

Afb. 8. Epitaxie van rutiel op hematiet. a. De 0-0 afstand van de (100)-vlakken van rutiel komt overeen met de 0-0 afstand in drie richtingen van het (0001)-vlak van hematiet. b. Benadering van de werkelijkheid: in die drie richtingen groeien talloze kleine rutielkristalletjes.

Orthoklaas vormt ook epitaxiale vergroeiingen met de Na-veldspaat albiet (afb. 6a). De eerder als primeur genoemde vergroeiing van stauroliet en kyaniet is in afb. 6b weergegeven; beroemde handstukken van deze fraaie en kleurige vergroeiing komen van Pizzo Forno in Tessin (afb. 7).

Wat minder bekende epitaxiale vergroeiingen zijn: xenotiem op zirkoon; amfibool op pyroxeen; biotiet op augiet.

### Bij de voorplaat

Een van de meest bekende epitaxiale vergroeiingen is die tussen de mineralen hematiet ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) en rutiel ( $\text{TiO}_2$ ), met name die van het Cavadri-dal in Tujetsch/Tavetsch (Graubünden, Zwitserland).

In de Alpen komt hematiet vaak voor als platte, plaatvormige, zeshoekige kristallen. In drie richtingen van het grote (0001)-vlak is de afstand tussen twee zuurstof-ionen in de interne structuur van hematiet  $2,9 \text{ \AA}$ . De afstand tussen twee zuurstof-ionen in het (100)-vlak in de richting van de lange as van rutiel-kristallen is praktisch gelijk:  $2,96 \text{ \AA}$ . Omwille van een grotere stabiliteit groeien er dus rutielkristallen in drie richtingen op het basisvlak van hematiet (afb. 8a en b, voorplaat).

De combinatie van de complexe georiënteerde vergroeiing en het opvallende kleurcontrast tussen de zwartglanzende hematiet en de bloedrode rutiel maakt van deze epitaxie een gewild verzamelaarsobject.

## Titanium en titaanmineralen

door drs. W.R. Moorer

Uit de vereniging van hemelgod Uranus en van Gea, Moeder Aarde, groeide het geslacht der Titanen: verrukkelijke en machtige wezens, die Gea zouden voorzien van rivieren, bergen en zeeën in geordende wetmatigheid. Na ernstige conflicten met vader Uranus, die zich verminkt en ontsteld afwendde, werd de wereldheerschappij overgenomen door de jongste der Titanen. Deze werd op zijn beurt verdrongen door zijn jongste zoon, Zeus. Maar toen Zeus zich had genesteld op de Olympus, zich omringde met goden, en de Titanen alle macht ontnam, ontbrandde een geweldige strijd tussen de Olympiërs en de Titanen. De verbitterde maar ongelijke strijd (de Olympiërs kregen steun van de verschrikkelijke Cyclopen) werd tijdelijk beslecht toen de Titanen de onderwereld in werden gejaagd: "zo diep in de aarde, als de afstand bedraagt die een aambeeld aflegt dat na negen dagen vallen eerst op de tiende dag aankomt". Aldus, zeer verkort, de Griekse mythologie over de Titanenstrijd.

### Gregor en Klaproth

De Engelse geestelijke William Gregor was ook actief als amateur-mineraloog. Omstreeks het jaar 1791 was hij bezig met de bestudering van een zwart mineraal, afkomstig uit het Menaccan- of Menachin-dal, Cornwall. Hij meende daarin een tot dan toe onbekend metaaloxide te hebben gevonden en noemde het nieuwe metaal naar de vindplaats: "menachine". Het bewuste mineraal werd later beschreven als ilmeniet.

De befaamde apotheker, chemicus en mineraloog Martin Heinrich Klaproth onderzocht een roodachtig mineraal

(dat later rutiel bleek te zijn) en besloot – in 1795 – dat het mineraal een oxide moest zijn van een tot dan toe nog niet beschreven metaal. Hij noemde dit metaal "titanium". Het waarom van die naam was, volgens Klaproth zelf, een negatieve: "Omdat zich, gezien de eigenschappen van het nieuwe metaal, geen typische naam laat vinden houd ik het voor het beste een benaming uit te zoeken die op zich niets zegt. En daarom dus ook niet tot een onjuist begrip aanleiding kan geven. De naam van de nieuwe metallische substantie wil ik daarom, net zoals bij uranium, ontleen aan de mythologie, en wel aan de oerzonen der aarde: de Titanen."

Hoewel in 1797 bleek dat Gregors menachine en Klaproths titanium identiek waren, werd de naam titanium ingevoerd. Pas in 1887 werd een redelijk zuiver preparaat van titanium bereid. Het pure metaal kent men pas sinds 1910.

### Voorkomen

Titanium is aanwezig in de zon en de sterren waarin het via de analyse van het uitgestraalde licht (spectroscopie) kan worden aangetoond. Ook meteorieten bevatten titanium. Diegenen die denken dat titanium een zeldzaam of exotisch metaal is moeten bedenken dat de aardkorst in feite zeer veel titanium bevat. De meest voorkomende gesteenten bevatten, in de vorm van vooral de mineralen rutiel, ilmeniet en titaniet, ongeveer 0,5% titanium. De aardkorst-als-geheel 0,58! ; waarmee titanium de negende plaats inneemt op de ranglijst van elementen in de aardkorst. Het is dus werkelijk **een algemeen voorkomend**

element en véél minder zeldzaam dan bijvoorbeeld zink, koper, lood of tin.

In tegenstelling echter tot de laatste metalen, die meestal geconcentreerd in hun ertsafzettingen aanwezig zijn, zijn titaniummineralen meestal fijn verdeeld in de gesteenten te vinden. Sommige zanden bestaan voor een aanmerkelijk gedeelte uit rutiel ( $\text{TiO}_2$ , dit bevat 60% Ti) of ilmeniet ( $\text{FeTiO}_3$  met 40% Ti), en zijn daarmee tot titaanerts gepromoveerd. Deze losse sedimentaire afzettingen concurreren dan met de Ti-ertsvoorkomens die in magmatische gesteenten geconcentreerd zijn, zoals in sommige basische pegmatieten of magmatische differentiaten. Zie afb. 1.

Per jaar worden enkele miljoenen tonnen ilmeniet en rutiel tot industrieel  $\text{TiO}_2$  verwerkt. In (zeer) kleine hoeveelheden komt Ti voor in planten, dieren en de mens. Het speelt in tegenstelling tot b.v. kobalt (Gea vol. 17 (1984), nr. 2) geen noemenswaardige biologische rol.

## Toepassingen

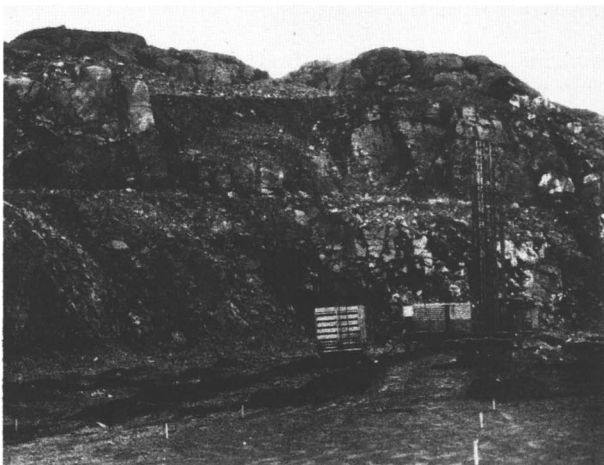
### Titaniumoxide ( $\text{TiO}_2$ )

Wij allemaal hebben dagelijks te maken met een aantal van de vele toepassingen van titaniumoxide. Vele industrieën gebruiken een of andere vorm van  $\text{TiO}_2$  als grondstof. Hoewel verreweg het meeste  $\text{TiO}_2$  als pigment ('titaanwit') in verf wordt gebruikt, vinden we het ook in inkten; kunststoffen, -rubbers en -vezels; in linoleum; beton; emaille; halfgeleiders; lenzen; schoenpoets; papier; cosmetica; tandpasta; zalfjes en levensmiddelen. Omdat het UV-straling absorbeert en reflecteert wordt het in de meeste zonnebrandcrèmes gebruikt. En welke edelsteenliefhebber kent niet het stereffekt van robijn en saffier, dat veroorzaakt wordt door rutiel-(=  $\text{TiO}_2$ )naaldjes?

### Titanium

Titanium-metaal was tot 35 jaar geleden eigenlijk een laboratorium-curiositeit. In 1946 werd een duur maar toch commercieel interessant proces gevonden om het (zuivere) metaal te verkrijgen. Puur titanium kost nu zo'n f 200,— per kg. Per jaar wordt ongeveer 20.000 ton

*Afb. 1. Open ilmenietgroeve van Tellnes, Rogaland, Zuidwest-Noorwegen. In deze enorme groeve wordt door de exploitant, Titania A.S., met modern materiaal grootschalig titaanerts gewonnen uit ilmeniet-noriet, een magmatisch gesteente. Het gesteente bevat er 18%  $\text{TiO}_2$ .*



titanium-metaal geproduceerd. Titanium is een licht, hard en sterk metaal en is, in tegenstelling tot b.v. aluminium, zeer temperatuur- en corrosiebestendig.

De meest tot de verbeelding sprekende toepassing van titaan als "mythologische zoon van hemel en aarde" is die in de raket- en ruimtevaartindustrie. Legeringen van titaan worden verder gebruikt als constructiemateriaal voor satellieten, scheepsschroeven en bewegende motor- en machine-onderdelen.

Het metaal is biologisch inert, hetgeen heeft geleid tot de vervaardiging van kunstledematen en botvervangende, of botversterkende, implantaten. Vele patiënten lopen met titaniumconstructies in heup, been of kaak rond!

### Overige Ti-verbindingen

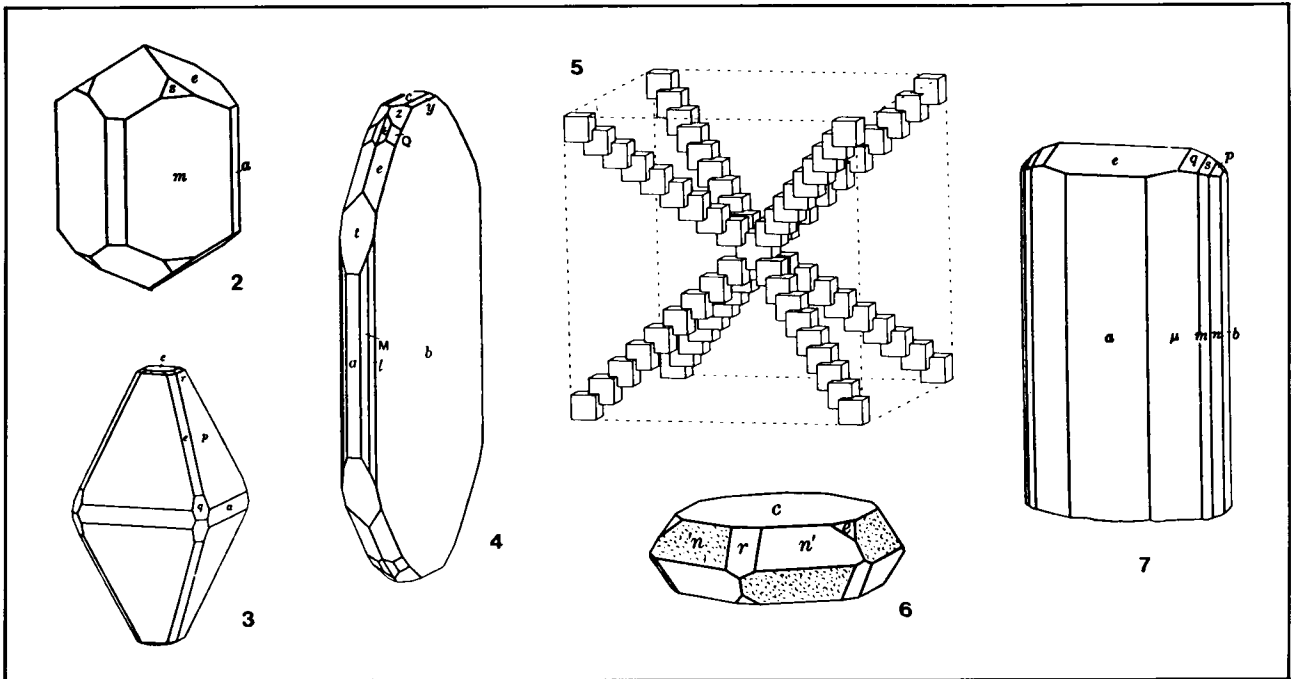
Behalve als Ti en  $\text{TiO}_2$  wordt titaan in de vorm van andere verbindingen gebruikt als glaskleurstof; slijppoeder; katalysator; rookgordijn-gas; beits voor de textielindustrie; component in de electronica; vlekverwijderaar; vlamdoofmiddel; antitumor-geneesmiddel.

## Titaanmineralen, een overzicht

Het gedrag van titanium bij de mineraal- en gesteentevorming is uitgesproken lithofiel. Dat betekent, grofweg, dat titanium een sterke neiging heeft zich met zuurstof en silicium te verbinden tot oxiden en silicaten. Bijna alle titanium-mineralen behoren dan ook tot de oxiden of de silicaten. Er zijn maar enkele buitenbeentjes: osborniet, dat uitsluitend in meteorieten voorkomt, is  $\text{TiN}$ . Dit titaniumnitride is een eigenaardige verbinding, die tegenwoordig synthetisch wordt bereid om als bestanddeel van zeer hard slijppoeder te worden toegepast. Het enige sulfide is heideiet. Er zijn twee boraten: tintaniet en warwickiet; en twee fosfaten: mantienniet en paulkerriet. Uitsluitend in het Binntal, Zwitserland, wordt het enige titaanarseniet gevonden: cafarsiet  $\text{Ca}_3(\text{Ti,Fe,Mn})_4(\text{AsO}_3)_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

De overige 150(!) titaanmineralen laten zich in 2 x 2 groepen indelen. Allereerst wordt onderscheid gemaakt tussen de oxiden en de silicaten. Deze laatste groep — zo weet u — heeft Si in de formule. Voor de tweede indeling gaan we weer even terug naar de Griekse mythologie. Zeus, heerser op de Olympus, had een zoon, genaamd Tantalus. Deze Tantalus, in eerste instantie lieveling der goden, beproefde zijn broodheren in ernstige mate, waarna hij gestraft werd met eeuwig honger en dorst lijden in een meer "welks water nooit over zijn lippen kwam en onder bomen vol geurig ooft, wier takken wegbogen, als hij het plukken wilde". De vloek van Tantalus' misdaden rustte op heel zijn nageslacht, inclusief zijn mooie dochter Niobe, moeder van 7 zonen en 7 dochteren, die later in een rots werd veranderd "die steeds weer tranen schreit".

De elementen (metalen) tantalium en niobium komen bijna steeds gezamenlijk voor. Zij gedragen zich in de aardkorst tijdens de gesteente- en mineraalvorming vaak ongeveer op dezelfde wijze als titanium doet. In zeer veel van de titanium-oxiden en -silicaten vinden we dan ook niobium en tantalium. Ook enkele andere metalen: uranium, thorium (ook dit tweetal is naar mythologische figuren genoemd!) en de zeldzame aardmetalen (vooral cerium en yttrium) gedragen zich soms als titanium. Op grond van deze gegevens onderscheiden we titanium-mineralen zónder en titanium-mineralen mét (minstens één van) de elementen Nb; Ta; U; Th; Ce; Y.



Afb. 2. Kristalvorm van rutiel.

Afb. 3. Anataas.

Afb. 4. Brookiet, rutiel, anataas en brookiet hebben dezelfde chemische formule:  $TiO_2$ , maar zijn kristallografisch verschillend. Dit verschijnsel wordt polymorfie genoemd.

Afb. 5. Perovskiet. Dit kubische mineraal vertoont vaak een skeletvormige groei.

Afb. 6. Ilmeniet.

Afb. 7. Pseudobrookiet.

latrapiet	$(Ca,Na)(Nb,Ti,Fe)O_3$	} perovskietgroep
lopariet	$(Ce,Na,Ca)(Ti,Nb)O_3$	
"dysanalyt"	$Ca(Ti,Nb)O_3$	
ilmenorutiel	$(Ti,Nb,Fe)_3O_6$	} mengreeks
strüveriet	$(Ti,Ta,Fe)_3O_6$	

De overige mineralen van de oxiden uit groep B bevatten alle zo'n 6 of meer metalen.

De meeste vormen ingewikkelde mengreeksen. Het bekende pyrochloor kan geschreven worden als:

$(Na,Ca,Ce)_2(Nb,Ta,Ti)_2O_6(OH,F)$ . Zo ook betafiet:  $(Ca,Na,U)_2(Ti,Nb,Ta)_2O_6(OH)$ .

Hetzelfde bouwprincipe, nl. (metalen)

$(Ti,Nb,Ta)_2O_6(OH,F)$  bezitten alle mineralen van deze zogeheten pyrochloorgroep:

Véél Ti bevatten: bariopyrochloor; yttrobetafiet; plumbobetafiet; calciobetafiet; stibiobetafiet; yttropyrochloor en zirkeliet.

Minder Ti bevatten: bariomicroliet; bismutomicroliet; ceriopyrochloor; cesstibantiet; kalipyrochloor; microliet; plumbomicroliet; plumbopyrochloor; natrobistantiet; stannomicroliet; uranmicroliet; uranpyrochloor. Alle mineralen van de pyrochloorgroep kristalliseren in het kubische systeem.

Een ander bouwprincipe: (metalen)  $(Ti,Nb,Ta)_2(O,OH,F)_6$  bezitten de mineralen van de aeschyniet-groep.

aeschyniet (afb. 8):  $(Ce,Ca,Fe,Th)(Ti,Nb,Ta)_2(O,OH)_6$ , aeschyniet - (Y); aeschyniet - (Nd); niobe-aeschyniet; tantalaeschyniet; vigezziet.

Een overeenkomstig bouwprincipe: (metalen)

$(Ti,Nb,Ta)_2O_6$  vertonen de mineralen euxeniet; polykraas (afb. 9)\*); ytrocraasiet; samarskiet (afb. 10); fersmiet; tanteuxeniet; fergusoniet; thorutiet; branneriet; kobeiet.

Echter, in tegenstelling tot de mineralen van de pyrochloor- en aeschyniet-groep vertonen de laatstgenoemde véél minder (kristallografische) verwantschap.

Nóg minder verwantschap (op een paartje en een trio na) hebben de overige mineralen van groep B: davidiet en crichtoniet; belyankiet, mangaanbelyankiet en gerasimovskiet; murataiet; schetelingiet; polymigniet (afb. 11); staringiet.

De ingewikkelde chemische samenstelling van bovenge-

## OXIDEN

### A. Oxiden zonder Nb, Ta, U, Th, Ce, Y

rutiel (afb. 2)*)	$TiO_2$
anataas (afb. 3)*)	$TiO_2$
brookiet (afb. 4)	$TiO_2$
srilankiet	$(Ti,Zr)O_2$
tazheraniet	$(Zr,Ca,Ti)O_2$
hongquiet	$TiO$
perovskiet (afb. 5)	$CaTiO_3$
pyrophaniet	$MnTiO_3$
geikieliet	$MgTiO_3$
tausoniet	$SrTiO_3$
macedoniet	$PbTiO_3$
ilmeniet (afb. 6)*)	$FeTiO_3$
pseudobrookiet (afb. 7)	$Fe_2TiO_5$
pseudorutiel	$Fe_2Ti_3O_9$
ulvöspinel	$TiFe_2O_4$

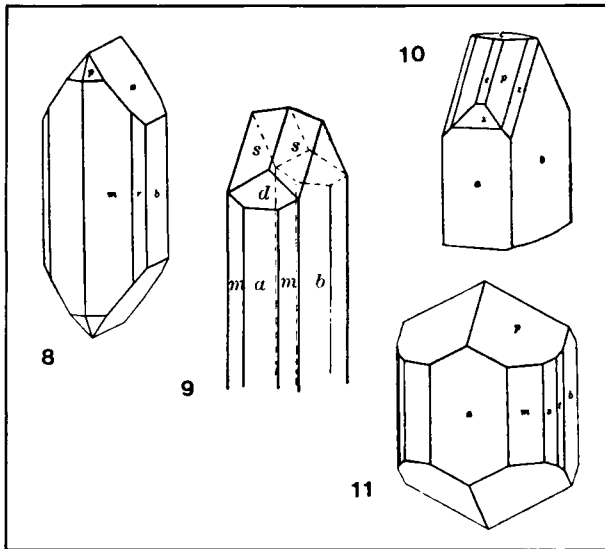
Verder behoren tot deze groep de volgende mineralen die we, jammer voor de verzamelaar, zelden of nooit te pakken zullen krijgen:

armalcoliet; cafetiet; calzirtiet; derbyliet; freudenbergiet; hiboniet; högbomiet; jeppeiet; kassiet; kennedyiet; landauiet; lewisiet; lindsleyiet; loveringiet; mathiasiet; nolanië; prideriet; romeiet; schreyeriet; senaiet; en uhlingiet.

### B. Oxiden met Nb, Ta, U, Th, Ce, Y

Een aantal interessante Ti-houdende mineralen horen hier thuis.

Chemisch gezien nog eenvoudig van samenstelling zijn:

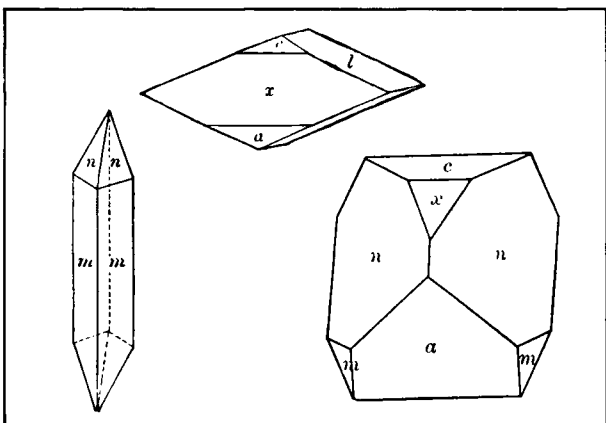


Afb. 8. Aeschniet.  
 Afb. 9. Polykraas.  
 Afb. 10. Samarskiet.  
 Afb. 11. Polymigniet.

noemde mineralen komt aardig tot uitdrukking in de mineraalnamen polymigniet en polykraas (poly = veel; migma en krasis = mengsel (Grieks)). Nog fraaier is euxeniet dat (Gr.) zoveel betekent als "vriendelijk, gastvrij voor vreemden", vanwege de vele zeldzame metalen die het mineraal bevat.

Het is voor de verzamelaar heel lastig om goede specimens van de B-groep te bemachtigen. Vele van deze mineralen zijn alleen met behulp van professionele methoden determineerbaar. Vele ook komen vooral voor als onooglijke, massieve brokstukken. Uitzonderingen vormen vooral betafiet en sommige pyrochloren. Systematische mineralenverzamelaars wordt aangeraden om te proberen minstens één van de genoemde subgroep-mineralen in het bezit te krijgen, om zodoende een min of meer representatieve collectie op te bouwen. Het moet mogelijk zijn om, bijvoorbeeld, latrapiet, betafiet, pyrochloor, kalipyrochloor, aeschniet, euxeniet, samarskiet en davidiet als meest bekende vertegenwoordigers op de kop te tikken.

Afb. 12. Enkele kristalvormen van titaniet.



## SILICATEN

### A. Silicaten zonder Nb, Ta, U, Th, Z, Ca, Y

De Ti-silicaten in deze groep bevatten doorgaans gewone, veel voorkomende elementen zoals natrium, kalium, magnesium, calcium, ijzer, mangaan.

Uitgesproken buitenbeentjes zijn:

redledgeiet, met chroom (Cr); pabstiet, met tin (Sn); asbecasiet, met tin, arseen en beryllium (!)

Bekijken we de niet-buitenbeentjes van deze groep, dan valt al gauw op dat het metaal barium zéér vaak in de formules voorkomt. Dit metaal neemt in een kristalrooster een groot volume in, en blijkbaar gaat dat goed in de vele Ti-silicaten van groep A. We kunnen A dan ook splitsen in barium-houdende en niet Ba-houdende mineralen. Strontium doet, als zusje van barium, hier ook mee. Dus:

#### A-1. Ti-silicaten zonder Nb, etc., en zonder Ba en Sr

titaniet (spheen), (afb. 12*):	$\text{CaTiSiO}_5$
lomonosoviet (afb. 14):	$\text{Na}_2\text{Ti}_2\text{Si}_2\text{O}_9 \cdot \text{Na}_3\text{PO}_4$
lorenzeniet (ramsayiet):	$\text{Na}_2\text{Ti}_2\text{Si}_2\text{O}_9$
aenigmatiet:	$\text{Na}_2\text{Fe}_5\text{TiSi}_7\text{O}_{19}(\text{OH})$
tinaksiet:	$\text{K}_2\text{NaCa}_2\text{TiSi}_7\text{O}_{19}(\text{OH})$
zoriet:	$\text{Na}_2\text{Ti}(\text{Si,Al})_3\text{O}_9 \cdot \text{H}_2\text{O}$
natisiet:	$\text{Na}_2(\text{TiO})(\text{SiO}_4)$
neptuniet:	$\text{Na}_2\text{KLi}(\text{Fe,Mn})_2\text{Ti}_2\text{Si}_8\text{O}_{24}$
mangan-neptuniet:	$\text{Na}_2\text{KLi}(\text{Mn,Fe})_2\text{Ti}_2\text{Si}_8\text{O}_{24}$

Let bij tinaksiet en natisiet op de naamgeving, die gebaseerd is op de chemische symbolen!

Aenigmatiet ("raadselsteen") is zo genoemd omdat de onderzoekers destijds nogal wat onopgeloste problemen met de analyse van dit mineraal hadden.

Het mooie rose zoriet is genoemd naar het Russische woord 'zora' dat zoveel betekent als de kleur van de hemel bij ondergaande zon. Neptuniet is natuurlijk genoemd naar Neptunus, god van de zee. Waarom, is niet duidelijk. Tot A-1 behoort óók een granaat: schorlomiet (niet te verwarren met "schorl" = zwarte toermalijn). De variëteitnaam 'melaniet' wordt gebruikt voor een mooie, zwarte, Ti-houdende andradiet-granaat. Deze naam heeft geen officiële status. Een aantal mineralen uit de grote groep der pyroxenen bevat Ti. Voor Ti-houdende augiet wordt de term 'titaanaugiet' gebruikt; ook deze naam heeft geen officiële status. Amphibolen bevatten (soms) wat Ti. De titaanrijke amphibolen barkevikië, kaersutiet, sadanagaiet en magnesio-sadanagaiet hebben wel officiële status.

Tot slot de overige A-1 mineralen:

götzeniet, koashviet, soboleviet, janhaugiet, narsarsukiet, tisinaiet, kazakoviet, penkviiksiet, vinogradoviet, katayamalië, rhöniet, en het trio: astrophylliet\*, hydroastrophylliet en magnesiumastrophylliet.

Dit trio vormt eigenlijk al de overgang naar de B-silicaten, vanwege de mengkristalvorming met de kupletsiet-groep, die zirkoon bevat.

Maar eerst de A-2 mineralen:

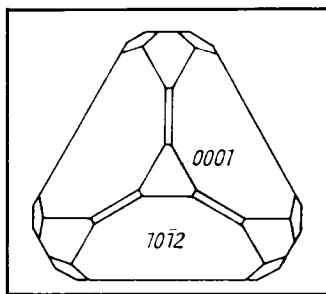
#### A-2. Ti-silicaten zonder Nb, etc., maar mét Ba of Sr

De bekendste zijn:

benitoiet (afb. 13)	$\text{BaTiSi}_3\text{O}_9$
fresnoiet	$\text{Ba}_2\text{TiSi}_2\text{O}_8$
lamprophylliet	$\text{Na}_2(\text{Sr,Ba})_2\text{Ti}_3(\text{SiO}_4)_4(\text{OH,F})_2$

De overige sommen we op:

bafertisiet, batisiet, bario-orthojoaquiniet, inneliet, jinshajiangiet, jonesiet, leucospheniet, muiriet, nagashimaliet, ohmiliet, taramelliet, titantaramelliet, tienshaniet, traskiet, verplanckiet, yoshimuraïet, yuksporiet, Voorwaar, een moeilijk over de tong te krijgen stel namen.



Afb. 13. Benitoiet.

Nóg moeilijker is het om specimens ervan in de verzameling te krijgen.

### B. Ti-silicaten met Nb, Zr, Ce, Y

Epistoliet, murmaniet, mosandriet, allaniet, fersmaniet, lovozeriet, kupletsbiet, rosenbuschiet, joaquiniet, niobophylliet, tranquillityiet.

Nu toch een beetje duizelig geworden van onze Ti-mineralen? Of ziet u de aardigheid er nog steeds van in? Misschien als we eens nagaan waarom dit soort ingewikkelde mineralen eigenlijk zo heet: epistoliet naar epistel = brief, vanwege de witte kleur en platte, rechthoekige kristallen. Murmaniet naar de vindplaats bij Murmansk, Kola, Rusland. Mosandriet naar Carl Gustav Mosander, Zweeds chemicus en mineraloog, die zeldzame aardmetalen zoals Ce en Y onderzocht. Fersmaniet naar Alexander Evgeniwitsj Fersman, Russisch mineraloog die expedities naar Chibina, Kola, Rusland, leidde. (Ook fersmiet, een Ti-oxide, is naar hem genoemd). Lovozeriet naar het Lovozero-massief, Kola.

Kupletsbiet naar Boris Michailowitsj Kupletski en Elsa Maximilianova Kupletskaya, Russische geologen. Rosenbuschiet naar Karl Heinz Rosenbusch, Duits mineraloog. Joaquiniet naar de vindplaats Joaquin, Californië. Niobophylliet naar het element niobium en naar phyllos (Gr.) voor blad, vanwege de mica-achtige splijting. Tranquillityiet naar Mare Tranquillity (Zee der Ruste) op de Maan, vindplaats van het mineraal dat – later – ook op aarde werd ontdekt.

Afb. 14. Tsjechische postzegel met afbeelding van de Lomonosov-universiteit te Moskou. Bovenin de toren bevindt zich een fraaie mineralencollectie. Lomonosov was een befaamd Russisch mineraloog.



De overige mineralen van de B-reeks zijn: baotiet, baratoviet, bornemaniet, cesium-kupletsbiet, chevkiniet, ilmajokiet, karnasurtiet, laplandiet, labuntsoviet, nenadkevichiet, orthojoaquiniet, perrieriet, peterasiet, seidozeriet, shcherbakoviet, tadzshikiet, tundriet, tundriet-(Nd), vuonnemiet, zirsinaliet, yftisiet. Als verrassing hoort hier nog de (zeldzame) granaat kimzeyiet thuis:  $\text{Ca}_3(\text{Zr,Ti})_2(\text{Al,Si})_3\text{O}_{12}$ .

### Titaan is overal!

De voorplaat van dit Gea-nummer laat een Ti-oxide zien: prachtige rutielkristallen, gegroeid op hematiet. Uit dit artikel over Ti-mineralen moge blijken dat titanium een veelzijdig metaal is, dat niet alleen in rutiel maar in een gróót aantal interessante mineralen vertegenwoordigd is. Veel van deze mineralen kennen wij alleen van naam, en vaak zelfs dát niet eens. De beginners onder ons zal het niet makkelijk vallen de aardigheid van een lange opsomming, zoals hierboven, te waarderen. Zij zullen al blij zijn de mineralen rutiel, anataas, brookiet, ilmeniet en astrophylliet van elkaar te kunnen onderscheiden. Ook de gevorderde verzamelaar zal wel wat moeite hebben met de vele voor hem nog onbekende mineraalnamen en de vaak lange chemische formules die erbij horen. Hij weet echter dat die formules een hulpmiddel zijn om, vanaf het papier, al op voorhand veel aan de weet te komen over de mineralen.

Dat titaan in heel veel mineralen aanwezig is, al is dat in nog zo kleine hoeveelheid, is door dit artikel wel duidelijk geworden.

### Literatuur

- Weast, R.D. (ed): Handbook of Chemistry and Physics, 65e druk (1984), CRC-Press, Cleveland, Ohio, USA.  
 Windholz, M. (ed): The Merck Index, 9e druk (1976), Merck & Co., Rahway, N.J., USA.  
 Lüschen, H.: Die Namen der Steine (1968), Ott Verlag, Thun, Zwitserland.  
 Mitchell, R.A.: Mineral Names. What do they mean? (1979), Van Nostrand Reinhold, New York, N.Y., USA.  
 Fleischer, M.: Glossary of mineral species (1983), The Mineralogical Record Inc., Tucson, Arizona, USA.  
 Ramdohr, P. en Strunz, H.: Klockmanns Lehrbuch der Mineralogie, 16e druk (1978), Enke Verlag, Stuttgart, BRD.  
 Dillen, H.: "Anataas, brookiet, rutiel. Een typevoorbeeld van polymorfie", Geonieuws 10 (1985) 96 – 111.  
 Suys-Reitsma, S.J.: Helleense Mythos, 4e druk (1956), Paris, Amsterdam.

\*) In de afgelopen jaren hebben diverse titaanmineralen als kleurenfoto in Gea gestaan. We geven een opsomming.  
**rutiel**: vol. 17 (1984, Zwitserse Alpen), foto's C (variëteit sageniet) en L (tweeling); vol. 18 (1985), nr. 4 (dit nummer): de voorplaat;  
**anataas**: vol. 15 (1982: Micromounts), foto 6; vol. 17 (1984), nr. 1, foto C;  
**ilmieniet**: vol. 13 (1980, Pegmatieten), foto 33; vol. 17 (1984), nr. 1, foto M;  
**euxeniet-polykraas**: vol. 13 (1980), nr. 1, foto 10;  
**titaniet**: vol. 13 (1980) nr. 1, foto 29; vol. 15 (1982), nr. 4: voorplaat; vol. 17 (1984), nr. 1, foto B;  
**astrophylliet**: vol. 13 (1980), nr. 1, foto 34.