

Apatiet, de mooie bedrieger

Kleur, vorm en chemie naar aanleiding van vondsten in het Binn-dal, Wallis, Zw.

door Paul Mestrom
pmestrom@home.nl,
<http://members.home.nl/pmestrom/>

Afgelopen zomer verbleef ik in het Binn-dal in Zwitserland om mineralen te verzamelen. Eén van de bezochte plekken was een puinhelling achter in het Kriegalptal. Deze zone staat ook wel bekend als 'Griessetz'. Ter plekke vond mijn reisgenoot (en zwager) Theo een schitterend apatietkristal op een stuk met mooie adulaar. Daarom nam ik veel materiaal mee van de spleet waar het stuk uitkwam. Toen ik het materiaal thuis bestudeerde, vond ik daarin een groot aantal mooie apatietkristallen. Genoeg reden om nog eens wat beter naar dit mineraal te kijken.

Apatiet: een groep mineralen

Wat vroeger aangeduid werd als apatiet is eigenlijk een groep mineralen. De algemene formule is $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{X}$, waarbij X staat voor F, Cl of OH. Dit levert drie verschillende mineralen op:

Fluorapatiet dichtheid 3,18 g/cm ³	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$
Chloorapatiet dichtheid 3,2 g/cm ³	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$
Hydroxylapatiet dichtheid 3,16 g/cm ³	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$



Mont Cenis-klokjes hoog in het Mättital. Deze zeldzame bloem kom je pas tegen boven 2000 m, bij voorkeur op ruige plaatsen waar verder vrijwel geen plantjes meer te bekennen zijn.



Foto 1. 1,5 mm apatiet xl.
Palermo mine, USA.



Tekening 1.
Eenvoudige beryl.



Foto 2. 8 mm beryl-kristal.
Colombia.



Tekening 2.
Apatiet.

Fluorapatiet is de 'gewone', meest voorkomende apatiet. Als het niet duidelijk is om welk van de drie het gaat, dan kun je het mineraal gewoon apatiet noemen. Een deel van de fosfaat-ionen in apatiet kan vervangen worden door andere ionen. Met name het carbonaat (CO_3^{2-}) neemt gemakkelijk de plaats van fosfaat-ionen in het rooster in. Daarom komen we in de literatuur ook tegen:

carbonaatfluorapatiet $\text{Ca}_5(\text{PO}_4, \text{CO}_3)_3(\text{F}, \text{O})$ en
carbonaathydroxylapatiet $\text{Ca}_5(\text{PO}_4, \text{CO}_3)_3(\text{OH}, \text{O})$.



Foto 3. 2 cm apatiet-xl. Baikal Rusland.



Foto 4. 9 cm beryl-xl.
Minas Gerais, Brazilië.

Sinds 2008 worden deze twee mineralen niet meer als zelfstandig mineraal beschouwd, maar als variëteit van fluorapatiet en hydroxylapatiet.

In de literatuur komen soms ook nog namen voor als apatiet-(Ca,F), apatiet-(Ca,Cl) en apatiet-(Ca,OH). Deze zijn gedurende korte tijd gebruikt in plaats van fluorapatiet, chloorapatiet en hydroxylapatiet maar worden nu niet meer als correcte namen geaccepteerd.

Apatiet, 'de bedrieger'

De naam apatiet is afgeleid van het Griekse $\alpha\pi\alpha\tau\alpha\omega$ (apatao), wat bedriegen betekent. Apatiet betekent dus eigenlijk zoiets als 'de bedrieger'. Apatiet is een mooi mineraal dat zijn naam dankt aan een eigenschap die ik zelf al een aantal keren ervaren heb. Apatiet lijkt namelijk soms bedrieglijk veel op

andere mineralen en wordt daardoor vaak verkeerd gedetermineerd of niet herkend. Het doet zijn naam daarmee eer aan. Het oudste verhaal dat hiermee verband houdt, gaat over de gelijkenis met beryl. Beide mineralen zijn hexagonaal en vormen gemakkelijk kristallen als zeskantige zuilen. Beide mineralen komen in vele kleuren voor. Met name als de kristallen groen of blauw zijn, kunnen de mineralen gemakkelijk foutief gedetermineerd worden. Hoe bedrieglijk veel ze op elkaar kunnen lijken is te zien op foto 1 en 2 en de kristaltekeningen 1 en 2. Ook de foto's 3 en 4 van blauwe apatiet en beryl laten de gelijkenis zien.

Ook een verwisseling met mineralen met trigonale kristallen is goed mogelijk omdat die vaak pseudo-hexagonale kristallen vormen. Te denken valt hierbij aan met name toermalijn en kwarts. De kristaltekeningen 3 en 4 (pseudo-hexagonale kwarts en apatiet) illustreren dit duidelijk. Let wel op het verschil in de hoek tussen de prismavlakken en de topvlakken. Daaraan kun je het verschil dus wel zien. Soms is het echter wel lastiger dan deze plaatjes suggereren, want echte kristallen zijn niet zo ideaal gevormd en kun je ook vaak niet zo gemakkelijk in een positie manoeuvreren dat de vorm zo goed te zien is.



Kristaltekening 3.
Kwarts, trigonaal.
Hier in pseudo-hexagonale vorm.



Kristaltekening 4.
Apatiet, hexagonaal.

Wat valt er te zeggen over de kristallen op foto's 5 en 6? (Bekijk eerst kristaltekening 5 en 6, beide toermalijn.) Foto 5 lijkt aardig op tekening 5 (toermalijn), heeft bijna de kleur van een goudberyl, maar is apatiet. Foto 6 lijkt (let met name het gele vlakje links boven) op tekening 6 (ook toermalijn) maar is een goudberyl.

Gaat het om zuilvormige heldere kristallen, dan is verwisseling met kwarts goed mogelijk. Ter illustratie daarvan het volgende verhaal.

In de zomer van 2000 ging ik (uiteraard samen met Theo) op aanraden van Ate van der Burgt (wie kent het Binn-dal beter dan hij?) naar de Gischi-gletsjer. Hij waarschuwde van tevoren: als je kleine heldere kwartskristalletjes ziet, neem ze dan mee, want waarschijnlijk is het dan geen kwarts maar apatiet. We vonden inderdaad kleine, heldere kristalletjes die er, door



Foto 5.



Tekening 5.



Foto 6.



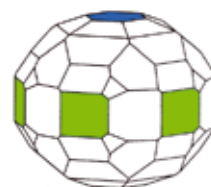
Tekening 6.

de loep bekeken, uitzagen als kwarts. Thuis bleek het inderdaad apatiet te zijn.

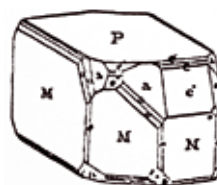
Ook tussen heldere en daardoor prachtig schitterende veldspaatkristallen is het mineraal vaak nauwelijks te onderscheiden, met name als die net als de apatiet die ertussen zit vlakkenrijk zijn. Pas als je onder de microscoop de kristalvlakken zorgvuldig bestudeert, zie je het (toch wel heel duidelijke) verschil in vorm. Let daarbij met name op het zeshoekige topvlak en de rechte hoeken van de prismavlakken die in tekening 6 met kleur gemarkeerd zijn. Hetzelfde geldt voor de apatiet die op dolomiet zit, zoals bv. in Lengenbach.



Tekening 7.
Vlakkenrijke
orthoklaas die erg
lijkt op veldspaat.



Tekening 8. Vlakkenrijke
apatiet.



Tekening 9. (Goldschmidt)
Apatiet uit het Gotthard-gebied.

Ontstaan

Voor het ontstaan van apatiet zijn uiteraard calciumionen en fosfaationen nodig. Calcium is in heel veel gesteenten volop aanwezig. Fosfor ook, zij het meestal in veel geringere hoeveelheden. Het is dan ook niet verwonderlijk dat apatiet op heel veel plaatsen te vinden is. Het ontstaat meestal uit waterige oplossingen. In vergelijking met kwarts en de meeste silicaten is het goed oplosbaar. Daardoor ontstaat het pas vrij laat en zitten de kristallen dus op eerder gevormde mineralen als kwarts, veldspaat en epidoot.

Chloorapatiet ontstaat minder vaak, ondanks het feit dat chloride-ionen in de natuur volop aanwezig zijn. Dat komt vooral doordat het chloride-ion veel groter is dan de andere twee ionen. Daardoor is het rooster van deze apatiet aanzienlijk minder stevig. Chloorapatiet lost dus gemakkelijker in water op en zal dan ook moeilijker ontstaan. Fluoride zorgt in principe voor het meest stabiele rooster. Tabel 1 (pagina 44). Voor het verschil tussen fluorapatiet en hydroxylapatiet is nog een andere factor van belang. Het hydroxide-ion is een sterke base. Daardoor wordt hydroxylapatiet relatief gemakkelijk

aangetast door zwak zure oplossingen. Het fluoride-ion is een veel zwakkere base. Fluorapatiet is mede daardoor veel stabielere en daarmee ook de meest voorkomende apatiet.

Behalve in de mineralenwereld komt apatiet ook voor in het menselijk lichaam. Het glazuur van onze tanden bestaat uit hydroxylapatiet en fluorapatiet. (Zie hierover het artikel van Wilfred Moorer in Gea (2007), lit. 5.)

Kleur

Zoals hierboven beschreven, is de algemene chemische formule van apatiet $Ca_5(PO_4)_3X$, waarbij X staat voor F, Cl of OH. Geen

van deze bouwstenen van het mineraal heeft zelf een kleur. In principe is het mineraal dus kleurloos. Bijmenging van sporen van andere elementen kan zorgen voor een bepaalde kleur. Vooral gele, beige, bruine, roze, lila, groene en blauwe vormen komen vaak voor. In het Binn-dal komen, voor zover mij bekend, alleen kleurloze, lila-roze en af en toe ook gelige kristallen voor. De lila-roze kristallen danken hun kleur mogelijk aan de inwerking van straling die kan zorgen voor het ontstaan van kleurcentra. Dit zou kunnen verklaren waarom deze kristallen hun kleur vaak ook weer langzaam verliezen als ze eenmaal aan daglicht worden blootgesteld.

Het ontstaan van kleur door straling kennen we onder andere van kwarts. Door de inwerking van straling kan die bij temperaturen onder 50 °C veranderen in rookkwarts. Zo kan in laboratoria bergkristal door röntgen- of gammastraling omgevoerd worden in rookkwarts. Omgekeerd kan rookkwarts door verhitting zijn kleur weer verliezen. (Zie over dit onderwerp het artikel van Ernst Burke in *Gea* (1997), lit. 6.) Apatiet kan soms ook fluorescerend zijn. Onder een UV-lamp zie je dan een andere kleur. Mijn apatieten uit het Binn-dal heb ik allemaal onder drie verschillende UV-lampen geplaatst, maar nergens heb ik fluorescentie kunnen waarnemen.

Apatiet in het Binn-dal

Voor zover ik weet is vrijwel alle apatiet in het Binn-dal fluo-apatiet. Alleen in het Geisspfad-gebied schijnt ooit hydroxyapatiet gevonden te zijn. Lange tijd heb ik gedacht dat het in het Binn-dal een relatief zeldzaam mineraal was. Zelf vond ik het in de eerste jaren dat ik er kwam nooit. Daarom kocht



Foto 7. Metatorberniet op apatiet. Matrix: limoniet op muscoviet.



Foto 8. Gele apatiet-zuil op kwarts.

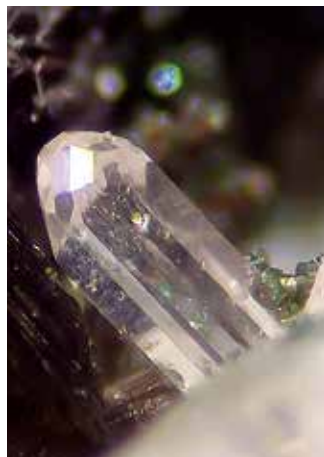


Foto 9. Kleurloze apatiet-zuil.

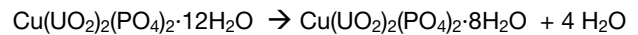
ik rond 1990 zelfs een mooi stuk met Alpiene apatiet van de Rhône-gletsjer in het winkeltje van Toni Imhof in Binn. Toch is het mineraal in het Binn-dal bepaald niet zeldzaam. Om iets te kunnen vinden moet je echter wel goed en op de juiste plaats kijken.

Lercheltini

In de eerste jaren dat Theo en ik naar het Binn-dal gingen, zochten we vaak in de Lercheltini-zone naar anataas, rutil, xenotiem, monaziet en degelijke mineralen. In de spleten waar deze mineralen te vinden zijn, komt meestal weinig tot geen apatiet voor. Geen wonder dus dat we die ook niet vonden. Natuurlijk namen we ook andere stukken uit dat gebied mee. Vaak ging het dan om stukken met mooie adulaarkristallen. Toen ik een paar jaar geleden noodgedwongen enkele stukken uit mijn verzameling weg moest doen (de kasten raakten overvol!) keek ik nog eens zorgvuldig naar een adulaarstuk uit 1991. Tot mijn stomme verbazing zaten er maar liefst zes grote apatietkristallen op die ik eerder voor kwarts versleten had (apatiet, de 'bedrieger!') of domweg over het hoofd gezien had.

Gischi-gletsjer

De apatieten die ik in het gebied van de Gischi-gletsjer gevonden heb zijn zuilvormig en heel mooi helder (foto's 7, 8 en 9). Daardoor lijken ze bij eerste beschouwing vaak op kwarts. Vaak komen ze samen met torberniet voor (foto 7), die in de droge omgeving van de meeste verzamelingen meestal tamelijk snel wordt omgezet in metatorberniet:



Overigens is de kwarts van de Gischi-gletsjer meestal rookkwarts, waarschijnlijk mede als gevolg van de straling van de uraanmineralen uit dit gebied.



Afb. A. Even uitrusten op 2200 m hoogte in het Kriegaltpal, vlakbij de spleet waaruit veel (o.a. lila) apatiet kwam. Op de achtergrond de "helling" die beklommen moet worden om de Wannigletsjer te bereiken.

Kriegalp

Ook hier komen mooie zuilvormige kristallen voor, met name bij de veldspaten. Ook vond ik meer bolvormige kristallen die schitterden als diamantjes. Opmerkelijk is de vondst van apatiet die ik in eerste instantie voor opaal versleet. Ik werd echter weer bedrogen door de bedrieger. Opaal komt in dit gebied voor als hyaliet, bijna waterhelder. Die opaal fluoresceert echter altijd heel fel onder UV-licht (foto 10 en 11). Dit materiaal fluoresceerde niet. Door middel van chemische analyse kon ik vrij gemakkelijk fosfaat aantonen. Omdat andere fosfaatmineralen in dit gebied waarschijnlijk niet voorkomen, moet het wel apatiet zijn. Sommige kristallen waren vlakkenarm en leken onder een bepaalde hoek bekeken wel kubisch. De gedachte aan fluoriet drong zich even op, maar nadere beschouwing maakte ook aan dit 'bedrog' een einde. De kristallen die ik afgelopen zomer vond, vertoonden vaak een licht lila-paarse gloed. Helaas heb ik ondervonden dat de kleur na verloop van tijd verdwijnt. (Afb. A)



Foto 10 (links) Opaal op rookkwarts in gewoon licht, en 11 (rechts) idem onder LG UV licht. Chummibort.



Foto 12. 2 mm apatiet-kristal Kriegalp.



Foto 13. 1,5 mm apatiet-zuil, Chummibort.



Afb. B. Op de terugweg van de vindplaats op Chummibort (op 2300 m hoogte) richting stuwmeer (2100 m). Vandaar nog 650 m verder omlaag naar de parkeerplaats bij Heiligkreuz.

Chummibort

In 2005 ging ik met Theo naar Chummibort. Behalve de al genoemde opaal (foto 10 en 11) vonden we de veel zeldzamere asbecasiet (waar we, naar aanleiding van berichten van Ate, speciaal voor gingen), mooie anataas, hematiet en apatiet in mooie zuilvormige kristallen. (Afb. B)

Mättital

Het Mättital is goed toegankelijk. In 1990 had ik er bij de toen net aangelegde 'Wasserstollen' prachtige rookkwartsen gevonden. De epidoot en titaniet die er zouden moeten zitten vond ik toen niet omdat ik niet ver genoeg het dal in gegaan was. Mede daarom was ik al heel lang van plan er samen met Theo nog eens heen te gaan. Omdat er weinig echt zeldzame mineralen zitten, duurde het tot 2009 voordat het er van kwam. We hebben er, behalve de verwachte mooie epidoot



Foto 14. 1,1 mm apatiet-kristal (Wannigletsjer).

en titaniet, ook prachtige apatiet gevonden en zelfs blauwe beryl! (Afb. C en de achterplaat)

Cherbadung/Wannigletsjer

Ook in dit gebied komt uiteraard apatiet voor. Claudio Albertini schrijft er uitvoerig over in zijn boek 'L'Alpe Devero ed i suoi minerali'. Ik heb daar maar weinig apatiet gevonden, misschien omdat ik er vooral naar de zeldzame mineralen heb gezocht zoals asbecasiet, chernoviet, cafarsiet en tilasiet. Het kristal op foto 14 lijkt op het eerste oog haast kubisch, zodat ik het even voor fluoriet versleet. Apatiet, wederom de bedrieger!

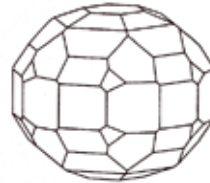


Foto 15. 1 mm apatiet-kristal, Lengenbach.

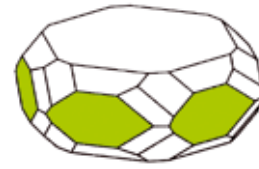
licht door het materiaal heen en is van een schittering geen sprake. Diamant wordt om die reden geslepen in de vorm van een briljant (tekening-10 en foto 16). De meest schitterende apatietkristallen zijn ook erg vlakkenrijk (tekening 11 en 12 en foto 17 en 18).



Tekening 10. Briljant.



Tekening 11. Apatiet, vlakkenrijke kristallen



Tekening 12. Apatiet, vlakkenrijke kristallen

Lengenbach

Tussen de witte dolomiet van Lengenbach vallen de heldere kleurloze apatietkristalletjes niet erg op. De kans ze te zien wordt nog kleiner als je geconcentreerd bent op de zwarte sulfozouten waarvoor je nou eenmaal naar de groeve gaat. Toch vond ik vorige zomer (2011) een schitterend bijna bolrond kristal (foto 15). Een genot om naar te kijken!

Schitterend in de orthogneis

Zoals al vermeld: de apatietkristallen van Binn schitteren vaak als diamantjes. Om zo te kunnen schitteren moet aan drie voorwaarden voldaan zijn:

- Het materiaal moet heel erg helder zijn: het invallende licht moet niet 'verdwijnen' in de onzuiverheden.
- Het materiaal moet een behoorlijk hoge brekingsindex hebben. Alleen dan kan het invallende licht gereflecteerd worden tegen de (binnen-)wanden van het materiaal en uiteindelijk weer naar buiten treden. Zoals de brekingsindex van verschillende mineralen laat zien (tabel 2, pagina 44), kan apatiet wat dat betreft concurreren met edelstenen als topaas en smaragd.
- De vlakken die het kristal begrenzen moeten onder een geschikte hoek staan, zodat het invallende licht er inderdaad weer 'schitterend' uitkomt. Voor een optimaal effect moeten het bovendien redelijk veel vlakken zijn. Zou het materiaal de vorm van bijvoorbeeld een eenvoudige kubus hebben, dan gaat het grootste deel van het opvallende



Foto 16. Glas geslepen als briljant.



Foto 17. 2 mm kristal als tek. 11. Chummibort.



Foto 18. 1 mm kristal als tek. 12. Kriegalp.



Afb. C. Mättital, kijkend in de richting van het "Steinejoch", de pas (2631 m) naar Italië. In dit gebied vonden we o.a. mooie magnetiet, apatiet, epidoot, titaniet en beryl.

Reinigen: voorzichtig, maar niet altijd!

Een aantal stukken met apatietkristalletjes had ik bij het verwerken terzijde gelegd om ze later te reinigen. Ik had al een paar keer gemerkt dat de kristalletjes soms gemakkelijk breken of loslaten van de matrix. De nodige voorzichtigheid was dus geboden. Mijn ultrasoon reiniger bewees in veel gevallen prima diensten, maar vaak ook onvoldoende. Daarom was ik blij met een artikel in Lapis (lit. 7) over een methode gebaseerd op gasontwikkeling op het oppervlak van de

steen. Deze methode is erg simpel. Je hoeft de steen alleen in een oplossing van natriumwaterstofcarbonaat te dompelen en wat zuur toe te voegen. Door de reactie tussen deze twee stoffen ontstaat CO₂-gas, dat de steen als het ware schoon blaast. Ik probeerde het voorzichtig, zoals hierboven beschreven, op een stukje met mooie titaniet en één apatietkristalletje. Het resultaat was niet echt bevredigend. Dit deed me denken aan een wijze les die ik in mijn studententijd kreeg van Nobelprijswinnaar prof. Martin: werk niet te netjes als dat niet nodig is!

Apatiet heeft een hardheid 5 en is dus een stuk harder dan nylon en andere plastics. Ik besloot het betreffende stukje daarom onder de kraan onder handen te nemen met een tandenborstel. Het resultaat was verbluffend! Na de apatiet met gedemineraliseerd water te hebben afgespoeld en te hebben gedroogd, flonkerden er onder de microscoop maar liefst zeven schitterende apatietkristalletjes naast een mooi schone titaniet!

Verwante mineralen

Zoals bekend kan het fosforatoom in veel fosfaatmineralen vrij gemakkelijk vervangen worden door een arseenatoom. Het is daarom logisch te verwachten dat er mineralen bestaan met een formule als de apatieten waarin fosfor is vervangen door arseen. Dat blijkt inderdaad zo te zijn:

Svabiet	Ca ₅ (AsO ₄) ₃ F
Johnbaumiet	Ca ₅ (AsO ₄) ₃ OH
Turneureiet	Ca ₅ (AsO ₄) ₃ Cl

In het Binn-dal komen deze mineralen echter geen van alle voor, ondanks het feit dat er wel degelijk veel arseenhoudende mineralen worden gevonden. Zelf heb ik er daarvan in het Binn-dal meer dan dertig gevonden. Na enig zoekwerk bleek er wel een arseenhoudend mineraal te zijn dat qua chemie dichtbij apatiet komt: tilasiet, met de formule CaMg(AsO₄)F. Het komt met name voor in het gebied van de Wannigletsjer/Cherbadung. Qua vorm tonen de kristallen echter geen enkele gelijkenis met apatiet. Een verwisseling is hier daarom uitgesloten.

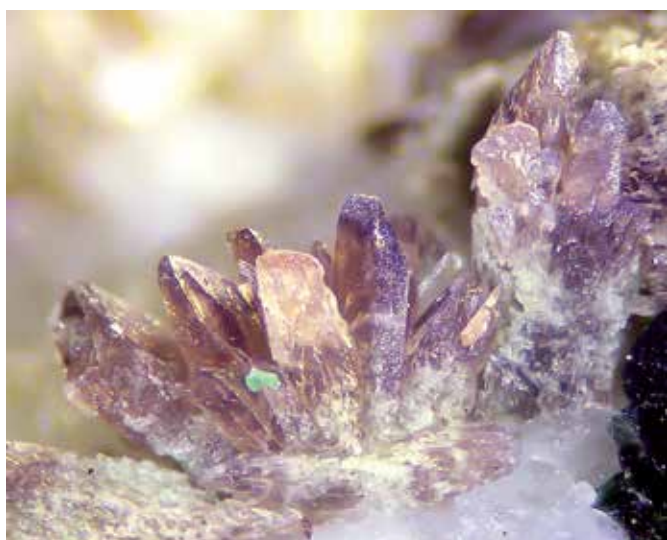


Foto 19. 1 mm tilasiet-kristallen. Wannigletsjer.

Verantwoording tekeningen en foto's

De tekeningen zijn door de auteur gemaakt op basis van (kopieën van) tekeningen uit Goldschmidts *Atlas der Krystalformen*. Alle foto's zijn gemaakt door de auteur van stukken uit de eigen verzameling. De apatieten uit het Binn-dal zijn eigen vondsten.

Literatuur

1. André Gorsatt, Das Binnental und Seine Mineralien. 1994. ISBN 3-9520657-0-6.
2. Claudio Albertini, L'Alpe Devero ed i suoi minerali. 1991.
3. Victor Goldschmidt, Atlas der Krystallformen (Carl Winters Universitätsbuchhandlung, Heidelberg, 1913) (tekening pseudohexagonale kwarts: Band 7, Tafel 54, nr. 7).
4. Rudolf Rykart, Bergkristall, Form und Schönheit alpiner Quarze, 2^e Auflage 1977, ISBN 3-7225-6249-X (tekening pseudohexagonale kwarts: blz. 46).
5. Wilfred R. Moorer, Over apatieten en gaatjes in de tanden. Gea 2007 nr. 4.
6. Ernst A.J. Burke, Amethyst, citrien en ametrien. Gea 1997 nr. 3.
7. Dr. Rudolf Duthaler, Reinigen von nadeligen Mineralien nach dem Prinzip der Brausetablette – ein neues und einfaches Verfahren. Lapis 36 nr. 9, september 2011.

Internet

- Binn-site Ate van der Burgt: <http://binn.strahlen.org/>
- Informatie met foto's apatiet en beryl: www.mindat.org/
- Pseudohexagonale kwarts, Quartz no. 7: www.mindat.org/min-3337.html
- Een mooi voorbeeld: www.mindat.org/photo-204315.html

Afmeting van ionen	
element	ionstraal in 10 ⁻¹² m
chloride	180
fluoride	135
oxide	140

Tabel 1

Diamant	2,42
Zirkonia (synthetisch)	2,18
Korund (robijn en saffier)	1,77
Granaat (bv. hessoniet)	1,74
Apatiet	1,64
Topaas	1,62
Beryl (bv. smaragd)	1,58
Kwarts (bv. 'Herkimer diamond')	1,55
Adulaar (orthoklaas)	1,53
Fluoriet	1,43
Water	1,33

Tabel 2. Brekingsindex (heldere kristallen)