

FELD SPAT



af Mikael Pedersen

Af alle mineraler i Jordens skorpe er feldspaterne de bedst repræsenterede. De udgør omkring 50% af skorpematerialet, og man finder dem i så godt som alle bjergartstyper, det være sig plutoniske, vulkanske, metamorfe og sedimentære.

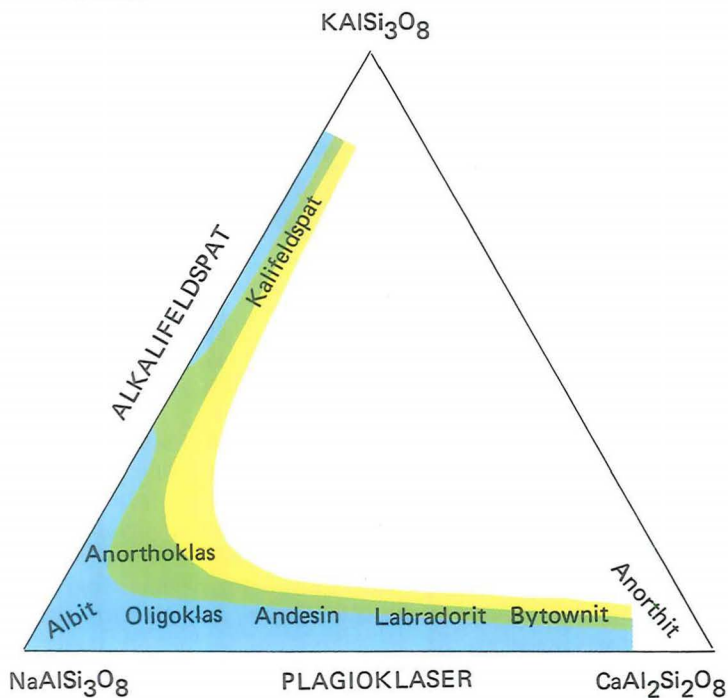
Feldspat hører til silikatmineralerne, og henregnes til gruppen tektosilikater. Det vil sige, at den grundlæggende struktur er SiO_4 -tetraedre, der sidder koblet til hinanden i et stort tredimensionelt netværk på en sådan måde, at ethvert iltatom er knyttet tæt til to silicium-atomer, mens hvert silicium-atom er knyttet til fire ilt-atomer. Denne opbygning gør, at forholdet mellem silicium- og ilt-atomer skulle være 1 til 2. I realiteten er hvert fjerde silicium-atom dog erstattet af et aluminium-atom, hvilket kan lade sig gøre, da ionradierne for Si og Al ligger meget tæt på hinanden.

Den kemiske formel for feldspat vil indeholde et led, der hedder AlSi_3O_8 . Regner man oxidationstrinnet ud for denne gruppe, får man -1 , hvilket vil sige, at der skal knyttes en monovalent kation til gruppen, for at den kan blive elektrisk neutral. Dette kan enten dreje sig om kalium (K^+) som i kalifeldspat eller natrium (Na^+) som i albit. I nogle tilfælde vil hvert andet silicium-atom være

Figur 1. To alkalifeldspatkrystaller fra en pegmatitgang. Stykket er 11 cm bredt. Foto: Ole Bang Berthelsen.

erstattet af et aluminium-atom, hvilket giver en sammensætning som $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, der har oxidationstrinnet -2 . Dette gør plads for en divalent kation, som vil være calcium (Ca^{++}), som i anorthit.

I praksis vil man kun sjældent finde de helt rene endeled, det vil sige kalifeldspat (KAlSi_3O_8), albit ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) og anorthit ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$). Naturligt forekommende feldspater vil ofte være en kombination af enten anorthit og albit eller albit og kalifeldspat. Disse kombinationer gør, at man deler feldspat i to grupper. Den ene gruppe, alkalifeldspaterne, består af de feldspater, der indeholder alkalimetaller, det vil sige natrium og kalium. I denne gruppe har man altså albit og kalifeldspat og alle blandinger af disse to. Den anden gruppe er plagioklas-gruppen, og her finder man anorthit og albit og alle feldspater, som ligger der imellem.



Trekantsdiagram til belysning af mulige feldspatsammensætninger. Bemærk, at alle blandingsforhold mellem den rene Na-feldspat (albit) og den rene Ca-feldspat (anorthit) kan eksistere, mens alkalifeldspatrækken ikke er kontinuert ved lave temperaturer. Endvidere ses, at albit både er en plagioklas og en alkalifeldspat. Farverne angiver forskellige temperaturintervaller. Blå: under 650°C , grøn: mellem 650 og 750°C og gul: mellem 750 og 900°C .

Alkalifeldspat

I alkalifeldspat-gruppen har man som før nævnt albit og kalifeldspat. Albit hører dog både til alkalifeldspat-gruppen og til plagioklas-gruppen, hvorfor det først vil blive nærmere omtalt i afsnittet om plagioklaser.

Kalifeldspat er en betegnelse, der dækker over feldspater med kalium i, og dem er der tre af, nemlig sanidin, orthoklas og mikroklin, der alle har den samme formel KAlSi_3O_8 .



Figur 2. Veludviklet krystal af alkalifeldspat. Feldspatkrystaller af denne størrelse finder man kun i pegmatiter. Bemærk de flader, der ses, er krystalflader. Foto: Ole Bang Berthelsen.

Sanidin er en farveløs monoklin feldspat med to spalteretninger, der er vinkelrette på hinanden, og hårdheden er 6. Sanidin dannes ved høje temperaturer og er ustabil ved lave. Derfor finder man kun sanidin i bjergarter, der har været meget varme og som er kølet så hurtigt af, at en rekrystallisation ikke har kunnet finde sted. Dette kan ske i lavabjergarter som trakyt og rhyolit.

Orthoklas er ligesom sanidin monoklin og har hårdheden 6 og to (af og til dog tre) spalteretninger vinkelret på hinanden. Farven varierer fra farveløs over hvid og grå til kødrød, sjældnere gul og grønlig. Orthoklas er stabil ved moderate temperaturer og findes ofte i bjergarter, der er størknet relativt hurtigt et stykke nede i jorden. Dette vil typisk være graniter, granodioriter og syeniter.

Mikroklin er langt den mest almindelige kalifeldspat, hvilket hænger sammen med, at det er den kalifeldspat-polymorf, der er stabil ved de laveste temperaturer. Mikroklin findes typisk i granitiske bjergarter, der er størknet langsomt, således at den orthoklas, der har været stabil ved højere temperaturer, har fået tid til at rekrystallisere. Mikroklin er desuden almindelig i gnejser og i sandsten.

Mikroklin er ikke som de to andre feldspater monoklin, men derimod triklin. Den har hårdheden 6 og to spalteretninger, der er næsten vinkelrette på hinan-



Figur 3. Spaltestykke af alkalifeldspat med perthit-struktur. Spaltestykket er ca. 10 cm bredt. Foto: Ole Bang Berthelsen.

den. Farven er for det meste kødrød, men også ofte hvid til gullig. Amazonit, der er en grøn til turkisblå varietet af mikroklin, slibes ofte og bruges til smykker og ornamentter.

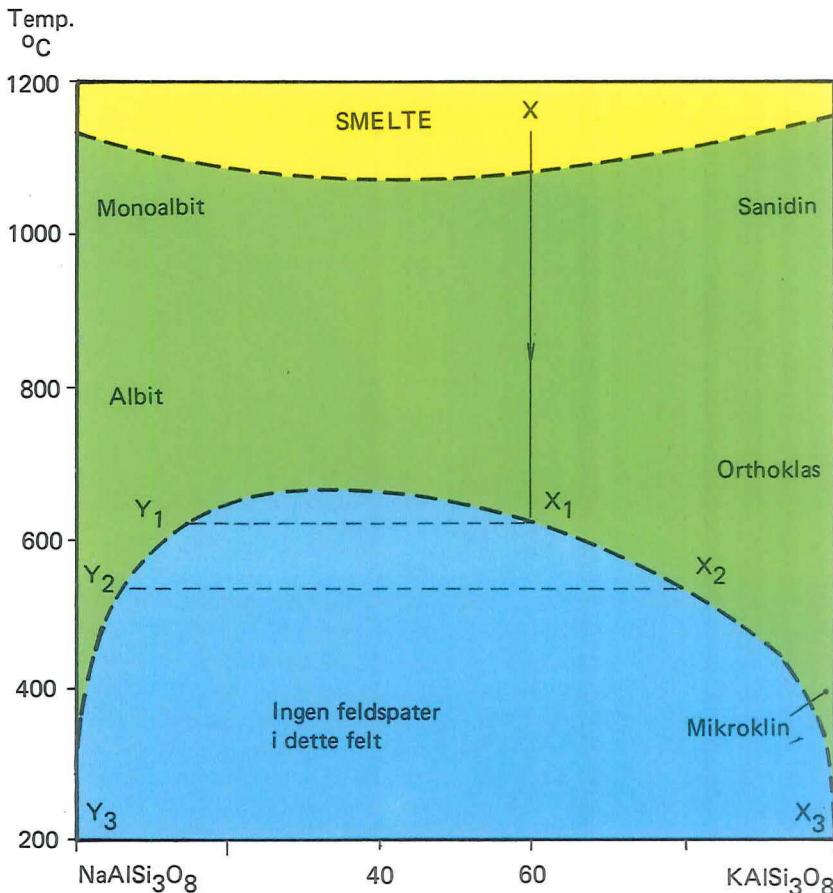
Mikroklin udviser meget ofte perthit. Det vil sige, at der går nogle lyse, næsten parallelle lag af albit gennem feldspaten. Af og til kan disse lag kun ses i mikroskop, og strukturen betegnes da mirkoperthit.

En fjerde kalifeldspat, der dog er mere sjælden end de ovenfor nævnte, er **adularia**. Det er en varietet af denne, der går under navnet månesten.

Plagioklas

Plagioklasfeldspater består af det rene Na-endeled: albit og det rene Ca-endeled: anorthit, samt en række feldspater, der indeholder både Na og Ca, nemlig **oligoklas**, **andesin**, **labradorit** og **bytownit**.

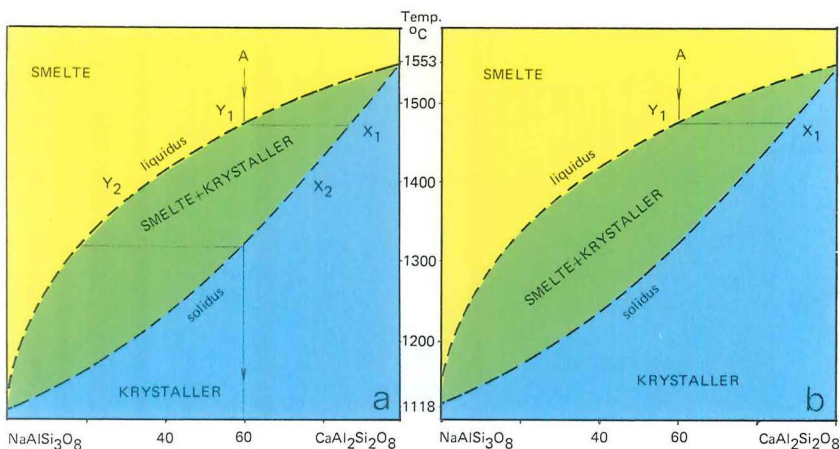
Alle mineraler i plagioklas-gruppen har nogenlunde de samme fysiske egenskaber: De er triklone (ved høje temperaturer kan monoklin albit dog forekomme), de har hårdheden 6, og de har to spalteretninger, der er vinkelrette på hinanden. Farven er farveløs, hvid, grå eller mere sjældent grønlig, gullig, blålig eller rødlig. Oligoklas har ofte indeslutninger af hæmatit, hvilket giver den en særlig glans. Denne varietet kaldes **aventurin**-feldspat eller solsten.



Perthit-dannelse kan nemmest forklares med en figur. Tager man udgangspunkt i en smelte med en sammensætning: 60% KAlSi_3O_8 og 40% $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ og sænker temperaturen langsomt, vil man ved ca. 1100°C få krystalliseret en alkalifeldspat med samme sammensætning som smelten.

Sænker man temperaturen yderligere, vil man ved ca. 600°C få splittet feldspaten op i to komponenter: X_1 og Y_1 , idet Na-ionerne nu vil begynde at samle sig i albitlag, mens den oprindelige feldspat bliver fattigere på Na, og den bliver derved relativt beriget med K.

Ved yderligere temperatursænkning vil denne proces fortsætte, og sammensætningen af kalifeldspaten vil gå fra X_1 mod X_3 , mens albitlagene vil blive mere Na-holdige, og sammensætningen af disse vil bevæge sig fra Y_1 mod Y_3 . Denne totale proces resulterer i en mikroklin med indesluttede lag af albit.



Plagioklas' krystallisationsforløb kan beskrives ud fra ovenstående figurer. Begynder man med en smelte med sammensætningen: 60% $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ og 40% $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ (punkt A) og afkøler den meget langsomt, vil man ved ca. 1500°C få krystalliseret en feldspat med sammensætningen X_1 . Den dannede feldspat er noget mere Ca-rig end smelten, hvorfor smelten ved yderligere afkøling vil blive mere Na-holdig. Smeltens sammensætning vil følge den øverste af kurverne, den såkaldte liquidus-kurve, når man sænker temperaturen. Tilsvarende vil de dannede krystaller ved afkøling reagere med smelten og blive mere Na-rige. Krystallernes sammensætning vil følge den nederste af kurverne: solidus-kurven ved temperatursænkningen.

Eksempelvis vil smeltens sammensætning ved ca. 1400°C være Y_2 , mens de krystaller, der ligger i smelten, vil have sammensætningen X_2 . Når temperaturen når det punkt, hvor de krystaller, der dannes, har sammensætningen svarende til den oprindelige smeltesammensætning, er krystallisationsprocessen til ende, og alle feldspatkrystaller vil slutte med denne sammensætning.

Det beskrevne krystallisationsforløb vil kræve, at nedkølingen sker meget langsom, således at de dannede krystaller hele tiden kan nå at reagere med smelten. Sker afkølingen hurtigere, vil de først dannede krystaller blive ved med at have den oprindelige sammensætning (X_1), og udenpå vil der derefter blive lagt lag af mere Na-rig feldspat, indtil man til sidst får en ydre rand af ren albit. I dette krystallisationsforløb vil processen ikke ophøre ved de ca. 1300°C , men blive ved til 1118°C . Sidstnævnte forløb vil resultere i dannelsen af såkaldte zonerede feldspater.

Den bedste måde til at skelne plagioklas fra alkalifeldspat på er, at alkalifeldspat ofte har perthitisk struktur, hvilket plagioklaser aldrig har, samt at plagioklaser meget tit har polysyntetiske tvillinger. Disse tvillinger ses som tætliggende parallelle striber på spaltefladen. Ofte er striberne dog så fine, at man kun kan se dem ved at bruge lup.



Figur 4. Spaltestykke af plagioklas med meget tydelige tvillingstriber. Foto: Ole Bang Berthelsen.

Plagioklas findes både i magmatiske, metamorfe og til tider også i sedimentære bjergarter. De forskellige plagioklaser optræder sjældent sammen i en og samme bjergart. Generelt er det sådan, at jo mere SiO_2 en magmatisk bjergart indeholder, jo mere Na-rig er plagioklasen. Omvendt vil en magmatisk bjergart med et mindre SiO_2 indhold hyppigt indeholde en Ca-rig plagioklas. Således findes anorthit og bytownit i gabbroer, labradorit i gabbroer, basalter og anorthositer, andesin findes i andesiter, oligoklas i granodioriter og monzoniter og albit i graniter, rhyoliter, trakyter og pegmatiter.

I pegmatiter findes feldspat i krystaller på op til flere meter, og man bryder da også denne bjergart netop for at få feldspaten ud. Feldspat brydes, fordi det kan bruges i forskellige sammenhænge. Allerede Ertebølle-kulturens folk, der levede i Danmark omkring 5.400–4.000 år f. Kr. i den såkaldte Jægerstenalder, brugte knust feldspat til at magre leret med, når de fremstillede keramik-ker. Denne teknik var dog efter al sandsynlighed importeret fra udlandet og kan derfor antages at være endnu ældre.

Endnu den dag i dag er feldspat en vigtig ingrediens ved fabrikation af keramik, og det er da også til denne industri, at den største mængde af mineralet går. Feldspat bruges også til maling, skurepulver og kunstige tænder, og endelig skal det nævnes, at visse former for feldspat anvendes til smykkesten. Det drejer sig om solsten og månesten, der – når de slibes – får et meget flot farvespil.