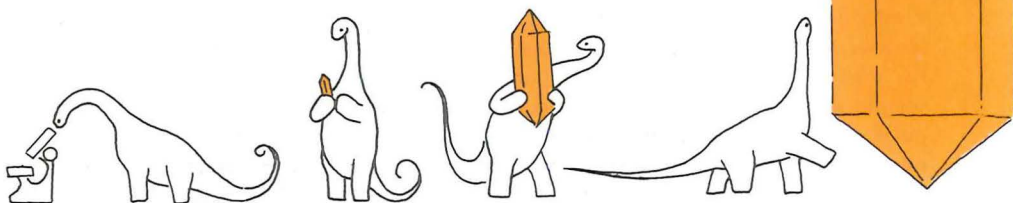


# når krystaller vokser



af JOHN METCALF JOHANSEN

"Er det planteriget, dyreriget eller mineralriget" - har man ved 20 spørgsmål til professoren ret til at få oplysning om. Det drejer sig her om mineralriget, en formrig og farvemunter verden, der tidligere sidestilledes med planter og dyr som noget levende. Mineraler var for vore forfædre noget der groede nede i jordens dyb, noget der havde sit eget liv. Selv om vi nu ved, at mineralernes liv er et spørgsmål om fysik og kemi, er der alligevel en del om de gamles syn på sagen. Mineralerne danner krystaller, og krystallerne vokser.

Når en smeltetmasse fra dybet trænger ind i svaghedszoner i de overliggende bjergarter, kan der dannes forskellige former for magmakamre, der kan have forbindelse til jordoverfladen gennem vulkaner.

Eftersom smeltmassen, der har en meget høj temperatur, er nået op i mindre varme områder - vil den afkøles under varmeafgivelse til omgivelserne. Herved vil de store mængder af gasser, som magmaet har indeholdt blive frigjort. Disse gasser, der er underkastet et meget højt tryk, søger gennem svaghedszoner opad mod områder med lavere tryk og temperatur. Her udkrystalliserer efterhånden forskellige mineraler ud fra de stoffer, som gasserne har bestået af, og der dannes forskellige mineralgange.

Ved den højeste temperatur nærmest magmakammeret, dannes gange med mineralerne kvarts og feldspat som hovedingredienserne. Det er de såkaldte pegmatitgange. Længere borte og ved lavere temperaturer dannes andre typer gange, først de såkaldte pneumatolytiske gange, senere og længst væk, ved de laveste temperaturer, de hydrotermale mineralgange.

Pneumatolytiske gange er dannet af mineraler, der overvejende er udkrystalliserede af gasarter. Hydrotermale gange er dannet af mineraler udkrystalliseret fra vandige opløsninger. Hydrotermale gange dannes i et temperaturområde, der strækker sig fra vandets kritiske punkt ( $374^{\circ}\text{C}$ , 218 atm.) til vandets kogepunkt ( $100^{\circ}\text{C}$ , 1 atm.)

Vender vi tilbage til den dybtliggende smeltemasse begynder der her en krystaldannelse, der til syvende og sidst - når hele smeltemassen er tilstrækkelig afkølet - resulterer i en krystalmasse, en bjergart.

Under afkøling af magmaet forandres de fysiske og de kemiske forhold således, at der begynder en spontan krystalkimdannelse. Ved krystalkimdannelse forstår man det forhold, at atomer, joner, og molekyler kombinerer sig med hinanden for at danne submikroskopiske mineral Korn. Denne proces er det første stadium i mineraldannelsen. Man ved fra laboratorieforsøg, at denne proces er rent mekanisk, hvilket igen betyder at dannelse og nedbrydning af mineral Korn finder sted samtidig. Udfaldet af denne vekselvirkning afhænger da af graden af de to modarbejdende processer. For eksempel fremmer afkøling dannelsen og forhindrer nedbrydningen. (Dette skal tages med forbehold, idet mange mineraler under afkøling bliver ustabile og omdannes til andre).

De nævnte submikroskopiske mineral Korn, der dannes, er, som vendingen submikroskopisk antyder, for små til at kunne ses i et almindeligt lysmikroskop. Disse første mineral Korn eller nukleider er så små, at tyngdekraften endnu ingen synderlig indvirkning har på dem. - De driver vilkårligt rundt med forskellige strømninger i magmakammeret. Men efterhånden som de fysiske og kemiske forhold ændrer sig med afkølingen, vokser nukleiderne større og større, og bliver til sidst så store, at de kan iagttages i et lysmikroskop, og de benævnes da krystallitter. Krystallitterne har alle de kemiske og fysiske egenskaber, der karakteriserer det "fuldvoksne" mineralindivid. Krystallitterne er så store, at de påvirkes effektivt af tyngdekraften og begynder at synke ned gennem magmakammeret. Nogle krystallitter har dog en mindre massefyldte end smeltemassen og flyder derfor op mod toppen af magmakammeret.

Krystalvækst i magmakammeret er afhængig af flere ting, hvoriblandt smeltemassens viskositet spiller en afgørende rolle. Viskositet er et udtryk for sejtflydendehed (bonevoks er højviskos, og vand har en meget lav viskositet). Viskositeten er igen afhængig af temperatur og tryk, således at ved stigende tryk tiltager viskositeten, mens den aftager med stigende temperatur. Generelt vil viskositeten aftage, når både temperatur og tryk tiltager.

Ved høj temperatur, der medfører lav viskositet, vil atomer, joner og molekyler have let ved at nå frem til krystallisationscentret, hvorved væksten af mineral Kornet stimuleres.

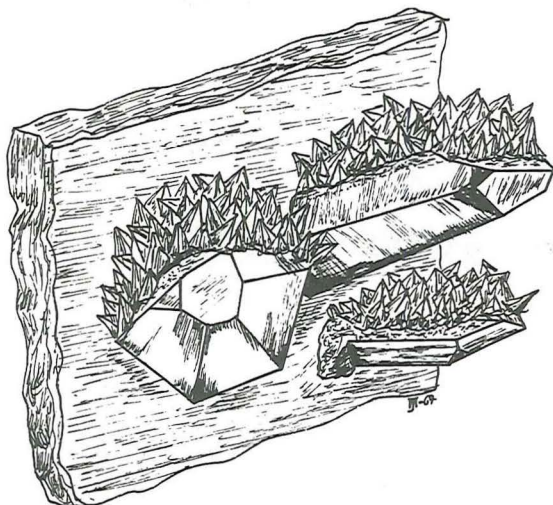
Krystaller af mineraler, der er dannet under gode betingelser for stoftransport, kaldes krystaller af første generation. Falder imidlertid temperatur og tryk pludseligt, stiger viskositeten og næringsstrømmen af atomer, molekyler og joner til krystallisationscentret hæmmes hvorved krystalvæksthastigheden brat falder. Krystaller, der dannes og vokser under så ugunstige betingelser, bliver meget små og kaldes krystaller af anden generation.



Første og anden generations krystaller kan iagttages i de strandsten af norske og svenske porfyre, som findes ved de fleste danske kyster. De store strøfkorn af feldspat tilhører første generation og er dannet i et magmakammer. De meget små krystaller eller krystallitter af samme mineral i grundmassen tilhører anden generation og er dannet under et vulkanudbrud.

Som nævnt giver smeltmasserne også anledning til krystaldannelse gennem afgivne gasser og opløsninger. Også der sker der først en spontan krystalkimdannelse. I naturen findes utallige eksempler herpå, for eksempel taler den særlige fordeling af mineraler i pegmatiter, malmårer og forskellige andre typer mineralgange herom.

Særlig i kvartsårer er krystalkimdannelse karakteristisk. Her ser man tit hvordan yngre mineraler har vokset på ældre krystaller. De yngre krystaller sidder ikke på alle værtskrystallens flader, men kun på de opadvendende flader. Dette er især almindeligt for kalkspatkrystaller på ældre kvartskrystaller.



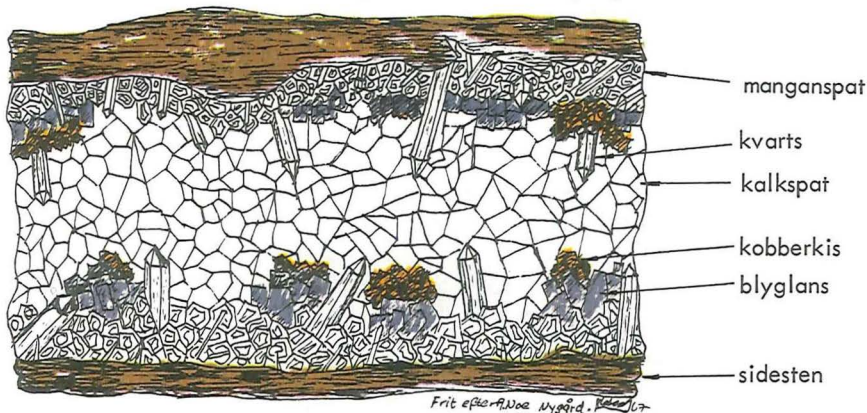
Kalkspat-krystaller, som har vokset på overfladen af kvartskrystaller.



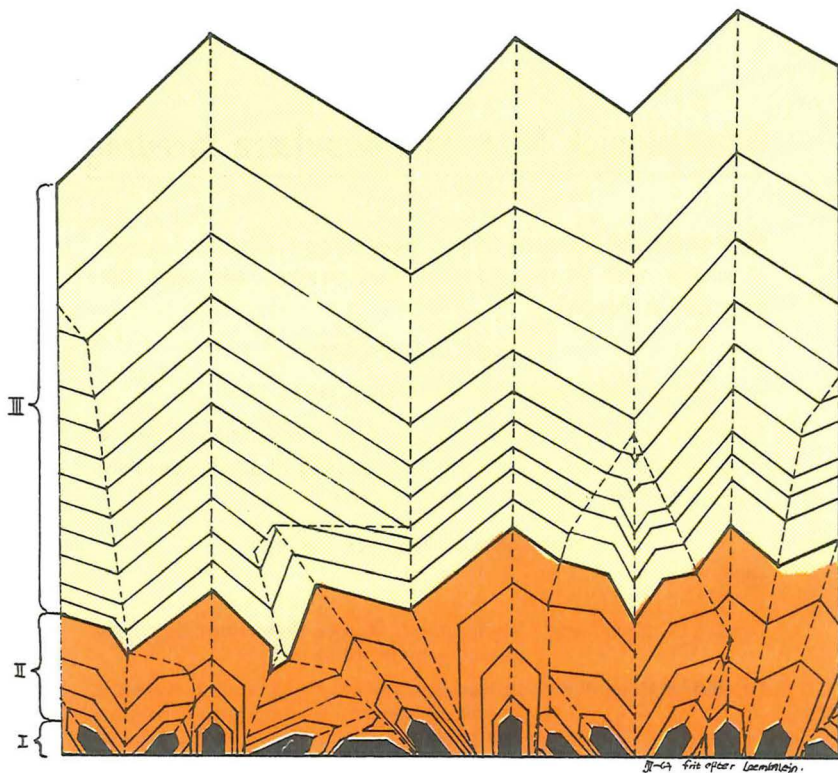
Dette fænomen må skyldes et særligt krystallisationsforløb. Nukleider og krystallitter af kalkspat, der flyder rundt i opløsningen, er så små, at de udfører bevægelser, der skyldes at opløsningens molekyler støder til dem. De bevæger sig derfor vakkende rundt i opløsningen langs en zigzagformet bane. Med et godt mikroskop kan man se det samme i vand med opslemmede tusch-partikler. Krystallitterne og nukleiderne vokser sig efterhånden så store, at andre molekylers bevægelser ingen indflydelse får. I stedet begynder tyngdekraften at indvirke på krystallitterne, der nu synker nedad i opløsningen og falder til ro på de opadvendende flader af ældre kvartskrystaller, hvor de vokser videre.

Nukleider af forskellige mineraler opstår ikke samtidig. Dannelsen af et nukleid af et mineral afhænger af dette minerals opløselighed. Er mineralet tungtopløseligt (for eksempel feldspater og kvarts), vil nukleider af dette dannes først under begyndende afkøling. Først ved lavere temperaturer vil nukleider og krystallitter af mere letopløselige mineraler dannes. Dette gælder for eksempel for blyglans, kobberkis, flusspat og kalkspat. I en mineralgang vil man derfor kunne iagttage, hvorledes krystaller af tungtopløselige mineraler er udkrystalliseret på sidestenen og at der - ind mod midten af gangen - er sket udkrystallisation af mineraler af stigende opløselighed som vist nedenfor.

Snit gennem hydrotermal mineralgang.



Når mineralkrystallitter lægger sig til hvile på opadvendende flader, sker det med en meget tilfældig orientering. Nogle ligger for eksempel med den længste akse vandret, andre med denne akse vinkelret eller omtrent vinkelret på underlaget. Disse hulter til hulter orienterede krystallitter bliver stadig større og større. Trængslen fremmer en vis regelmæssighed i den videre krystalvækst og man taler om en geometrisk udvælgelse.



Geometrisk udvælgelse gennem stadiene I, II og III.

Først vokser krystallitterne uforstyrrede (de sorte krystaller på figuren stadium I.), indtil de vokser sammen, hvorved den geometriske udvælgelse begynder. De krystaller der har en gunstig orientering med længdeakse nogenlunde vinkelret på underlaget, vokser videre på bekostning af deres mindre heldige fæller med ugunstig position, det vil sige med længdeakse parallel eller omtrent parallel med underlaget (stadium II). Blandt de krystaller, der nu er tilbage, vil kun de vokse videre, der har deres længdeakse orienteret meget stejlt i forhold til underlaget. Af dem vil ved videre vækst kun krystallerne med længdeakse vinkelret på underlaget være i stand til at vokse videre. Disse krystallers længdeakser er parallelle, og krystallerne kan teoretisk set vokse videre ind i himlen, uden at genere hinanden (stadium III).

Med kendskab til denne geometriske udvælgelsesproces, kan man i praksis afgøre om man står overfor resultatet af en relativ lang krystallisationsperiode (III. stadium), eller en relativ kort (I. og delvis II. stadium).

*J. W. K. 1914*

# Mineralogisk Museums populære foredrag

---

På **Mineralogisk Museum**, Østervoldgade 5 og 7, afholdes i løbet af vinteren 1967–68 en række populære foredrag, som tager sigte på at give et indblik i

## JORDENS HISTORIE

Foredragene holdes tirsdag aften kl. 19.15.

Efter foredragene, der hvis tilslutningen nødvendiggør det, vil blive gentaget kl. 20.15, har publikum adgang til udstillingssalene, hvor sagkyndige vejledere vil være til stede.

Rækken omfatter følgende foredrag:

### 1967

- Tirsdag 21. november: **Stud. scient. Merete Schørring:** Begyndelsen af jordens oldtid.
- Tirsdag 5. december: **Universitetsadjunkt, mag. scient. Svend E. Bendix-Almgreen:** Devontiden — fiskenes storhedstid.

### 1968

- Tirsdag 16. januar: **Universitetsadjunkt, mag. scient. Svend E. Bendix-Almgreen:** Fra slutningen af jordens oldtid.
- Tirsdag 30. januar: **Amanuensis, mag. scient. Niels Bonde:** Kæmpeøgler og andet liv fra jordens middelalder.
- Tirsdag 13. februar: **Amanuensis, mag. scient. Niels Bonde:** Den store uddøen ved kridttidens slutning.
- Tirsdag 27. februar: **Stud. scient. Ella Hoch:** Pattedyrenes storhedstid.
- Tirsdag 12. marts: **Cand. mag. Anker Weidick:** Af istidens saga.
- Tirsdag 26. marts: **Afdelingsleder, dr. phil. Eigil Nielsen:** De første mennesker.

**Gratis adgang for alle**  
(Ingen særlige adgangskort)

Ret til ændringer i programmet forbeholdes.