

# Mineralet fluorit

## - en krystalstruktur med plads til begejstring

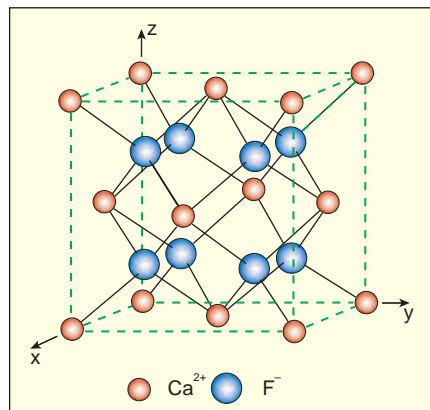


Zoneret klar, fluorit. Den forreste kube er ca. 1 cm. bred (Foto: Søren Bo Andersen og forfatteren)

Af geolog Ulla V. Hjulær, *GeologiskNyt*

Fluorit er et utroligt smukt mineral, som kan antage mange farver, være transparent, båndet og desuden have indeslutninger af fx pyrit og turmalin. I denne artikel berøres nogle af mineralets mange spændende egenskaber.

Fluorit kaldes også fluspat, en ældre betegnelse der antageligvis stammer fra det indogermanske "sphel", der betyder noget i retning af at "splintre" eller "spalte"; det er siden blevet til spat, som vi kender det fra andre mineraler som fx jernspat, dobbeltspat og feldspat.



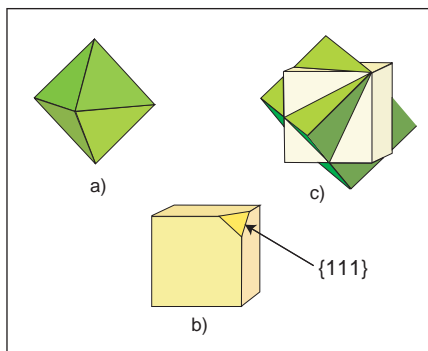
Elementarcelle for fluorit. (Grafik: Forfatteren)

### Krystallografi

Som de fleste sikkert har observeret på deres egne klenodier derhjemme, er fluorit kubisk og danner ofte terninger eller oktaedre (se a og b på figuren nedenfor). Kaster man en af sine terninger, risikerer man at stå med et oktaeder i stedet for kuben, idet spalteligheden er perfekt på {111}-fladerne – dvs. hjørnerne af terningen.

Nogle krystaller kan se kugleformede ud, men tager man dem i nærmere øjesyn, vil man se, at "kuglerne" faktisk består af en masse små flader og altså stadig opfylder deres kubiske natur.

Specielle vækstformer hvor mineralet har oktaedrisk form, men hvor oktaederet udgøres af små terninger, findes også (foto nederst, midterst på side24).



Almindelige former der ses hos fluorit; a) oktaeder, b) terning med illustration af {111}, c) gennemvoksningstvillinger. (Grafik: Forfatteren)

### Fysiske egenskaber

Fluorit, CaF<sub>2</sub>, er et halogenid – dvs. en forbindelse bestående af et halogen (grundstoffer i 17. hovedgruppe; hér flour: F), der er bundet til et alkalimetall eller jordalkalimetall (grundstoffer i 1. og 2. hovedgruppe; hér calcium: Ca).

Ca<sup>2+</sup>-ionerne udgør hjørnerne og midten på fladerne i gitterstrukturen (figuren nedenfor til venstre). Hver calcium-ion er således koordineret med otte flour-ioner, og hver flour er "omringet" af fire calcium-ioner (tetraedrisk koordineret).

Selvom farverigdommen og skønheden gør mineralet velegnet til smykkefabrikation, er fluorit på grund af sin ringe hårdhed og den fuldkomne spaltelighed vanskelig at arbejde med i smykkeindustrien.

## Egenskaber

**Kemisk formel:** CaF<sub>2</sub> (calcium-fluorid)

**Krystalssystem:** Kubisk

**Farve:** Farveløs, gul, orange, lilla nuancer over i blå, grøn, rød (sjælden)

**Hårdhed:** 4 (Mohs)

**Densitet:** 3,18 g/cm<sup>3</sup>

**Streg:** hvid

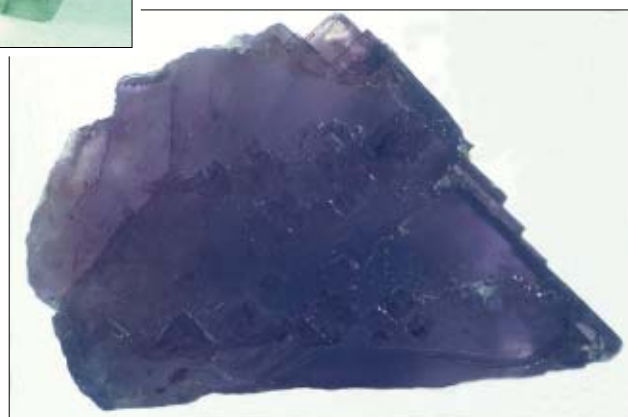
**Spaltelighed:** Fuldkommen efter {111}

**Glans:** Glasglans

Poleret, grøn fluorit fra Kina. (Foto: Søren Bo Andersen og forfatteren)



Fluorit udsat for ultraviolet stråling. Stykket er ca. 5 cm. på den længste led. (Foto: Søren Bo Andersen og forfatteren)



Del af lilla fluoritterning med vækst af små terninger på overfladen. (Foto: Søren Bo Andersen og forfatteren)

### Tvillingedannelse

Tvillinger er meget almindelige, og gennemvoksningstvillinger (penetrationstvillinger) med [111] som tvillingakse ses ofte.

### Forekomst

Ved dannelsen af fluorit er tilstedeværelsen af flussyre, HF, nødvendig. Grundstoffet flour, der forekommer som en kraftigt lugtende gas, er uhyre reaktivt og findes derfor aldrig i fri form i naturen. Under afkølingen af et magma, hvor der også er calcium til stede, kan mineralet dannes. Det forekommer ofte i hydrotermale miljøer og specielt i grejsen, granitter og syenitter samt i granitiske pegmatitter. Det er almindeligt i årer og gange, hvor man bl.a. kan finde det sammen med kvarts, calcit, baryt og forskellige malmminerale som sphalerit og galena. Undersøgelser af væskeindeslutninger i fluoritter fra en pegmatit har givet en krystallisationstemperatur på 450°-550 °C.

Mineralet kan også findes i hulrum i vulkanske bjergarter og i geoder fra kalksten, der givetvis har hydrotermal oprindelse.



Oktaeder med pyritindeslutninger; oktaederet er ca. 3 cm på det bredeste stykke. (Foto: Søren Bo Andersen og forfatteren)

### Farverne

Fluorit dækker stort set hele spektret, men der er nogle farvevarianter, der er mere eftertragtede end andre! De røde er temmeligt sjældne – og derfor også dyre i handlen. En del af det meget æblegrønne, kinesiske materiale, der har været på markedet de seneste år er også ganske godt med prismæssigt, men mere almindeligt forekommende.

Der er forskellige årsager til mangfoldigheden af farver i fluorit. Fx kan indbygningen af farvegivende lanthanider være årsag til dannelsen af de såkaldte farvecentre. Lanthaniderne ligger i 6. periode i det periodiske system og har derfor store ionradier – dvs. de kan ikke substituere med de øvrige overgangsmetaller, der har lavere ionradier. Dog kan Ca i fluorit pga. sin store radius bl.a. substituere med følgende lanthanider:  $\text{Sm}^{2+}$ ,  $\text{Yb}^{3+}$ ,  $\text{Gd}^{3+}$ ,  $\text{Ce}^{3+}$  og  $\text{Eu}^{2+}$ . Disse ioner har ca. samme ionradius som Ca.

Den ofte forekommende blå farve forårsages af de såkaldte *F-centre* (en elektron udfylder en tom F-plads) og *M-centre* (to



Fluorit der har oktaederform, men som består af små terninger, der følger formen. Stykket er ca. 3,5 cm (Foto: Søren Bo Andersen og forfatteren)

F-centre, der grænser op til hinanden). Pga. et overskud af kationer kan der opstå tomme pladser, i hvilke der via indfangning af frie elektroner kan opstå F-centre. Resultatet af dette ses i absorptionsspektret for den blå fluorit, hvor man kan se, at de målte bølgelængder ligger i det blå område af spektret.

Lyseblå fluorit indeholder  $\text{Y}^{3+}$  (yttrium), der erstatter  $\text{Ca}^{2+}$ . For at kompensere for ladningsforskellen må der således være en tom plads, hvor flour-ionen skulle have siddet, der nu i stedet besættes af to elektroner ( $\text{F}^-$ -plads).

De lyserøde og røde fluoritter har også fået substitueret  $\text{Ca}^{2+}$  med  $\text{Y}^{3+}$ , og samtidigt indbygges der to ilt-ioner på to  $\text{F}^-$ -pladser, der ligger ved siden af hinanden, og som så danner et såkaldt  $\text{O}_2^{3-}$ -centrum – de to  $\text{O}^{2-}$ -ioner har "indfanget et hul".

Den lysegrønne farve opstår, når  $\text{Sm}^{2+}$  substituerer for  $\text{Ca}^{2+}$ , og den orange fluorit er et resultat af substitution af  $\text{Mn}^{2+}$  for  $\text{Ca}^{2+}$ .

Endelig har vi den gule fluorit, der indeholder  $\text{O}^{3-}$ -ioner. To af iltatomerne substituerer for flourioner, og det midterste ilt-



Kraftigt zoneret fluorit med pyritindeslutninger. (Foto: Søren Bo Andersen og forfatteren)





Farveløse fluoritkuber på matrix. Øverst til højre ses et foto af en mælkehvid, halvgennemsigtig fluorit med lilla zonerung. (Fotos: Søren Bo Andersen og forfatteren)

atom befinder sig på en "mellemgitterplads".

Den helt klare og farveløse fluorit kan ved radioaktiv bestråling blive violet og uigennemsigtig.

Blandingsfarver opstår, når forskellige farvecentre optræder samtidigt.

Endelig ses ofte zonerung, der følger krystalstrukturen.

#### Luminiscens eller fluorescens

Luminiscens hentyder til det fænomen, at det belyste objekt – fx fluorit – kun lyser under bestråling, man siger, at det fluorescerer, mens fosforescens henviser til, at det belyste stof lyser af sig selv (dog især efter at have været udsat for bestråling). Fluorit har lagt navn til begrebet *fluorescens*. Fluoritter, der er klare og altså ikke indeholder fremmede ioner eller fejl i gitterstrukturen, fluorescerer ikke. Luminiscensen fremkommer bl.a. via gitterfejl og ved tilstedeværelsen af "fremmed-ioner" specielt lanthaniderne samarium (Sa), Ytterbium, (Yb), Cerium (Ce), Gadolinium (Gd), Yttrium (Y) og Europium (Eu), der har ca. samme ionradius som Ca, og som kan fremkalde luminiscensen.

Når  $\text{Eu}^{2+}$  indbygges i krystalstrukturen, fås blåviolet luminiscens, mens fx  $\text{Yb}^{2+}$  bevirker en gulgrøn luminiscens.

#### Fluorit i industrien.

Ud over at fylde mange stenske har fluorit også industrielle funktioner.

På grund af sin lave lysbrydning og dispersion (spredning af det hvide lys i regnbuens farver ved passage af to flader) er mineralet ganske velegnet til optisk industri (til sammenligning har diamant – i modsætning til fluorit både høj lysbrydning og høj dispersion). Men udover at det let spalter, at der er uhyre høje krav til renhed – dvs. ingen defekter og sjove farver – og

så skal det samtidigt foreligge i bestemte størrelser. Prisen er derfor ekstremt høj, og i dag anvendes primært syntetisk fluorit, der i mange tilfælde er mere velegnet end glas. Ellers er det specielt linser og prismer, der produceres til kameraer, spektrometre, linser til infrarøde lasere med mere.

Mineralet er også blevet udvundet til fremstilling af den meget kraftigt ætsende flussyre, HF, som skal omgås med største varsomhed. HF anvendes ved bearbejdning af aluminium, stål samt uranbrændsel til atomreaktorer. Endelig bruges det i glasurer og til raketbrændstof.

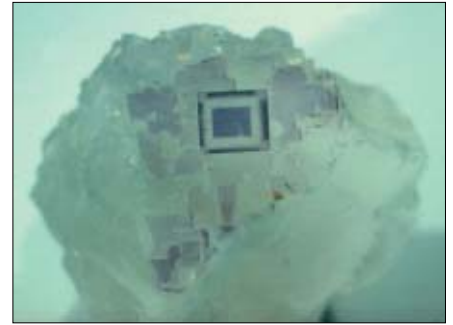
I begyndelsen af 70'erne var efterspørgslen på fluorit ekstra stor. Det skyldtes, at flussyre blev anvendt til fremstilling af fluor-kulbrinte (freon), der bruges som drivmiddel i vores spraydåser. Pga. den skadelige virkning på ozonlaget er man holdt op med at benytte disse stoffer, og der brydes derfor heller ikke så meget fluorit længere. En lidt mere fredelig anvendelse finder fluoritten dog stadig i fremstillingen af flour-tandpasta.

Der forarbejdes mange flotte vaser, skulpturer mm. specielt af de bandede varieteter, der stammer fra Kina, men alt i alt er produktionen på verdensplan faldet siden slutningen af firserne. Der er dog stadig mulighed for at finde flotte stykker. I England er de kendteste lokaliteter Cumberland og Derbyshire, og i Tyskland kan man fx besøge Schwarzwald.

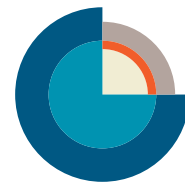
#### Litteratur:

Steffen, G., 2000: *Farbe und Lumineszenz von Mineralien*

Asselborn, E. m. fl., 1993: *Fluorit oder: Von dem Vergnügen, Flußspat zu sammeln, extraLapis No. 4*



## Tak til vore sponsorer:



GEUS

og



## og støtte-abonnenter:



Dansk Geofysik

Kortlægning og rådgivning



**DGE**  
Dansk Geo-servEx a/s  
• Miljø • Vand • Råstof • Geologi