

rige ligging t.o.v. de kristallografische assen, en van de aanwezige symmetrie-elementen. Omdat de symmetrie in ieder van de 32 kristalklassen verschillend is, zal de algemene kristalvorm (hkl) of ($hk\bar{l}$) ook verschillend zijn in ieder van die 32 klassen. De naam van de algemene vorm wordt ook wel gebruikt voor het benoemen van de 32 kristalklassen (zie tabel 1). Een bijzondere kristalvorm is een kristalvorm die afgeleid is van een vlak dat een niet-willekeurige ligging (= bijzondere ligging) heeft t.o.v. de kristallografische assen en van

de aanwezige symmetrie-elementen: bv. gelijk aantal eenheden van twee assen afsnijden (= hhl), evenwijdig lopen aan een bepaalde as (= $hk0$), enz. In ieder van de 32 klassen (behalve in de symmetrieloze triklinische klasse 1) komen één of meestal meer bijzondere kristalvormen voor. En nu weer iets uiterst vervelends: sommige kristalvormen die in een bepaalde klasse de algemene vorm zijn, komen in andere klassen als bijzondere vorm voor; dit is een van de grote hinderpalen bij de bepaling van de juiste kristalklasse.

Tenslotte: wilt u nog meer weten?

De echte kenner heeft ondertussen gemerkt dat er in dit nummer een paar onderwerpen helemaal niet aan de orde geweest zijn. In dit kader zou het te ver leiden om die onderwerpen volledig te behandelen. Hier volgt een opsomming.

1. Van de kristalvormen zijn alleen maar de 48 verschillende typen behandeld. Maar van sommige vormen bestaan er links- en rechtsvormen (de zogenoemde enantiomorfe vormen), andere vormen komen zowel positief als negatief voor, weer andere vormen als boven- en ondervorm, en tenslotte zijn er sommige vormen die voorkomen in de 1e orde, 2e orde, 3e orde en zelfs 4e orde.

Deze onderverdelingen zijn niet behandeld omdat zij de hele morfologie in het kader van dit nummer nodeloos ingewikkeld zouden maken, en dat was niet de bedoeling. Evenmin is op het begrip hemiëdrie ingegaan.

2. Er is geen uitgebreide vermelding gemaakt van alle mogelijke of dikwijls voorkomende combinaties van kristalvormen, zelfs niet van de meest gewone mineralen. Tussen 1913 en 1923 heeft Goldschmidt daarover een 9-delige (jawel!) atlas van kristalvormen gepubliceerd; zelfs ook maar de geringste keuze geeft dan een vertekend beeld. De meeste mineralogieboeken geven echter de kristalvormen en hun combinaties van de meest voorkomende mineralen.

3. Vanwege hetgeen er gezegd is bij de determinatie van de kristalklasse, en ook over het door elkaar heen voorkomen van algemene en bijzondere kristalvormen, is er afgezien van een schema waarin weergegeven wordt welke vormen in welke kristalklassen kunnen voorkomen. Een dergelijk overzicht wordt overigens in slechts weinig mineralogieboeken gegeven. Uitzonderingen vormen o.a. de losbladige "Tafel" bij H.J. Rösler: Lehrbuch der Mineralogie, en de hierna te noemen Bloss.

Als u meer wilt weten over deze onderwerpen, of in het algemeen over de kristalmorfologie, dan kunt u het best terecht bij deze boeken:

F.D. Bloss (1971): *Crystallography and Crystal Chemistry*, an introduction. Holt, Rinehart & Winston, Inc., New York.

Met name de eerste 5 hoofdstukken (139 pp.) geven een allesomvattend beeld van de kristalmorfologie, dat in kwaliteit zijn weerga nog niet gevonden heeft.

F.C. Phillips (1977): *An introduction to crystallography*, 4th reprinted edition. Longman Group, London.

Niet zo overzichtelijk, maar bevat zeer veel kristaltekeningen; een stuk goedkoper dan Bloss.

Eerder in *Gea* verschenen...

Hier volgt een lijst van artikelen met betrekking tot kristallografische onderwerpen die de laatste 10 jaar in *Gea* behandeld zijn; wellicht heeft u er wat aan!

E.A.J. Burke: *Morfologie*; vol. 17 (1984), nr. 3, pp. 98-101. De voornaamste kenmerken van kristallen voor het determineren van mineralen.

P. Tambuyser: *Kwarts kristallen*; vol. 17 (1984), nr. 1, pp. 48-52. Groei en morfologie van Alpiene kwarts kristallen. W.J. Lustenhauer: *Granaat*; vol. 16 (1983), nr. 4, pp. 126-131. Kristalvormen van granaat.

E.A.J. Burke: *Wulfeniet kristallen*; vol. 16 (1983), nr. 2, pp. 54-56. Centrosymmetrie en piezo-elektricititeit.

E.A.J. Burke: *Tweeling kristallen*; vol. 15 (1982), nr. 4, pp. 116-121. Alles over tweeling kristallen.

E.A.J. Burke: *Gestreepte kristalvlakken*; vol. 15 (1982), nr. 2, pp. 54-56. Oorzaken van streping op kristalvlakken.

W.J. Lustenhauer: *Hematiet*; vol. 14 (1981), nr. 2, pp. 56-58. Kristalvormen van hematiet.

E.A.J. Burke: *Fluoriet*; vol. 11 (1978), nr. 1, pp. 2-6. Kristalvormen van fluoriet.

E.A.J. Burke: *De Miller-indices van kristalvlakken*; vol. 10 (1977), nr. 2; in dezelfde uitgave enkele bouwplaten voor kristalmodellen.

P. Hartman: *Kristalgroei*; vol. 9 (1976), nr. 3, pp. 61-67. Invloed van groeifactoren op de kristalvorm.

Herkomst van de gebruikte afbeeldingen

Bariand, P., Cesbron, F. & Geffroy, J. (1977/1978): *Les minéraux: leurs gisements, leurs associations*. Minéraux et Fossiles, Meung-sur-Loire, 489 pp. in 3 delen: afb. 61. Battey, M.H. (1972): *Mineralogy for students*. Longman, London, 323 pp.: afb. 17.

Bloss, F.D. (1971): *Crystallography and crystal chemistry, an introduction*. Holt, Rinehart & Winston, New York etc., 545 pp.: afb. 1, 3, 16, 28, 35, 40, 41.

Buerger, M.J. (1971): *Introduction to crystal geometry*. McGraw-Hill, New York, etc., 204 pp.: afb. 27 (ged.), 54, 56.

Gramaccioli, C.M. (1978): *Die Mineralien der Alpen*. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 503 pp. in 2 delen: afb. 13.

Hurlbut, C.S., Jr. & Klein, C. (1977): *Manual of mineralogy* (after J.D. Dana), 19th edition. John Wiley & Sons, New York etc., 532 pp.: afb. 12, 50.

Nickel, E. (1975): *Grundwissen in Mineralogie; Teil 1: Grundkursus*, 2. Auflage. Ott Verlag, Thun, 207 pp.: afb. 2, 31, 39, 60, 62.

Nickel, E. (1973): *Grundwissen in Mineralogie; Teil 2: Aufbaukursus Kristallographie*. Ott Verlag, Thun 301 pp.: afb. 9, 23.

Parker, R.L. & Bambauer, H.U. (1975): *Mineralienkunde*, 5. Auflage. Ott Verlag, Thun, 368 pp.: afb. 14, 30, 44, 45, 51, 52, 53, 55, 57, 58, 59.

Phillips, F.C. (1977): *An introduction to crystallography*, 4th reprinted edition. Longman, London. 351 pp.: afb. 4,

21, 22, 27 (ged.).

Phillips, W.J. & Phillips, N. (1980): An introduction to mineralogy for geologists. John Wiley & Sons, Chichester etc., 352 pp.: afb. 18, 19, 20, 24.

Ramdohr, P. & Strunz, H. (1978): Klockmanns Lehrbuch der Mineralogie, 16. Auflage. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 876 pp.: afb. 6.

Rösler, H.J. (1979): Lehrbuch der Mineralogie. Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 832 pp.: afb. 47, 48.

Rykart, R. (1977): Bergkristall, 2. Auflage. Ott Verlag, Thun, 248 pp.: afb. 25, 49.

Sinkankas, J. (1964): Mineralogy for amateurs. Van Nostrand Reinhold, New York, etc., 585 pp.: afb. 7, 29, 42, 43.

Sinkankas, J. (1981): Emerald and other beryls. Chilton

Book Company, Radnor, Pennsylvania, 665 pp.: afb. 26.

Webster, R. (1976): Gems: their sources, descriptions and identification. Butterworths, London, etc., 938 pp. 3rd edition: afb. 5.

Whittaker, E.J.W. (1981): Crystallography, an introduction for earth science (and other solid state) students. Pergamon Press, Oxford, etc., 254 pp.: afb. 15-B.

Zoltai, T. & Stout, J.H. (1984): Mineralogy, concepts and principles. Burgess Publishing Company, Minneapolis, 505 pp.: afb. 8, 15-A.

— Wij danken uitgevers en andere belanghebbenden hartelijk voor hun toestemming tot overneming van afbeeldingen uit hun publicaties.

Red.

Zelfbouw van goniometers

door W.F.K. Mann

Een goniometer is een apparaat om kristalhoeken te meten. Tot ongeveer 1940, toen de röntgendiffractie-methode algemeen in zwang kwam, was de goniometer een hulpmiddel voor de mineraloog om de assenverhouding van een kristal te berekenen aan de hand van de ligging van de vlakken. Men maakt hierbij gebruik van de wet van constantheid van tweevlakshoeken. Volgens deze wet blijft de hoek tussen twee overeenkomstige vlakken gelijk, ondanks verschillen in grootte of vorm van de vlakken (afb. 1).

Hoewel goniometers op instituten dus inmiddels door andere technieken achterhaald zijn, kunnen amateurs, door intensief bezig te zijn met metingen van hoeken en het tekenen van de kristallen, ervaring en inzicht opdoen. Hoe het hoekmeten in zijn werk gaat, kunt u uitgebreid lezen in een goed mineralogieboek, bijvoorbeeld Klockmanns Lehrbuch der Mineralogie, H. von Philipsborn: Tafeln zum Bestimmen der Minerale nach äusseren Kennzeichen, J. Sinkankas, Mineralogy of Dana's Manual of Mineralogy. De bedoeling van dit artikel is, enige aanwijzingen voor het zelf bouwen van goniometers te geven.

Er zijn twee types: de reflectie-goniometer en de contact-goniometer.

De reflectie-goniometer

Wij vonden de beschrijving voor het zelf bouwen in Elseviers Natuurwetenschappelijk pocket "Het Wondere Kristal" van Alan Holden en Phyllis Singer, dat uit het Engels vertaald werd door A.A. Mantel, geol.drs. De uitgave dateert uit 1961. Wij laten hier de beschrijving volgen. Holden en Singer aan het woord:

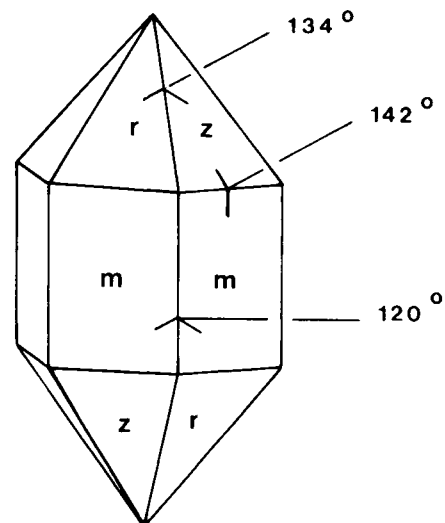
"Een reflectie-goniometer, die gemakkelijk kan worden gemaakt, meet de hoeken tussen de kristalvlakken met vrij grote nauwkeurigheid — tot op een halve graad als de vlakken duidelijk en helder zijn.

Bovendien kan hij veel worden gebruikt, daar het instrument nog resultaten geeft bij kristallen die te klein zijn voor de contact-goniometer.

Voorzie een houten latje aan het ene eind van een voet, zodat het rechtop kan staan, zie afb. 2. Neem een cirkel-

vormig stuk dun karton en bevestig dit, met een tengel-spijkertje door zijn middelpunt, in verticale stand tegen het latje. Plak daarna een rond stuk papier, voorzien van een poolcoördinatennet of gradenverdeling, op een soortgelijk cirkelvormig stuk karton. Druk een punaise (met een druppel lijm aan de onderkant) van achteren af door het karton, zó, dat de punt door het centrum van het poolcoördinatennet steekt.

Plak de twee stukken karton nu concentrisch tegen elkaar; het geheel kan nu aan het latje draaien rond het spijkertje, waarbij de punaise met het papier (de schijf) meedraait. Plak een klein stukje papier of karton tegen de rechtopstaande lat en zet daar een verticale lijn op, waartegen de hoek op het coördinatenpapier kan worden afgelezen. Wilt u het instrument gaan gebruiken, bevestig dan een beetje plasticine (kneedplastic; u kunt ook "buddies" of soortgelijke kleefmiddelen gebruiken) rond de punt van de punaise in uw goniometer. Druk het kristal, **precies in het midden en loodrecht**, een eindje in de plasticine, zodat



Afb. 1. Constante tweevlakshoeken bij kwarts: tussen prismavlakken m 120° ; tussen rhomboëdervlakken r en z 134° ; tussen prismavlak en rhomboëdervlak r of z 142° .