

Inhoud:		
Chemische formules	33	Kleurstoffen uit mineralen 55
Laagvorming door gravende zeedieren	38	Mineralen-fabrieken 58
Het Carboon in Nova Scotia (Canada)	41	Lezers schrijven ons 58
Israël	50	Boekbesprekingen 59
		Bijlage: Cursusprogramma 1980 - 1981, Kringprogramma's, mededelingen.

CHEMISCHE FORMULES:

hulpmiddel, geen toverspreuken

door drs. W.R. Moorer

I. De zaak der Stenen en Mineralen

Vooraf een apéritief

Terwille van de overzichtelijkheid en eenvoud maakt iedere serveerster of ober gebruik van een soort afkortingen-systeem bij het noteren en doorgeven van de verschillende bestellingen. Omdat steno door slechts weinigen wordt beheerst, hanteert men eenvoudigweg de eerste letter of (eerste) twee letters van iedere bestelling. In verband met de later op te maken rekening worden alle bestellingen per tafel behandeld en opgeteld.

Het volgende is afgesproken: Cognac = C, Campari = Ca, Cointreau = Cu, Whisky = W, Brandewijn = Ba, Port = P, Vermouth = V, 7-Up = U, Coca-cola = Cl, Sherry = S, Kirsch = K, Koffie = O, Appelsap = Al, Grand Marnier = Mg, enz. enz. (Voor water wordt de "samenstelling" H₂O gebruikt, kennelijk afgekeken van scheikundigen-taal). Sommige afkortingen lijken niet logisch, maar zijn nu eenmaal ingeburgerd. Om hier nog verbeteringen in aan te brengen zou erg veel verwarring veroorzaken in de horeca. Bovendien zou dit internationaal moeten gebeuren, en u weet dat dit bijna onhaalbaar zal zijn. Zodat we het met de eenmaal gekozen afkortingen zullen moeten doen. Wereldwijd gezien bestaan er zo'n negentig verschillende dranken, hoewel er slechts een kleine vijftig gevraagd blijken te worden. Het is zelfs zo dat in het merendeel der gevallen (bestellingen) de horeca met maar 25 verschillende dranken rekent. De overige komen slechts zelden op de

rekening voor, hoewel ze wel degelijk in voorraad worden gehouden.

Als nu aan een tafel één Cointreau en één Sherry wordt besteld, wordt dit door de serveerster genoteerd en doorgegeven als CuS. Ze schrijft het gewoon achter elkaar en aan elkaar verbonden op. Bestelt een andere tafel twee Cointreau en één Sherry, dan noteert ze: Cu₂S. Was het twee Cointreau en een Koffie dan wordt Cu₂O opgeschreven. Op deze manier wordt zeer eenvoudig het aantal én de soort genoteerd, hetgeen moeiteloos uit te breiden valt als meerdere, tot 7 of 8 verschillende aan toe, bestellingen per tafel opgenomen moeten worden.

Ervaren obers en serveersters houden er bovendien van, enige systematiek te bedrijven: bepaalde drankjes schrijven ze éérs op, vooraan dus, daarna de andere. Bij grotere bestellingen worden port en vermuth bijvoorbeeld in het midden gezet, de koffie komt meestal achteraan enz. enz. Strikt noodzakelijk is dit echter niet, maar in een drukke zaak is zo'n afspraak wel handig, want het bevordert de overzichtelijkheid en vooral de herkenbaarheid van de code. Dit laatste is belangrijk voor de barman. Hij krijgt immers de bestellingen door. Het enige wat hij hoeft te weten is de betekenis van de afkortingen; hij moet natuurlijk ook letten op de cijfertjes rechtsonder, omdat dit de aantallen van de betreffende drank weergeeft. In het begin maakt hij nog wel eens een vergissing: Cu₂S wordt dan twee Sherry en één Cointreau in plaats van twee Cointreau

en één Sherry, maar zo iets overkomt hem maar een enkele keer. Moeiteloos wordt Al_2O_3 doorgegeven als twee Appelsap en drie Koffie, $MgAl_2O_4$ als één Grand Marnier, twee Appelsap en vier Koffie, en bij $KAlCl_4 \cdot 6H_2O$ zet de barman één Kirsch, één Appelsap en vier Cola op het blaadje van de serveerster, en bovendien nog de zes gevraagde glaasjes water "als toegift".

Op deze manier wordt ieder tafeltje herkenbaar aan de bestelling, in feite dus aan het soort en aantal van de drankjes dat bij die tafel behoort. In vakringen spreekt men van de **samenstelling** van de tafel en u weet nu wat daarmee voortaan wordt bedoeld.

Het zal duidelijk zijn dat ook met een beperkt aantal verschillende dranken in de bar tóch een zéér groot aantal samenstellingen mogelijk zijn. De meeste komen echter op hetzelfde neer en de ervaren restauranthouder of kroegbaas herkent aan het type bestelling ("de samenstelling" dus) direct het karakter van zo'n tafel. In feite onderscheidt hij zo'n stuk of acht principiële verschillende karakters. Daarover later.

Ook een eenvoudige zaak kent het verschijnsel cocktails: de klant vraagt een mengsel van (meestal twee) drankjes in één en hetzelfde glas. Meestal is dit een glas van royaal formaat, (bijv. Cola-tic, Campari-soda, irish coffee), vaak ook wordt de combinatie gescheiden geserveerd, zoals Koffie/Cognac enz. enz.

Bij het afkorten van zo'n "cocktail" schrijft de serveerster de samenstellende delen van die cocktail tussen haakjes om aan te geven dat ze bij elkaar horen en bestemd zijn voor een en dezelfde persoon. Zo wordt Koffie/Cognac als (C03) genoteerd en irish coffee (=Koffie + Whisky) wordt (W04). Cocktails worden altijd achteraan geschreven, zodat de bestelling één irish coffee en één Campari wordt: Ca(W04) en een Brandewijn plus een Koffie/Cognac wordt: Ba(C03). Het bestellen van cocktails werkt vaak aanstekelijk, zodat een gezelschap dat vijf irish coffee, twee Koffie/Cognac, twee Appelsap, vier Grand Marnier en een extra water bestelt, als volgt te boek staat: $Mg_4Al_2(W04)_5(C03)_2 \cdot H_2O$.

Bent u daar nog? Zo ja, dan wordt het duidelijk dat hoe groter het gezelschap, hoe ingewikkelder de bestelcode zal zijn. Het blijft echter simpelweg een notatie die, op één of andere manier, achter-elkaar, de verschillende afkortingen aanéenschrijft. Soms ziet dat er nogal rommelig uit.

Mineralogen en chemici zijn begonnen als obers en barkeepers. Zij zijn allereerst geïnteresseerd in de samenstelling van de mineralen. Hun horeca, te weten de Zaak der Stenen en Mineralen, kan met recht de Harde Natuur worden genoemd. Hoewel genoemde heren zich vaak als geleerden voordoen, kán dat niet berusten op het hanteren van de in de horeca en in de Zaak der Stenen en Mineralen gebruikelijke afkortingen en bestelcodes, hoe ingewikkeld die ook lijken: we hebben immers gezien hoe kinderlijk eenvoudig dat systeem in elkaar zit. Zelfs als er uit de losse hand met formules (= bestelcodes) wordt gestrooid, wil dat nog niet zeggen dat er een geleerde aan te pas moet komen om er iets van te begrijpen. Een schriftelijke cursus 'bestellingen opnemen' is echt voldoende. En u bent daarmee al een heel eind gevorderd.

Van het wezen der dingen

Aarde, Water, Lucht en Vuur waren de vier alomvattende grootheden die geest en materie doordrenkten, voedden en aanwezig deden zijn. De fantastische - beschouwelijke - religieuze kant van de Alchemie heeft tot in de moderne tijd veel invloed (gehad). U ziet in figuur 1 dat de mens, met dieren, planten, sterren, planeten en met zwavel, ste-

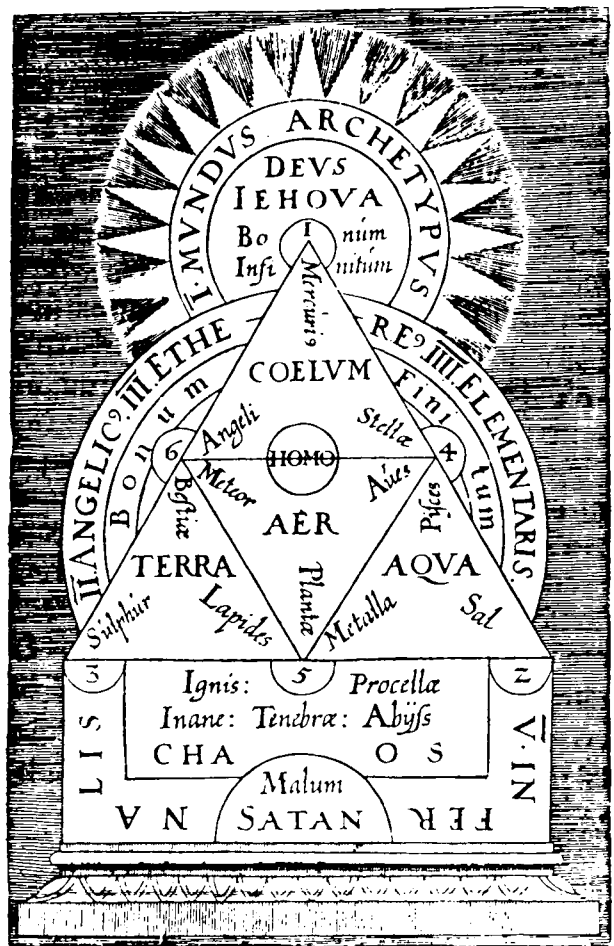


fig. 1. Stenen (Lapides), metalen, zwavel (Sulphur), zout (Sal) ingepast in het alchemistische wereldschema. (Uit: *Dyas Chymica Tripartita*, Frankfurt, 1625).

nen, metalen en zout, zich bevindt tussen hemel en vuur. Aangezien de idee dat alles met alles samenhangt moeilijk in heldere taal is te vangen, werd dit dan ook niet gedaan, ook al niet om redenen van geheimhouding, recht op alleenvertoning enzovoort. Zo ontstonden de geheimtaal en de symbolen en recepten der oude chemie. De Steen der Wijzen werd er nimmer mee gevonden. De nuchter-praktische kant van de Alchemie was er echter ook: reeds heel vroeg werden kleurstoffen, glassoorten, namaakedelstenen en talloze gebruiksmaterialen vervaardigd. En hoewel ook hier niet altijd in heldere taal werd gesproken, zat er in de betreffende recepten en werkwijzen veel natuurkennis en bruikbare "scheikunde". Maar de Steen der Wijzen kon toch niet gemaakt worden. Toch berust onze moderne afkorting-taal op de namen die destijds werden gebruikt om grondstoffen aan te duiden. Grondstoffen, waaruit alle mineralen en materialen (en ook de dierlijke en plantaardige stoffen) bestaan. In de loop der tijden is er veel te doen geweest om die grondstoffen. In de oudheid kende men al vele materialen. Slechts enkele daarvan zijn echte grondstoffen ("elementen") gebleken, nl. de metalen goud, zilver, koper, ijzer, lood, tin, kwik en verder zwavel en koolstof. Allemaal grondstoffen dus, die u uit eigen ervaring kent en herkent. De Alchemie "kende" zéér veel materialen, maar slechts enkele **grondstoffen** (zoals arseen, antimoon, zink, bismuth) konden aan het rijtje reeds bekende elementen worden toegevoegd.

Het moderne begrip "element" (d.i. grondstof die slechts bestaat uit zichzelf en niet gesplitst/gescheiden kan worden in andere materialen dan zichzelf) dateert van Lavoisier die in zijn "Traité élémentaire de Chimie" (1789) al 30 verschillende elementen kent. Rond 1840 kent men de 50 elementen die een rol spelen als grondstof voor alle mineralen en gesteenten. De voor ons niet interessante overige elementen zijn alle pas later als zodanig herkend of ontdekt.

De belangrijkste elementen

Als goede barkeppers van de Zaak der Stenen en Mineralen dienen we te weten welke grondstoffen (elementen) we in huis hebben, opdat we de ober of serveerster op verantwoordelijke wijze kunnen voorzien.

Er zijn vele manieren om kennis te maken met die grondstoffen. U kent er trouwens de meeste wel van en daarom is het interessanter om in plaats van een alfabetische lijst, een natuurlijker benadering te kiezen. Daartoe is een lijst (Tabel 1) gemaakt van de 77 elementen die het méést voorkomen in de vaste aardkorst. De 50 hiervan die ons interesseren zijn voorzien van sterren. Gelukkig zijn dit de elementen die u het best bekend zijn, anders komt u ze vanzelf tegen in uw mineralenboeken. De 30 elementen van Lavoisier dragen twee sterren. Voor historische fijnproevers zijn er de bekende drie-sterren elementen van vóór de jaartelling.

De lijst begint met zuurstof (maakt 46,6% uit van het gewicht van de aardkorst) en loopt met afnemende gewichtspercentages terug tot goud ($\pm 0,000001\%$). U ziet dat de afkortingen meestal makkelijk te onthouden zijn.

Bestudering van juist déze lijst met de "overbodige" 27 levert u de volgende belangwekkende overwegingen op:

1) 99% van de aardkorst is opgebouwd uit niet meer dan negen(!) grondstoffen. (U vraagt zich af waarom we dan verder nog moeilijk moeten doen. Het antwoord is natuurlijk, dat juist die ene procent ons als mens en als verzamelaar mate-loos interesseert).

2) Veel elementen, hoewel slechts een miniem percentage van de aardkorst uitmakend, kennen we goed, omdat ze nogal opvallend zijn of kant en klaar in de aardkorst liggen: denk daarbij aan goud, zilver en kwik. Andere elementen, hoewel ook zeldzaam, vormen opvallende, sterk geconcentreerde mineraalafzettingen, denk aan tin, lood en boor bijvoorbeeld.

3) Er zijn elementen als rubidium, die honderd keer veelvuldiger voorkomen dan bijv. tin, maar zich ónopvallend hebben opgesteld als onderduikers in de gewone gesteentevormende mineralen, en geen geconcentreerde afzettingen van typische mineralen vormen. Zeldzaamheid is dus ook hier een relatief en ingewikkeld begrip!

U kunt de elementen-lijst gebruiken als naam-kaart en als referentie. (Geen enkele mineraloog of chemicus kent deze lijst uit het hoofd, maar sommigen dragen iets dergelijks stiekum in hun binnenzak).

Er valt nog iets van de namen zélf te zeggen.

a) De elementen waarachter (ZA) staat behoren tot de nauw verwante groep der zgn. Aardmetalen. Zij treden altijd gezamenlijk op, maar Ce, Nd en La(nthanium) komen, zoals u ziet, het meest voor. Deze Zeldzame Aardmetalen zitten in een aantal interessante mineralen; sommige ervan spelen een belangrijke rol in de moderne techniek. Zeldzaam zijn ze eigenlijk niet, wél moeilijk onderscheidbaar.

b) De elementen die met (PT) zijn aangeduid behoren tot de nauw verwante groep der Platina-metalen. U ziet dat ze véél zeldzamer zijn dan de Zeldzame Aardmetalen!

Tabel I

Verbreiding der elementen in de aardkorst in gewichtspercenten

** 1	zuurstof	O	46.60	} 99%		
** 2	silicium	Si	27.72			
** 3	aluminium	Al	8.12			
*** 4	ijzer	Fe	5.00			
** 5	calcium	Ca	3.63			
* 6	natrium	Na	2.83			
* 7	kalium	K	2.58			
** 8	magnesium	Mg	2.08			
* 9	titaan	Ti	0.44			
** 10	waterstof	H	0.14	} 0.5%		
** 11	fosfor	P	0.12			
** 12	mangaan	Mn	0.09			
*** 13	zwavel	S	0.05			
*** 14	koolstof	C	0.05			
** 15	chloor	Cl	0.05			
** 16	fluor	F	0.03			
* 17	strontium	Sr	0.03			
18	rubidium	Rb	0.03			
** 19	barium	Ba	0.03			
* 20	chromium	Cr	0.03			
* 21	zirkoon	Zr	0.02			
** 22	zink	Zn	0.02			
** 23	nikkel	Ni	0.02			
* 24	vanadium	V	0.02			
*** 25	koper	Cu	0.01			
** 26	wolfram	W	0.005			
* 27	yttrium	Y	0.005			
* 28	lithium	Li	0.005			
** 29	stikstof	N	0.003			
30	hafnium	Hf	0.003			
* 31	thorium	Th	0.003			
32	cerium	Ce	(ZA) 0.002			
*** 33	lood	Pb	0.002			
** 34	cobalt	Co	0.002			
** 35	boor	B	0.001			
36	neodymium	Nd	(ZA) 0.001			
			$\pm 0.0005\%$	$\pm 0.00001\%$		
* 37	molybdeen	Mo		* 59	niobium	Nb
* 38	broom	Br		** 60	antimoon	Sb
*** 39	tin	Sn		** 61	platina	Pt
40	scandium	Sc		62	europium	(ZA)
** 41	arseen	As		* 63	tantalium	Ta
* 42	beryllium	Be		64	cadmium	Cd
43	gallium	Ga		65	indium	In
44	lanthanium			66	thallium	Tl
45	samarium			* 67	jodium	I
46	gadolinium	(ZA)		68	palladium	
47	dysprosium	(ZA)		69	osmium	(PT)
48	ytterbium			70	ruthenium	
* 49	uranium	U		$\pm 0.000001\%$		
50	erbio	(ZA)		*** 71	zilver	Ag
51	praseodymium	(ZA)		** 72	bismuth	Bi
			$\pm 0.0001\%$	*** 73	kwik	Hg
52	lutetium	(ZA)		74	iridium	(PT)
* 53	germanium	Ge		75	rhodium	
* 54	seleen	Se		* 76	tellurium	Te
55	cesium	Cs		*** 77	goud	Au
56	terbium					
57	holmium	(ZA)				
58	thulium					

Naamgeving

Voor de liefhebbers nog enkele ezelsbruggen en eigenaardigheden:

1. **zuurstof**, O. Grieks: oxygenium. Denk aan roesten = oxidieren = verbinden met zuurstof.

4. **ijzer**, Fe. Lat.: ferrum.

6. **natrium**, Na. Egypt.: Ntr, later natron. Het Engelse en Franse synoniem "sodium" (soda bevat Na) komt u nogal eens tegen in slecht vertaalde krante-artikelen.

7. **kalium**, K. Arab.: alkali. Van het Nederlandse "potasch" (1598) zijn de Engelse en Franse synoniemen "potassium" afgeleid.

9. **titaan**, Ti. Mythol.: eerste zonen van de aarde: de Titanen.

10. **waterstof**, H. Grieks: Hydrogenium = water-vormend

11. **fosfor**, P. Grieks: phos-phorein = licht-dragend.

13. **zwavel**, S. Lat.: sulfur.

14. **koolstof**, C. Lat.: carbo = kool, denk aan het Carbon.

25. **koper**, Cu. Lat.: cuprum, van Cyprus, waar gedegen koper voorkwam.

26. **wolfram**, W. Duits: Wolf-Rahm, schuimende (tin) vraat, ongerechtigheid bij het tinsmelten. Engels (Zweeds) synoniem: Tungsten (= "zware steen").

28. **lithium**, Li. Grieks: lithos = steen.

29. **stikstof**, N (nitrogenium), niter-vormend, zie natrium.

33. **lood**, Pb. Lat.: plumbum, denk aan plomberen, "lood" gieten.

34. **cobalt**, Co. Duits/Grieks: Kobold, akelige bergbewoner, onaangenaam erts, onbekende geest e.a.

35. **boor** (borium) B. Arab./Perz.: "borax", belangrijk (middeleeuws) zout voor emaille-werk.

39. **tin**, Sn. Lat.: stannum (herkomst onbekend), denk aan tinfoelie: stanniool.

42. **beryllium**, Be. Sanskriet: berille, waarmee het mineraal beryl werd aangeduid. Uit bergkristal en beryl werden lenzen geslepen en b(e)rilleglazen.

59. **niobium**, Nb. Myth. Niobe, dochter van Tantalus (zie nr. 63 tantalium; beide elementen altijd tesamen in mineralen).

60. **antimoon**, Sb. "stibium"; in Egypte werd antimoniet (stibniet) gebruikt als ogenschaduw: Stibī.

61. **platina**, Pt. Spaans: "zilver"blaadje (Indiaans, Peru 1736).

71. **zilver**, Ag. Grieks: argentum = wit licht glanzend. Denk aan argent: (zilver)geld, Argentinië als zilverland.

73. **kwik**, Hg. Grieks: hydr-argyrum = water-zilver, vloeibaar "zilver".

76. **tellurium**, Te. Myth.: Godin moeder Aarde, (Te werd ontdekt in kostbaar gouderts).

77. **goud**, Au. Lat.: aurum = briljant morgenlicht.

Systematiek

In een ordeloze, chaotische bar, waar de dranken doorelkaar gehusseld of zinloos op alfabet gerangschikt staan, is het slecht bar-keepen. Daarom zijn enkele binnenhuis-architecten bezig geweest een indeling te ontwerpen, waarbinnen **alle** bekende dranken **op smaak en eigenschappen** kunnen worden ondergebracht. Een plattegrond van die indeling vindt u in fig. 2. U ziet dat de Koffie (O) rechtsboven te vinden is, de Port (P) en Sherry (S) naast elkaar natuurlijk, terwijl de Grand Marnier (Mg), de Campari (Ca) en de Kirsch (K) eveneens dicht bij elkaar te vinden zijn, maar verweg van de eerst genoemde drie, dat is duidelijk. Ook de 7-Up (U), de Whisky (W), de Cognac (C) enz., zijn ondergebracht, elk op de voor hen **vaste ken-**

merkende plaats binnen de indeling. Bij de uitvoering van hun ontwerp hebben de architecten bedongen dat deze plattegrond of indeling, eenmaal geaccepteerd en theoretisch zowel als praktisch uitputtend beproefd, definitief zou zijn. Tot nu toe heeft niemand hun ontwerp willen of durven wijzigen, waarschijnlijk omdat iedere barkeeper binnen het systeem toch de vrijheid overhoudt om te beslissen met hoeveel van de hokjes hij zich wil bezighouden. Mineralogen en chemici, als barkeepers van de Zaak der Stenen en Mineralen, hebben voor hún grondstoffen (elementen) gebruik gemaakt van zo'n zelfde indeling. De naam van de architect: Mendeleëv. De meeste mineralogen hebben besloten zich met hoogstens 50 elementen te bemoeien; de overige 40 à 50 elementen zijn érg schaars of exotisch, terwijl er bovendien weinig belangstelling voor bestaat. De indeling ziet er dan uit als in fig. 3. Raadpleeg voor de betekenis der afkortingen uw tabel I.

Voordelen van formules

U, als de verzamelaar van mineralen en gesteenten, hebt met figuur 3 twee winnende troeven in handen:

1. U beheerst een wereldtaal. Elk land, iedereen, overal, gaat akkoord met de afkortingen van fig. 3. Ook de plaats van ieder element binnen de indeling kan bij niemand op verwarring stuiten. U ziet op de postzegel (fig. 4) hoe de Mexicanen het feit herdenken dat ze zo'n rijk mineralenland bewonen. De export van fluoriet (CaF₂), steenzout (NaCl) alsmede van de metalen zilver (Ag), zink (Zn) en lood (Pb) wordt uitgebeeld. Deze postzegel, op brieven naar b.v. Madagascar, Groenland of de Filipijnen wordt aldaar feilloos begrepen! Figuur 5 is een stukje van een Japanse verhandeling over speeksel. Zodra er van mineralen (speekselstenen!) of van een bepaalde stof sprake is, worden de afkortingen van tabel 1 gebruikt. Net als het notenschrift in de muziek is onze afkortingenlijst dus overal toepasbaar. Eigenlijk betekent dit, dat u met een Nederlands mineralenboek (voorzover er formules instaan) zelfs zonder foto's of afbeeldingen terecht kunt bij verzamelaars die uitsluitend Russisch, Koreaans, Arabisch, Swahili of wat voor taal dan ook spreken. Als u het over zilver wilt hebben wijst u naar Ag, bij galeniet (loodglans) zoekt u de bijbehorende formule PbS op, bij fluoriet CaF₂ enz. enz. Uw, zeg, Koreaanse collega biedt u (door u niet meteen herkende) kristallen aan. Bij het zien van uw vragende blik in de ogen zoekt hij in z'n Koreaanse mineralenboek naar het mineraal, ziet de formule CaWO₄, en u begrijpt na enig terugzoeken dat u scheeliet-kristallen heeft gekregen. Als de internationale Babylonische kontakten al zó makkelijk lopen, hoe handig, simpel en eenduidig zal de formule-taal dan zijn als men elkaar gewoon taalkundig kan verstaan.

2. U zult meer begrijpen en dus meer genieten van uw eigen en andermans verzameling. De elementen in uw mineralen vertellen u namelijk over de opbouw van de kristallen ervan, en verduidelijken sommige eigenaardigheden. Ze verklaren u waarom cerussiet en cinnaber zo zwaar zijn, waarom smithsoniet en niet annabergiet in zinkmijnen voorkomt, waarom malachiet wel met tetraëdriet maar niet met rhodoniet voor kan komen. De elementen helpen u ook bij het determineren omdat de aanwezigheid van het ene mineraal een ander kan doen vermoeden en een derde als onmogelijkheid af kan laten vallen. Het zal ook duidelijk worden dat een onbekende granaat in kalksteen wél grossulaar maar geen pyroop of almandien, laat staan een spessartien zal zijn.

fig. 5. Ook in Japan zijn de internationale afkortingen in gebruik.

Bij het afsluiten van dit eerste gedeelte kunt u alvast het volgende "extra" doen:

- a) Voor de aardigheid eens naar wat formules in uw boek kijken.
- b) Een misschien tóch wel handige alfabetische elementenlijst (de 50 sterren-elementen) en/of afkortingenlijst maken.
- c) In een encyclopedie eens wat elementen opzoeken.
- d) Een stel (5 à 10) kopieën (verkleind is erg handig) maken van figuur 3.

(wordt vervolgd)

直径, 軸方向, 底部の収縮量および鑄造時のたわみを調べた「高温埋没材による鑄型の冷却時における変形について」があり, せっこう系埋没材を高融点合金の鑄型材に利用するための基礎研究として「CaSO₄-SiO₂ 系固相反応」が報告されております。

「鑄造精度に関する研究」はCo-Cr-Ni系合金のりん酸埋没材鑄型の加熱開始時間の影響を調べた報告と複模型の変形が鑄造床の適合精度におよぼす影響について検討した「複模型精度と鑄造床の適合精度」の報告があります。

Laagvorming door gravende zeedieren

door E.G. van Diggelen

Inleiding

Laagvorming is het belangrijkste kenmerk van afzettingsgesteenten. Wanneer verwerking en erosie het vaste gesteente aantasten ontstaan afbraakprodukten, die door water, wind of ijs getransporteerd worden en elders tot afzetting komen. Deze gesteentefragmenten of mineralen worden afgezet in lagen. De gelaagdheid ontstaat door een afwisseling van de korrelgrootte en/of een afwisseling van de samenstelling van het sediment.

Minder bekend is de laagvorming die kan ontstaan door de activiteit van organismen die in nauwe relatie met het sediment leven. Het sediment is aan de ene kant onmisbaar voor deze bodembewonende dieren (verschillen, bescherming tegen uitdrogen, voedselbron), maar kan aan de andere kant een onverwacht dodelijk gevaar vormen. Bij te snelle sedimentatie kunnen veel bodembewoners in het sediment een verstikkingsdood sterven. Bij plotse erosie bestaat het gevaar dat de dieren worden uitgespoeld en naar elders worden getransporteerd, waar ze ook doodgaan, omdat ze niet zijn aangepast aan de nieuwe omgeving.

Sommige binnen het sediment levende dieren verplaatsen zich tijdens hun voedseltocht vrij door het sediment, bijvoorbeeld zeeëgels. Anderen daarentegen zijn gebonden aan een gegraven woonbouwsel en nemen hun voedsel van het sedimentoppervlak op of filteren dit uit een zelf opgewekte waterstroom. Hiertoe behoren veel wormen en schelpdieren. In alle gevallen is er sprake van een doorwoelen van het sediment, waarbij de oorspronkelijke gelaagdheid wordt verstoord. Deze gedragshandeling die in het doorwoelde sediment tot uitdrukking komt noemt men **bioturbatie**.

Terwijl de sedimentbewoners aan de ene kant de oorspronkelijke of primaire gelaagdheid verstoren kunnen ze aan de andere kant door hun levenswijze een nieuwe gelaagdheid doen ontstaan. Deze laagvorming kan een gevolg zijn van het deponeren van uitwerpselen op het sedimentoppervlak, waarbij een geheel nieuwe laag aan het sediment wordt toegevoegd, maar kan ook ontstaan door

een sortering van al eerder afgezette sedimentpartikels door een sedimentbewoner. In het laatste geval ontstaat een zogenaamde **biogeen gegradeerde gelaagdheid**. Een uitwerpselenlaag duidt men daarentegen als een **organogeen sediment** aan.

Organogene sedimentatie

Volgens Schäfer (1952) kunnen er in het waddengebied vaak donkergekleurde uitwerpselenlagen worden gevormd, die afgewisseld worden door lichtgekleurde bioturbate lagen. Het deponeren van dergelijke uitwerpselenlagen op het sedimentoppervlak noemt men organogene sedimentatie. De uitwerpselenlagen (de organogene sedimenten) worden door wormen gevormd. De wormen die in het sediment leven laten hun (minerale) uitwerpselen of in hun vraatgang achter, die zij toch geen tweede keer benutten, of buiten hun woonbouwsel op het sedimentoppervlak, zoals de wadpier. Sommige wormen deponeren minerale uitwerpselen als schoon zand op het oppervlak (de sedimentetende wadpier), andere donkergekleurde, organogene verteringsprodukten (waterfilterende wormen, bijvoorbeeld de veelkleurige zeeduizendpoot).

De niet-sedimentetende, in gangen wonende wormen slijmen hun ronde of ovale uitwerpselen ("keutels" of "pillen") op het sedimentoppervlak in. Na verloop van tijd komen er steeds meer. Er ontstaat geleidelijk een uitwerpselenlaag, die voortdurend wordt ingeslijmd en daarom steeds resistenter wordt. Zo'n organogene sedimentlaag ontstaat alleen bij periode van rustig water, soms enkele weken durend. Hoe langer de volgende sedimentatie op zich laat wachten des te dikker wordt deze donkergekleurde uitwerpselenlaag.

Bij stormvloed zal de zee een laag zand afzetten, waardoor de wormen zijn genoodzaakt hun bouwsel te verlaten. Zij vluchten naar het nieuwe sedimentoppervlak waar een nieuwe bewoningshorizont wordt gemaakt en waar de wormen opnieuw de uitwerpselen buiten hun gangen