen zijn gearceerd weergegeven.

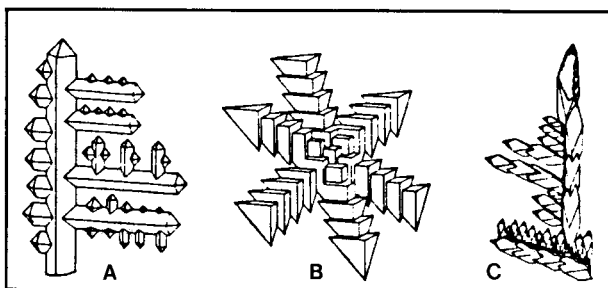
uitsluitend aan de rechter kant van het periodiek systeem gegroepeerde, elementen deelnemen aan de mineralen van onze eerste klasse. Dit is geen toeval, maar o.a. een gevolg van het feit dat de links gelegen elementen het liefst met andere elementen dan met zichzelf verkeren. Ze zijn buitengewoon reactief, vooral met zuurstof, en vormen dientengevolge dus géén mineralen die in Klasse I te rubriceren zijn.

KLASSE I

A. Metalen

De metalen koper, zilver en goud zijn als de mineralen Koper, Zilver en Goud bijna iedere verzamelaar bekend. Ze kristalliseren kubisch, maar mooie kristallen komen maar weinig voor. Meestal worden ze aangetroffen als dendriten, draden, nuggets of platige, korrelige aggregaten. Soms in grote klompen en massa's. Electrum is een variëteit van zilverhoudend Goud. Alle handboeken geven uitvoerige informatie over deze drie zo interessante mineralen. Zie de voorplaat en afb. 3. Kwik komt als mineraal in kleine hoeveelheden voor. De fraaie zilverkleurige druppeltjes gedegen Kwik zitten

Afb. 3. Dendritische groeivormen van A. Koper; B. Zilver; C. Goud.



meestal op het bekende kwikerts Cinnaber of zijn geassocieerd met (kwikhoudend) Tennantiet.

Platina komt als mineraal voor in nuggets of korrels, zeer zelden als kristalletjes. Ook de andere met platina verwante edelmetalen osmium, iridium, palladium, ruthenium en rhodium komen als zelfstandige mineralen voor (zie afb. 2 voor hun plaats in het Systeem). Meestal echter zijn het legeringen, die soms aparte namen hebben gekregen zoals Osmiridium, Iridosmien en dergelijke.

De elementen van de platina-groep vormen nog een aantal intermetallische verbindingen met lood, bismut, tin en andere elementen, die als zelfstandige mineralen in Klasse I worden ondergebracht. Een voorbeeld: Rustenburgiet is $(Pt,Pd)_3Sn$, dus een platina-palladium-tin mineraal.

Bekender, maar ook nog zeer zeldzaam zijn de natuurlijke amalgamen: intermetallische verbindingen van kwik met zilver (4 mineralen bekend) of met een ander edelmetaal.

De minder edele broeders

De bekende metalen zink, lood en tin vormen, uiterst zelden, de mineralen gedegen Zink, Lood en Tin. In deze vorm zijn ze voor de verzamelaar meer dan hun gewicht in goud waard! Het veelvuldig voorkomende mineraal Galeniet ofwel Loodglans wordt door de beginner soms "Lood" genoemd. Daarmee wordt gezondigd tegen een correct gebruik van de naamgeving. Indium is een exotisch element, dat in extreem kleine hoeveelheden als mineraal bekend is van maar enkele vindplaatsen.

Onder zeer bijzondere omstandigheden komt gedegen IJzer als mineraal voor. Enkele bekende aardse vindplaatsen zijn Ovifak, Groenland; Bruhl, Duitsland en Missouri, USA.

In (ijzer)meteorieten echter is het een normaal en rijkelijk voorkomend mineraal. De verschillende combinaties met nikkel en kobalt hebben eigen namen. Ook in meteorieten treft men een aantal bijzondere mineralen aan zoals Schreibersiet en Osborniet, die in Klasse I worden geplaatst.

B. Halfmetalen en niet-metalen

Arseen, Antimoon en Bismut komen lokaal in redelijke hoeveelheden voor; gedegen Antimoon is de meest zeldzame van de drie.

Stibarseen is een intermetallische verbinding van antimoon

