

Inklusioner i kvarts

- små vidundere - stor effekt

Af geolog Ulla V. Hjuler, *GeologiskNyt*

Kvarts er – udover at være én af jordskorpens hovedkomponenter og en betragtelig bestanddel i mange bjergarter – også et uhyre almindeligt anvendt mineral i smykkeindustrien. Bjergkrystal – som er farveløs og oftest transparent – har mange spændende fænomener at byde på, både hvad angår former, farver og indhold af andre mineraler. I denne artikel skal vi kigge lidt nærmere på indeslutninger i kvarts.

En meget almindelig form af “grovkrystallin” kvarts (SiO_2) er bjergkrystal. Forskellige farver giver ophav til kendte medlemmer i gruppen som amethyst, rosakvarts, citrin og røgvarts/morion. Farverne skyldes meget små mængder af lithium, jern, titanium, mangan med flere.

Den anden gruppe består af “mikrokrystalline” kvartser, der bl.a. omfatter agat, jaspis, mosagat, chalcedon og forstenet træ.

Farven er ikke det eneste, der kan variere, også indeslutninger kan forekomme; nedenfor er nogle af de væsentligste beskrevet.

Rutilkvarts

Rutil, TiO_2 , er et ret almindeligt forekommende mineral i kvarts. Det er ét af tre polymorfer (dvs. mineraler med samme kemiske sammensætning, men forskellige strukturer); de to andre er anatas og brookit. Rutil optræder som fine nåle og kan antage farverne guld, sølv, brun, rød og sort. Af og til ser man nålene stikke helt ud af kvartsen;

man siger, at de er dannet protogenetisk dvs. før mineralet (her kvartsen), som efterfølgende er vokset over rutilen. De fleste faste inklusioner er – i modsætning til gas- og væskeindeslutninger – protogenetiske, som det ses f.eks. ved rutil eller turmalin, der rager ud af kvartsen.

Rutilnålene afsættes også ved epigenetisk krystallisation, dvs. efter kvartsens dannelse, i revner i kvartskrystallen, og de kan krystallisere samtidigt (syngenetisk) med værtskrystallen. Nålene kan enten ligge helt tilfældigt fordelt som enkelte fine rutilnåle – kaldet venushår (foto nedenfor i midten) – eller ordnet efter krystallografiske planer – hovedsageligt rhomboederiske. Nålene laver af og til lovmæssigt bestemte sammenvoksninger med en netliggende struktur, hvor “maskerne” har en trekantet fremtoning (foto nederst til venstre); dette rutilarrangement betegnes sagenit.

Som korund er kvarts “hexagonal”, hvil-

ket vil sige at den har sekstallig symmetri i én retning. Derfor kan kvartsens form, når den indeholder små (silkeagtige) rutilnåle, bevirke, at rutilnålene udviser sekstakkede stjerner – ligesom i korund. Denne effekt kaldes asterisme eller stjerneeffekt, som hyppigt ses i rosakvarts.

Dendritkvarts

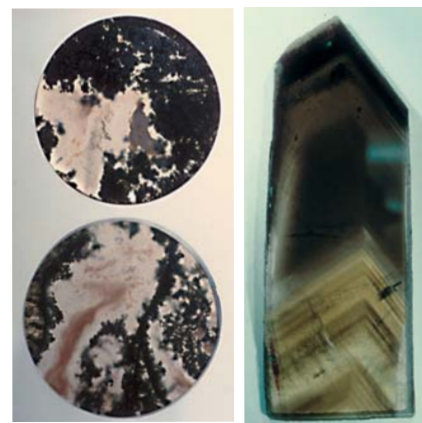
Dendritkvarts (og dendritagat) indeholder jern- eller manganudfældninger, og de er oftest epigenetiske. Efter at kvartsen er færdigkrystalliseret, kan der f.eks. trænge vandholdigt jernoxid ind i hulrum, hvor det så udkrystalliserer dendritisk. Opløsningerne kan stamme fra forvitrede bjergarter i området. Fra et begyndende krystalkim i en underafkølet væske giver den faste fase sig til at vokse hurtigt og udvikler ustabile



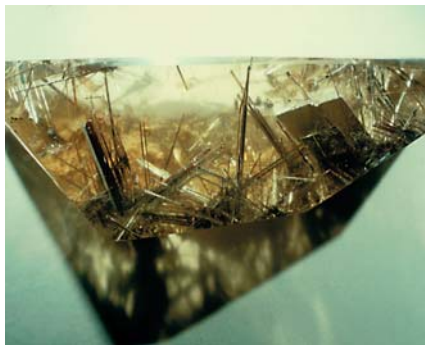
Bjergkrystal med fantomvækst af klorit. (Foto: Søren Bo Andersen og forfatteren)



Til venstre ses en kvarts med rutilnåle, der ligger orienteret (sagenit). Ovenfor ses rutilkvarts med tilfældigt placerede nåle (venushår). (Foto: Søren Bo Andersen og forfatteren)



Til venstre: to runde mosagater. Til højre: skive af kvarts med fantom. Fænomenet skyldes afbrydelse eller ophold i vækst/kemiske ændringer. (Foto: Søren Bo Andersen og forfatteren)



Kvarts med rutilnåle i forskellig tykkelse samt en krystal yderst til højre. (Foto: Søren Bo Andersen og forfatteren)

vækstmønstre. Nogle vækstretninger er foretrukne (som det ses på de to fotos ovenfor til højre, der illustrerer "hovedgrenene" med mindre "sidegrene"), og dette resulterer i forgreningerne, som er et resultat af dendritisk vækst. Når dendritterne vokser i en foretrukket retning – det kunne eksempelvis være parallelt med væskens varmebevægelsesretning – vokser de hurtigere, end dendritter der f.eks. ligger på tværs. Krystaller, der ligger mindre favorabelt, gror langsommere og risikerer at blive revet over af deres frembusende naboer.

Fantomkvarts

Nogle kvartskrystaller (og også ametyst- og røgkvarts) udviser fantomvækst. Fantomer repræsenterer tidligere vækstfaser i krystallen. I kvartskrystallens tidlige vækstfase kan der f.eks. aflejres klorit på krystallfladerne, der så atter overlejres af kvarts (som på figuren øverst på modstående side). Derfor kan man ofte se, hvordan konturerne på den oprindelige kvartskrystal har set ud. Og forholdet krystal-længde:bredde kan også iagttages. Dette ændrer sig tilsyneladende ikke nævneværdigt. Store krystaller har nemlig ofte færre krystallflader end små, og den tidligere vækstfase (fantomet) kan derfor vise flere flader end den færdige krystal.

Fantomdannelsen kan ud over klorit også udgøres af karbonater, grafit, lerpartikler, "mælkekvarts" og andre mineraler. Da opløsningen ofte er dryppet ned på de



Facetteret dendritkvarts. Den foretrukne vækstretning er nederst fra højre mod øverste venstre hjørne. (Foto: Søren Bo Andersen og forfatteren)

øverste krystallflader, ses fantomvæksten tydeligst her i forhold til siderne på krystallen. Under ophøret af kloritafsætningen kan kvartskrystallen fortsætte sin vækst, og denne vekselvirkning forårsager flere fantomdannelse oven over hinanden (flere hundrede zoner kan identificeres i én krystal).

Fantomvæksten kan også opstå som følge af en kemisk ændring i vækstforløbet eller ved ophør eller afbrydelse under væksten (illustreret på modstående side på fotoet nedenfor). I nogle tilfælde kan man også se en fordeling af fantommineralet i den ene side; aflejringene af materialet – f.eks. klorit – har fundet sted på "læsiden" af værtskrystallen.

Goethit, turmalin, klorit og alle de andre

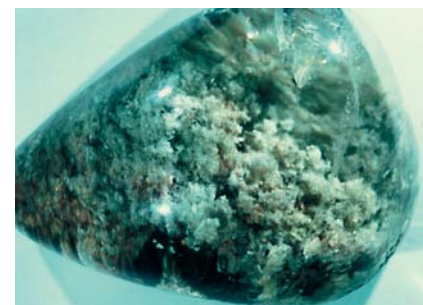
Mange forskellige mineraler kan gemme sig inde i kvartskrystallerne. Goethit (α -FeOOH), der er rødbrun til gulorange – af og til også gråsort – er en almindelig indeslutning, der dannes ved oxidation af jernholdige mineraler som pyrit og magnetit. Goethit forekommer ofte som små puder eller acikulært (som nåle) i værtskrystallen. Den kan også være ophav til stjerneeffekten i den såkaldte stjernekvarts.

Lepidokrokit (lepis = skæl på græsk) kaldet rubinglimmer er en "fætter" til goethit (γ -FeOOH). Den er rubinrød og ses ofte sammen med goethit

Klorit er et grønligt til brunligt mineral, der tit ses i kvarts som moslignende og dendritagtige indeslutninger (figuren til



Indfattet dendritkvarts med manganudfældninger. Vokseretning fra midten og ud. (Foto: Søren Bo Andersen og forfatteren)



Poleret kvarts med kloritinklusioner. (Foto: Søren Bo Andersen og forfatteren)



Kvartskrystal med turmalin. (Foto: Søren Bo Andersen og forfatteren)

højre i midten). Specielt smukt ser det ud i mosagater, der kan ligne hele landskaber. Også manganforbindelser kan blande sig i scenerierne, så man ud over de grønne nuancer også får rødlige strejf.

En utrolig flot kombination ses, hvor

EKSPERTER I JORD, VAND OG MILJØ

- Geotekniske undersøgelser
- Forureningsundersøgelser
- Hydrogeologiske undersøgelser
- Havbundsundersøgelser
- Kystsikring af sandstrande

- Grundvandsboringer til vandforsyninger
- Modellering af olie- og gasreservoirer
- Grundvandssænkingsanlæg
- Jordankre
- Oprensning af forurening

GEO

Geoteknisk Institut

GEO • Maglebjergvej 1 • P.O.Box 119 • DK-2800 Lyngby • Tlf:4588 4444 • Fax:4588 1240 • www.geoteknisk.dk



Dobbeltendet kvartskrystal med ametystfantom. (Foto: Søren Bo Andersen og forfatteren)

turmalin vokser i kvarts – hyppigt gror de ud af værtskrystallen (figuren nederst på foregående side).

Der kan forekomme talrige indeslutninger i kvarts i form af antimonit, aktinolit, pyrit, hornblende og mange flere; også perfekte krystaller af andre mineraler forekommer (figuren øverst til venstre på forrige side).

Endelig ses der også væske- og gasindeslutninger i kvarts. Som regel er de så små, at de er svære at se med det blotte øje, men der findes også større inklusioner. Hulrummene i kvartsen kan f.eks. være fyldt med hydrotermale opløsninger fra dannelsen eller fra udfyldning af sprækker under væksten – eller gasbobler formentligt af CO₂. Disse indeslutninger kan være interessante for geologer, da de kan give information om dannelsesstemperatur mm. (geologiske termometre). Nogle af disse inklusioner kan have form af "hule" krystaller og kaldes derfor "negative krystaller", da de er orien-

terede i forhold til værtskrystallen. De kan bl.a. indeholde metan, (CH₄) og kulbrinter.

Kvartskatteøjerne

Tigerøje, falkeøje mm. er fibrøse kvartsvarianter, der som regel er pseudomorfer efter krystalline kvartser efter et andet fibrost mineral f.eks. krokydolit, der er en asbestart. Farven er blålig til grønlig. Tigerøje er også pseudomorf efter krokydolit, men fibrene har været udsat for forvitring under omdannelsen og indeholder hydrerede ferri-oxider og hydroxider; derfor veksler dens farver mellem gullig og brun.

Effekten kaldes chatoyance, katteøjeeffekt, da det minder om en kats smalle øjne. De parallelle fibre danner reflekser, der løber hen over stenen, når man drejer den.

Der findes mange andre spændende fænomener, som er en stenmesse værd i forbindelse med kvarts; når man først er kommet i gang med at samle, holder man aldrig op. God fornøjelse med samlermanien! ■

Vandressourcekortlægning

....er ikke bare geofysik, men en kombination af en række fagdiscipliner:

- hydrologi
- vandkemi
- geologi
- geofysik
- GIS og databaser

 WaterTech a/s



Søndergade 53, 8000 Århus C - Tlf.: 8732 2020
 Algade 43, 4000 Roskilde - Tlf.: 4638 1970
 Mail: wt@watertech.dk - www.watertech.dk

Geologisk Tidsskala

	System	Serie	
Kænozoikum	Kvartær	mi. år Holocæn	
		Pleistocæn	
	Tertiar	1,8 Neogen	Pliocæn
		24 Palæogen	Miocæn
			Oligocæn
			Eocæn
Mesozoikum	Kridt	65 Øvre	
		Nedre	
	Jura	135 Øvre	
		Mellem	
	Trias	203 Øvre	
		Nedre	
Phanerozoikum	Perm	250 Lopingien	
		Guadalupien	
		Cisuralien	
	Karbon	295 Pennsylvanien	
		Mississippien	
		355 Øvre	
Devon	Mellem		
	Nedre		
	Silur	410 Pridoli	
Ludlow			
Wenlock			
Ordovicium	435 Llandovery		
	Øvre		
	Mellem		
Kambrium	500 Øvre		
	Mellem		
	Nedre		
540			
Proterozoikum		(Præ-kambrium)	
2500			
Archæikum			