

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 520.

ÅRSBOK 45 (1951) N:o 1.

KVARTS, FÄLTSPAT  
OCH GLIMMER

SAMT FÖREKOMSTER DÄRAV I SVERIGE

AV

NILS SUNDIUS

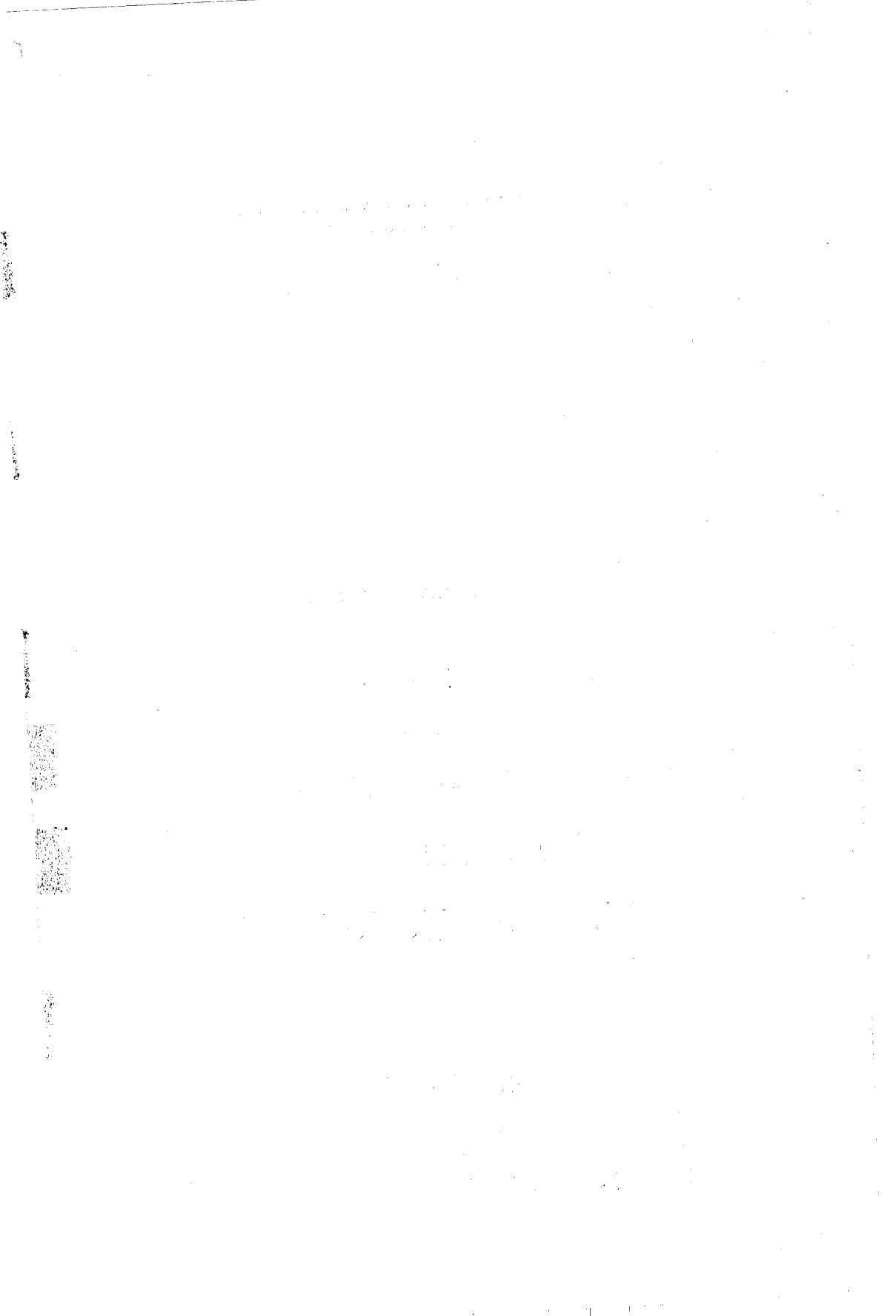
MED TVÅ TAVLOR

---

STOCKHOLM 1952

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

511457



## Innehåll.

	Sid.
Inledning .....	5
Allmän del .....	7
Kvarts .....	7
Fältspat .....	15
Glimmer .....	23
Pegmatit .....	26
Sällsynta mineral i pegmatit .....	33
Analyser av sällsynta mineral i pegmatit .....	44
Olika typer av kvarts- och fältspatförekomster och deras geografiska fördelning .....	50
Analyser av kvarts och fältspat .....	56
Annalystabeller .....	59
Kvartsens användning .....	67
Fältspatens användning .....	77
Historik och produktion .....	81
Tiden före 1896 .....	81
Perioden 1896—1947 .....	87
Årsbehovet av kvarts och fältspat .....	95
Glimmerproduktion .....	97
Produktionen 1896—1947 vid de enskilda gruvorna .....	101
Brutna förekomster av kvartsfältspatpegmatit .....	109
Stockholms skärgård och Stockholms län .....	109
Västmanland .....	123
Dalarna .....	131
Närke .....	132
Östergötland .....	137
Värmland och Dalsland .....	146
Västergötland .....	147
Bohuslän .....	158
Halland .....	175
Småland .....	178
Blekinge .....	179
Skåne .....	180
Norrland .....	181
Kvartspegmatiter .....	193
Kvartsbrecciegångar .....	199
Bergslagsområdet .....	199
Närke .....	201
Bohuslän .....	201
Dalsland .....	202
Kvartsit .....	213
Underkambrisk sandsten .....	215
Sandsten ur Visingsöformationen .....	215
Sandsten i undre krita .....	217
Sand .....	218
Glimmerbrytning under kriget 1940—45 .....	219
Förteckning över gruvor och försök .....	227

Tillstånd jämlikt SFS 680—683/1949 har av Rikets allm. kartverk lämnats den 18/4 1951 för fig. n:ris 25—27, 31, 35, 36, 38—43, 45—49, 53, 62 och den 5/5 1951 för fig. nr 52, av Kartverkskommissionen den 19/4 1951 för fig. n:ris 39, 40, 46 samt den 17/5 1951 för fig. n:ris 52, 53.

## Inledning.

Bland de mineral, som, ehuru icke inbegripna under begreppet »malm», likväl på grund av vissa egenskaper vunnit en mångsidig praktisk användning inom industrien, erbjuda kvarts, fältspat och glimmer ett betydande intresse. Förekomster därav, särskilt av de två förstnämnda, ha sedan lång tid i stort antal varit föremål för brytning. Ehuru konsumtionen av nämnda mineral inom landet icke kan sägas vara stor, särskilt i jämförelse med malmen, utgöra de dock en nödvändig förutsättning för flera industriers drift eller råmassa, varjämte fältspat sedan c:a 75 år varit föremål för en livlig export.

Med hänsyn härtill har det för Sveriges geologiska undersökning ansetts önskvärdt att genom en sammanställande publikation söka giva en översikt över vad som kunnat inhämtas rörande läge, geologiskt förekomstsätt och storlek av de viktigaste förekomsterna av dessa mineral, ävenså rörande deras egenskaper, användning och produktion. Ett förberedande arbete för en dylik översikt utfördes omkring 1910—1931 av H. E. Johansson, men hann med undantag för en kort översikt av 1914 (G. F. F. 36: 116) icke att sammanställas av honom. Uppdraget överlämnades sedermera (1940) av d. v. chefen för Undersökningen till undertecknad.

De uppgifter, som innehållas i det följande angående produktionen, äro i huvudsak hämtade ur Kungl. Kommerskollegii primäruppgifter, i vilka från och med 1896 brytningen i landets fältspatbrott redovisats, övervägande i samband med bergverksstatistiken. Från och med 1906 äro i denna serie även inbegripna uppgifter angående bruten kvarts, både vid fältspatbrotten och i rena kvartsbrott, liksom även från och med 1923 angående utvunnen glimmer, vilken sistnämnda produktion dock varit av mer tillfällig karaktär och spelat någon väsentlig roll endast under världskrigens avspärrning. Kvarts har för järnhyttor och glasbruk brutits sedan lång tid tillbaka före den officiella kvarts-fältspatstatistikens tillkomst, över vilka kvantiteter få upplysningar stå att erhålla. Däremot infaller fältspatstatistikens början (1896) vid en tidpunkt föga senare än den, då fältspat börjat produceras mera allmänt och i större skala, varför den brutna kvantiteten härav till sin huvudmassa låter sig beräknas.

Beträffande förekomsterna och deras lokalisering har statistiken i allmänhet varit vägledande. För kännedom om fyndigheternas utbildningssätt och geo-

logiska uppträdande har det dock i stor utsträckning varit nödvändigt att genom besök å platsen taga personlig kännedom om dem.

Sammanställandet av föreliggande arbete har av företagen mötts med välvilligt intresse. De flesta av de i det följande publicerade analyserna ha ställts till förfogande av företagare, varibland må nämnas Ing. Hj. Olson, Gustavsberg, Forshammars bergverk, Dir. J. R. Rettig i Stockholm, Wargöns Aktiebolag, AB Fyleverken, AB Lemunda Sandstensbrott, Annenäs sili-kategelfabrik samt Margaretelunds Gruv Aktiebolag. Likaledes ha uppgifter om den äldre kvartsbrytningen i Dalsland lämnats av Ing. T. Hallgren i Fröskog och om fabrikationen i vederbörande industrier av Wargöns AB och AB Fyleverken. Till samtliga får jag härmed på Sveriges geologiska undersöknings vägnar framföra dess tack.

Stockholm den 30 mars 1951.

*Nils Sundius.*

## Allmän del.

### Kvarts.

Kvarts är den huvudsakliga i naturen uppträdande formen av kiselsyra,  $\text{SiO}_2$ , viken utgör en förening mellan 47 % kisel och 53 % syre. Kiselsyra är den kvantitativt viktigaste beståndsdel i jordskorpan. Man har beräknat (Clark, U. S. Geol. Survey, Bulletin 770, 1924), att den utgör c:a 59 % av eruptivbergarterna (graniter, porfyryr, dioriter, basalter m. fl.) och ungefär lika mycket av hela jordskorpan inkl. de sedimentära bergarterna. Större delen av denna kiselsyra är dock bunden vid metalloxyder och bildar s. k. silikater (fältspat, glimmer, hornblände, pyroxen m. fl.). I form av kvarts utgör kiselsyran i genomsnitt 20 à 30 % av de kristallina bergarter (graniter, gnejser, porfyryr m. fl.), som bilda huvudmassan av berggrunden i vårt land.

Kvartsen är i allmänhet lätt igenkännbar på sitt mussliga brott, sin fettglans och hårdhet (repas ej av kniv) samt genom frånvaron av s. k. genomgångar, d. v. s. vissa plana ytor, längs vilka mineralet låter klyva upp sig. Härigenom skiljer sig kvartsen från fältspat och andra likartade mineral. Färgen är i de flesta fall blåvit—färglös, men kan variera till röd, grå eller svart. I håligheter eller sprickor är den ofta utbildad i form av kristaller, och dessa te sig som 6-sidiga toppar (pyramider) eller längre eller kortare 6-sidiga prismor, som i fria änden vanligen avslutas med en 6-sidig pyramid. Då dylika kristaller äro bildade av ren, glasklar kvarts, brukar man benämna dem bergkristall. I andra fall kunna de vara gråbrunt färgade — s. k. rök-topas — eller violetta, s. k. ametyst. Svagt rosafärgad kvarts kallas rosenkvarts.

Kvarts kan även vara utbildad i form av tät, kompakta aggregat såsom fallet är beträffande järnkisel, en finkristallin eller tät, av järnoxid rödfärgad kvartsmassa, och kalcedon, i vilken kiselsyran antager en tät, fasrig utbildningsform. Kiselsyra kan slutligen i naturen förefinnas i amorf, delvis vattenhaltig form såsom i opal och flinta. Den senare synes i allmänhet vara uppbyggd av mycket tät kvarts, blandad med opalsubstans. Opal ingår även i kiselgurens diatomacéskal.

Den 6-sidiga begränsningen av kvartskristallerna kan uppfattas såsom tydande på att kvartsen kristalliserar i en form, tillhörande det hexagonala kristallsystemet. Undersöker man emellertid kristallerna närmare, skall man i många fall finna att ytorna icke äro likformigt utbildade, utan bilda tvenne

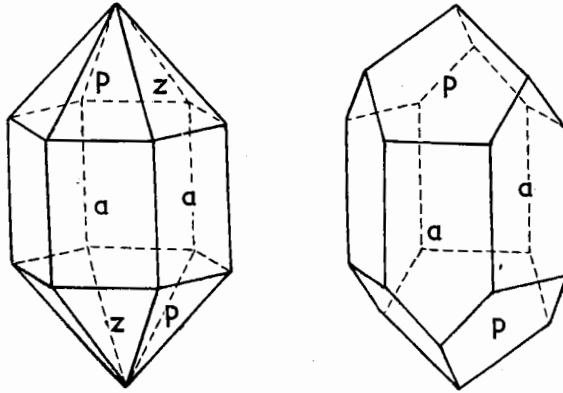


Fig. 1. Kristaller av kvarts.

grupper på så sätt, att varannan av dem förete likartade förhållanden, och i vissa fall kan varannan yta saknas (fig. 1). Den 6-sidiga formen hos prismor och pyramider betingas i själva verket av en kombination av tvenne tredsidiga prismor och pyramider (s. k. romboedrar), sammanväxta med varandra. I sällsynta fall äro i nederkanten av romboederytorna vissa ytor (s. k. trapezoederytor) utvecklade, som visa, att kvartsen tillhör en mycket låg symmetrigrad (s. k. trigonal trapezoedrisk symmetriklass), som helt saknar symmetriplan (fig. 2). Även i fall då kristallerna ha en skenbart symmetrisk hexagonal utbildning, kan man medelst etsning av ytorna påvisa den lägre symmetrigraden och även komplicerade sammanväxningar mellan olika del-individer.

I likhet med en del andra kristalliserade substanser med motsvarande låg symmetrigrad uppvisar kvartsen en egenskap, som kallas cirkularpolarisation, d. v. s. förmåga att för strålar av polariserat ljus, som infalla parallellt med kvartsens huvudaxel (= prismats riktning) ändra polarisationsplanets läge på så sätt, att det vrides åt höger eller vänster ett visst antal grader, beroende på den använda plattans tjocklek och våglängden hos det använda ljuset. Allteftersom en kristall vrider polarisationsplanet åt höger eller vänster, betecknar man den som höger- eller vänstervridande, eller som höger- eller vänsterkvarts. Äro trapezoederytor utbildade på en kvarts-kristall, kan man efter deras läge bedöma, huruvida kristallen är av det ena eller det andra slaget, eller om en sammanväxning av båda slagen föreligger.

En företeelse, som ävenledes sammanhör med kvartsens låga symmetrigrad, är s. k. piezoelektricitet. Därmed avses, att då en kristall utsättes för olikformigt tryck, utvecklas å vissa delar av dess yta elektrisk laddning, vilken är polär, d. v. s. av motsatt art i motsatta riktningar. Omvänt alstras, om en piezoelektrisk kristall placeras i ett elektriskt fält, mekaniska krafter, som orsaka sammantryckning eller utvidgning, varvid tryck och laddning, som betinga varandra, äro mot varandra proportionella. Av denna egenskap har man använt sig bl. a. för sändar- och mottagaranordning i radioapparater.



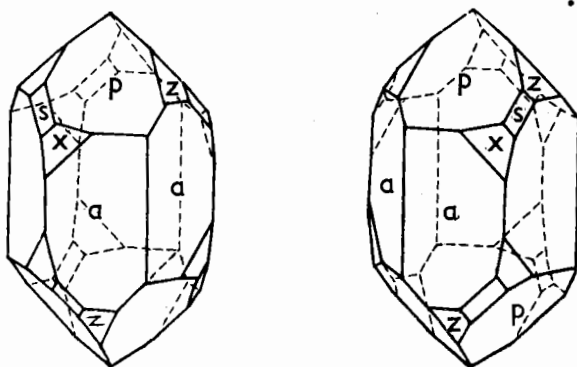


Fig. 2. Kvartskrystaller med s. k. trapezoederytor (X), vänster- och högerindivid.

Kvarts är emellertid icke den enda kristalliserade form, i vilken kiselsyra uppträder i naturen. Man finner även, ehuru mindre vanligt och huvudsakligen i ungvulkaniska bergarter, tvenne andra former av kristalliserad kiselsyra, s. k. *tridymit* och *kristobalit*, den förra ofta utbildad i 6-sidiga tavlor eller blad, vilka dock äro »mimetiska», d. v. s. sammansatta av rombiska delindivider, som genom tvillingsammanväxning efterhärma hexagonal symmetri. Uppvärmes tridymiten över  $163^\circ$  försvinna emellertid tvillinggränserna och tridymiten övergår till en enhetlig, hexagonal kristall. Den i naturen förekommande kristobaliten bildar reguljärt utbildade kristaller, vilka likaledes äro mimetiskt sammansatta av sannolikt tetragonala delindivider, men vid uppvärmning antaga enhetlig, reguljär beskaffenhet.

Det har i det föregående omnämnts, att den i naturen förekommande kvartsen kan vara sammansatt av delindivider. Även i detta fall är det fråga om tvillingsammanväxning, som skenbart ökar mineralets symmetri, och likaledes kan man tala om mimesi, om ock av mera inskränkt art. Om en dylik kristall uppvärms till  $573^\circ$  sker en förändring i kristallen, som antager andra fysikaliska egenskaper och samtidigt en högre (hexagonal) symmetri. Tvillingindividerna sammansmälta till en enhetlig kristall, om de tidigare varit enbart höger- eller vänstervridande, i annat fall icke. Denna över  $573^\circ$  stabila modifikation av kvartsen kallas  $\beta$ - eller hög-kvarts, medan den vid lägre temperatur stabila formen kallas  $\alpha$ -kvarts eller låg-kvarts. Kiselsyra kan alltså förekomma i ett flertal olika former eller s. k. modifikationer, en egenskap, som den delar med många andra ämnen, dock är antalet modifikationer hos  $\text{SiO}_2$  ovanligt stort.

Om vi bortse från opal och kalcedon kunna kiselsyrans olika modifikationer och deras inbördes förhållanden åskådliggöras genom det å fig. 3 återgivna diagrammet, som är baserat huvudsakligen på C. N. Fenner's grundläggande arbete av 1913 om  $\text{SiO}_2$ . Såsom framgår av detsamma har kvartsen en omvandlingspunkt vid  $573^\circ$ , tridymit anses ha tvenne, och man urskiljer därför tre tridymitmodifikationer, dock är den mellersta, »lägre hög-tridymit», stabil mellan  $117^\circ$  och  $163^\circ$ , mindre väl definierad. Kristobalit har en om-

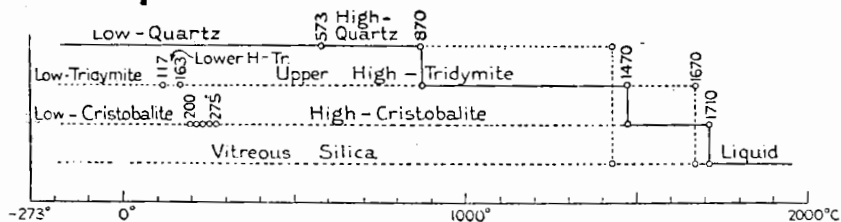


Fig. 3. Diagram över kiselsyrans olika modifikationer enligt R. B. Sosman.

vandlingspunkt, dock med ett oskarpt omvandlingsområde mellan 200 och 275°. Teoretiskt sett skola de tre modifikationerna kvarts, tridymit och kristobalit ha var sina smältpunkter, av vilka de båda första dock skulle vara svåra att realisera, när kiselsyrans stabila former vid vederbörande temperaturer (870—1 470° och 1 470—1 710°) skulle vara tridymit och kristobalit. Trögheten i omvandlingsprocessen är dock så stor, att man kunnat påvisa smältning före omvandlingen till den stabila modifikationen. Sålunda har smältpunkten för tridymit, såsom antytt i diagrammet, kunnat fixeras till 1 670°. På likartat sätt har smältning kunnat påvisas i kvarts före omvandlingen till tridymit vid temperaturer högre än 870°. Den exakta temperaturen härför är ej fastställd, men ligger sannolikt något under 1 470° (den punkterade vertikala linjen å diagrammet). Bildningen av glas vid dessa båda temperaturer ur tridymit resp. kvarts är dock endast en hastigt övergående företeelse, som blott kan iakttagas under vissa försöksbetingelser och utgör ett mellanstadium till omlagringen av kiselsyran till de vid vederbörande temperaturer stabila, kristalliserade formerna.

Vi ha i det föregående lärt känna ett flertal omvandlingar av  $\text{SiO}_2$ , förbyggande vid olika temperaturer. Beträffande omvandlingshastigheten äro dessa av tvenne fundamentalt olika typer, den ena utmärkt av stor tröghet och motsvarande långsamhet. Hit hör omvandlingen kvarts-tridymit-kristobalit och omvänt, likaså smältningen av kristobalit, samtliga belägna på de hel-dragna linjerna i diagr., fig. 3. Trögheten är i dessa fall så stor, att man är tvungen att hålla substansen en längre tid vid högre (resp. lägre) temperatur än motsvarande inversionspunkt för att ernå omvandling. Vid temperaturer under 1 200 à 1 300° är en omvandling överhuvud taget ej möjlig inom rimlig tid utan närvaro av ett accelererande medel i form av en mera lättsmält substans. Till den andra gruppen hör inversionen av hög—lågkaraktär. Denna försiggår hastigt och kan ej undvikas, så snart inversionstemperaturen uppnås från högre eller lägre temperatur. Inversionen försiggår härvid samtidigt i hela kristallens massa, medan vid inversion av det första slaget omvandlingen utgår från den fria ytan av kornen och fortskrider inåt.

Det är trögheten i inversionen av det första slaget, som gör, att vi i naturen och i konstprodukter kunna finna kvarts och tridymit eller kristobalit och även samtliga tre sida vid sida, varvid de tvenne sistnämnda äro metastabila vid vanlig temperatur. Likaledes är det trögheten av kristallisations-

processen som möjliggör framställningen av kvartsglas. Däremot är vid vanlig temperatur alltid  $\alpha$ - eller lågmodifikationen den förhärskande formen av var och en av de tre huvudmodifikationerna.

I nedanstående tabell äro de viktigare fysikaliska egenskaperna angivna för lågmodifikationerna av kvarts, tridymit och kristobalit samt för  $\text{SiO}_2$ -glas.

	Krist. syst.	$\alpha$	$\gamma$	Opt. kar.	2 V	Sp. v.	Sp. vol.
Låg kvarts .....	Hex.	1,544	1,553	+		2,65	0,377
» tridymit .....	Romb. (Mim. hex.)	1,469	1,473	+	ca 35°	2,26	0,442
» kristobalit .....	Tetr. (Mim. reg.)	1,484	1,487	-	2 E < 40°	2,32	0,431
$\text{SiO}_2$ -glas .....		n = 1,459				2,203	0,454

Vid 573° övergår kvartsens sp. v. från 2,544 till 2,533, vid 117° övergår tridymit från 2,247 till 2,242 och vid 163° från 2,233 till 2,28. Kristobalit har vid 200° sp. v. 2,292 men har vid 300° efter övergången till  $\beta$ -form antagit värdet 2,222. De motsvarande volymförändringarna vid inversionspunkterna, som ha stor betydelse vid kvartsens användning i industrien, belysas av diagrammet fig. 4. I efterföljande tabell återgivas (efter Sosman

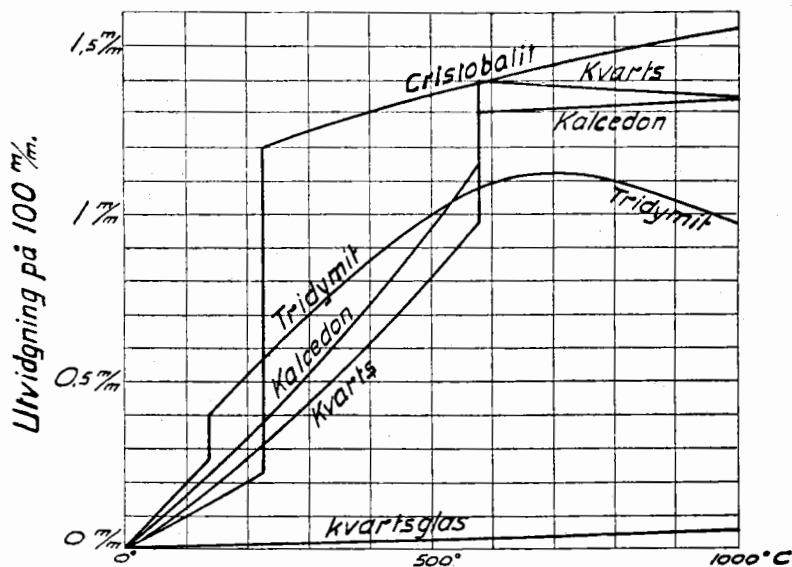


Fig. 4. De olika  $\text{SiO}_2$ -modifikationernas termiska dilatation enligt H. Le Chatelier.

1927, sid. 362) värdena för utvidningskoefficienten (volymökningen per grad, multiplicerad med  $10^6$ ) för kiselsyrans olika modifikationer.

I det föregående har berörts den svårighet att ernå jämvikt, alltså att få fram den vid vederbörande temperatur stabila modifikationen, som orsakas

C°	Kvarts	Tridymit	Kristobalit	SiO <sub>2</sub> -glas
0°	33,6	73	17	1,1
100°	40,0	49	56	1,7
200°	46,6	72	180	1,7
300°	54,9	45	58	1,8
400°	67,4	31	35	1,8
500°	100	21	22	1,7
600°	0	12	13	1,6
800°	—4	0		1,5
1 000°	—12	—7		1,9

av trögheten vid kvarts-tridymit-kristobalitomvandlingarna. Förhållandena kompliceras emellertid ytterligare av det förhållandet, att den första produkt, som erhålles vid en inversion i regel icke är den vid vederbörande temperatur stabila formen, utan den som ligger närmast högre, vilken sedan övergår i den stabila. Detta är icke något specifikt för kiselsyran, utan är regel även vid andra polymorfa substanser, dock är omvandlingshastigheten i allmänhet så stor, att de först bildade, metastabila formerna icke bli bestående, utan i regel hinna övergå till den stabila modifikation. Hos kiselsyran är däremot omlagringsprocessen så långsam, att den först bildade, metastabila modifikationen blir bestående, om man icke fortsätter uppvärmningen tillräckligt länge eller tillsätter ett accelererande medel. Exempel härpå erbjuder silikategeltillverkningen. Bränningen av teglen sker vid omkr. 1 450°. Vid denna temperatur är tridymit den stabila formen av SiO<sub>2</sub>. Under bränningen bildas dock först kristobalit, som i regel blott partiellt hinner övergå i tridymit. I det färdiga, avsvalnade teglet finner man därför både tridymit och kristobalit, varjämte råmaterialets kvarts delvis resterar oomvandlad. Likaså erhåller man, om man exempelvis uppvärmer kristobalit vid en temperatur under 870°, icke omedelbart kvarts utan först tridymit, som sedermera vid fortsatt uppvärmning ombildas till kvarts. Denna omvandling är dock överhuvud taget icke möjlig utan närvaro av en lättsmält lösning.

Av de olika hög—lågomvandlingarna har särskilt inversionen av hög- till lågkvarts eller vice versa tilldragit sig uppmärksamhet. Omvandlingen sker plötsligt och på ett dramatiskt sätt, liksom om hela kristallen råkade i ett momentant uppror — en följd av den hastiga förändringen i alla dess fysikaliska egenskaper. Om en kvartskristall uppvärms å en goniometer och reflexsignalen från en yta iakttages, blir denna vid inversionsintervallet under ett ögonblick oskarp och vidgas till en dimmig fläck, rör sig avsevärt, men återvinner sedan sin ursprungliga skärpa, även om den något ändrat läge. Även en dubbling eller mångdubbling av signalen kan inträffa, och de olika bilderna ses röra sig åt olika håll och även förbi varandra. Likartade fenomen äro iakttagbara i en kompensator, om interferensbandet i densamma observeras under inversionsögonblicket. Ungefär vid 570° blir bandet stört för att strax därefter återkomma, dock på en ny plats ( $\omega - \varepsilon = 0,009$  hos  $a$ - och

0,0076 hos  $\beta$ -kvarts). Även den optiska vridningsförmågan påverkas på likartat sätt. Sedan denna kontinuerligt ökats upp till inversionspunkten, blir den mot prismaaxeln vinkelrätt skurna kvartsplattan plötsligt starkt dubbelbrytande, varvid vridningsförmågan upphäves, men blott för ett fåtal sekunder. Den återtager därefter sitt forna utseende, men med en högre vridningsförmåga än tidigare. Förhållandena angående spec. vikt och volym äro tidigare anförda. Om uppvärmningen, resp. avkyllningen över inversionstemperaturen sker med måttlig hastighet och med jämn fördelning över kristallen, sker ingen mekanisk åverkan i densamma; om däremot värmefördelningen är ojämn och uppvärmningen eller avkyllningen hastig, försiggår inversionen oliktidigt inom skilda delar av kvartsindividerna, varvid en söndersprängning eller rissighet hos densamma kan åstadkommas. Detta är orsaken till att kvarts blir mer lättkrossad efter upphettning och hastig avkyllning.

Förklaringen till samtliga de beskrivna förhållandena är att söka i de olika modifikationernas olika atomuppbyggnad. Samtliga kristalliserade former av kiselsyra äro uppbyggda av grupper av en Si-atom och 4 syreatomer, vilka senare äro anordnade i tetraederanordning omkring kiselatomerna. Tetraederna äro kombinerade med varandra i hörnen, varvid en syreatom alltid kommer att ligga emellan och dela sin valens mellan tvenne Si-atomer. Anordningen av tetraederna är emellertid av olika art i kvarts, tridymit och kristobalit, som äro byggda efter olika mönster. Omvandlingen från den ena till den andra kräver därför en genomgripande omändring av kristallens byggnad. Vid hög-låginversionen brytas däremot inga band i byggnaden, utan åstadkommes en deformation inom dess gittersystem, som orsakar en lägre resp. högre grad av symmetri hos kristallen och samtidigt en förändring av dess övriga fysikaliska egenskaper. I fig. 5—7 äro trenne reproduktioner av atomanordningen i  $\beta$ -kvarts,  $\beta$ -tridymit och  $\beta$ -kristobalit återgivna. I teckningen av kvartsen äro trenne skikt av Si- och O-atomer med olika höjdlägen

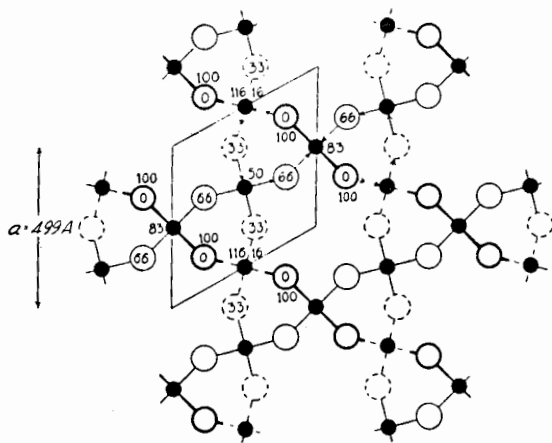
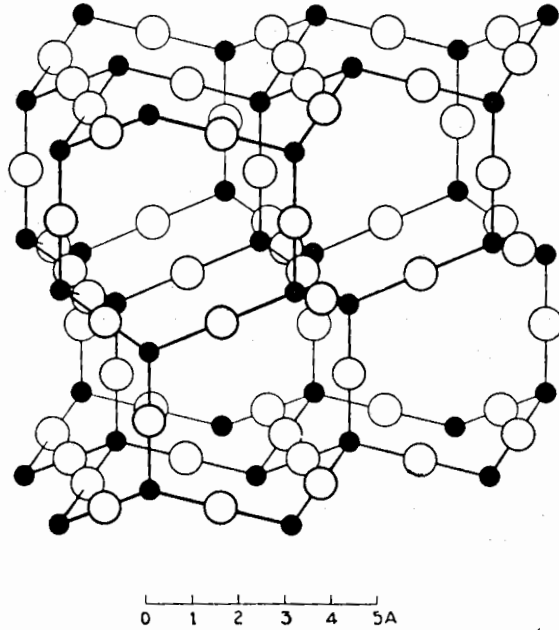
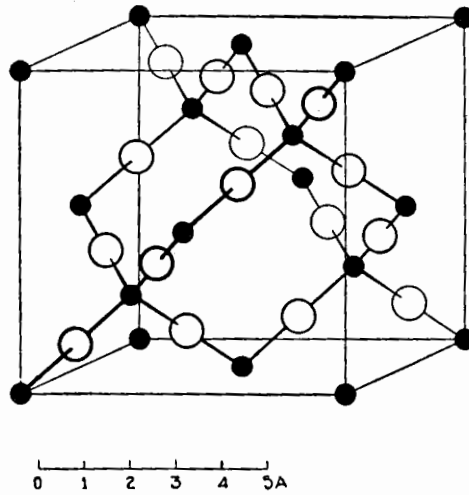


Fig. 5. Atomgittret i  $\beta$ -kvarts. Svarta punkter = Si, öppna ringar = O.  
Enligt W. L. Bragg och R. E. Gibbs.

Fig. 6. Atomgittret i  $\beta$ -tridymit enl. R. E. Gibbs.Fig. 7. Atomgittret i  $\beta$ -kristobalit enl. R. W. G. Wyckoff.

återgivna. Höjdläget utvisas medelst olika styrka av ringarna, det högsta medelst grova, det mellersta med tunnare och det lägsta med brutna linjer. Av pilarna kan man utläsa, att anordningen av atomerna kring de bildade trekanterna är skruvformig med högeravridning av skruven. Anordningen kan även vara motsatt, vänsteravridande.

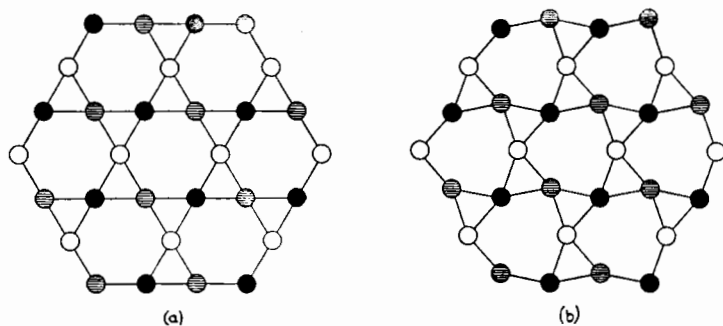


Fig. 8. Anordningen av Si-atomerna i (a) hög- och (b) låg-kvarts. Enl. R. E. Gibbs.

Relationen mellan låg- ( $\alpha$ -) och hög- ( $\beta$ -) kvarts åskådliggöres av fig. 8, i vilken endast Si-atomerna äro återgivna.

Mindre känt är atomtillståndet i flytande och glasig fas. Enligt en teori, framställd av R. B. Sosman (1922 och 1927) skulle kiselsyra i flytande och glasigt tillstånd vara uppbyggd av  $\text{SiO}_2$ -tripletter, en Si- och tvenne syreatomer. Dessa sträva dock efter att kombineras i form av spiralformigt vridna trådar. I smältflytande tillstånd över  $1710^\circ$  skulle massan alltså innehålla fina trådar hopvävda med varandra i olika riktningar och i ständigt rörelse. Allteftersom temperaturen sjunker, skulle trådarnas rörelse minska, de interatomära krafterna vinna i relativ styrka och en tendens hos trådarna uppkomma att attrahera och binda varandra i vissa lägen, Si-atomer i en tråd till O-atomer i en annan. Samtidigt åstadkommer denna anlagring av trådarna intill varandra en uträtning av dem. På dylikt sätt skulle kristobalitetens atom-anordning kunna tänkas uppkomma. Den egenartade aggregatformen i det smältflytande tillståndet nödvändiggör emellertid en mycket långsam avsvälning för att detta skall realiseras.

#### Litteratur rörande kiselsyra.

Bragg, W. L., Atomic structure of Minerals. London 1937.

Fenner, C. N., Am. Journ. Sc. 1913, Vol. 36, p. 331—84. The stability relations of the Silica Minerals. Se även Zeitschr. anorg. Chemie 1914, 85, 133—97.

Sosman, R. B., Journ. of the Franklin Institute, Vol. 194, 741—64, 1922. A Theory of the Structure and Polymorphisme of silica.

— The Properties of Silica, American Chem. Soc., Monogr. Series, New York 1927.

#### Fältspat.

Av de mineral, som sammansätta jordskorpan, är fältspat det rikligast förekommande. I de kristallina bergarter, som bilda huvuddelen av vårt lands berggrund (graniter, gnejser, leptiter m. fl.), ingår fältspat med en kvantitet av 40—70 %, och för eruptivbergarter har mängden generellt beräknats till nära 60 %. Fältspat är dock icke ett enhetligt mineral, utan under detta namn sammanfattas ett flertal varieteter med vissa likartade yttre egen-

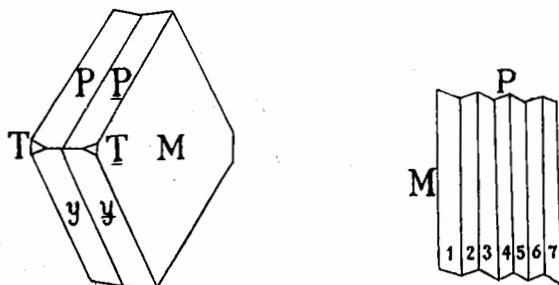


Fig. 9. Tvillinglameller i albit, anordnade enligt albitlagen.

skaper, men med olika kemiskt innehåll. Det mest karakteristiska för fältspaterna, varpå man i allmänhet känner igen dem och varigenom man kan skilja dem från kvarts och andra likartade mineral, är förefintligheten av tvenne s. k. »genomgångar», d. v. s. tvenne plan, utefter vilka fältspaten låter klyva upp sig längs jämna, blänkande ytor. Dessa plan äro orienterade med  $90^\circ$  eller nära  $90^\circ$  vinkel mot varandra, och vid noggrannare betraktande kan man finna, att klyvbarheten efter det ena planet är bättre och lämnar en blankare och jämnare yta än efter det andra. Det första brukar man beteckna som P eller (001), det senare som M eller (010). Hårdheten är mindre än hos kvartsen, som enligt den sedvanliga hårdhetsskalan är graderad med siffran 7, medan fältspatens siffra är 6. Båda repa fönsterglas, som ligger vid eller något över 5.

Kemiskt låta sig följande varieteter urskiljas: *Natronfältspat* eller *albit* med sammansättningen  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ , motsvarande 68,8 %  $\text{SiO}_2$ , 19,4 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 11,8 %  $\text{Na}_2\text{O}$ . Albiten är vanligtvis vit, men kan även vara skär eller röd, sällan grå eller mörkare. Den kristalliserar triklint med en vinkel mellan genomgångsytorerna av  $86^\circ 24'$ . I regel är albiten tvillingstruerad, d. v. s. den uppbygges av skivor, av vilka varannan är vriden  $180^\circ$  i förhållande till de övriga utefter ytan M (010) såsom å fig. 9. Å ytan P (001) kommer detta till synes i form av tvenne system av tunnare eller bredare lameller, vilkas P-ytor bilda trubbig vinkel med varandra och kunna fås att växelvis reflektera ljuset vid lämplig inställning och vridning (s. k. »plagioklas-tvillingstreckning», jfr fig. 10).

*Kalkfältspat* eller *anortit*. Sammansättningen är  $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  motsvarande 43,3 %  $\text{SiO}_2$ , 36,6 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 20,1 %  $\text{CaO}$ . I friskt tillstånd är anortiten vanligen vit, men kan vara rödaktig eller mörk. Den är dock ofta omvandlad, varvid bildas ett mineral, som kallas epidot, vilket förlänar fältspaten en grönaktig eller grönvit färg, samtidigt som en finfördelad glimmer (s. k. sericit) alstras och orsakar en matt glans å ytorna. Kristallsystemet är triklint och vinkeln mellan genomgångsytorerna är  $85^\circ 50'$ . Tvillingbildning av samma slag som i albiten är vanlig.

För att förenkla beteckningssättet brukar man förkorta namnen albit till Ab, anortit till An och den nedan anförda kalifältspaten till Or. Dessa för-





Fig. 10. S. k. plagioklas-streckning. Andesin från Ekersund-Soggendal i Norge.  
Ung.  $\frac{2}{3}$  nat. storlek.

kortningar syfta på formlerna  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 = \text{Ab}$ ,  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 = \text{An}$  och  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8 = \text{Or}$ .

Albit och anortit äro blandbara i alla förhållanden, och man finner aldrig i naturen de rena mineralen utan blandningar mellan dem, som kunna variera mellan albit med få procent anortit och vice versa. Allteftersom kalkhalten växlar, brukar man beteckna de olika blandningarna som *albit* (0—ca 10 % An), *oligoklas* (ca 10—30 % An), *andesin* (ca 30—45 % An), *labrador* (ca 46—65 % An), *bytownit* (ca 65—90 % An) och *anortit* med 90—100 % An. Med ett gemensamt namn sammanfattas samtliga dessa natrium-kalkfältspatblandningar under beteckningen *plagioklas*. Den plagioklas, som förekommer i pegmatiter, brukar vara anortitfattig (oligoklas till albit). Den brukar i praktiken benämnas »natronfältspat».

*Kalifältspat* med sammansättningen  $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ , motsvarande 64,7 %  $\text{SiO}_2$ , 18,4 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  och 16,9 %  $\text{K}_2\text{O}$ , är till färgen vit, grå eller röd, men kan även vara mörkgrå eller gråbrun. Kalifältspaten kan kristallisera monokliint och kallas då *ortoklas*, men även triklin och kallas då *mikroclin*. Vinkeln mellan genomgångsytorna i den senare är  $90^\circ 30'$ , alltså mycket nära  $90^\circ$  såsom hos ortoklasen. Mikroclinen är vanligen intimt tvillinglamellerad, i regel efter albit-, men mycket ofta samtidigt med vinkelrätt däremot anordnade lameller enligt den s. k. periklinlagen. Denna karakteristiska tvillingstruktur kommer tydligt till synes vid mikroskopisk undersökning, men är i regel icke iakttagbar med blotta ögat eller lupp, beroende dels på allt för tunna dimensioner hos tvillinglamellerna, dels på den ringa vinkelskillnaden mellan tvillinglamellernas P-genomgångsytor. Huru man skall uppfatta för-

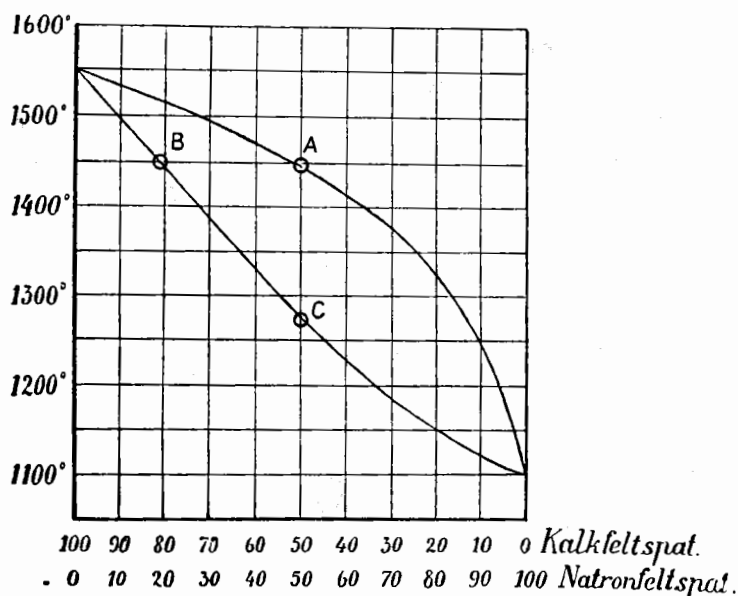


Fig. 11. Talen för blandningarna angiva viktsprocent.

hållandet mellan den monoklina ortoklasen och den triklina mikroklinen är en ännu oavgjord fråga. Den allmännaste uppfattningen torde dock vara, att ortoklasen innehåller samma tvillingbyggnad som mikroklinen, dock i submikroskopisk form, varigenom den antager en pseudo-monosymmetrisk form. Den kalifältspat, som förekommer i pegmatiterna och praktiskt tillgodogöres, torde alltid vara mikroklin.

Liksom beträffande kiselsyra kan man även ifråga om kali- och natronfältspat tala om olika modifikationer, stabila vid olika temperaturer. Sålunda förekomma i naturen albitrika fältspater, s. k. anortoklaser, vilka optiskt förete vissa olikheter mot vanlig albit. Denna modifikation utgör en högtemperaturform, vilken kunnat bibehållas tack vare trögt förlopp av omvandlingen. Nyligen utförda undersökningar tyda på en lokalisering av inversionspunkten låg- till högaltit vid ung. 700°. Anortoklas förekommer blott i lava- och eruptivbergarter, som stelnat vid hög temperatur och avsvannat hastigt.

På samma sätt som albit och anortit äro blandbara med varandra, så är detta också förhållandet med albit och kalifältspat, medan däremot blandbarheten mellan kali- och kalkfältspat är mycket begränsad och kalifältspaten i regel innehåller mycket små mängder kalk och vice versa. Blandningsförhållandena mellan natron- och kalifältspat äro emellertid mer invecklade än beträffande plagioklasraden. Kristallisationsförhållandena beträffande plagioklaserna kunna åskådliggöras genom det relativt enkla diagrammet i fig. 11 (enl. N. L. Bowen). I detta anger den övre kurvan gränsen för smält fas, belägen över kurvan. Den undre svarar mot gränsen för fast, kristallise-

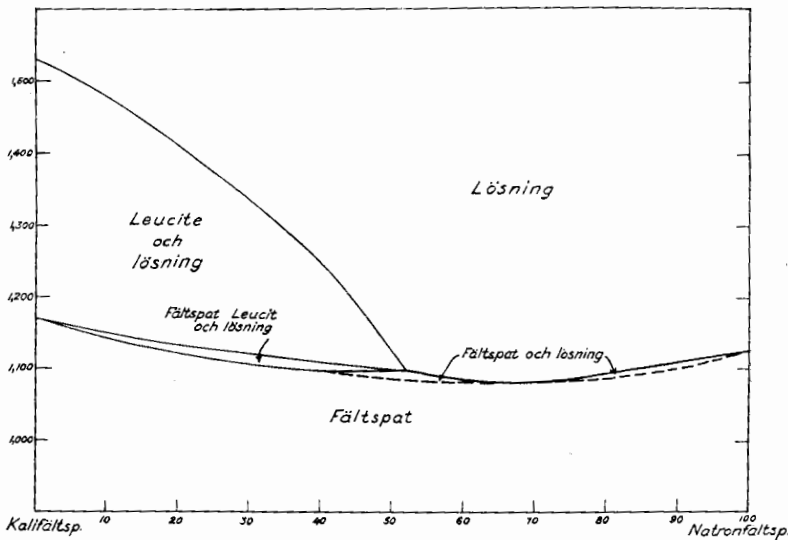


Fig. 12. Talen för blandningarna angiva viktsprocent.

rad fas, belägen under gränslinjen.<sup>1</sup> Om en smälta med ca 50 % Ab och 50 % An avkyles, börjar den kristallisera vid ung. 1450° (punkt A), varvid de bildade kristallerna ha sammansättningen 18 % Na-fältspat och 82 % kalkfältspat (B). Vid sjunkande temperatur ändrar sig den utskilda fältspatens sammansättning längs den undre kurvan, samtidigt som mängden utskild fältspat ökar, intill dess punkt C nås, då hela smältan kristalliserat som plagioklas av smältans beskaffenhet (50 % av vardera Ab och An). Detta förutsatt, att avkylningen gått långsamt och att jämvikt kunnat ernås. Omvänt sker smältningen av samma plagioklas inom ett avsnitt börjande vid C och slutande vid B, då hela plagioklasen övergått till en smälta av sammansättningen A. Ifråga om blandkristaller kan man därför icke tala om en smältpunkt utan om ett smältintervall.

Inom kali- och natronfältspatserien möter oss den komplikationen, att blandbarheten är obegränsad blott vid hög temperatur. Vid lägre temperatur inträder en begränsning, en s. k. blandbarhetslucka. Förhållandena i laboratoriesmältor kunna åskådliggöras av diagrammet å fig. 12 (enl. J. F. Schairer och N. L. Bowen), i vilket endast likviduskurvan kunnat bestämmas och soliduskurvan delvis blott schematiskt angivits (den streckade, undre linjen). Ren natronfältspat smälter vid 1118°. Kalifältspat har en s. k. »inkongruent» smältpunkt vid 1150° ( $\pm 20^\circ$ ), varvid den övergår i en smälta, blandad med små kristaller av ett kiselsyrefattigare mineral, leucit ( $K_2O_2 \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$ ), som smälter först vid 1530°. Komplikationen med leucit återgives i digrammets vänstra del. Den lägst smältande blandningen å diagrammet utgöres av

<sup>1</sup> Den övre kurvan kallas likvidus (av liquor = vätska, flytande fas), den undre solidus (= fast kropp).

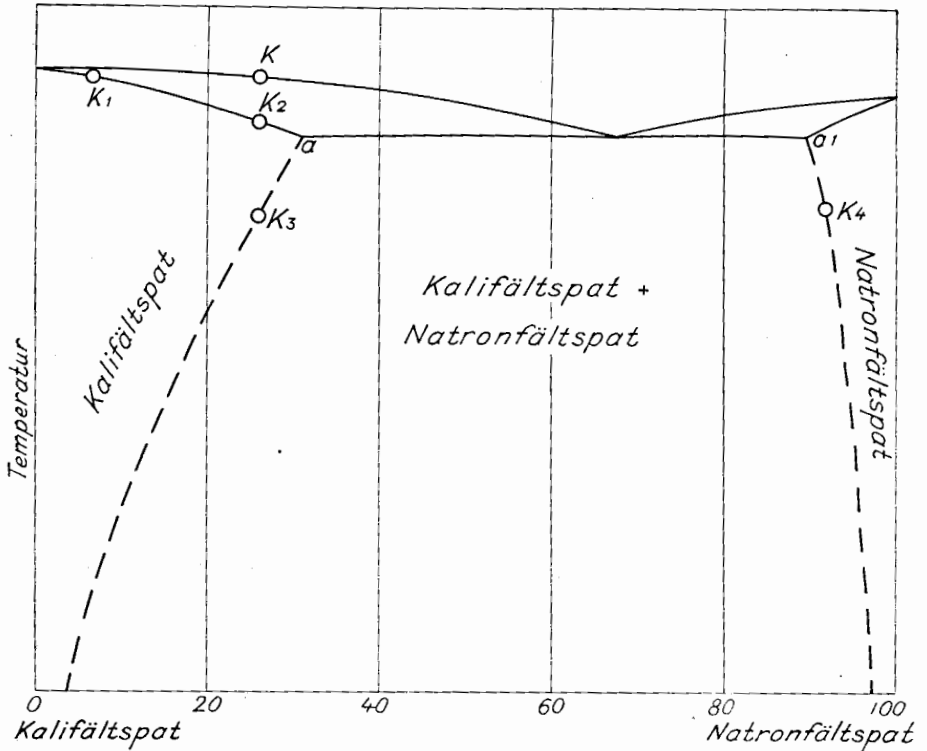


Fig. 13. Schematiskt jämviktsdiagram över blandningar av kali- och natronfältspat under  $c:a 700^{\circ}$ .

ca 68 % albit och 32 % kalifältspat med smältpunkten  $1080^{\circ}$ . På ömse sidor om denna punkt sker kristallisationen, resp. smältningen inom ett f. n. ej närmare känt intervall liksom å plagioklasdiagrammet. Diagrammet kan anses ha tillämplighet på rena kali-natronfältspat-smältor och även ha aktualitet för lavabergarter, däremot ej för våra vanliga djupbergarter (graniter m. fl.) och ej för pegmatiter. De senaste undersökningarna i Geophysical Laboratory i U.S.A. ha visat, att smältkurvan ligger väsentligt lägre vid högre tryck och närvaro av vatten i smältan. Uppgifterna tyda på en maximal sänkning av lägsta punkten i kurvan å fig. 12 till ca  $770^{\circ}$ . Vidare är det en gammal erfarenhet, att kali- och natronfältspat vid sjunkande temperatur icke äro obegränsat blandbara, något som ävenledes verifierats genom de nämnda laboratorieundersökningarna. Begränsningen i blandbarheten börjar enligt desamma vid omkring  $700^{\circ}$  och ökar vid sjunkande temperatur.

Kristallisationsförloppet i en under tryck befintlig, vattenhaltig kali-natronfältspat-smälta, vilken börjar kristallisera något under  $700^{\circ}$  kan schematiskt åskådliggöras genom den typ av diagram, som återgives i fig. 13. Den betydande blandbarhetsluckan vid kristallisationens början åskådliggöres av linjen  $a-a_1$ . Med sjunkande temperatur ökar luckan utmed de tvenne streckade



Fig. 14. Pertit från Högsbo fältspatgruva söder om Göteborg.  
Fina strimmor av albit i kalifältspat.

linjerna, och vid vanlig temperatur äro albit och kalifältspat mycket litet lösliga i varandra. En fältspatblandning, som motsvarar punkten K utskiljer, då den börjar kristallisera, en homogen kalifältspat med sammansättningen  $K_1$ , som förändras utmed kurvan  $K_{1a}$ , till dess den under avsvälningen nått punkten  $K_2$ . Vid denna temperatur är hela fältspatblandningen kristalliserad som homogena kristaller av smältans sammansättning. Då temperaturen sjunker ytterligare, bibehålles sammansättningen oförändrad till  $K_2$ . Vid den mot  $K_2$  svarande temperaturen kunna de homogena blandkristallerna ej existera, utan i kristallerna utskiljes en albit av sammansättningen  $K_3$ , varefter  $K_3$  och  $K_4$  vid fortsatt avkylning förändras utmed de streckade kurvorna. Slutresultatet blir en s. k. *pertit*, d. v. s. en kalifältspat, som innehåller albit, vilken är fördelad i form av finare eller grövre lameller (fig. 14) eller som oregelbundnare nätverk och partier.

Om fältspatblandningens sammansättning skulle vara natronrikare, ex. svarande mot 40 % natronfältspat, alltså en punkt, som ligger inom blandningsluckan å diagrammet, kommer kristallisationen att börja vid den temperatur, där 40 %-linjen skär likviduskurvan, varvid en kalifältspat utskiljes med en sammansättning å soliduskurvan något under  $K_1$ . Vid sjunkande temperatur förändras fältspaten utefter soliduskurvan till dess punkten a nås. Här börjar en albit med sammansättningen  $a_1$  att utkristallisera som fria kristaller samtidigt med kalifältspaten a. Sedan hela smältlösningen stelnat, komma båda fältspaterna vid sjunkande temperatur att förändras utmed de streckade kurvorna, varvid ur a bildas en pertit, som är något rikare på

albitinlagringar än i första fallet, medan  $a_1$  alstrar en albit med fåtaliga inlagringar av kalifältspat (s. k. antipertit).

På samma sätt är det lätt att ur diagrammet härleda, att en fältspatsmältlösning av sammansättningen  $a$  kommer att alstra enbart en pertit med samma sammansättning som i fall 2.

Blandningsluckans storlek och läget av punkterna  $a$  och  $a_1$  är alltså bestämmande för pertitfältspatens och albitens sammansättning, om ej smältan är kalirikare än motsvarande  $a$  resp. Na-rikare än  $a_1$ . En natronrikare kalifältspat än  $a$  eller kalirikare albit än  $a_1$  kan alltså icke bildas under de förhållanden som återgivas i diagrammet. Å andra sidan beror blandningsluckans storlek av den temperatur, vid vilken kristallisationen börjar, och denna kan variera, beroende bl. a. på smältlösningens innehåll av vatten eller andra smältpunktsnedsättande ämnen, men variationen i pegmatiterna har dock i regel icke varit stor. Detta utvisas av den anhopning av pertitfältspatanalyserna, som uppkommer, om de grafiskt återgivas i ett diagram (fig. 17). Såsom av detsamma framgår, håller sig sammansättningen i de brutna pegmatiternas pertit vid omkring 20—30 viktsdelar natron- och 70—80 viktsdelar kalifältspat.

Gentemot denna uppfattning av pertitföreteelsen har den tanken framförts, att sammanväxningen mellan de två fältspaterna delvis skulle kunna ha uppkommit genom sprickor, som alstrats i kalifältspaten under avsvälningen, vari lösningar av natronfältspat inträngt och avsatt albitsubstans (O. Andersen 1928—29). Denna teori förefaller dock mindre sannolik, även om albitavsättning kan ha skett och bevisligen i vissa fall har skett under ett sent skede av kristallisationen. Vad som kan anföras gentemot ett dylikt betraktelsesätt är bl. a. just den ringa variationen i sammansättningen av pertitfältspater från olika pegmatiter, vilket talar för att ett senare albit-tillskott ej kan ha varit stort.<sup>1</sup>

De smält- resp. kristallisationstemperaturer, som anförts i det föregående, beteckna de temperaturer eller temperaturintervall, vid vilka fältspaterna övergå från kristalliserat till glasigt tillstånd och omvänt. Smältprocessen är emellertid beträffande alkalifältspaterna av mycket trög natur och kräver lång tid. Alkalifältspaterna äro vidare vid den temperatur, då de övergå till glas mycket viskosa och likna mer en fast kropp än en smälta. I praktiken är man av ekonomiska skäl tvingad att använda bränningstid av rimlig längd och måste därför gå högre i temperatur. Även för att ernå tillräcklig sammanflytning av det bildade glaset måste temperaturen stegras. Det är å andra sidan i keramiska industrien av vikt, att glaset icke alltför hastigt blir för lättflytande, vilket skulle leda till deformation av föremålen. Ur denna synpunkt överträffas alkalifältspaterna knappast av något annat mineral än kvarts. Fördelaktigast ställer sig i detta avseende kalifältspat. Den övergår vid 1150° i en glasartad hård produkt, som består av de tvenne tidigare nämnda komponenterna, ett glas av kiselsyrerikare sammansättning än den ursprungliga fältspaten och mikroskopiskt små korn av leucit, vilken

<sup>1</sup> Jfr även kritik av Edw. Spencer, 1938—40.

smälter först omkr. i 530°. Det vid 1150° bildade glaset är mycket trögflytande och håller sig så till ca 1300°. Om upphettningen icke är alltför långsam kan även denna temperatur överskridas.

Även det vid 1118° bildade albitglaset håller sig länge segt och trögflytande, upp till ca 1200 à 1250°. Det har dock en hastigare övergång till lättflutenhet än kalifältspat. Om man i stället för albit använder en kalkhaltig plagioklas, nedsättes viskositeten hastigt i proportion till kalkhalten. En alltför stor inblandning av kalkhaltig plagioklas minskar därför intervallet mellan mjukning och smältning i keramiska massor.

I nedanstående tabell återges en sammanställning beträffande fältspaternas viktigare fysikaliska egenskaper.

	Ljusbrytning			Sp. v.	Glas		Smältintervall till prakt. smältn.
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$		n	Sp. v.	
Kalifältspat . . . . .	1,519	1,523	1,526	2,54	ca 1,485		1150°—öv 1300°
Natronfältsp. (albit)..	1,529	1,532	1,539	2,62	1,493	2,38	1118°—ca 1250°
Kalkfältsp. (anortit)..	1,575	1,584	1,588	2,76	1,575	2,70	smpkt 1550°

#### Litteratur om fältspat.

- Adams, L. H., Year book No. 48, 1948—49. Ann. Rep. of the Director of the Geoph. Laboratory.
- Andersen, A. O., Norsk Geol. Tidskr., 10, 1928—29, 116. The genesis of some types of feldspar from granite pegmatites.
- Asklund, B., S. G. U. Ser. C, nr 354, 1929. Kalirika bergarter inom södra och mellersta Sverige.
- Johansson, H. E., G. F. F., 27: 338, 1905. Om fältspaternas sammansättning och bildningsbetingelser.
- Mäkinen, E., G. F. F., 39: 121, 1917. Über die Alkalifeldspäte.
- Schairer, J. F. and Bowen, N. L., Am. Journ. Sc., Vol. 245, 1947, p. 193. Melting relations in the systems  $\text{Na}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$  and  $\text{K}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$
- Transact. of the Amer. Geoph. Union, 1935, p. 325. Preliminary report on Equilibrium-relations between Feldspathoids, Alkali-Feldspars, and Silica.
- Spencer, E., Min. Mag., Vol. 24, 1935—37, 453—494 och Vol. 25, 1938—40, 87—117. The potash-soda feldspars I och II.
- Vogt, J. H. L., Die Silikatschmelzlösungen II: 180.

#### Glimmer.

Då man i praktiken talar om glimmer, menar man i regel därmed ljus glimmer, av mineralogerna kallad muskovit, ett i tunna blad klyvbart och genomlysande, färglöst, eller svagt färgat mineral. Begreppet glimmer omfattar emellertid en mineralgrupp med ett flertal varieteter av olika sammansättning och utseende, samtliga utmärkta av vissa gemensamma egenskaper, framförallt att de låta klyva upp sig i tunna blad. Ävenledes är hos dem samtliga hårdheten ringa (ca 2—3 enl. Mohrska skalan). Kristallografiskt tillhöra de det monoklina systemet med tendens till hexagonal omkrets av kristallerna, då sådana äro utbildade. Den bladformiga spaltegenskapen samman-

hänger med, att glimmermineralen ha sin tätaste atompäckning utefter klyv-  
ytan (001) och förete en skiktvis anordnad uppbyggnad av atomgittret.

De två viktigaste varieteterna inom glimmergruppen äro: *muskovit* eller ljus glimmer, vanligen färglös, även svag rödgul eller grönaktig, formel  $2\text{H}_2\text{O} \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ , och *biotit*, mörkbrun till svart glimmer, formel  $2\text{H}_2\text{O} \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot 6(\text{MgFe})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ . Närbesläktad med muskoviten är s. k. *lepidolit*, som förutom kalium innehåller litium och samtidigt mindre aluminium. Den skiljer sig från muskoviten genom en tydligt rödaktig färg, vilken ökar i styrka med stigande litiumhalt, ävenledes har den ej fullt så god spaltbarhet som muskovit. Biotiten, även kallad magnesiaglimmer, är i regel mer eller mindre järnhaltig. Järnrika varieteter bruka kallas *lepidomelan* och äro svarta, medan järnfattiga varieteter, kallade *flogopit*, antaga en ljusare brun ton och bli i tunna blad färglösa eller ambrafärgade. Endast muskovit och järnfattig flogopit ha funnit användning i industrien. Den senare har icke anträffats i brytvärd utbildning i vårt land, men produceras bl. a. i Canada och Madagaskar.

Glimmer har i vårt land en mycket allmän utbredning och ingår som beståndsdel i de flesta eruptivbergarter (granit, diorit, syenit, gabbro m. fl.), liksom i de flesta gnejser och leptiter. Man beräknar, att dess genomsnittliga kvantitet i eruptivbergarterna uppgår till ca 3,8 %. Vanligast är den mörka biotiten. I grövre utbildningsform anträffas dock glimmer med få undantag när endast i pegmatiter. Ehuru glimmer är vanlig i pegmatit, är det dock sällan som den kan användas för mera kvalificerade ändamål. Härför kräves en viss storlek av de utspaltade bladen (minimum ungefär som en tändsticksask), plana och från riss och ojämnheter fria spaltytor, helst även frånvaro av i glimmern inneslutna föroreningar. Under normala förhållanden tillgodoses behovet av kvalificerad glimmer genom import, huvudsakligen från Indien, varjämte den indiska glimmern (muskovit) är bättre än den svenska. Då användbar glimmer anträffas i pegmatit, brukar den vara utbildad som större eller mindre kristaller, kallade »packar», »paket» eller »böcker» (books), som kunna nå upp till 5 à 8 dm i längsta diameter utefter spaltytan och en tjocklek av 10—20 cm. Fördelningen av glimmerpackarna varierar i olika förekomster. De kunna anträffas spridda inom hela pegmatitens massa, men även vara anrikade i vissa zoner utmed eller nära den ena eller båda gränserna, ibland även inne i pegmatiten invid gränsen mellan central kvarts och fältspat. Den tekniskt användbara glimmer, som utvunnits i Sverige har enbart bestått av muskovit, dock hade den å Norrö vid Rånö brutna en tydligt röd färg och innehöll även litium, ehuru i obetydlig mängd (0,06 %).

Muskovitens egenskap att låta spalta upp sig i tunna genomskinande och silverglänsande samt mot värme motståndskraftiga blad har tidigt dragit människans uppmärksamhet på sig och föranlett dess utnyttjande. Redan under romartiden användes dylika blad i lyktor och fönster, ävenledes som dekoration. Till likartade ändamål har den senare använts i det övriga Europa, intill dess glasfabrikationen förbilligades och glas ersatte glimmerrutorna.



Det äldre namnet på glimmer var vitrum moscoviticum eller glacies Mariae (Maria-is), även Marie-glas. Namnet Maria hänsyftar på en sed att täcka Maria- och andra helgonbilder med genomskinliga glimmerblad för att skydda dem. Namnet vitrum moscoviticum, ryssglas, antyder ursprungsorten för glimmern, som under 1700-talet kom från Ryssland, men bröts i Sibirien. Ur denna beteckning har namnet muskovit utvecklats. Namnet glimmer infördes omkring 1780 av den tyske geologen Werner.

Den egenskap, som gjort glimmer oundgänglig i den moderna industrien, är dess höga motståndsförmåga mot genomslag av elektrisk ström. Därtill kommer dess elastiska böjlighet och eldhårdighet. Även möjligheten till tunna blad är av vikt. Felfri glimmer har därför fått en mycket stor användning som isoleringsmedel i den elektriska industrien och användes även inom radiotekniken för kondensatorer. Andra användningsområden grunda sig på eldfastheten såsom ersättning för glas i synfönster i ugnar, i kaminer, tidigare i gasbrännare för auerljus, skydd mot lågan i fotogenlampor, i skyddsglasögon m. m. I malen form har avfalls- eller sekunda glimmer fått användning i byggnadsindustrien för putsbruk och konststen, likaså som tillsatts i gummi, för tapeter (sidenimitation) m. m.

Då glimmern betingar väsentligt olika pris, beroende på storleken av de blad, som kunna tagas ut felfria, brukar man referera storleken till en skala, som med sjunkande dimensioner går från 1 till 6. Några absoluta mått på arean och formen av bladen finnas dock ej, utan hänsyn togs till, om bladens form är ekvidimensional eller ej, i vilket förra fall arean kan vara mindre än i det senare. Som ungefärliga mått kunna angivas  $23 \times 19$  till  $19 \times 13$  cm för storlek 1 och  $1,7 \times 4,5$  till  $4,5 \times 4,2$  cm för storlek 6.

För användningen inom den elektriska och radioindustrien spaltas glimmern i tunna blad, varefter de önskade formerna och dimensionerna skäras eller stansas ut.

En betydande användning har s. k. *mikanit* erhållit, varmed förstås skivor, framställda av tunna glimmerblad av små dimensioner och ett sammanhållande lackämne (schellack, kopallack o. a.), som i sig självt är isolerande. För detta ändamål täckes ett lager av lacket med tunna glimmerblad, s. k. »splittings», som täckas av ett andra lacklager, detta åter med ett nytt splittingslager, därvid skarvarna i det första skola i möjligaste mån täckas av bladen i det andra, och så vidare till önskad tjocklek. Mikaniten pressas för att avlägsna onödigt lack, varefter ytan kan hyvlas eller fräsas jämn. Mikanit kan i många fall ersätta bladglimmer och har den fördelen, att man är oberoende av dimensionen, varför avfallsmaterial och mindre storlekar komma till användning.

Muskovit och flogopit kunna upphettas till 400 à 600° utan väsentlig förändring och med bibehållande av genomskinlighet och elasticitet. Även hastiga temperaturväxlingar inverka ej. Först vid 900 à 1000° förlorar muskoviten sitt konstitutionsvatten och blir vit, ogenomskinlig samt lätt pulvriserbar. Flogopit motstår än bättre höga temperaturer.

På grund av svårigheten att erhålla glimmer, gjordes under båda världs-

krigen försök i Tyskland att framställa mineralet syntetiskt i större kristaller. Enligt en rapport från Office of the publication Board, Dep. of Commerce, Nr. 184, Washington, hade man vid det andra krigets slut lyckats att ur smälta framställa glimmerkristaller med 3,5 tums storlek, och man ansåg det möjligt att komma upp till 6 à 12 tum. Viktiga åtgärder för att erhålla stora kristaller uppgåvos vara långsam avsvälning av smältan särskilt mellan  $1270^{\circ}$  och  $1230^{\circ}$  samt applicerandet av ett magnetiskt fält vinkelrätt mot degelns vertikala axel.

*Litteratur om glimmer.*

Mohr, H., Der Nutzglimmer, Gebr. Bornträger, Berlin 1930.

Jahns, H. R. and Lancaster, F. W., Physical Characteristics of commercial Sheet Muscovite in the southeastern United States. Geolog. Survey, Professional Paper 225, 1950.

**Pegmatit.**

Den bergart, som för fältspatproducenten har det största intresset, är pegmatit. Med detta namn betecknar man grovt utbildade blandningar av huvudsakligen fältspat och kvarts jämte varierande mängder glimmer, mörk (biotit) eller ljus (muskovit) eller bådadera. Kornstorleken är emellertid växlande, ofta även i samma förekomst, och den grova pegmatiten kan hastigt slå över i finkornigare blandningar. Man brukar beteckna dessa senare som *aplit*. Någon väsentlig annan skillnad mellan pegmatit och aplit än kornstorleksvariationen finnes ej. Pegmatitens fältspat består vanligen övervägande av röd eller vit, pertitisk kalifältspat, men med denna är ofta kombinerad en vit eller grönaktigt vit plagioklas. Undantagsvis kan plagioklas vara dominerande, och i vissa fall ha extremt albitrika apliter brutits.

Pegmatit är en inom vår berggrund mycket vanlig bergart. Tyvärr är det dock endast i undantagsfall, som den är brytvärd. För att detta skall vara fallet fordras, att kvarts och fältspat äro så pass grovt utbildade, att de kunna skiljas från varandra genom skrädning utan alltför stark krossning av materialet och att de två mineralen äro tillnärmelsevis fria från föroreningar av varandra och av andra mineral, särskilt av järnhaltiga sådana. I bästa fall äro kvarts och fältspat separerade från varandra i pegmatiten och kunna brytas var för sig. Brytbar utbildning har en pegmatit praktiskt taget aldrig i hela sin massa utan endast i vissa delar därav.

Pegmatit kan bilda större oregelbundna områden, i andra fall — och detta är vanligare — bildar den jämbreda skivor, s. k. gångar eller linser, som med brant eller flackare ställning genomskära den omgivande berggrunden. I åter andra fall uppträder den som oregelbundet förlöpande sliror och grenverk. I samtliga utbildningsformer kan man ofta iakttaga, att pegmatitens gränser avskära sidostenens lager eller skiffriighet, varjämte en vanlig företeelse är, att sidostenen förekommer som lösgjorda bitar (s. k. brottstycken eller inneslutningar) i pegmatiten. Detta visar, att pegmatiten är yngre än sidostenen, och att den trängt fram genom denna längs sprickor eller förskiffningsplan. Den sedan gammalt gängse och allttjämt av de flesta om-

fattade teorien för pegmatitens uppkomst är även, att den härrör från en i smältflytande tillstånd i berggrunden inträngd massa, en s. k. »magma», ur vilken vid avsvalnandet pegmatitens mineral utkristalliserat.

Om man utgår härifrån, uppställa sig ett flertal intressanta frågor, ex. vid vilken temperatur mineralens utkristallisation skett, och hur man skall tänka sig mineralbildningsprocessen, likaledes varifrån pegmatitmagan härrör. Man kan beträffande kristallisationstemperaturen avgöra, att den måste ha varit relativt låg. Sålunda innehålla pegmatiterna lågtemperaturformer av plagioklasen, varjämte pertitinhållet av albit i kalifältspaten i allmänhet är begränsat till eller är mindre än 30 vikts-%. Detta tyder på en kristallisationstemperatur under omkr. 700° (jfr sid. 18). En annan utgångspunkt utgör kvartsens beskaffenhet. Den har kunnat påvisas vara av tvenne slag, dels kvarts, som ursprungligen utkristalliserat i  $\beta$ -form, alltså över 573° och vid avsvalnningen övergått till  $\alpha$ -kvarts. Därjämte förekommer kvarts med sådana karaktärer, som tyda på att den direkt kristalliserat som  $\alpha$ -kvarts, alltså under 573°. Själv förekomsättet i pegmatiten av denna senare kvarts, som är fördelad till de inre delarna av förekomsterna, tyder även på att den är bildad senare än den förra. Vi få alltså en ny temperaturhållpunkt vid 573°, då kristallisationen i pegmatiternas inre ännu ej är avslutad. Sannolikt fortsätter kristallisationen av vissa mineral, t. ex. den ofta i pegmatiter närvarande rena albiten (cleavelanditen) och de med denna stundom kombinerade litiummineralen, till ytterligare lägre temperatur.<sup>2</sup>

Att pegmatitmagan kristalliserat vid låg temperatur beror på flera omständigheter. Dels innehåller pegmatiten avsevärt med kvarts, alltså fri kiselsyra, i överskott över den, som kan bindas i fältspater och glimmer, och blandningar av kvarts och fältspat ha väsentligt lägre kristallisations- resp. smälttemperatur än ren fältspat. Därjämte har pegmatitmagan stått under tryck av den överlagrande jordskorpan och innehållit gasformiga ämnen, framförallt vatten, som på grund av trycket kvarhållits lösta i den smälta massan och sänkt kristallisationstemperaturen.

Pegmatitmagens lågtemperaturkaraktär gör, att man kan tänka sig densamma som en sent kristalliserande rest av andra bergartsmagmor framförallt av graniter, till vilken rest i granitens magma lösta gaser såsom vatten, kolsyra m. fl., samt vid låg temperatur kristalliserande substanser, främst kvarts och alkalifältspater koncentrerats. Denna rest har under granitens stelnings till större delen pressats ut ur dess massa och invaderat sidostenen. I graniterna själva äro däremot pegmatiter sparsamma. Härvid måste man föreställa sig, att pegmatiternas magmor kunnat röra sig avsevärda distanser, enär det blott är i undantagsfall, som man på grund av angränsande läge kan angiva moderbergarten. Möjligheten av dylik spridning av

<sup>1</sup> Åtskiljandet av de båda slagen av kvarts grundar sig på etsningsförsök och arten av de därvid frampreparerade tvillinggränserna i kvartsen (O. Mügge 1907, jfr Wright och Larsen 1909 och Bastin 1910).

<sup>2</sup> Enligt R. Roy, D. M. Roy och E. F. Osborn skall den övre gränsen för spodumenens bildning i pegmatiter ligga vid 500° eller obetydligt högre vid starkt tryck. Journ. Amer. Ceramic Society, 1950, Vol. 33, sid. 152.

pegmatitmaterialet under perioder av deformation i berggrunden kan dock ej förnekas. I andra fall har även den teorien uppställts, att pegmatiten skulle ha alstrats genom uppsmältning av det lättsmälta materialet i den äldre berggrunden under tider av stark veckning och deformation. Härvid förutsättes en nedpressning av berggrunden till stort djup. Denna teori har särskilt tillämpats på den slirigt och oregelbundet och samtidigt rikligt uppträdande pegmatiten i våra vidsträckta slirgnejsterrängar, ex. i Södermanland, medan de gångformigt uppträdande pegmatiterna i Bohuslän kunna anföras som exempel på en till en känd granit, Bohusgraniten, anknyten serie. Brytvärda förekomster synas helt vara bundna till den gångtyp, som representeras av Bohuspegmatiterna, medan den i grova slirgnejser rikligt och intimt infältrade och samtidigt med förgnejnsningen bildade pegmatiten visat sig värdelös.

Pegmatitmagmans kristallisation har varit en invecklad och långvarig process. I det föregående ha vi berört ett avsnitt därav, fältspaternas kristallisation. Förhållandena i pegmatiterna visa emellertid, att i den komplexa pegmatitmagman en succession av olika mineralbildningsförlopp förekommit, som i många fall lett till en inhomogen byggnad av pegmatiten med tidigare utskilda mineral, som ansamlats mot gränserna, och andra, senare kristalliserade, som koncentrerats mot det inre. På dylikt sätt har en viss zonal byggnad åstadkommit, som är mycket vanlig. Detta torde vara en väl känd erfarenhetssak för de flesta fältspatbrytare. Från geologiskt håll har företeelsen tidigast observerats och diskuterats av H. E. Johansson i hans korta, men innehållsrika sammanfattning om svenska kvarts- och fältspatförekomster.<sup>1</sup> Det är sålunda ett ofta påträffat förhållande, att kvarts i homogen massa, s. k. »centralkvarts», är utskild i den inre delen av pegmatiten. Denna kvarts representerar den sist kristalliserade delen av pegmatitmagman. Närmast utanför kvartsen följer grovt utbildad fältspat, övervägande kalifältspat (mikroklinpertit) eller grova blandningar av kalifältspat och kvarts med eller utan grovt utbildad glimmer, medan de yttre delarna av pegmatiten ha en blandad beskaffenhet och en i allmänhet finkornigare struktur. Till dessa yttre delar äro ofta glimmer, turmalin — om sådan är närvarande — och plagioklas anrikade, och i extrema fall är plagioklasen den nästan enarådande fältspaten i den yttersta gränzonen.

Storleken av fältspatkristallerna i de inre delarna av de brutna pegmatiterna har ofta nått betydande dimensioner. Enhetliga individer på 2—4 m i diameter äro ej sällsynta.

Zonerna i pegmatiterna äro dock icke alltid regelbundna. Erfarenheten i gruvorna visar sålunda, att den småkorniga yttre delen av pegmatiten kan svälla till och även sträcka sig över hela pegmatitens bredd, därvid förträngande och uppstyckande de fyndiga, grova, inre delarna. Ett känt exempel härpå är Ytterby, där det fyndiga utgjordes av en serie helt eller delvis avsnörda linser i omgivande småkorniga pegmatit. Vidare är den centralt utskilda kvartsen endast i specialfall — i s. k. kvartspegmatit — kontinuer-

<sup>1</sup> G. F. F., 36: 116, 1914.

lig genom hela förekomsten. I de flesta fall bildar den en mera lokal anhopning eller är den representerad av ett flertal kvartsutsöndringar. En vid brytningen ofta gjord erfarenhet är, att man i de övre delarna av de brutna förekomsterna haft tillgång på fältspat och mindre mängder kvarts, tydligen tillgodogjorda ur grova blandningar av bådadera, ibland synes kvarts praktiskt taget ha saknats. Mot djupet kan däremot en större kvartsmassa ha utvecklats sig och helt eller till större delen ersatt fältspaten.

Påpekas bör dock, att en zonal anordning av mineralen icke alltid är utvecklad i pegmatiterna, i varje fall icke märkbar utan noggrannare undersökning. En dylik undersökning kan å andra sidan i många fall visa en zonal fördelning av mera detaljerad art än ovan angivet, varpå exempel komma att lämnas vid fyndigheternas beskrivning.

Särskilt påfallande är tendensen till zonalanordning i den grupp, som nedan är betecknad såsom litiumförande pegmatiter. Förhållandena kompliceras här genom rikligt innehåll av sent kristalliserande albit, s. k. *cleavelandit*, som tillsammans med litiumförande mineral tenderar att anrikas i pegmatitens inre del. Cleavelandit, en tavelformigt eller sockerkornigt utbildad, vit eller svagt röd albit förekommer även i växlande mängd som ådernät och partier i kalifältspaten och dokumenterar på dylikt sätt sin gentemot denna yngre ålder och har även iakttagits på liknande sätt genomådra kvarts i pegmatitens inre.

En i pegmatiterna ofta uppträdande utbildningsform av kvarts och fältspat är s. k. *skriftgranit* (vid gruvorna även betecknad som »granit»). Därmed avses en sammanväxning mellan båda mineralen, som åskådliggöres av fig. 15—16. Kvartskornen bilda i själva verket stänglar, som å figurerna äro skurna vinkelrätt mot längdriktningen. I dylika snitt förete kvartskornen kantiga eller i vinkel böjda former, som ha en viss likhet med gamla skriftecken (kilskrift, runor), varav namnet. Likartad kvartsfältspatsammanväxning återfinnes även i vissa, huvudsakligen av kvarts och alkalifältspat bestående granitiska bergarter, ehuru i finare utbildningsform. Den brukar där kallas granofyr. Kvartsinblandningen kan även i grova fältspater vara mycket fin och undandrager sig då lätt uppmärksamheten. Om man undersöker en skriftgranit i mikroskop, visar det sig, att även kvartskornen höra tillsammans till en eller ett fåtal individer. Det är alltså fråga om en regelbunden sammanväxning mellan tvenne kvarts- och fältspatkristaller eller mellan fältspat- och ett fåtal kvartskristaller. Skriftgranit är mycket vanlig i de yttre delarna av pegmatiter, och även hela pegmatiter kunna bestå av skriftgranit. Den brukar dock icke vara enbart förhärskande, utan vanligen brukar pegmatiten förutom skriftgranitkristaller innehålla grova, glest fördelade, rena fältspater och en småkornig mellanmassa av kvarts, fältspat och glimmer. Av skriftgranit dominerade pegmatiter, delvis med betydande storlek ha en stor utbredning i vår berggrund. Då kvartshalten i skriftgraniten håller sig relativt likformig, skulle den kunna användas i praktiken, om det ej visat sig, att skriftindividerna ofta äro förorenade av inneslutna små biotitkorn.

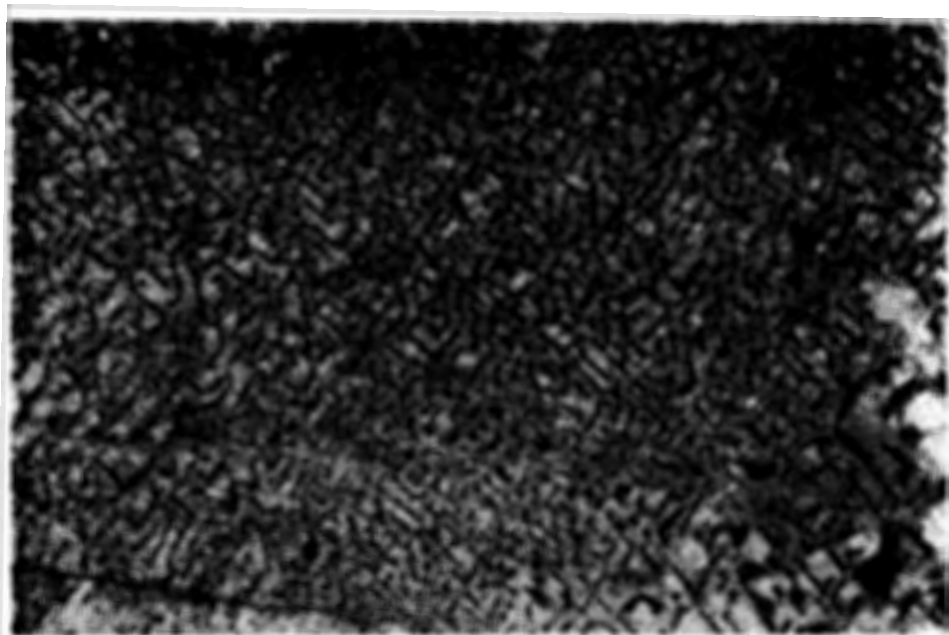


Fig. 15. Skriftgranit från Ytterby. Kvartsen mörk, fältspaten ljusare.  
Ungefär dubbel förstoring.

Skriftgranitens kvarts har vid utförda etsningsförsök visat sig ha kristalliserat som  $\beta$ -kvarts. Kristallisationen av densamma tillhör alltså ett relativt tidigt avsnitt av pegmatiternas avsvainingskedde. Då den uppträder i zonalbyggda pegmatiter, är den även fördelad i pegmatitens yttre del, medan den i det inre utskilda, grova kvartsen visat sig vara primär  $\alpha$ -kvarts, alltså bildad under  $573^\circ$ . Den sannolikaste förklaringen till den skriftgranitiska utbildningsformen är en samtidig kristallisation av båda mineralen. Även den teorien har framställts, att kvartsen skulle vara senare än fältspaten, och att kvartslösningar skulle ha »ätit» sig in i fältspaten och avsatt kvartsen i dess nuv. form. Denna teori stöter dels på svårigheten av den relativt höga kristallisationstemperaturen, därjämte blir den likformiga sammansättningen i skriftgraniter (jfr nedan) svårförklarlig. Att en dylik »anfrätning» av fältspaten genom kiselsyrehaltiga lösningar kan ha skett under ett sent skede av pegmatitens avsvainning kan ej uteslutas, men torde kvantitativt ha spelat mindre roll. Oregelbundnare uppträdande och mera sparsamt förekommande kvartsinneslutningar i fältspaten kunna möjligen förklaras på dylikt sätt.

*Olika kemiska typer av pegmatiter.* Att för pegmatiterna genomföra en mera detaljerad typindelning stöter på den svårigheten, att förhållandena variera betydligt och individuellt i de olika förekomsterna. I stort kunna dock vissa distinktioner göras.

Den vida övervägande delen av den fältspat, som utvunnits, har brutits



Fig. 16. Samma skriftgranit som i fig. 15, ca 20 ggr först. och sedd i mikroskop i korsat polariserat ljus. Kvartsen vit. I den svarta fältspaten ses ljusare tvillinglameller, anordnade snett nedåt mot höger.

i kalirika pegmatiter, i vilka mikroklinpertit varit den dominerande fältspaten. Den tillsammans med pertiten förekommande vita eller grönaktigt vita plagioklasen, i allmänhet en oligoklas med 10—20 % albit, har i de flesta fall varit underordnad i de brytvärda delarna. Tager man hänsyn till pegmatiten i dess helhet och de yttre zonernas plagioklasinnehåll, har dock plagioklashalten varit större. Som exempel på dylika pegmatiter, som kunna betecknas som av »ordinär typ» kunna Ytterby, Margretelund och Barhult anföras. Även Kolsva kan räknas hit. Plagioklas synes dock i den sistnämnda ha spelat en ganska ringa roll.

I andra fall har anortitinnehållet i pegmatiten i dess helhet varit lägre. Man kan beteckna dylika pegmatiter som »alkalina». Exempel härpå erbjuda Godegårdsgruvorna Perstorp och Skruppetorp, sannolikt även Västerby. Från Bohuslän kunna nämnas Brattås och Kattstensgruvan. I Godegårdsgruvorna har den i det inre brutna fältspaten varit kalirik och plagioklas underordnad, i andra fall råder ovisshet, då de varit utbrutna på tidigt stadium. I samtliga är albit riklig i de resterande, icke brytvärda delarna. Det rör sig här om en albitrik plagioklas med 7—10 % anortit. Ifrågasvarande pegmatiter äro även rika på muskovit och delvis även på turmalin, som båda äro anrikade i de yttre delarna, turmalinen gärna mot gränsen till den brytvärda inre delen.

I alkalina pegmatiter av denna typ kan man anträffa vit albit (cleavelandit) som körtlar eller ådror i den brytvärda inre delen. Härmed förmedlas en övergång till pegmatiter, som äro rika på cleavelandit och innehålla litiummineral, i de flesta fall blott spårvis, i extrema fall i rikligare mängd. Samtidigt brukar en grönblå pertit, s. k. amazonsten, vara för handen. De största förekomsterna av detta slag, som kan benämnas »*litiumförande pegmatit*», äro Varuträsk vid Boliden och de berömda Utö-pegmatiterna vid Utö järngruva.

I denna indelning har ingen hänsyn tagits till kvartshalten. Den är i de flesta fall hög, även om variationer förekomma, och i undantagsfall (ex. i de obetydliga förekomsterna å Runmarö-Nämndö) kan kvarts praktiskt taget ha saknats. Å andra sidan förefinnas även mycket kvartsrika pegmatiter, i vilka fältspat inskränkt sig till mindre zoner eller smala bårder kring kvartsen. Som exempel kunna Äskja i Ullånger, Mejdåsen i södra Dalarna och Stale i Bohuslän anföras. Fyndigheter av denna art komma i det följande att betecknas som »*kvartspegmatiter*». Till denna grupp ha även hänförs vissa fyndigheter, ur vilka nästan enbart kvarts utvunnits. Kvartsen kan i desamma ha varit koncentrerad i en fältspat- och glimmerförande pegmatit utan att ha varit åtföljd av fältspat, utskild i brytvärd form. Såsom exempel härå kan anföras Äskagen i Värmland.

Från de ovannämnda pegmatiterna, skilja sig väsentligt tvenne slag av fyndigheter som äro natronrika, resp. extrema albitstenar, nämligen pegmatit av *Forshammarty* och de å Ornö brutna *albitapliten*. I Forshammartypen, som representeras av tvenne närbelägna fyndigheter, är det ej fråga om utvinnande av ren fältspat, utan praktiskt taget hela pegmatitmassan brytes och förmales. Detta är möjligt tack vare en enastående låg järnhalt. Pegmatiten kan betecknas som en alkalin sådan med relativt hög albithalt och är tämligen muskovitrik.

Albitapliten på Ornö, bruten vid Kyrkviken och Skinnardal, är icke pegmatit i vanlig mening utan består av en vit, fin- till småkornig, nästan kvartsfri fältspatsten, som utom albit innehåller helt underordnat med kalifältspat och sporadiskt en del andra mineral såsom kalkspat, rutil, muskovit m. fl.

I detta sammanhang böra även de s. k. *kalileptiterna* (även kallade kalignejser) nämnas, ehuru de ännu icke praktiskt exploaterats. Förekomster av detta slag äro kända från ett flertal lokaler inom södra och mellersta Sverige,<sup>1</sup> bl. a. från Bötesholmen i Stockholms södra skärgård. Det är fintill småkorniga, röda och rödbruna bergarter, som huvudsakligen bestå av pertitisk mikroclin, vartill komma små eller måttliga mängder av mörk glimmer eller andra järnhaltiga mineral. Kvarts kan ingå upp till 20 %, men är i allmänhet underordnad. I Bötesholmens kalileptit är muskovit osedvanligt riklig. Bergarterna kunna på grund av sin alltför höga järnhalt (2—5 %) icke utan anrikning användas i den keramiska industrien.

<sup>1</sup> B. Ask Lund, S. G. U., Ser. C, Nr. 354, 1929.



*Litteratur om pegmatit.*

- Andersen, A. O., Norges Geol. Unders. 128 A och B, Feltspat I och II, 1926 och 1931.  
 Bastin, E. S., Journ. Geol., 18: 297—320, 1910.  
 Broch, O. A., Norges Geol. Unders., 141, Feltspat, 1934.  
 Cameron, E. N., Jahns, R. H., Mc Noir, A. N. and Page, L. R., Econ. Geol., Mon. 2, 1949. Internal structures of granite pegmatites.  
 Johansson, H. E., G. F. F., 36: 116, 1914. Om svenska kvarts- och fältspatförekomster.  
 Mügge, O., Neues Jahrb., Festband, sid. 181—196, 1907. Über die Zustandsänderungen des Quarzes bei 570°.  
 Mäkinen, E., Bull. Geol. Comm., Finland, Nr. 35, 1912. Die Granitpegmatite von Tammela in Finland und ihre Minerale.  
 Page, L. R., Econ. Geol., Vol. 45, p. 12, 1950. Uranium in pegmatites.  
 Wright, F. E. and Larsen, E. S., Am. Journ. Sc., Vol. 28, p. 421—477, 1909. Quartz as geologic thermometer.

**Sällsynta mineral i pegmatit.**

Pegmatiterna bestå i huvudsak av kvarts, fältspat och varierande mängder glimmer. Förutom dessa mineral finner man ej sällan turmalin, vanligen svart, som i vissa fall kan vara riklig och nå stora dimensioner. Prismatiska kristaller eller knippen av kristaller med en längd av 2—3 m och 1 m tjocklek äro kända. Turmalinen synes vanligast vara företrädd, då pegmatiten innehåller ljus glimmer.

Andra mineral, som ofta äro representerade, ehuru i underordnad kvantitet, äro vissa sulfidmineral såsom svavel- och magnetkis, molybdenglans, blyglans, vidare små, grönaktiga eller gulgröna sexsidiga prismor av apatit (kalk-fosfat), svart magnetit, titanomagnetit och titanjärn. En grön eller gulgrön epidot kan förekomma, men är ej vanlig. Bergbeck som små droppar är ej sällsynt.<sup>1</sup> Däremot synas zeolitmineral (vattenhaltiga Na-Ca-silikater med eller utan aluminium) saknas. Nämnas må blott, att närvaron av en sekundär natronzeolit ansetts påvisad i kalkspatförande små kulor på kvarts eller fältspat i Ytterby (I. Nordenskjöld, 1908, Bull. Geol. Inst. Uppsala). Likaså är kordierit sällsynt.

Kalkspat är ett mindre vanligt mineral i pegmatit. En säregen art utgöra dock de s. k. *kalkpegmatiterna*, i vilka kvarts saknas eller är mycket sparsam, medan däremot kalkspat antingen i drusrum eller i form av skriftgranitartad fördelning i kalifältspat förekommer i större mängd. Kända förekomster äro dock fåtaliga och små (N. Sundius, G. F. F., 59: 246, 1937).

Pegmatiterna äro emellertid sedan gammalt kända som fyndorter för en rad mindre vanliga mineral, som innehålla sällsynta ämnen och av denna orsak äro eftersökta av mineralogerna. De ämnen det rör sig om äro torium (Th), uran (U), niob (Nb), tantal (Ta), volfram (W), tenn (Sn), beryllium (Be), zirkon (Zr), hafnium (Hf), litium (Li), rubidium (Rb), cesium (Cs), och skandium (Sc). Härtill komma de så kallade sällsynta jordarter-

<sup>1</sup> Osedvanligt rikligt med bergbeck skall enligt H. E. Johansson ha funnits i Grannörens fältspatgruva (jmf sid. 124).

na: yttrium (Y), lantan (La), cerium (Ce), praseodym (Pr), nedodym (Ne), samarium (Sm), europium (Eu), gadolinium (Gd), dysprosium (Dy), holmium (Ho), erbium (Er), ytterbium (Yb), cassiopeium (Cp). I pegmatit-mineralen uppträda de sällsynta jordarterna i tvenne grupper, yttriumgruppen, även betecknad som ytterjordar, innefattande utom yttrium de sist anförda jordarterna, som ha höga atomnummer och cergruppen eller cerjordar, som omfatta de först anförda jordarterna med lägre atomnummer.

Vissa av dessa ämnen ha erhållit praktisk betydelse. Sålunda användes torium i glödstrumpor och glödtrådar för gas- och elektriska lampor samt för radiorör. Uran har tidigare haft underordnad användning, huvudsakligen för ferrouran i stålindustrien samt i den fotografiska och kemiska industrien. Både uran och torium alstra som sista produkt vid det radioaktiva sönderfallet bly och lämna därför möjlighet till åldersbestämningar. Efter kriget har uran blivit eftersökt som utgångsmaterial för atomspaltning. Tantal användes bl. a. för framställning av radiolampor, såsom platinasättning i industrien, för kirurgiska knivar, niob till stållegeringar för rostfritt stål. Beryllium användes tidigare i lättmetallegeringar, f. n. utgör det en beståndsdel i s. k. berylliumbrons, en legering av koppar och beryllium, som bl. a. användes i urfjädrar. Berylliumoxid är vidare högelefast och användes för deglar och isoleringsändamål. Under senaste åren har beryll blivit eftersökt för atomforskningsändamål såsom moderator i stället för grafit. Rubidium och caesium behövas vid evakuering av radiotuber och för fotoelektriska celler, som fått stor användning i talfilmapparater. Litium användes för att öka hårdheten i aluminium och lagermetaller, dessutom inom glas- och keramiska industrierna för specialglas och såsom flussmedel. Under senaste tid har litium befunnits ha en mycket stor effektivitet i keramiska specialmassor för nedsättande av temperatur-volympförändringar. Även negativ utvidningskoefficient har kunnat realiseras med detta ämne. Volfram har fått stor betydelse för volframstål och glödlampor. Cer ingår i s. k. auermetall (för glödstrumpor), därjämte har den funnit användning för legeringsändamål (bl. a. i gnisttändare).

För ett praktiskt utnyttjande av de sällsynta mineralen i pegmatitgångarna i vårt land har kvantiteten i regel varit för liten. Däremot ha pegmatit-mineralen haft stor betydelse för den kemiska och mineralogiska forskningen. Den rikligaste tillgången av sällsynta jordarts-, niob- och tantalmineral i Sverige torde ha anträffats i Ytterby, där den bröts från och med 1780-talet och in på 1800-talet. Ytterbymineralen lämnade ett viktigt stoff för den under denna tid och senare pågående utforskningen av de sällsynta jordarterna, av vilka yttrium upptäcktes i gadolinit härifrån (1794 av prof. Gadolin i Åbo) och ett flertal andra påvisades och undersöktes i gadolinitmaterial från Ytterby och andra lokaler och delvis erhöles benämningar, härledda från nämnda gruvans namn (terbium, erbium, ytterbium). Tantal upptäcktes 1802 av Ekeberg i Uppsala i yttrotantalit från Ytterby och tantalit från Kimito nära Åbo. I litiummineralen från Utö upptäcktes 1818 litium av Aug. Arfwedson, en av Berzelii lärjungar.

Medan man i de talrika sydnorska pegmatitgångarna, som synas vara rikare på sällsynta mineral, i viss utsträckning tillvaratagit, tillfälligt lokalt även enkom brutit på dylika mineral (torit, uranpechblände, gadolinit, beryll, euxenit m. fl., jfr Björlykke 1939, Rosenqvist 1948), kan man knappast säga, att något motsvarande ägt rum i Sverige. I en mindre pegmatitförekomst vid Gräne i Holsljunga sn, Västergötland, tillvaratogs under 1920- och 1930-talen, samtidigt med utvinningen av fältspat, euxenit, som var tämligen rikligt representerad och användes för tillverkning av s. k. »radiumdukar», pulver av euxeniten, insytt i dukar, avsedda att bota reumatism. Enligt uppgift i mineralstatistiken tillvaratogs 1925 100 kg euxenit. Tillgången sinade dock snart. Enligt tradition på platsen skall även den s. k. »gamla radiumgruvan» i Torpa (Derome) i Halland ha brutits på radioaktiva mineral och dessa sålts till en Göteborgsfirma för 3,50 kr per kg (Herrlin 1942). Ett visst utbyte fick man vid Åskagens kvartsgruva i Värmland, där vismut och vismutglans anträffades i ovanligt stor mängd, och fångsten, som avyttrades, skall ha belöpt sig till flera hundra kg. Enligt uppgifter i statistiken för 1894—95 bröts vid Oskarsgruvan i Hammars sn, Närke, (= Västerby fältspatsgruva) 1 350 kg antimon-(vismut-?)glans.<sup>1</sup>

Av annan karaktär och storlek äro tillgångarna på litium och caesium i litium-pegmatitförekomsterna på Utö och vid Varuträsk. Vid Utö har man tillsvidare endast brutit obetydligt, men tillgången anses vara betydande. Av de två litiumförande gångarna fortsätter den mindre till 200 m djup, medan djupgåendet under 60 m av den större är okänt. Vid Varuträsk pågår sedan omkring 1941 brytning för utvinning av litiummineralen lepidolit, spodumen och petalit samt caesiummineralet pollucit. Enligt uppgift från Bolidens Aktiebolag har från 1936 till 1951 producerats 1 382 ton petalit, 857 ton spodumen, 238 ton amblygonit, 100 ton lepidolit och 1,6 ton beryll. Någon siffra för pollucit föreligger ej intill nämnda år.

I detta sammanhang bör även den egenartade och ur ekonomisk synpunkt viktiga förekomsten med volframit och molybdenglans vid *Baggetorp* i Tjällmo sn, Östergötland, omnämnas. Den upptäcktes 1944 i block, i anslutning till vilka den fasta klyftorten påvisades. Det fyndiga utgöres av en i mörkgrå leptit uppträdande kvartszon, f. n. känd i ung. 400 m längd och till 115 m djup. Kvartsen bildar en eller flera gångar, som bitvis kila ut, i andra fall körtel- eller linsartat svälla an till 10 à 15 m bredd och även anastomosera med varandra. Stupningen är i stort brant, strykningen N 54° Ö. Volframiten är övervägande utvecklad i kvartsen och rikligast, där denna är smal, fattigare i ansvallningarna. Den har emellertid även i många fall invandrat i sidostenens leptit och har även iakttagits i en grå, småkornig granit, som intruderat leptiten, samt i leptitbrottstycken i kvartsen. Volframitkristallerna nå en storlek av upp till 2 à 3 dm i diameter. I kvartsen

<sup>1</sup> På denna uppgift har förf. uppmärksamgjorts av Dr J. Eklund. Jmfr även F. Tegengren, Sveriges ädlare malmer, S. G. U., Ser. Ca, Nr 17, sid. 66, 1924. I de relationer om Västerby gruva (även kallad Oskarsgruvan under ett tidigt avsnitt), som äro tillgängliga, finnes ingenting nämnt om antimonglansbrytningen.

förekomma även brottstycken av amfibolit, delvis starkt omvandlade, varvid bl. a. sillimanit utvecklats. I dylika brottstycken är molybdenglans anrikad. Kvartsen är av varierande färg, gråvit, rödaktig och gråskär. Möjligen kan den i vissa fall innehålla fint fördelad fältspat, eljest inskränker sig detta mineral till sparsamma ansamlingar av högröda, relativt grova kristaller.

Brytning och anrikning påbörjades i Baggetorp omedelbart efter upptäckten. Intill 1948 hade producerats 21 696 ton anrikningsmalm med en  $WO_3$ -halt varierande mellan 0,4 à 0,5 till 2 % och en Mo-halt av ca 0,66 %. Övriga underordnat förekommande mineral äro kopparkis, vismutglans och pyrit.

Efter kriget blev frågan om tillgångar av uran ett aktuellt spörsmål. Vid en i Norge företagen prospektering på uranförekomster i de norska pegmatitgångarna<sup>1</sup> visade det sig, att blott två av desamma, Einerkilen och Vats i Evje härad, höllo så pass mycket uranhaltiga mineral, att brytning kunde ifrågasättas. Enligt prospekteringsarbetena räknades med att den dittills påvisade »malmen» i Einerkilen motsvarade ca 2,5 ton uran och i Vats mindre än 200 kg. En förekomst i Mykland med niob-tantal-mineral höll ca 8 % uran i mineralen och kunde tänkas som ett ytterligare tillskott. Brytnings- och utvinningskostnaderna ställde sig emellertid höga. För Sveriges del äro inga motsvarigheter kända. Den viktigaste svenska urankällan är kolmen i alunskiffern.

I det följande lämnas en sammanställning av de i Sverige funna pegmatitmineralen med sällsynta ämnen.

#### *Metaller och sulfider.*

*Vismut*, rödaktigt silvergänsande med goda genomgångar. Är känd från *Åskagen* i Värmland. (Hj. Sjögren, G. F. F., 28: 93, 1906), *Broddbo* (Th. Nordström, G. F. F., 1: 119, 1872—73 och där anf. ref.) och *V. Ryd* i Blekinge. Vid *Åskagen* förekom vismut tillsammans med vismutoxid, bildad genom oxidation av vismut, samt *vismutglans*, förening av vismut och svavel ( $Bi_2S_3$ ), som har något mörkare, tennvit färg. Anmärkningsvärd är den stora anhopningen av vismut i pegmatitens kvarts (jfr ovan). Av J. Eklund har vismutglans även iakttagits vid *Pukabergets* skärpning invid järnvägen 2 km S om Skyllberg (muntl. medd.).

*Antimon-(vismut-?)glans*,  $Sb_2S_3$  vid *Västerby* i Närke se ovan.

*Allemontit*, blandning av antimon och arsenik, tennvita korn och massor. Fyndort: *Varuträsk* (Quensel, G. F. F., 59: 137, 1937).

#### *Oxider.*

*Pechblände* (ulrichtit, uranit). Består av uranoxid ( $UO_2$ ), som emellertid oftast är mer eller mindre starkt förändrad genom oxidering och uranens radioaktiva sönderfall. Innehåller därjämte ofta toroxid samt bly, alstrat som sista sönderdelningsprodukt ur både uran och torium. Färgen är svart och

<sup>1</sup> Rosenqvist, I. Th., Tidskr. f. Kemi, Bergvesen og Met. 7: 117, 1948.

pechbländet kristalliserar som reguljära tärningar eller oktaedrar. Fyndorter: Skäret *Digelskär* utanför Gräsö, blott som sällsynthet (Svenonius, G. F. F., VI: 207 (1882), *Varuträsk* (Quensel, G. F. F., 62: 391, 1940), *Torpa* i Derome N om Varberg (P. A. Herrlin, Lunds geol. fältklubb 1892—1942). Herrlin omnämner även pechblände från Smörkulla i Derome, Håås, Källeberg, Ösbo (Usbo?) och Åsbro i Öxnevalla sn, Västerg. Identifieringen är dock osäker.

*Tennmalm* (kassiterit), tennoxid ( $\text{SnO}_2$ ) sällsynt. Små korn av mineralet (svart, vanligen stängligt eller prismatiskt) äro omnämnda från *Utö* (A. E. Nordenskiöld G. F. F., IV: 282, 1876) och från *Finnbo* vid Falun (I. G. Gahn och Berzelius 1814, jfr Flink K. V. A., Ark. f. Kemi, min. och geol., Bd. 3, nr 35, sid. 90, 1910). Vid *Varuträsk* har tennmalm en något väsentligare frekvens (Quensel, 63: 300, 1941).

*Rutil*, titanoxid ( $\text{TiO}_2$ ) upp till knytnävstora klumpar i en glimmerförande kvartsgång å fjället Väktarklumpen i närheten av *L:a Blåsjön*, Frostvikens socken (enl. uppgift 1,6 km Ö om gården L:a Blåsjön) samt i gabbropegmatit från *Käringbricka*, V. Färnebo sn (bl. Sala, Ser. Aa nr 26, 1868, sid. 74, P. Quensel, G. F. F., 34: 190, 1912).

*Gahnit* eller *zinkspinell* ( $\text{ZnO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ) är känd från Broddbo som gröna oktaedrar (G. Gahn och J. Berzelius, Avh. i Fysik, Kemi och Min., del 4, 1815, sid. 148; del 5, 1818, sid. 1).

*Krysoberyll* ( $\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ), gul—gröngul eller grön, hårdhet 8,5 rombisk med spaltytor efter (010), sämre efter (100). Fyndorter: *Ytterby* (B. Mason, G. F. F., 72: 149, 1950), *Kolsva* (N. Sundius, ibid. 72: 358, 1950).

### Silikater.

*Gadolinit*, ett silikat, innehållande yttriumgruppens oxider berylliumoxid och järnoxidul förutom mindre mängd av cer-oxider. Enligt W. Peterson (G. F. F., 12: 275, 1890) är gadolinitens allmänna formel  $3\text{RO} \cdot \text{R}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ , vari RO huvudsakligen består av BeO och FeO,  $\text{R}_2\text{O}_3$  av ytter- och lerjordar,<sup>1</sup> Mineralet är svart, antracitliknande, kristallsystem monoklint. Fyndorter: *Ytterby* (I. Nordenskiöld, Bull. Geol. Inst., Uppsala IX: 184, 1908). *Broddbo*, *Finnbo* och *Kärrarvet* (Th. Nordström, G. F. F., I: 119, 1872—73 med ref.), *Vasagruvan* vid Falun (P. Geijer, S. G. U., Ser. C, 275, sid. 88, 1917), *Carlberg*, St. Tuna sn (G. Lindström, G. F. F., 2: 218, 1874), *Österby*, St. Skedevi sn, Dalarna (A. E. Nordenskiöld, G. F. F., VII: 302, 1884—85), *Åskagen* (Vaskebacken) vid Torskebacken (Hj. Sjögren, G. F. F., 28: 93, 1906). Av W. Peterson ha vidare gadoliniten analyserats från följande fyndorter i Sverige: *Gustavsberg* vid Torsåker, *Svärdsjö*, *Bjursås* och *Äppelbo* socknar i Dalarna, *Högsby* i Kalmar län, *Taberg* i Värmland.

*Thalenit* ävenledes silikat med yttriumgruppens ämnen, formel  $\text{Y}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ , dock utan eller med obetydligt berylliumoxid. Kristalliserar monoklint, färgen blekröd till brun eller svart. Fyndorter: *Österby*, St. Skedevi sn (Benedicks,

<sup>1</sup> Av R. Ramdohr i Klockmann's Lehrb. d. Miner. 1936 uppgives formeln till  $\text{Be}_2\text{FeY}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}$ .

G. F. F., 20: 308, 1898), *Åskagen* (Vaskebäcken) vid Torskebäcken (Hj. Sjögren G. F. F., 28: 93, 1906).

*Ortit*, ett i pegmatiter ofta förekommande med epidot isomorft mineral, utbildat som svarta, i brottet antracitglänsande, platta stänglar eller oregelbundna massor. Kemiskt ett silikat av CaO, ceroxider samt järn och aluminium. Även beryllium och toroxid kunna ingå. Bland de talrika fyndorterna må endast nämnas *Åskagen* i Värmland, varest ortit var osedvanligt rikligt representerat, likaså *Skilnabo* i södra Västergötland.

*Zirkon*, zirkonsilikat ( $ZrO_2 \cdot SiO_2$ ), innehåller dessutom ofta andra ämnen såsom hafnium, torium och sällsynta jordarter. Zirkonen bildar gula eller bruna, kvadratiska prismor med pyramidavslutning. Enligt G. K. Almström (G. F. F., 45: 119, 1923) kan den även innehålla tantaltsyror och antager då en mörkare eller svart färg. Zirkonen är ofta omvandlad och har då upptagit avsevärt med vatten. Fyndorter: *Broddbo* och *Finnbo* (Th. Nordström, anf. arb. m. ref.), *Ytterby* (I. Nordenskjöld, anf. arb., G. K. Almström, anf. arb.), *Skeppsholmen* i Stockholm (G. Flink, K. V. A., Ark., f. Kemi etc., Bd. 6., Nr 21, sid. 69, 1916—17), *Alsberg* vid Kinna (L. O. Martin, G. F. F., 55: 529, 1933).

*Beryll*, formel  $3BeO \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ . Bildar hexagonala prismor av grön, blåaktig, gråaktig eller gul färg. Klara kristaller finna användning som ädelsten (smaragd smaragdgrön, akvamarin blågrön), men dylika fynd ha hittills icke gjorts i vårt land. De i pegmatiterna uppträdande beryllerna äro ofta av betydande storlek. Från Perstorp äro individer upp till  $\frac{1}{2}$  m i diameter kända. De äro samtidigt ofta omvandlade och ha därvid antagit en matt ton, samtidigt som de upptagit kalium i nybildad glimmer. Beryll är ett i pegmatiter vanligt mineral, och bland de talrika kända fyndorterna skall endast nämnas *Perstorp* i Godegårds sn, *Varuträsk* vid Boliden och *Sörhällan* söder om Råneå, i vilka mineralet förekommer i större mängd. I Perstorp har beryll uttagits för leverans.

#### *Niob- och tantalmineral med sällsynia jordarter.*

*Fergusonit*, övervägande niobat av yttriumgruppens oxider, dock ingår även tantal, ersättande niob, därjämte något uran och ceroxider. Formel  $Y(NbTa)O_4$ . Fergusoniten kristalliserar tetragonalt, vanligen i fyrsidiga prismor med pyramid, därjämte som oregelbundna korn. Färgen är svart eller mörkbrun till ljusare gul. Fyndorter: *Ytterby* (I Nordenskjöld, anf. arb.) *Ryssudden* Ö om Ytterby (muntl. medd. av O. Brotzen), *Falupegmatiterna* (I. Nordenskjöld, Bull. Geol. Inst. Upsala IX, s. 191.)

*Yttrotantalit*, övervägande tantalat med något niob. Såsom sannolik formel uppgives  $(YEr)_2(Ta_2O_7)_3$ . I mineralet ingår jämväl något uran, volfram, tenn, ceroxider, järn och kalcium. Kristalliserar rombiskt i korta prismor eller sexsidiga taylor, delvis är det oregelbundet utbildat. Mineralet har svart färg och glasartat brott och liknar mycket fergusoniten. Fyndorter: *Ytterby* (I. Nordenskjöld, se ovan), *Österby* i St. Skedevi sn (A. E. Nordenskiöld,