

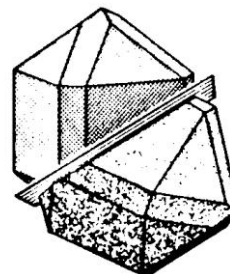
TWEELINGKRISTALLEN

door drs. E.A.J. Burke
 Instituut voor Aardwetenschappen
 Vrije Universiteit, Amsterdam

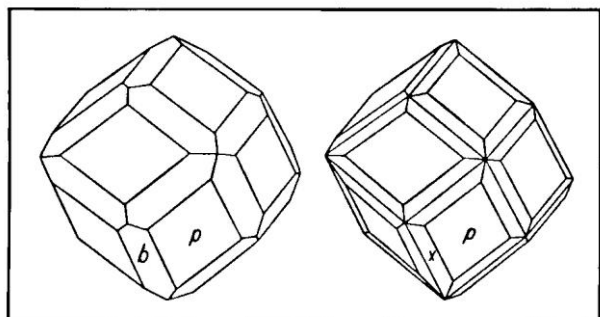
Inleiding

Als mineralen onbelemmerd kunnen groeien vormen zij kristallen met hun eigen karakteristieke vorm: idiomorfe of euhedrische kristallen (afb. 1). Als kristallen tegen elkaar aan groeien ontstaan aggregaten.

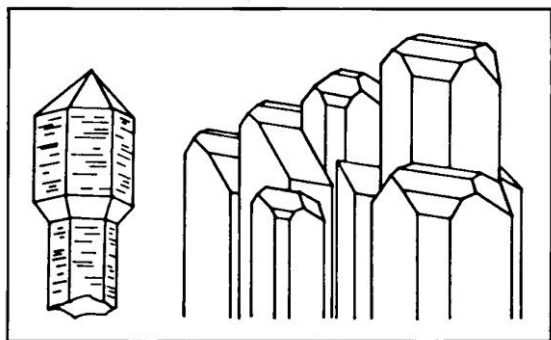
Er zijn drie verschillende typen van vergroeiing van kristallen van eenzelfde mineraal. Het eerste type is de **willekeurige vergroeiing**: de kristallen hebben alleen de eigenschap gemeenschappelijk dat ze zich in elkaars nabijheid bevinden. Het tweede type is een aggregaat van kristallen met onderling evenwijdige ribben en vlakken (afb. 2): dit noemt men **parallelgroei**. In feite kan men een dergelijk aggregaat beschouwen als een enkel kristal omdat de interne structuur ononderbroken, zonder wijziging in oriëntatie, door het hele specimen heen doorloopt. Het derde type van vergroeiing tussen identieke kristallen ontstaat als de twee kristallen met elkaar in verband staan via een symmetrie-element dat niet in de afzonderlijke kristallen aanwezig is (afb. 3). Een dergelijke wetmatige vergroeiing noemt men **tweelingen**: de ribben en de vlakken van de twee kristallen maken welbepaalde hoeken met elkaar die specifiek zijn voor ieder mineraal.



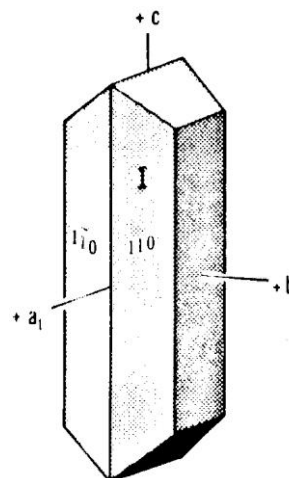
Afb. 3. Tweelingkristallen van cassiteriet. De twee kristallen zijn elkaars spiegelbeeld via het aangegeven tweelingsvlak.



Afb. 1. Idiomorfe kristallen van granaat.



Afb. 2. Voorbeelden van parallelgroei. Links: scepter-kwarts; rechts: bariet.

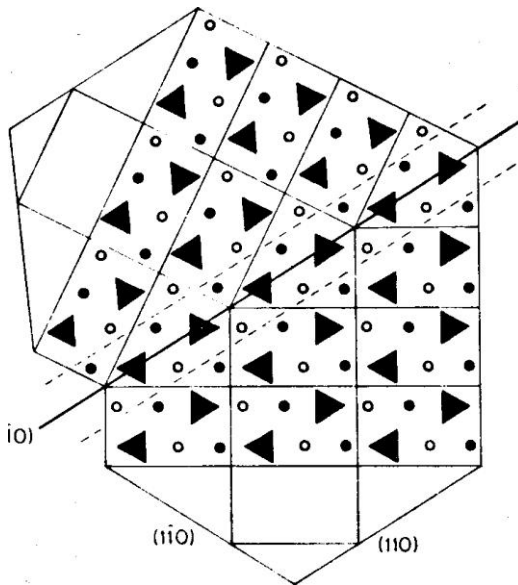


Afb. 4. Orthorhombisch kristal van aragoniet.

Tweelingen van aragoniet

In bijna alle mineralogiehandboeken wordt het voorbeeld van aragoniet gebruikt om de wetmatigheid van de tweelingsvorming te verklaren.

Aragoniet vormt orthorhombische kristallen (afb. 4). Aragoniet is een calciumcarbonaat met formule CaCO_3 . De kristalstructuur van aragoniet bestaat uit de complexe anionen $[\text{CO}_3]_2$, de carbonaatgroepen, die met elkaar verbonden worden door de Ca_2 -kationen. De CO_3 -groep heeft de vorm van een driehoek met de drie zuurstofatomen op de hoekpunten en het koolstofatoom in het centrum. In afb. 5 is een tweeling van aragoniet afgebeeld in een doorsnede loodrecht op de verticale c-as van afb. 4; let ter oriëntatie op de positie van de vlakken (110) en $(1\bar{1}0)$. In afb. 5 stellen de kleine open en zwarte cirkeltjes de Ca-atomen voor, en de zwarte driehoekjes de CO_3 -groepen. In beide gedeelten van de tweeling is er een regelmatige rangschikking van de Ca-atomen en van de CO_3 -groepen. Het vlak $(1\bar{1}0)$, evenwijdig aan het vlak (110), is het vergroeiingsvlak tussen de twee aragonietkristallen. De rangschikking van Ca en CO_3 in het gebied tussen de



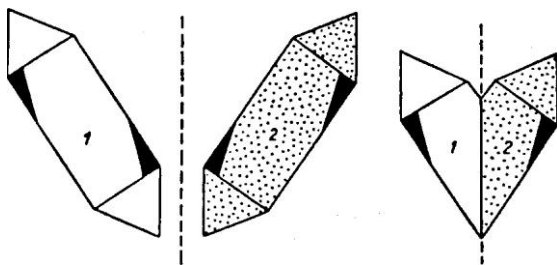
Afb. 5. Tweeling van aragoniet in dwarsdoorsnede; zie tekst voor verklaring.

gestreepte lijnen komt overeen met de rangschikking van ieder van de twee afzonderlijke kristallen. Dit fenomeen kan zich alleen voordoen als de twee individuen onder een welbepaalde hoek met elkaar vergroeien! Dat is de wetmatigheid van de tweelingsvorming. Daarom spreekt men ook van **tweelingswetten**: de interne structuur van een mineraal bepaalt of er tweelingen gevormd kunnen worden, en zo ja, onder welke hoek. In het geval van aragoniet is het vlak $(\bar{1}\bar{1}0)$ het tweelingsvlak; ten opzichte van dit vlak zijn de twee kristallen elkaars spiegelbeeld.

Soorten tweelingen

Tweelingen worden ingedeeld op grond van hun symmetrie en op grond van de ruimtelijke verhoudingen tussen de tweelingkristallen.

Symmetrie. Kristallen kunnen zoals in het geval van aragoniet (afb. 5) vertweelingsvlak zijn langs een symmetrievlak. Dergelijke tweelingen noemt men **reflectietweelingen** omdat de twee kristallen elkaars spiegelbeeld zijn (afb. 6). Het contactvlak noemt men het **tweelingsvlak**. De cassite-

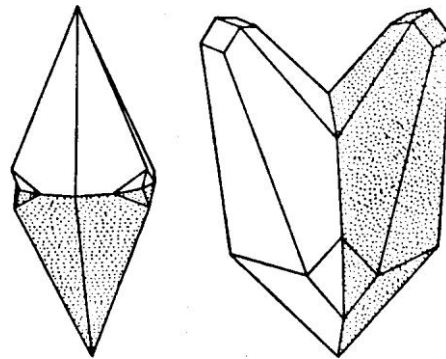


Afb. 6. Links: symmetrische opstelling van twee identieke kristallen t.o.v. een spiegelvlak (gestreept); rechts: tweelingkristal met tweelingsvlak (gestreept).

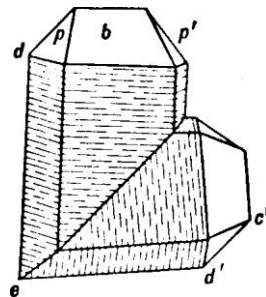
rietweeling (afb. 3) is eveneens een reflectietweeling. Andere voorbeelden zijn de tweelingen van calciet (afb. 7), de Japanse tweeling van kwarts (afb. 8) en de rutielweeling van foto 1.

Kristallen kunnen ook vertweelingsvlak zijn door een draaiing van 180° langs een tweelingsas (afb. 9): deze tweelingen noemt men **rotatietweelingen**, zoals de Karlsbadtweelingen van orthoklaas en de tweelingen van fluoriet (afb. 10).

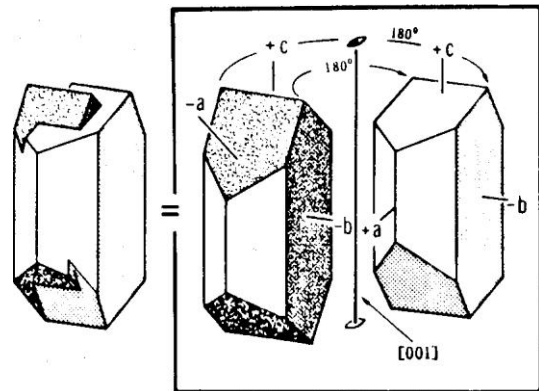
Ruimtelijke verhoudingen. Tweelingen worden ook ingedeeld naar de wijze van vergroeiing. In **contacttweelingen** (afb. 3, 5, 6, 7, 8, foto 1) kunnen de twee kristallen volkomen van elkaar gescheiden worden langs een plat vlak. In **penetratietweelingen** (ook doorkruisings-



Afb. 7. Reflectietweelingen van calciet.

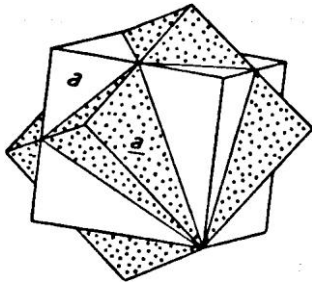


Afb. 8. Japanse tweeling van kwarts.

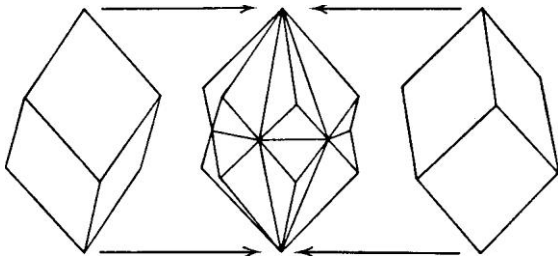


Afb. 9. De Karlsbadtweeling van orthoklaas bestaat uit twee kristallen die 180° t.o.v. elkaar gedraaid zijn langs een tweelingsas, die samenvalt met de c-as.

doordringingstweelingen genoemd) zijn de twee kristallen langs een ingewikkeld patroon met elkaar vergroeid (afb. 9, 10, 11, 12, foto 2). Door de wijze van vergroeien hebben zowel contact- als penetratie-tweelingen inspringende hoeken, een verschijn-



Afb. 10. Rotatietweeling van fluoriet.



Afb. 11. Penetratietweeling van sideriet.

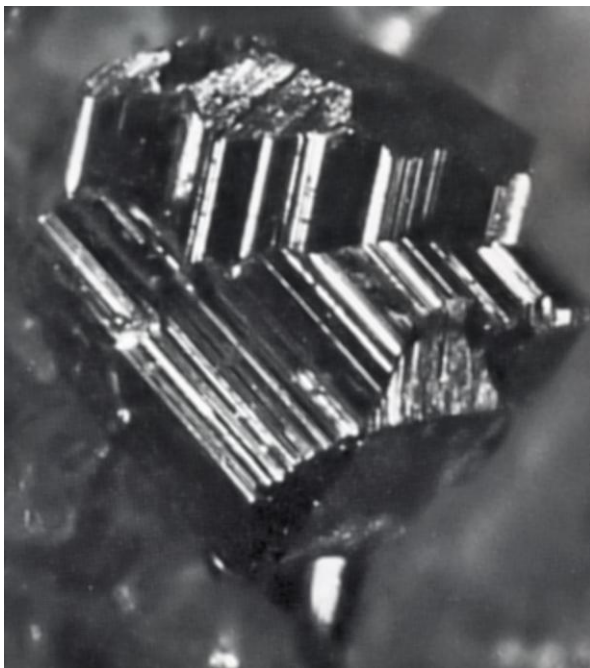


Foto 1. Knietweeling van rutiel (met gestreepte kristalvlakken). Vergelijk de tweeling van afb. 13. Af meting grootste kristalindividu: 1,5 mm. Vindplaats: Gorb, Binntal, Zwitserland. Collectie: W.J. Lustenhouwer.

sel dat zich in afzonderlijke kristallen niet voordoet, met uitzondering van parallelgroei (afb. 2).

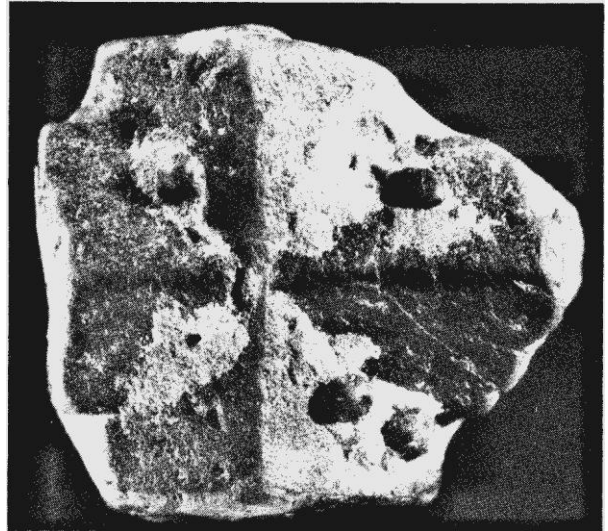
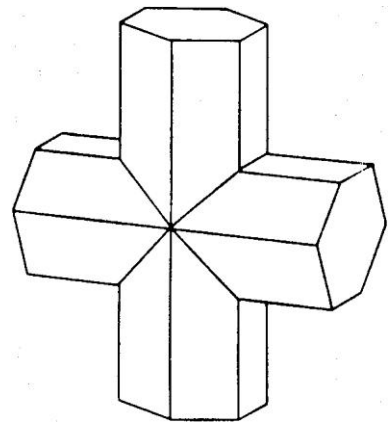


Foto 2. Kruistweeling van stauroliet (met bolvormige pyroop, een granaat). Afm. 25 x 23 mm. Vindplaats: Taos, New Mexico. Collectie: drs. W. R. Moorer.

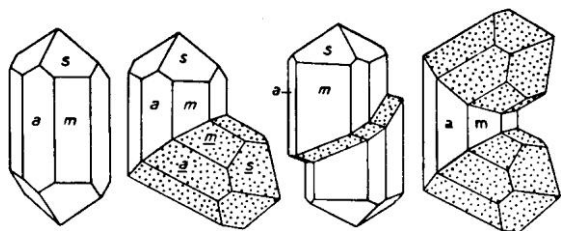


Afb. 12. Penetratietweeling van stauroliet.

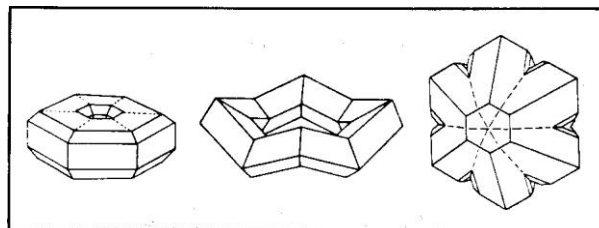
Veelingen

Als de symmetriehandeling (tweelingsas of -vlak) waardoor de tweelingen ontstaan een aantal malen herhaald wordt krijgt men veelingen (afb. 13). Bij onderling evenwijdige vergroeiingsvlakken ontstaan polysynthetische veelingen zoals bij plagioklaas (afb. 14-A en foto 3) en calciet (afb. 14-B).

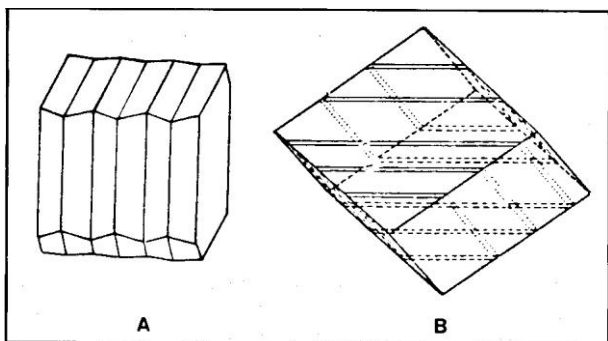
Als de verschillende tweelingsvlakken hoeken van ongeveer 120° , 90° , 60° of 45° met elkaar maken ontstaan cyclische veelingen. Bekende voorbeelden daarvan zijn rutiel en chrysoberyl (afb. 15). Cyclische veelingen vertonen pseudosymmetrie: de samengevoegde individuen hebben een andere, meestal hogere symmetrie dan in de afzonderlijke kristallen. Zo vertonen de rutielzetting in afb. 15 (links) en de chrysoberyl-drieling in afb. 15 (rechts) hexagonale symmetrie terwijl de afzonderlijke kristallen van rutiel tetragonaal zijn en die van chrysoberyl orthorhombisch.



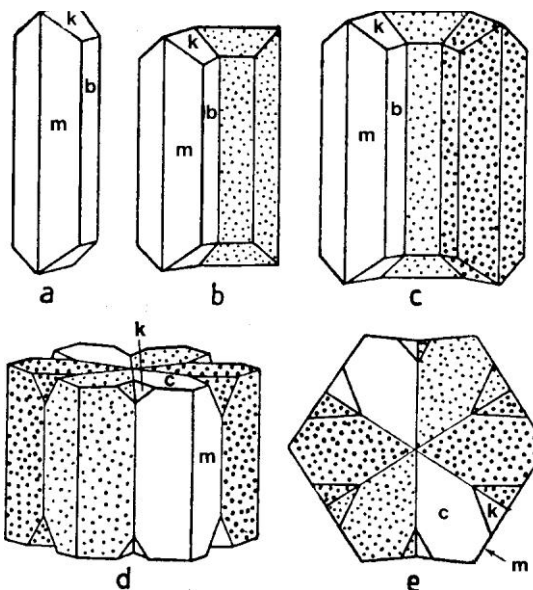
Afb. 13. Rutiel; van links naar rechts: een afzonderlijk kristal, een tweeling en twee drielingen.



Afb. 15. Cyclische veelingen. Links: contactzesling van rutiel; midden: contactachtling van rutiel; rechts: penetra-triedieling van chrysoberyl.



Afb. 14. Polysynthetische veelingen van plagioklaas (A) en calciet (B).



Afb. 16. Aragoniet: a. afzonderlijk kristal; b. contact-tweeling; c. contactdrieling; d. zij aanzicht van penetratie-drieling; e. bovenaanzicht van d.

Als slot van deze uiteenzetting zijn in afb. 16 de diverse mogelijkheden van aragoniet weergegeven. Afb. 16-a stelt een afzonderlijk kristal van aragoniet voor (vgl. afb. 4); afb. 16-b is een contacttweeling (vgl. afb. 5); afb. 16-c is een contactdrieling; afb. 16-d is een zij aanzicht en afb. 16-e een bovenaanzicht van een penetratiedrieling van aragoniet: let op de hexagonale pseudosymmetrie daarvan in vergelijking met de orthorhombische symmetrie van afzonderlijke aragonietkristallen (afb. 16-a). Zie ook foto's 4 en 5.

Bij de voorplaat

Op de omslag van dit Gea-nummer staat een tweeling van het mineraal titaniet afgebeeld. Titaniet is een silicaat van calcium en titanium: $\text{CaTi}[\text{SiO}_6]/\text{O}$. Men noemt dit mineraal ook sfeen (afgeleid van het Griekse woord sphen = wig) omwille van de wigvormige kristallen met scherpe kanten. Titaniet vormt monokliene kristallen met een uitgebreid scala van vormen (afb. 17). De tweeling van titaniet op de omslag is er een van kristallen als in afb. 17, boven links. Titaniet vormt ook andere tweelingen, zoals in afb. 18 (rechts). De tweeling van de omslag staat schematisch



Foto 3. Polysynthetische tweelingen van plagioklaas. Microscopfoto van doorsnede in slijpplaatje, met gepolariseerd licht. Vergroting ongeveer 40 x lineair.

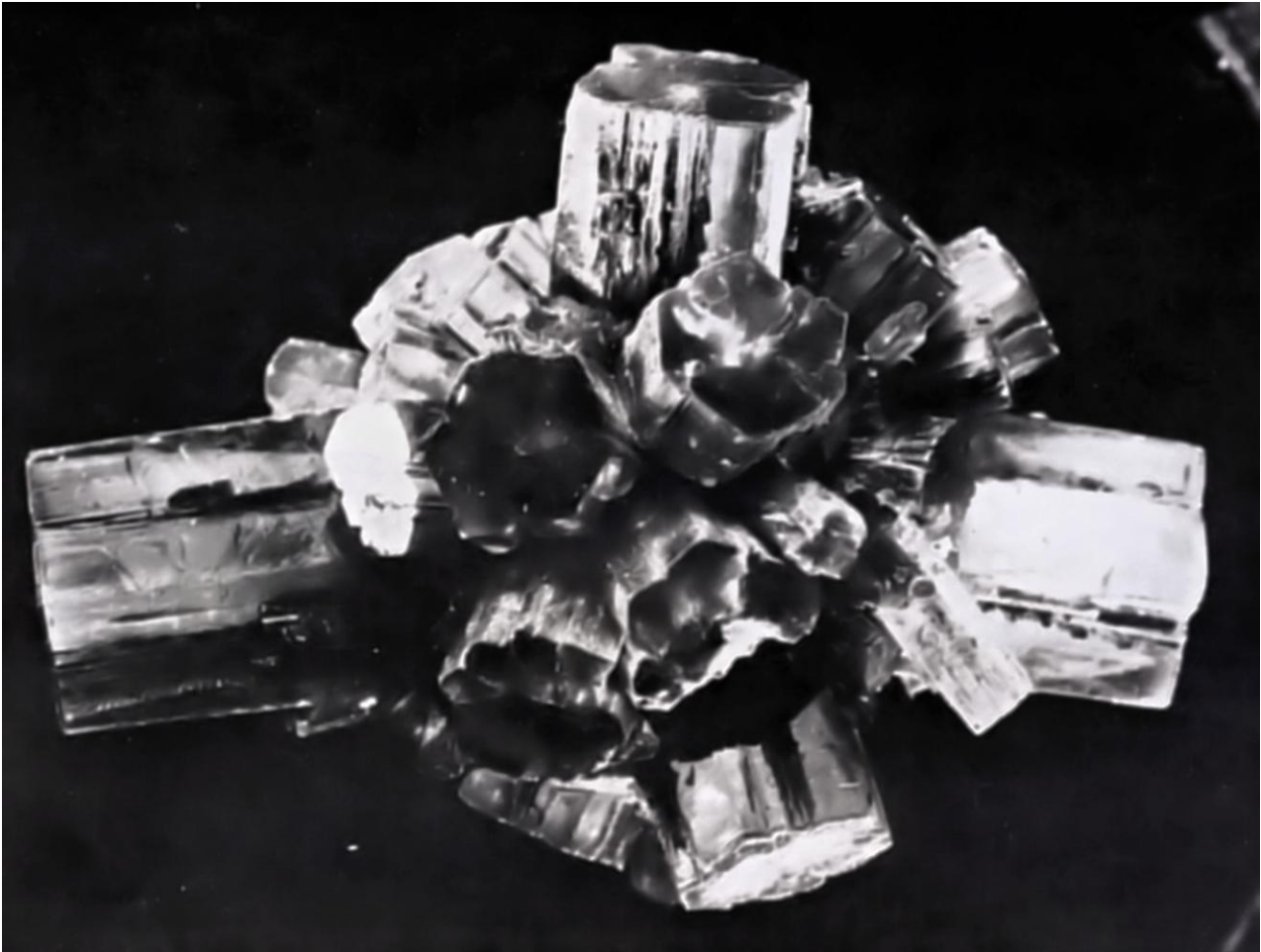
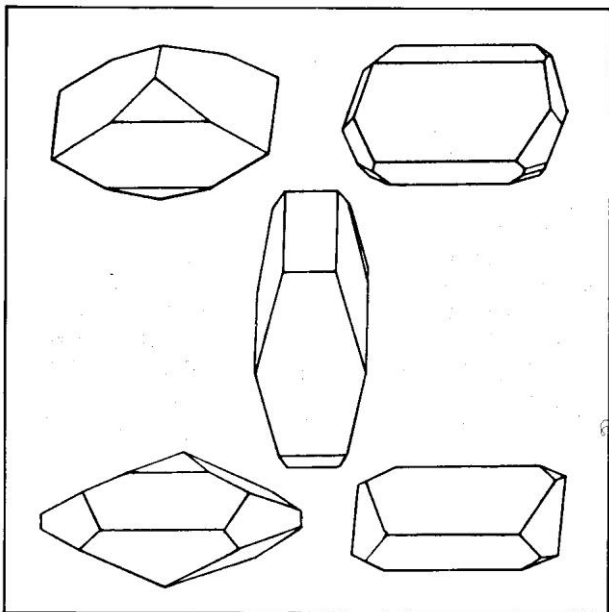
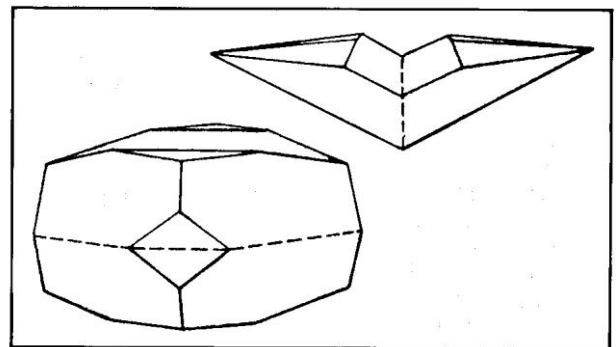


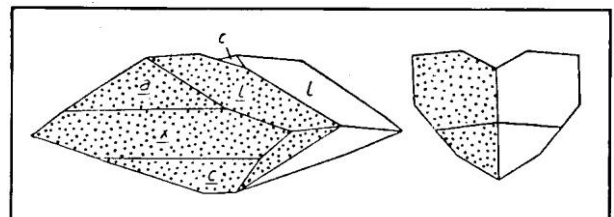
Foto 4. Aggregaat van penetratiedrielingen van aragoniet. Afm. 40 x 30 mm. Vindplaats: Minglanilla, prov. Cuenca, W van Valencia, Spanje. Collectie: drs. W.C.P. de Vries.



Afb. 17. Een aantal kristalvormen van titaniet.



Afb. 18. Contactweelingen van titaniet (de streepjeslijnen zijn de tweelingsvlakken).



Afb. 19. Contactweeling van titaniet in zijaanzicht (links) en in doorsnede (rechts); vergelijk met afb. 18 (links) en de voorplaat.

afgebeeld in afb. 18 (links) als bovenaanzicht, en in afb. 19 (links) als zijaanzicht, alsmede in afb. 19 (rechts) als dwarsdoorsnede.

De omslagfoto kan het best vergeleken worden met afb. 18 (links), zij het dat de tweeling op de omslag 90° gedraaid is omwille van de afmetingen. Het tweelingsvlak staat dan loodrecht op de voorpagina en loopt van boven naar beneden. In het midden van de foto ziet men de inspringende hoek tussen de twee driehoekige vlakjes $c = (001)$, vgl. afb. 19, aan weerszijden van het tweelingsvlak. De twee grote vlakken in ieder van de individuen zijn vlakken van de vorm $l = \{112\}$. Het contactvlak (tweelingsvlak) loopt evenwijdig aan het vlak $a = (100)$. Aan de rechterzijde van de foto is nog een inspringende hoek zichtbaar; deze staat niet in verband met de tweelingsvorm, maar wordt veroorzaakt door parallelgroei van het vlakje waarop enige lichtschildering te zien is, een vlakje van de vorm $\{111\}$, niet getekend in de tekstafbeeldingen.

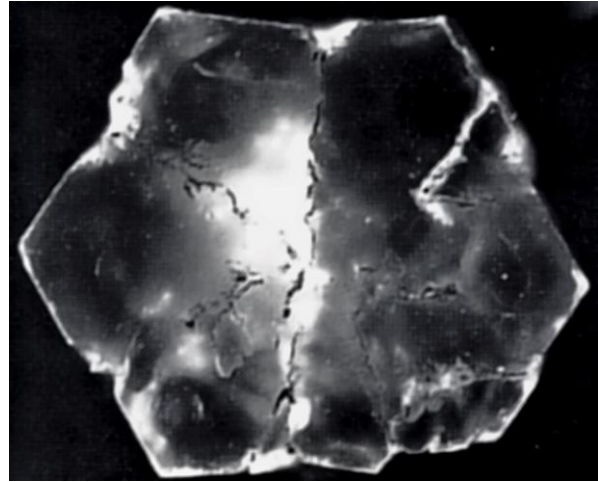


Foto 5. Bovenaanzicht van een der penetratiedrielingen van de aragonietgroep van foto 4. Vergelijk afb. 16-e. Grootste doorsnee 10mm.

Foto's: P. Stemvers

121

