

PRIS KR. 3.00



Norges Geologiske
Undersøkelse

Nr. 128 A

FELTSPAT

I

FELTSPATMINERALENES EGENSKAPER,
FOREKOMST OG PRAKTISKE UTNYTTELSE
MED SÆRLIG HENBLIKK PÅ DEN NORSKE
FELTSPATINDUSTRI

AV

OLAF ANDERSEN

MED 25 TEKSTFIGURER, 51 FIGURER PÅ PLANCHER
I TEKSTEN OG ENGLISH SUMMARY



OSLO 1926

I KOMMISJON HOS H. ASCHEHOUG & CO.

Norges Geologiske Undersøkelse

har utgitt i kommisjon hos H. Aschehoug & Co. i Oslo.

1. Årbok for 1891. Kr. 1.50.
2. Homan. Tekst til kartbladet Selbu. 1890. Kr. 1.00.
3. J. H. L. Vogt. Salten og Ranen. 1891. Utsolgt.
4. Reusch m. fl. Det nordlige Norges geologi. Utsolgt.
5. Stangeland. Torvmyrer, „Sarpsborg“. I kart. 1892. Kr. 1.00.
6. J. H. L. Vogt. Dannelsen av jernmalforekomster. 1892. Utsolgt.
7. J. H. L. Vogt. Nikkelforekomster og nikkelproduksjon. 1892. Utsolgt.
8. Stangeland. Torvmyrer, „Nannestad“. 1892. Kr. 1.50.
9. Helland. Jordbunden i Norge. 1893. Utsolgt.
10. Helland. Tagsskiffer, heller og vekstene. 1893. Kr. 3.00.
11. W. C. Brøgger. Lagfølgen paa Hardangervidda. 1893. Kr. 2.50.
12. Küber. Norges granitindustri. 1893. Kr. 1.00.
13. Bjørlykke. Tekst til kartbladet Gausdal. 1893. Kr. 1.00.
14. Årbok for 1892 og 93 1894. (Innhold: Reusch, Strandliten; Reusch, Mellem Bygdin og Bang Reusch, Isdønmmede indsjoer. Bjørlykke, Høifeldskvartar. Friis, Feldspat og glimmer. Helland, Dybder i indsjoer; Helland, Lerfaldet i Værdalen. Ryan, Torvprøver.) Kr. 2.50.
15. J. H. L. Vogt. Dunderlandsdalens jernmalmeft. 1894. Kr. 2.00.
16. Helland. Jordbunden i Jærlsberg og Larviks amt. 1894. Kr. 3.00.
17. J. H. L. Vogt. Nissedalens jernmalmeft. 1895. Kr. 1.25.
18. Helland. Jordbunden i Romsdals amt. I. 1895. Utsolgt.
19. Helland. Jordbunden i Romsdals amt. II. 1895. Utsolgt.
20. Stangeland. Om Torvmyrer i Norge. I. 1896. Kr. 1.50.
21. Årbok for 1894 og 95. 1896. (Reusch, Referater av geologisk litteratur vedkommende Norge 1890—95.) Kr. 2.00.
22. J. H. L. Vogt. Norsk marmor. 1897. Kr. 5.00.
23. Helland. Lofoten og Vesteraalen. 1897. Kr. 2.50.
24. Stangeland. Torvmyrer i Norge. II. 1897. Kr. 2.50.
25. Bjørlykke. Kristiania by. 1898. Kr. 2.50.
26. Norges Geologiske Undersøkelsses utstilling i Bergen 1898. Utg. av Bjørlykke. Kr. 0.50.
27. Friis. Jordboringer i Værdalen o. s. v. 1898. Kr. 1.00.
28. Årbok for 1896 til 99. (Innhold: Hansen, Skandinaviens stigning. Helland, Strandlinjernes fald. Rekestad, Faldalen. Rekestad, Forandringer hos bræer. Dal, Varangerfjord.) Kr. 2.00.
29. J. H. L. Vogt. Søndre Helgeland. 1900. Kr. 2.50.
30. Münster. Tekst til kartbladet Lillehammer. 1901. Kr. 1.00.
31. W. C. Brøgger. Om de senglaciale og postglaciale nivåforandringer i Kristianlafeltet. 1900—1901. Kr. 10.00.
32. Årbok for 1900. (Innhold: 9 avhandlinger av Reusch om geologiske forhold i Værdalen, Stjørdalen, Valdres, Lister, ved Lysefjorden, Flekkefjord, Bergen og Trondhjem. Norges daler og fjeld Kr. 3.00.
33. Årbok for 1901. (Innhold: Reusch, Referater 1896—1900.) Kr. 2.00.
34. Årbok for 1902. (Innhold: Klær, Etage 5 i Asker. Reusch, Rekestad og Bjørlykke, Fra Hardangervidden. Rekestad, Bræer i Sogn og Nordfjord. Rekestad, Velfjorden.) Kr. 2.50.
35. Schiøtz, Den sydøstlige Del av Sparagmit-Kvartalsfjeldet. 1902. Kr. 3.00.
36. Årbok for 1903. (Innhold: Friis, Andøen. Reusch, Det indre av Finnmarken. Kaldhol, Suldalsfjeldene. Rekestad, Høifeldsstrøket Haukeli—Hemsedal. Rekestad, Skoggrønsen.) Kr. 3.50.
37. Årbok for 1904. (Innhold: Holmboe, Skjælbanker. Bjørlykke, Brunnuddalen Hansen, Mjøsøkelen. Rekestad, Kartbladet Donna. Klær, Brunnuddalen. Rekestad, Jotunfjeldene. Reusch, Egedal.) Kr. 3.50.
38. Stangeland. Om Torvmyrer i Norge. III. 1904. Kr. 2.50.
39. Bjørlykke. Det centrale Norges fjeldbygning. 1905. Kr. 10.00.
40. Reusch. Kartbladet Voss. 1905. Kr. 2.00.
41. W. C. Brøgger. Strandlinjens beliggenhet under stenalderen. 1905. Kr. 4.00.
42. A. W. Brøgger. Økser av Nastvættypen. 1905. Kr. 2.00.
43. Årbok for 1905. (Innhold: Bjørlykke, Selsmyrene og Lesjevandene; Bjørlykke, Ra'erne. J. H. L. Vogt, Eruptivfelter. J. H. L. Vogt, Andøens jurafelt. Rekestad, Folgefonna. Indre Sogn. C. Bugge, Kalksten i Romsdals amt.) Kr. 3.50.
44. Årbok for 1906. (Reusch, Referater 1901—1905.) Kr. 2.50.
45. Årbok for 1907. (Innhold: Rekestad, Folgefonnahevoen. C. Bugge, Bergverksdriften 1901—1905. Stenindustri. Reusch, Skredet i Loen 1905. Holtedahl, Alunskiferfeltet ved Øieren.) Kr. 3.00.
46. J. H. L. Vogt. De gamle norsk jernværk. 1908. Kr. 1.50.
47. Reusch. Tekst med geol. kart Jostedalbræen—Ringerike. 1908. Kr. 2.50.
48. Bjørlykke. Jæderens geologi. 1908. Kr. 2.50.
49. Årbok for 1908. (Innhold: Reusch, Den Geologiske Undersøkelsses opgaver. Goldschmidt, Profilert Ringsaker—Brattum. Holmsen, Borgefjeld. Rekestad, Fra Sandhordland (Etne m. m.) Kaldhol, Den nordøstlige del av Rylfike. Rekestad, Kvartær, Nordmør.) Kr. 4.50.
50. Reusch. Norges geologi. 1910. Utsolgt.
51. J. H. L. Vogt. Norges jernmalmeft. 1910. Kr. 4.00.
- 52a. Grimnes. Jæderens jordbund. 1910. Kr. 1.50. 52 b. Grimnes. Kart over Jæderen med angivelse av hvideforholdene og jordbundens art. 1: 50 000. Kr. 2.50.
53. Årbok for 1909. (Innhold: Rekestad, Strøket mellom Sognefjord, Eksingedal og Vossestranden; Rekestad, Bindalen og Leka. Werenskiöld, Øst-Telemarken. Goldschmidt, Tonsaasen. Oxaal, Borgefjeld. Th. Vogt, Langøen.) Kr. 4.00.
54. Hansen. Fra Istidene. Vest-ræet. 1910. Kr. 3.50.
55. Danielsen. Bidrag til Sørlandets kvartærgeologi. 1910. Kr. 2.00.
56. C. Bugge. Kartbladet Rennebu. 1910. Kr. 2.50.
57. Årbok for 1910. (Innhold: Werenskiöld, Fra Numedal. Hoel, Økstrindene. Rekestad, Ytre del av Saltenfjord. Reusch, De formodede strandlinjer i Øvre Gudbrandsdalen.) Kr. 3.50.
58. Werenskiöld. Fornebolandet og Snarøen i Østre Bærum. 1911. Kr. 2.00.
59. Årbok for 1911. (Innhold: Oxaal, Indre Helgeland. Rekestad, Hardanger. Carstens, Mo prestegjæld Marstrand, Svartisen.) Kr. 3.50.
60. Werenskiöld. Kartbladet Søndre Fron. 1911. Kr. 3.00.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE NR. 128 A

FELTSPAT

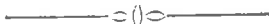
I

FELTSPATMINERALENES EGENSKAPER,
FOREKOMST OG PRAKTISKE UTNYTTELSE
MED SÆRLIG HENBLIKK PÅ DEN NORSKE
FELTSPATINDUSTRI

AV

OLAF ANDERSEN

MED 25 TEKSTFIGURER, 51 FIGURER PÅ PLANCHER
I TEKSTEN OG ENGLISH SUMMARY



OSLØ 1926

I KOMMISSJON HOS H. ASCHEHOUG & CO.

Innhold.

	Side
Forord	1
Kap. 1. Feltspatens egenskaper	3
A. Felles egenskaper	3
1. Ytre egenskaper	3
a. Kløvning	3
b. Krystallform	4
c. Farve	6
d. Hårdhet	7
e. Egenvekt	7
2. Kjemiske egenskaper	8
a. Hovedarter og rene blandinger	8
b. Eksempler på analyser	10
c. Forurensninger	11
d. Beregning av analyser	12
e. Sjeldne stoffer i feltspat	14
3. Smeltning	15
a. Smeltning av kali-natronfeltspat i praksis	16
1. Smeltningens forløp	16
2. Glass av kali-natronfeltspat	17
3. Smeltetemperaturer og smelteområder	18
4. Andre mineralers innflytelse på smeltningen	21
b. Smeltning av ren kalifeltspat	23
c. Smeltning av ren natronfeltspat	24
d. Smeltning av ren kalkfeltspat	24
e. Smeltning av kalk-natronfeltspat	24
B. Beskrivelse av forskjellige feltspatarter	28
1. Natronfeltspat	28
2. Kalkfeltspat	29
3. Kalifeltspat	29
a. Mikroklin	30
b. Orthoklas	31
4. Kalk-natronfeltspat	32

IV

	Side
5. Kali-natronfeltspat	33
a. Perthit	34
1. Perthitens struktur	34
2. Almindelig perthit	34
3. Natronrik perthit	35
4. Antiperthit	35
b. Homogen kali-natronfeltspat	36
6. Barytholdig feltspat	36
a. Celsian	37
b. Baryt-kalifeltspat	37
7. Eiendommelige feltspatarter	37
a. Amazonsten	37
b. Adular	38
c. Feltspat med farvespill	38
1. Månesten	38
2. Kryptoperthit	39
3. Farvespillende kalk-natronfeltspat	39
d. Solsten	40
Kap. 2. Granitpegmatit	41
A. Granitpegmatitens mineraler	41
1. Hovedmineraler	41
a. Feltspat	41
b. Kvarts	42
c. Glimmer	42
1. Muskovit	42
2. Biotit	43
d. Pyroxen og hornblende	43
e. Turmalin	44
2. Verdifulle bimineraler	44
a. Beryl	44
b. Gadolinit	45
c. Uranbekerts	45
d. Thorit	45
e. Monazit	46
f. Alvit	46
g. Forskjellige andre mineraler med sjeldne stoffer. — Euxenitgruppen, Columbit, Fergusonit	46
3. Almindelige bimineraler uten verdi	47
a. Jernertser. — Magnetjern, Jernglans, Titanjern	47
b. Svovelholdige mineraler. — Svovelkis, Magnetkis, Kobberkis. Andre svovelholdige mineraler	48
c. Apatit	48
d. Titanit	49
e. Granat	49
f. Epidot	49

V

	Side
g. Orthit	49
h. Flusspat	49
i. Kalkspat	50
4. Sjeldne bimineraler. — Zirkon og Xenotim, Topas, Fenakit, Bertrandit, Chrysoberyl, Thalenit, Tengerit, Ilmenorutil, Wolframit og wolframokker, Kulblende, Skapolit, Parisit, Zeoliter, Svovel, Mossit, Kainosit, Hellandit, Thortveitit, Yttrfluorit.....	50
B. Granitpegmatiten som bergart	51
1. Sammensetning	51
a. Mengden av hovedmineraler	52
b. Mengden av bimineraler	53
c. Forskjellige sammensetninger av granitpegmatit	53
1. Kali-natronrik pegmatit	53
2. Natronrik pegmatit	54
3. Kalk-natronrik pegmatit	54
2. Strukturformer	54
a. Skriftgranit	54
b. Andre sammenføyninger av mineraler	55
c. Stolper og store krystaller	56
d. Druserum	56
e. Aplit	57
C. Granitpegmatitens geologi	57
1. Bemerkninger om grunnfjellets bergarter	57
a. Stripete bergarter	57
b. Ustripete bergarter	58
2. Pegmatitens form, bygning og forhold til de omgivende bergarter	59
a. Skåtøy ved Kragerø	59
b. Øene nord for Langø ved Kragerø	62
c. Løvrak, Froland	66
d. Gloserheia, Lyngrot, Froland	68
e. Tveit, Flåt og Landsverk, Evje	70
f. Gulliksrud, Eiker	72
g. Ramskjær, Søndeled	75
h. Billeder av forskjellige forekomster	76
3. Granitpegmatitens oprindelse	76
a. Granitsmeltens størkning	76
b. Pegmatitmagmaens størkning	77
c. Granitpegmatitens alder	79
Kap. 3. Feltspatens praktiske utnyttelse	80
A. Erhvervelse av forekomster	81
B. Undersøkelse av forekomster	81
1. Foreløbig undersøkelse av feltspaten	81
2. Bestemmelse av pegmatitens form, forløp og størrelse	82
3. Bestemmelse av feltspatmengden	83
4. Prøvetagning	84

VI

	Side
5. Kvalitetsprøvnng av feltspaten	86
a. Mineralogiske undersøkelser	86
b. Kjemiske analyser	87
c. Prøvesmeltning	89
C. Feltspatens brytning og transport	91
1. Anlegg av feltspatbrudd	91
2. Rensning av overflaten	92
3. Arbeidet i bruddet	93
a. Brytning	93
b. Sortering	93
c. Tekniske hjelpemidler	95
4. Transport til skibningssted	96
D. Feltspatmøller	97
1. Knusning	97
a. Stentygger	97
b. Kollergang	98
2. Malning	98
a. Den lukkede flintmølle	99
b. Rørmøllen	99
c. Den koniske mølle	100
3. Forskjellig utstyr	100
4. Plan for en kontinuerlig feltspatmølle	101
5. Feltspatmøller i Norge	102
E. Feltspatens anvendelse	104
1. Utnyttelse av smelteegenskapene	104
a. Lervarer	105
b. Emaljer	108
c. Forskjellige anvendelser. — Slipeskipper, Kunstige tender, Porselensknapper	109
2. Utnyttelse av feltspatens kjemiske bestanddeler	110
a. Pegmatit som råstoff for Portland-cement	110
b. Direkte utvinning av kali av feltspat	111
c. Feltspatens anvendelse i hvitt glass	112
d. Kalk-natronfeltspat som råstoff for aluminium	112
3. Andre anvendelser av feltspat	112
F. Industriens krav til feltspaten	113
1. Nødvendige egenskaper	113
2. Almndelige bemerkninger om spesifikasjoner	114
3. Praktiske regler for spesifikasjoner. Forholdet feltspat-kvarts, Selve feltspatens sammensetning, Tillatelige forurensninger, Smeltetemperaturen, Andre spesifikasjoner	115
4. Et eksempel på praktiske spesifikasjoner	118
Kap. 4. Feltspatforekomstenes utbredelse. Handelsstatistikk	122
A. Norge	122
1. Utbredelse	122

VII

	Side
a. Akershus og Østfold	123
b. Buskerud	123
c. Telemark	124
d. Aust-Agder	124
e. Vest-Agder	125
f. Vestlandfylkene og Trøndelagsfylkene	125
g. Nordland.....	125
2. Statistikk.....	125
B. Utlandet	126
1. Sverige	126
2. Storbritannien og Irland	128
3. Tyskland, Tsjekoslovakiet og Ungarn	129
4. Andre europeiske land	129
5. De forenede stater	130
6. Kanada	130
7. Andre land.....	130
Litteratur om feltspat.....	133
English summary	135
Register	139

Forord.

Denne bok om feltspat er et ledd i den del av Norges Geologiske Undersøkelser arbeide, som går ut på å samle opplysninger om landets mineralrikdom og publisere disse så de kommer flest mulig til gode.

Feltspat inntar i flere henseender en særstilling blandt de nyttige mineraler i landet. Produksjonen er ikke overveldende stor — den har aldri været over 40 000 tonn om året — men den spiller allikevel en rolle for betydelige strøk av landet og for ikke så få mennesker. — Utvinningen foregår som regel fra små brudd, ofte så små at de kan drives av et par mann, egentlig grubedrift på feltspat finnes ikke. Bare undtagelsesvis drives bruddene av selskaper som kan lede arbeidet ved hjelp av teknisk utdannede folk; ellers er driften ofte overlatt til selvlærte arbeidsformenn. — Nesten all den feltspat som utvinnes selges til utlandet, og som regel har hverken de som bryter feltspaten eller de som selger den mere enn et uklart begrep om hvor den endelig havner og hvorledes den anvendes. Likeledes er kjennskapet til feltspatens egenskaper mangelfullt hos de fleste som befatter sig med utvinning og salg av den, ofte også hos de utenlandske forbrukere. — For å finne trykte opplysninger om feltspat, som er tilstrekkelig uttømmende til å ha praktisk interesse, må man gå til utenlandske kilder. På norsk finnes der bare spredte opplysninger, de fleste av gammel dato og av liten praktisk interesse; en samlet fremstilling av feltspatens egenskaper, forekomst og utnyttelse med serlig henblikk på norske forhold har hittil ikke foreligget. — At der er behov for slike opplysninger er innlysende når man vet hvor

variabel feltspaten kan være i sine egenskaper og hvor lunefuld i sin geologiske opreden. Norges Geologiske Undersøkelse får da også stadig henvendelser fra forskjellige kanter av landet angående opplysninger om feltspat.

Under disse omstendigheter fandt Norges Geologiske Undersøkelse å burde ofre endel arbeide på å samle iakttagelser og opplysninger om feltspat fra norske forekomster, og undersøkelsens direktør dr. C. BUGGE overdrog arbeidet til mig. Til de nødvendige feltundersøkelser har jeg anvendt en del av min tid i løpet av de siste fire somrer. I dette arbeide har min kollega, statsgeolog W. MARLOW, deltatt en sommer, og jeg har hatt assistanse av cand. real. TOM BARTH og bergingeniør H. MARSTRANDER.

Til bestridelse av utgiftene vedrørende kjemiske analyser, mikroskopiske preparater og annet spesielt arbeide har jeg hatt bidrag fra *A/S Norsk Varekrigsforsikrings Fond*. Utgiftene forøvrig — inklusive trykningen av denne bok — er båret av Norges Geologiske Undersøkelse.

De systematiske beskrivelser av forekomstene vil bli gitt i senere publikasjoner, så snart de budgetmessige hensyn tillater trykningen. Nærværende publikasjon er å betrakte som en almindelig innledning til disse beskrivelser og som en oversikt over feltspatens praktiske utnyttelse. Da de opplysninger som her gis først og fremst bør komme de ikke faglærte tilgode, er fremstillingen så vidt mulig holdt i en lett forståelig form. Stoffet er ordnet i mange små avsnitt som i regelen skal kunne leses uavhengig av hinannen. Ulempene ved de små gjentakelser som derved blir uundgåelige opheves ved at boken blir lettere å bruke som opslagsbok.

Norges Geologiske Undersøkelse juli 1926.

Olaf Andersen.

FELTSPAT

I. FELTSPATMINERALENES EGENSKAPER, FOREKOMST OG PRAKTISKE UTNYTTELSE MED SÆRLIG HENBLIKK PÅ DEN NORSKE FELTSPATINDUSTRI

Der finnes mange slags feltspat i naturen, noen er sjeldne, andre hører til de almindeligste mineraler, som overhodet kjennes. Man regner at omkring 60 pct. av jordskorpen består av feltspatmineraler. Mesteparten finnes dog blandet med andre mineraler, og disse er ofte så fint fordelt i bergarten eller er tilstede i slike mengder at feltspaten ikke lar sig skille ut med fordel. Den alt overveiende del av praktisk brukbar feltspat finnes i særegne, grovkornige bergarter, såkalte pegmatiter, og det er vesentlig feltspat fra sådanne forekomster som vil bli omtalt i det følgende.

Kap. 1. Feltspatens egenskaper.

A. Felles egenskaper.

De forskjellige feltspatarter har naturligvis hver sine eienommeligheter, men der er dog adskillige egenskaper som er felles for alle eller lettest kan behandles under ett, og disse vil omtales først.

1. Ytre egenskaper.

a. Kløvning.

Enhver som besøker et feltspatbrudd vil legge merke til at alle de store og små bruddstykker av feltspat som ligger strødd omkring har en temmelig ensartet form. De er aldri så uregelmessige som f. eks. de stykker av kvarts man finner

sammen med dem, men har form av skarpkantede staver og blokker eller flate skiver. Denne regelmessighet kommer igjen selv om vi slår et feltspatstykke i aldri så mange biter; på hver eneste bit er der flater som er jevne og speilblanke. Feltspaten har *kløvninger* efter bestemte flateretninger, og det er derfor bruddstykkene får en regelmessig form.

All feltspat har to tydelige kløvninger efter flateretninger som står loddrett eller nesten loddrett på hinannen og dessuten en tredje, utydelig kløvning efter en retning som står skjevt i forhold til de to andre. Den første kløvning er alltid meget god og gir jevne og speilblanke flater; den annen kan hos noen feltspatarter være mindre god, men gir dog også noenlunde jevne flater; den tredje er ofte så slett at den helt oversees. Disse forskjellige kløvninger danner et meget godt kjennetegn som gjør det lett å skille feltspat fra andre mineraler.

b. Krystallform.

Undertiden finner vi feltspaten begrenset av plane og regelmessig ordnede flater som ikke er kløvningflater, men *krystallflater*. De sees oftest hvor feltspaten er omgitt av kvarts eller andre mineraler. De er opstått samtidig med feltspaten og kan ikke fåes frem ved kløvning eller andre kunstige inngrep. Feltspat som er begrenset av en sammenhørende gruppe av sådanne flater kaller vi en feltspatkrystall¹.

¹ Alle mineraler kan finnes i mere eller mindre fullkomne krystaller. Hvert mineral har krystallflatene ordnet på en bestemt måte som skiller det fra andre mineraler. For å få oversikt over de mange forskjellige slags krystaller har man innført begrepet *krystallakser*. Man velger her til tre retninger som er skjæringslinjer mellom tre forskjellige krystallflater. Lengdene av krystallaksene er bestemt ved overskjæring av en fjerde flate. Disse fire flater som bestemmer krystallaksene velges da efter bestemte regler og alltid slik at de passer til vedkommende krystalls symmetri. Efter graden av symmetri har man 7 forskjellige krystallsystemer. De fleste feltspater tilhører det såkalte *trikline* system. Det har den minste grad av symmetri; de tre krystallakser danner skjeve vinkler med hinannen og er ulike lange.

Alle en krystalls eiendommelige egenskaper har sit sæte i krystallens indre; de avhenger av krystallens opbygning av atomer. Et krystallisert mineral som er helt gjennom ensartet i alle sine egenskaper

For at krystaller skal kunne utvikles må feltspaten ha vokset fritt i den oppløsning eller smeltemasse som den en gang er opstått av. Meget ofte har dog dette været hindret ved samtidig vekst av mange krystaller som er kommet inn i hinannen så at jevne flater ikke har kunnet dannes. Gode krystaller av feltspat er derfor ikke almindelige.

Fig. 1 og 2 viser tegninger av almindelige krystaller hvis flater er merket med bokstaver. Fig. 4, 5 og 6 er fotografier av feltspatkrystaller. En feltspatkrystall har som regel bare noen

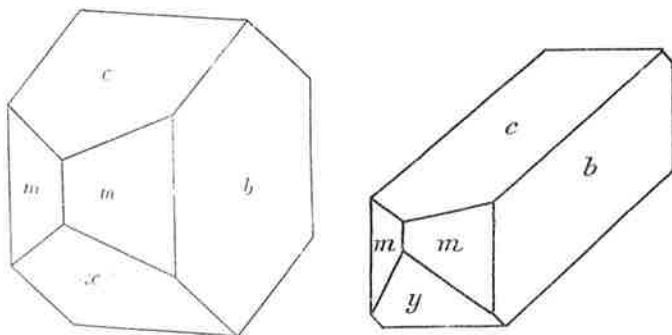


Fig. 1 og 2. Enkle feltspatkrystaller.

få flater, men den kan ha mange. Vinkelen mellem to bestemte flater forandrer sig som regel fra den ene feltspatart til den annen, men forskjellen er ikke stor, så krystallene kan ha omtrent samme ytre form selv om de avviker fra hinannen i andre egenskaper.

De flater som er betegnet med c , b og m er praktisk talt alltid tilstede hos feltspatkrystaller. Flatene c og b er parallelle med henholdsvis første og anden kløvning og står altså lodrett eller næsten lodrett på hinannen. Flatene m , som er parallelle med den tredje kløvning, står skjevt i forhold til b og c .

kaller vi et *individ* uansett om det har form av en helt utviklet krystall med regelmessige flater eller bare er et uregelmessig begrenset stykke av en krystall. Hvert mineral-korn i en bergart kan være et krystall-individ eller en regelmessig sammenvoksning av to eller flere individer såkalte tvillinger.

Fig. 3 er en tegning av et kløvningsstykke av feltspat hvor kløvningsflatene og deres stilling i forhold til krystallflatene er antydnet. Et hvilket som helst kløvningsstykke lar sig på denne måte passe inn i en krystall som det oprindelig kan ha været en del av.

c. Farve.

Feltspaten er oftest rødlig eller gulaktig, men den kan også ha andre farver og den kan være helt farveløs. Som regel

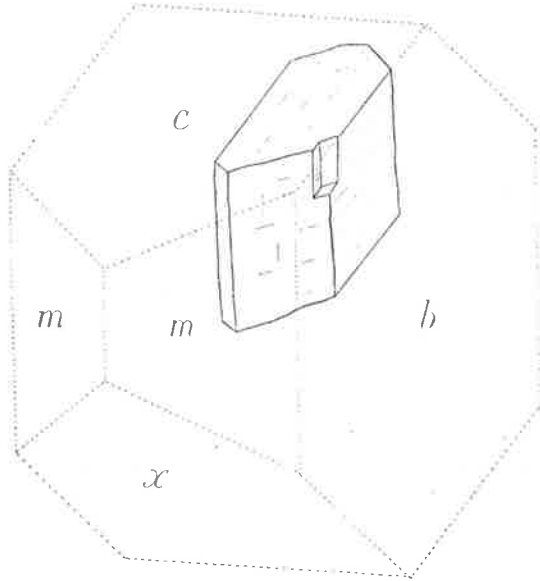


Fig. 3. Skjematisk tegning av et kløvningsstykke av feltspat innpasset i en krystall hvis kanter er tegnet med prikkede linjer.

er den lys, men den kan undertiden være mørk, gjerne grå eller brun. Selv den mørkeste feltspat gir dog ved knusning et meget lyst, svakt farvet eller næsten hvitt pulver. Den rene feltspat er farveløs, gjennemsiktig som glass.

Farven skriver sig ikke fra selve feltspaten, men fra fremmede stoffer, forurensninger, som er jevnt fordelt inni feltspaten. Da disse forurensninger kan være mange slags er ingen bestemt farve noe absolutt sikkert kjennetegn på feltspat eller på en enkelt feltspatart. En meget almindelig forurensning er



Fig. 4.

Kali-natronfelspat fra Narestø ved Arendal. En enkel krystall.



Fig. 5.

Kali-natronfelspat fra Hundholmen, Tysfjorden, Nordland. Gruppe av parallelsammenvokste krystaller.



Fig. 6.

Kali-natronfelspat fra Råde i Østfold. Gruppe av parallelsammenvokste krystaller.

Borghild Larssen fot.

Fra Universitetets Mineralogisk-Geologiske Museum.

2. Kjemiske egenskaper.

Et noenlunde godt kjennskap til feltspatenes kjemiske egenskaper har betydning for alle som behandler feltspat praktisk i handelen og industrien. Det er i det følgende gjort et forsøk på å forklare disse egenskaper så nøie som det lar sig gjøre uten å forutsette større kunnskaper i kjemi hos leseren.

a. Hovedarter og rene blandinger.

De stoffer som der finnes mest av i feltspat er kiselsyre (SiO_2) og lerjord (Al_2O_3 aluminiumoksyd), hvorav all almindelig feltspat holder mellem 80 og 88 procent tilsammen. Kiselsyre og lerjord utgjør altså, hvad mengde angår, feltspatens viktigste kjemiske innhold. Allikevel har de tre andre stoffer, kali (K_2O), natron (Na_2O) og kalk (CaO), som der tilsammen bare finnes fra 12 til 20 procent av, på en måte større betydning fordi de bestemmer særegenskapene hos de forskjellige feltspatarter.

De tre nevnte stoffer, kali, natron og kalk, finnes i all naturlig feltspat, men undertiden kan ett av dem ha overvekten, og vi får da enten *kalifeltspat* eller *natronfeltspat* eller *kalkfeltspat*. Når undtaes noen sjeldne feltspatarter som holder andre stoffer, kan all feltspat betraktes som blandinger av disse tre ytterledd. Egenskapene hos enhver blandingsfeltspat vil da avhenge av mengdeforholdet mellem blandingsbestanddelene.

De fleste av de feltspater som kjennes i naturen kan innbefattes i to hovedgrupper av blandingsfeltspater, nemlig kali-natronfeltspater og kalk-natronfeltspater.

Kali-natronfeltspatene (alkalifeltspatene) består av blandinger av kalifeltspat og natronfeltspat med lite kalkfeltspat. Der finnes praktisk talt alle forskjellige blandingsforhold fra nesten ren kalifeltspat til nesten ren natronfeltspat. Det er dog bare en mindre rekke blandinger som har almindelig utbredelse og praktisk anvendelse; viktigst er de kalirike blandinger.

Kalk-natronfeltspatene (plagioklasene) består av blandinger av natronfeltspat og kalkfeltspat med lite kalifeltspat. Også i denne gruppe kjennes alle mulige blandingsforhold fra nesten ren natronfeltspat til nesten ren kalkfeltspat. Mange av disse

blandingsledd har en stor utbredelse, men de har liten praktisk anvendelse.

Av en tredje gruppe, nemlig blandinger av kalifeltspat og kalkfeltspat, kjennes der så godt som ingen eksempler i naturen. Heller ikke er der mange eksempler på blandinger som holder betydelige mengder av alle tre ytterledd.

Tabellene 1 og 2 gjengir de kjemiske sammensetninger av de tre ytterledd og av forskjellige blandingsfeltspater i de to hovedgrupper. Procenttallene for de kjemiske stoffer er i disse tabeller ikke tatt fra virkelige analyser, men er regnet ut på grunnlag av kjemiske formler. Tabellenes procenttal vilde vi få hvis vi kunde utføre helt feilfrie analyser av absolutt rene blandinger som holdt nøyaktig de mengder kalifeltspat, natronfeltspat og kalkfeltspat som er opført.

De analyser som utføres på naturlig feltspat kan undertiden stemme nokså godt med de beregnede kjemiske sammensetninger, men som oftest vil der være avvikelser, som ikke er ganske ubetydelige. For det første er alle analyser, selv de beste, beheftet med feil; alt vi kan vente å opnå er, at feilene holdes innen rimelige grenser. Dernæst er feltspaten aldri helt ren. Foruten selve feltspatstoffet inneholder den alltid mere eller mindre av forurensninger, altså andre mineraler, og disse er så fint fordelt i feltspaten at de ikke kan utskilles ved mekaniske hjelpemidler; de kommer derfor med i analysen.

Tabell 1.

Beregnet kjemisk sammensetning av kali-natronfeltspater med forskjellige blandingsforhold. Alle tall er uttrykt i procent av feltspatens vekt.

Procent kalifeltspat.	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
Procent natronfeltspat	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Kiselsyre (SiO ₂)	64,8	65,2	65,6	66,0	66,4	66,8	67,2	67,6	68,0	68,4	68,8
Lerjord (Al ₂ O ₃)	18,3	18,4	18,5	18,7	18,8	18,9	19,0	19,1	19,2	19,3	19,4
Kali (K ₂ O)	16,9	15,2	13,5	11,8	10,1	8,4	6,7	5,1	3,4	1,7	-
Natron (Na ₂ O)	-	1,2	2,4	3,5	4,7	5,9	7,1	8,2	9,4	10,6	11,8

Tabell 2.

Beregnet kjemisk sammensetning av kalk-natronfeltspater med forskjellige blandingsforhold. Alle tall er uttrykt i prosent av feltspatens vekt.

Procent natronfeltspat	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
Procent kalkfeltspat .	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Kiselsyre (SiO ₂)	68,8	66,2	63,7	61,1	58,6	56,0	53,4	50,9	48,4	45,8	43,3
Lerjord (Al ₂ O ₃)	19,4	21,2	22,9	24,6	26,3	28,0	29,8	31,5	33,2	34,9	36,6
Natron (Na ₂ O)	11,8	10,6	9,4	8,3	7,1	5,9	4,7	3,5	2,3	1,2	-
Kalk (CaO)	-	2,0	4,0	6,0	8,0	10,1	12,1	14,1	16,1	18,1	20,1

Tabell 3.

Kjemiske analyser av feltspat.

	1	2	3	4	5	6	7
Kiselsyre (SiO ₂)	65,13	66,03	66,64	67,04	67,87	62,70	48,94
Lerjord (Al ₂ O ₃)	18,56	18,71	18,85	18,94	19,86	23,80	33,26
Jernoksyd (Fe ₂ O ₃)	0,31	0,10	0,16	0,29	0,20	0,62	-
Magnesia (MgO)	0,05	0,07	0,05	0,08	0,05	0,02	-
Kalk (CaO)	0,10	0,07	0,14	0,16	0,65	4,60	15,10
Natron (Na ₂ O)	1,98	3,07	4,75	6,47	10,63	8,00	3,30
Kali (K ₂ O)	13,78	11,99	9,54	7,07	0,59	1,05	-
Vann (H ₂ O)	0,04	0,06	0,08	0,06	0,08	-	-
Sum	99,95	100,10	100,21	100,11	99,93	100,79	100,60

Forekomster: Nr. 1 Gulliksrud, Eiker
 „ 2 Frøyså, Iveland
 „ 3 Malmtangen, Langø nær Kragerø
 „ 4 Fugleviken, nær Fredriksvern
 „ 5 Risøen, nær Kragerø
 „ 6 Arendal
 „ 7 Nærødalen, Sogn

} Nye analyser, utført av Emil Klüver.
 } Eldre analyser tatt fra publikasjoner.

b. Eksempler på analyser.

Tabell 3 inneholder noen eksempler på analyser av feltspat fra naturlige forekomster.

Nr. 1, 2 og 3 er kali-natronfeltspater fra granitpegmatit. Disse tre feltspater har forekommet i drivverdige mengder og har vært omsatt som „kalifeltspat“. De prøver som analysene

er utført på hører til den reneste slags feltspat som det over hodet er mulig å utvinne i større mengder.

Nr. 4 er også en ren feltspat, men den er ikke noen almindelig handelsvare. Den kommer fra syenitpegmatit som er en forholdsvis sjelden bergart og er som det sees meget natronrikere enn handelens almindelige „kalifeltspat“.

Nr. 5 er en temmelig ren natronfeltspat, en albit, som har været omsatt på markedet. Den er fra en egen slags pegmatit som holder lite kali-natronfeltspat.

Nr. 6 er en såkalt oligoklas, en forholdsvis kalkfattig kalk-natronfeltspat fra almindelig pegmatit. Den har sannsynligvis ikke hatt noen praktisk anvendelse.

Nr. 7 er en forholdsvis kalkrik kalk-natronfeltspat, en såkalt labrador, som finnes i store mengder i en egen bergart, labradorsten. Den har ikke været i handelen.

c. Forurensninger.

Analysene i tabell 3 inneholder tre stoffer som ikke tilhører feltspat, men skriver sig fra forurensninger, nemlig jernoksyd, magnesia og vann. De fleste fullstendige og riktige analyser av naturlig feltspat vil inneholde små mengder av disse stoffer.

Jernoksyd er bestanddel av forskjellige mørke mineraler som forurenser feltspaten, f. eks. glimmer, granat og epidot. Ofte skriver det sig også fra jernertser og svovlkis.

Magnesia tilhører nesten alltid enten mørk glimmer eller klorit.

En del av analysens vann skriver sig som regel fra glimmer, klorit, epidot og andre vannholdige mineraler hvor vannet er kjemisk bundet, så det ikke kan drives ut ved tørring, men først ved glødning.

En annen del av vannet kan være almindelig fuktighet som forsvinner ved omhyggelig tørring. I de nøiaktigste analyser blir disse to slags vann bestemt hver for sig. I de fleste feltspatanalyser er vann innbefattet i „glødetap“, et tall som

angir hvor meget feltspaten svinner i vekt, når den glødes sterkt i gassflamme.

Foruten disse almindelige forurensninger kan analyser av feltspat av og til også vise andre fremmede stoffer. Kulsyre i analysen pleier således å angi at feltspaten inneholder kalkspat som forurensning; fluor angir flusspat eller apatit, fosforsyre angir apatit, titansyre angir titanjern eller titanit.

Dessuten kan feltspaten være forurenset av mineraler som ikke innfører nye stoffer i analysen, men inneholder ett eller flere av de samme stoffer som feltspat, bare i andre mengdeforhold. En meget almindelig forurensning av denne type er kvarts som består av ren kiselsyre. Da kiselsyre også er hovedbestanddel i all feltspat, vil vi ikke uten videre kunne se av en feltspatanalyse hvorvidt feltspaten holder kvarts som forurensning. Vi vil først opdage det ved en beregning av analysen. De fleste forurensninger kan påvises sikrest ved mikroskopets hjelp.

d. Beregning av analyser.

De tall som er gitt i en analyse uttrykker bare det resultat vi kommer til når feltspaten deles op ved kjemiske hjelpemidler og delene veies hver for sig. En beregning av en analyse går da ut på å føie delene sammen igjen efter bestemte regler. Vi regner ut hvor meget kalifeltspat, natronfeltspat og kalkfeltspat analysens tall svarer til. En sådan beregning gir en prøve på analysens riktighet og er også et middel til å bestemme arten og mengden av de forurensninger som finnes i feltspaten.

Beregningen kan utføres på følgende måte:

Vi går ut fra analysens tall for kali, natron og kalk og multipliserer disse tall med hver sine faktorer for å finne den mengde kalifeltspat, natronfeltspat og kalkfeltspat som de svarer til. Ved multiplikasjon med andre faktorer finner vi de mengder lerjord og kiselsyre som inngår i hver av de tre feltspatarter. Tabell 4 viser hvorledes beregningen kan utføres og gir de nødvendige faktorer.

En god overensstemmelse mellem beregning og analyse må bety, at feltspaten er forholdsvis ren og at analysen er riktig. Et eksempel på en sådan analyse er gitt i tabell 5.

Et annet eksempel finnes i tabell 6. Her ser vi at der er god overensstemmelse mellom analyse og beregning for lerjordens vedkommende, mens kiselsyren er betydelig høiere i analysen enn i beregningen. I et sådant tilfelle slutter vi at feltspaten inneholder adskillig kvarts, men at den ellers er ren og at analysen er riktig. Forskjellen mellom analysens og beregningens tall for kiselsyre er meget nær lik mengden av den kvarts som finnes i feltspaten. De aller fleste analyser som foretas av feltspat i praktiske øiemed vil være av denne type, da all den feltspat som er i handelen inneholder mere eller mindre kvarts.

I et tredje eksempel opført i tabell 7, er der dårlig overensstemmelse mellom beregning og analyse både for kiselsyrens og for lerjordens vedkommende. Vi ser også at den beregnede sum av feltspat er meget høi. Den sannsynligste tydning av dette tilfelle er, at der er grove feil i analysen. En analyse av denne type bør man derfor ikke stole på.

Tabell 4.

Faktorer for beregning av feltspatanalyser.

	1	vektsdel	Kali (K_2O)
	+ 1,085	„	Lerjord (Al_2O_3)
	+ 3,841	„	Kiselsyre ($6 SiO_2$)
gir	5,926	vektsdeler	Kalifeltspat ($K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6 SiO_2$)
	1	vektsdel	Natron (Na_2O)
	+ 1,648	„	Lerjord (Al_2O_3)
	+ 5,835	„	Kiselsyre ($6 SiO_2$)
gir	8,484	vektsdeler	Natronfeltspat ($Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6 SiO_2$)
	1	vektsdel	Kalk (CaO)
	+ 1,823	„	Lerjord (Al_2O_3)
	+ 2,151	„	Kiselsyre ($2 SiO_2$)
gir	4,974	vektsdeler	Kalkfeltspat ($CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2 SiO_2$)

Tabell 5.

En riktig analyse av en temmelig ren kali-natronfeltpat.

	Beregning				Analyse	Forskjell
	Kali-feltspat	Natron-feltspat	Kalk-feltspat	Sum		
Kiselsyre (SiO ₂) ...	52,93	11,55	0,21	64,69	65,13	+ 0,44
Lerjord (Al ₂ O ₃) ...	14,95	3,26	0,18	18,39	18,56	+ 0,17
Jernoksyd (Fe ₂ O ₃) ..	-	-	-	-	0,31	
Magnesia (MgO) ...	-	-	-	-	0,05	
Kalk (CaO)	-	-	0,10	0,10	0,10	
Natron (Na ₂ O)	-	1,98	-	1,98	1,98	
Kali (K ₂ O)	13,78	-	-	13,78	13,78	
Vann (H ₂ O)	-	-	-	-	0,04	
Sum	81,66	16,80	0,49	98,94	99,95	

Tabell 6.

En riktig analyse av kvartsblandet feltspat (skriftgranit).

	Beregning				Analyse	Forskjell
	Kali-feltspat	Natron-feltspat	Kalk-feltspat	Sum		
Kiselsyre (SiO ₂) ...	36,48	11,61	0,24	48,33	73,71	+ 25,38
Lerjord (Al ₂ O ₃) ...	10,31	3,28	0,20	13,79	14,16	+ 0,37
Jernoksyd (Fe ₂ O ₃) ..	-	-	-	-	0,36	
Magnesia (MgO) ...	-	-	-	-	0,17	
Kalk (CaO)	-	-	0,11	0,11	0,11	
Natron (Na ₂ O)	-	1,99	-	1,99	1,99	
Kali (K ₂ O)	9,50	-	-	9,50	9,50	
Vann (H ₂ O)	-	-	-	-	0,15	
Sum	56,29	16,88	0,55	73,72	100,25 ¹	

¹ Summen innbefatter 0,04 baryt og 0,06 kulsyre.

e. Sjeldne stoffer i feltspat.

Foruten de fem bestanddeler kiselsyre, lerjord, kalk, natron og kali som almindelig feltspat inneholder, finnes der i enkelte feltspatarter også en del andre som må antas å utgjøre bestanddeler av selve feltspaten og altså ikke være forurensninger. Således holder kalifeltspat (mikrolin) undertiden små mengder av de sjeldne alkalimetaller rubidium, cæsium og lithium; der

Tabell 7.

En uriktig analyse av natronfeltspat.

	Beregning				Analyse	Forskjell
	Kali- feltspat	Natron- feltspat	Kalk- feltspat	Sum		
Kiselsyre (SiO ₂) ...	4,42	68,52	1,68	74,62	67,00	÷ 7,62
Lerjord (Al ₂ O ₃) ...	1,24	19,35	1,42	22,01	19,12	÷ 2,89
Kalk (CaO) ...	-	-	0,78	0,78	0,78	
Natron (Na ₂ O) ...	-	11,74	-	11,74	11,74	
Kali (K ₂ O) ...	1,15	-	-	1,15	1,15	
Sum	6,81	99,61	3,88	110,30	99,79	

kan f. eks. finnes opptil 3 pct. rubidiumoksyd i mikroklin. Likeledes holder kalifeltspat ofte strontium og barium; strontium alltid i små mengder, men barium undertiden i større mengder. (De særskilte barytfeltspater er omtalt side 36.) Kunstig kan man også fremstille krystalliserte, feltspatlignende stoffer som holder en hel rekke andre bestanddeler.

3. Smeltning.

De industriprodukter som inneholder feltspat blir under fabrikasjonen som regel oppvarmet til så høye temperaturer at feltspaten smelter helt eller delvis. Det er nettopp de eiendommelige egenskaper den viser ved smeltningen som for en stor del gjør feltspaten til et teknisk verdifullt stoff. Det har derfor sin interesse å se litt nærmere på disse egenskaper og hvad dermed henger sammen.

Vi kan dele feltspatene i to grupper etter deres forhold under smeltning. Den ene omfatter de rene hovedarter, kalifeltspat og natronfeltspat samt alle de blandinger av disse som holder lite kalkfeltspat. Den annen gruppe består av alle blandingsfeltspater som holder meget kalkfeltspat. Der er dog ingen skarp grense, men jevne overganger, mellom disse to grupper.

a. Smeltning av kali-natronfeltspat i praksis.

1. *Smeltningens forløp.*

Kali-natronfeltspat smelter på en annen måte enn f. eks. metallene.

Det er kjent nok at når en blyklump varmes op i en digel så begynner den ved en bestemt temperatur (327° C) å smelte, og noen øieblikker efter er den forvandlet til en flytende masse uten at temperaturen er steget; blyet smelter skarpt. Avkjøles digelen så stivner blyet hurtig til en fast masse igjen og får de samme egenskaper som før; blyet krystalliserer. Vi kan på denne måte ved avvekslende opvarmning og avkjøling få en og samme blymasse til å smelte og krystallisere så mange ganger vi vil.

En kali-natronfeltspat vil ved opvarmning også begynne å smelte ved en bestemt temperatur, som kan være litt forskjellig efter sammensetningen. Smeltningen foregår imidlertid langsomt, og den avsluttes ikke ved den temperatur hvor den begynner, men først ved en høiere temperatur. Kali-natronfeltspat smelter altså ikke skarpt; den har ikke noe smeltepunkt, men et smelteområde. Smelten er til å begynne med meget seig; først ved høiere temperaturer blir den mere flytende, dog aldrig så lettflytende som en metallsmelte. Avkjøles nu en sådan smeltet kali-natronfeltspat, så begynner den ikke å stivne ved noen bestemt temperatur; den krystalliserer ikke og får ikke sine tidligere egenskaper tilbake, men vedblir å være smeltet til tross for avkjølingen. En fortsatt avkjøling gjør bare smelten mindre og mindre lettflytende, og lenge før den er blitt kald er den så seigflytende at den er helt fast. Ved fornyet opvarmning blir denne faste smelte igjen gradvis bløtere, men forandrer sig ellers ikke. Kali-natronfeltspat kan således ikke bringes til avvekslende å smelte og krystallisere som et metall. Når den engang er smeltet beholder den sin smeltede tilstand uansett opvarmning og avkjøling, men smelten er altså flytende når den er tilstrekkelig varm og fast når den er kald¹.

¹ Det som her er nevnt gjelder for den almindelige praktiske varmebehandling av kali-natronfeltspat. Ved eksperimentelle kunstgrep kan vi godt få denne feltspat til å krystallisere fra laboratoriesmelter, og vi

2. Glass av kali-natronfeltspat.

Den kolde, faste smelte av kali-natronfeltspat danner hvad vi kaller glass¹. Det har samme kjemiske sammensetning som den usmelte feltspat, men noe forskjellige egenskaper forøvrig.

Glasset har mindre egenvekt enn den usmelte feltspat (se tabell 8), men omtrent samme hårdhet. Det mangler naturligvis enhver kløvning og har stor mekanisk fasthet. Glass smeltet av ren feltspat er farveløst, vannklart, men hvis feltspaten er forurenset kan det være farvet på forskjellige måter. Således vil enkelte jernholdige mineraler som er tilstede i større klumper danne mørke flekker i glasset. Jevnt fordelte jernforbindelser gjør i små mengder glasset gult eller grønt og i større mengder sort. — Er feltspaten sterkt opplandet med kvarts

vet at den kan krystallisere fra naturlige bergartssmelter (lava, magma), men en kunstig smeltemasse vil ikke utskille krystaller av kali-natronfeltspat under den vanlige avkjøling som foretas i praksis.

Hovedforskjellen i fysisk henseende mellom et krystallisert (fast) stoff og et amorft (smeltet, glassaktig) stoff er i korthet følgende: Ethvert krystallisert stoff har sine atomer (minste smådeler) ordnet på en lov-messig måte. Atomene, som aldrig berører hinanden, men holdes på plass av avstandskrefter, ligger i regelmessige lag og rekker, snart tettere sammen, snart lenger fra hinanden. Dette gjør at mange av krystallenes egenskaper er forskjellige i forskjellige retninger i forhold til bestemte atom-rekker og lag. Således kan f. eks. sammenhengskraften være meget mindre i én retning enn i andre; derved fremkommer en egenskap som kløvningen hos krystalliserte stoffer. Hos de amorfe stoffer er der ingen regelmessig orden på atomene; bare den gjennemsnittlige avstand mellom dem er bestemt, ellers ligger de på en måte om hinanden. Alle egenskaper er derfor også ens i alle retninger hos disse stoffer. Når et stoff smelter går det altså over fra en krystallisert tilstand med bestemt ordnede atomer til en amorf tilstand med atomene liggende uten bestemt orden. Når et amorft (smeltet) stoff omvendt krystalliserer, ordner atomene sig igjen i regelmessige rekker og lag. Ved hjelp av Røntgenstrålene har man i de siste år kunnet bestemme den måte hvorpå atomene er ordnet for flere av de enkleste mineralstoffer.

¹ Glass er fellesbetegnelse for alle slike faste smelter uansett hvilke kjemiske stoffer de består av. Mange forskjellige blandinger av mineraler og kjemikalier kan smeltes til glass. I alt glass som har praktisk anvendelse er kiselsyre en hovedbestanddel.

blir glasset ved almindelig smeltning ikke vannklart, men ugjen-nemsiktig, melkehvitt. Først ved lang tids ophetning til en meget høi temperatur vil også en sådan kvartsholdig feltspat smelte til et klart glass. — Kali-natronfeltspatens glass er meget holdbart likeoverfor kjemiske påvirkninger. Det motstår alle syrer undtagen flussyre¹. — Dette feltspatglass er en hovedbestanddel i all hård glasur, f. eks. den slags som anvendes i porselen og bedre sorter stentøi.

3. Smeltetemperaturer og smelteområder.

Det som særkjenner smeltningen av et stoff er foruten smeltens egenskaper i varm og kald tilstand først og fremst *smeltetemperaturen* og *smelteområdet*. Med smeltetemperatur vil vi her betegne temperaturen for smeltningens avslutning. Smelteområdet er forskjellen i temperatur mellem smeltningens begynnelse og avslutning.

Smeltetemperaturer. Kali-natronfeltspatens smeltetemperatur er forholdsvis lite avhengig av sammensetningen. De natronrike blandinger smelter ved litt lavere temperaturer enn de kali-rike; de midlere blandinger har den laveste smeltetemperatur. Disse forhold fremgår av diagrammet fig. 7. Her svarer en blandings sammensetning (uttrykt i vektprocent kalifeltspat og natronfeltspat) til et punkt på den vannrette grunnlinje, og temperaturen svarer til den loddrette avstand fra grunnlinjen. Det flate forløp av en stor del av smeltekurven viser tydelig at smeltningen foregår ved meget nær den samme temperatur for en hel rekke forskjellige blandinger.

De to forskjellige kurver som er fremstillet i diagrammet krever en litt nøiere forklaring.

Kurve I (fig. 7) fremstiller temperaturene for det første spor av smeltning som kan påvises hos de forskjellige blandinger når de ophetes i lang tid. Det er tidligere nevnt at den første smelte er meget seig; den er i virkeligheten ikke flytende, men praktisk talt likeså fast som den usmeltede feltspat. Hvis den opstår i en pulverisert masse frembringer den ingen nevneverdig sintring eller sammenbinding. Det er i det hele tatt

¹ Flussyre angriper alle substanser som holder kiselsyre.

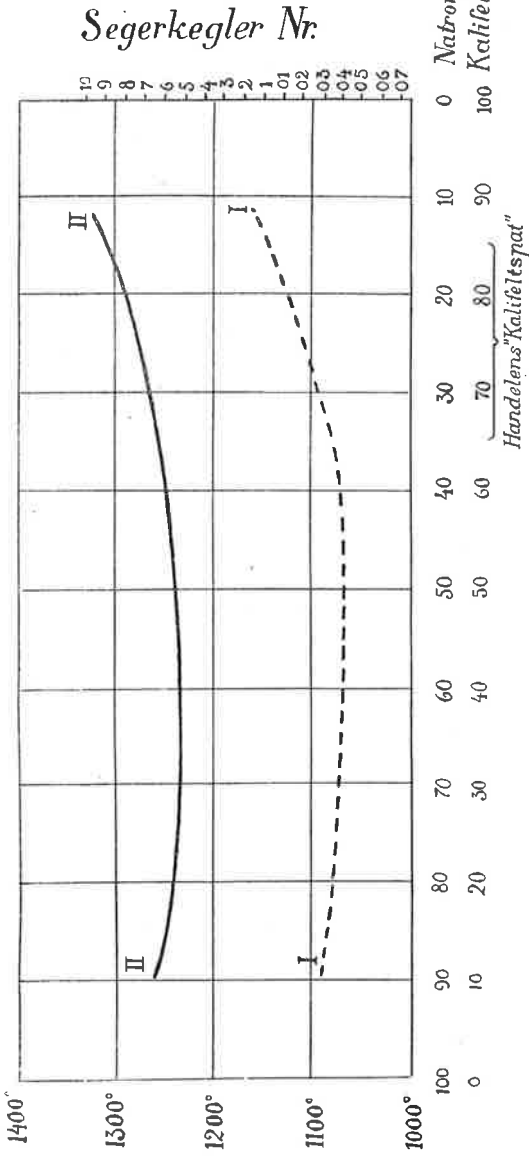


Fig. 7. Smeltekurver for kali-natronfelspat. Temperaturene er angitt i C. grader og Segerkegler, sammensetningene i vektprocent. Temperaturene for praktisk smelting av forskjellige blandinger fremgår av kurve II. Se forøvrig teksten.

vanskelig å påvise den første smeltning; den lille mengde smeltet feltspat (glass) som oppstår er ofte helt usynlig og kan først opdages ved mikroskopets hjelp. Temperaturene for kurve I har derfor ingen synderlig praktisk betydning; de angir bare smeltningens begynnelse i fysisk forstand, altså den temperatur hvor feltspaten begynner å miste sine krystallegenskaper. Kurven viser at den laveste temperatur for denne slags smeltning er omkring 1070° for blandinger som holder mellom 30 og 60 pct. kalifeltspat, kun ubetydelig lavere enn den rene (kunstige) natronfeltspats smeltetemperatur (ved ca. 1100°). For kalirikere blandinger stiger temperaturen og nærmer sig 1200° for den rene kalifeltspat.

Smeltning i praktisk forstand, altså en overgang fra fast til flytende tilstand, skjer ikke hos kali-natronfeltspatene før ved 1240° — 1320° . Denne smeltning er fremstillet i kurve II (fig. 7). Den ensartede form hos kurvene I og II er iøinefallende. Avstanden mellom dem i temperatur er overalt 150° — 180° ; så meget må altså feltspaten ophetes over den første, fysiske, smeltningstemperatur før den blir noenlunde flytende. Ved temperaturene for kurve II er smeltene såpass lettflytende at hvis de oppstår i en pulverisert masse vil kornene i denne bindes sammen, så massen sintres og etter hvert flyter ut. Hvis ophetningen varer lenge nok, så vil all feltspat være smeltet ved disse temperaturer, men ved en kortvarig ophetning kan der godt oppstå en blanding av usmeltet (krystallisert) feltspat og smelte (glass).

Det er verdt å legge merke til at den kali-natronfeltspat som nu brukes i praksis, handelens „kalifeltspat“, finnes blandt de blandinger som har de høieste smeltetemperaturer. De praktiske smeltetemperaturer for disse feltspater (blandinger med 15—35 pct. natronfeltspat) ligger som diagrammet viser mellom 1260° og 1320° . Disse tall angir altså i ethvert fall de laveste temperaturer som må til for å få „kalifeltspat“ til å bli virkelig flytende. De fabrikkprodukter som holder feltspat vil ofte være behandlet („brent“) ved betydelig høiere temperaturer.

Smelteområder. De nevnte kalirike feltspater med bare 15—35 pct. natronfeltspat har over dobbelt så stort praktisk smelteområde som alle natronrike blandinger. For disse kalirike

feltspater er der en temperaturforskjell på 30—40° mellom den første synlige begynnelse av en *praktisk* smeltning og den tydelige flytesmeltning som gjengis ved kurve II, mens den samme forskjell for alle natronrike feltspater bare er 10—15°. Dette kan også uttrykkes ved å si at kalirik feltspat smelter langsommere enn natronrik feltspat under samme betingelser med hensyn til ophetning.

4. Andre mineralers innflytelse på smeltningen.

Tilblandinger av fremmede mineraler har alltid en større eller mindre virkning på feltspatens smeltning. Dels forandres smeltetemperaturen og dels smelteområdet (eller smeltningens hurtighet). Det er allerede antydning hvorledes dessuten selve smeltens beskaffenhet påvirkes av fremmede mineraler i feltspaten; det er f. eks. nevnt, at små mengder jernholdige mineraler gir feltspatmelten (glasset) en sterk farge. — Der finnes få helt pålitelige opplysninger om disse forhold. Nedenfor meddeles en del regler angående noen av de almindeligste mineralers virkning på kali-natronfeltspatens smeltning.

Kalkfeltspat finnes som regel i så små mengder i almindelig kali-natronfeltspat at den ikke har nogen merkbar innflytelse på feltspatens egenskaper, således heller ikke på dens smeltning. Holder kali-natronfeltspaten større mengder av kalkfeltspat, i form av en kalkrik kalk-natronfeltspat, så blir den mere tungsmeltelig enn ren kali-natronfeltspat og derfor mindre brukbar for de fleste praktiske øiemed. (Kalkfeltspatens smeltning er omtalt side 24).

Kvarts er det almindeligste av de mineraler som forurenser feltspat, og det er også et av de mineraler som anvendes i størst mengde sammen med feltspat i tekniske blandingsmasser. Kvarts smelter ved en meget høi temperatur (over 1700°), men først efter at den har gjennomgått en rekke omvandlinger under ophetningen¹. Den danner en uhyre seig smelte som ved avkjøling stivner til glass (kvartsglass). I blandinger med feltspat

¹ Litt næiere opplysninger om disse forhold kan finnes i publikasjon nr. 1 fra Statens Råstoffkomité: OLAF ANDERSEN, Ildfaste oksydens fysikalske kemi. Norges Geologiske Undersøkelse nr. 101.

kan kvarts begynne å smelte ved meget lavere temperaturer enn det nevnte smeltepunkt; den kan endog smelte samtidig med feltspat ved temperaturer som er litt lavere enn feltspatens smeltepunkt. De to mineraler nedsetter gjensidig hinannens smeltepunkter når de ophetes sammenblandet. Denne første smeltning av kvarts ved forholdsvis lav temperatur foregår dog meget langsomt; det er overveiende blandingens feltspat som smelter til å begynne med, og det er først eftersom temperaturen stiger at større mengder av kvarts blir trukket inn i smelten. Det skal en langvarig ophetning til for å få all kvartsen til å smelte selv om temperaturen er høi nok. Ved kortvarig ophetning kan blandingens feltspat være helt smeltet, mens kvartsen er næsten uforandret. De praktiske regler som kan utledes av smeltforsøk med blandinger av kali-natronfeltspat („kalifeltspat“) og kvarts er følgende: Små mengder av kvarts har ingen innflytelse på forløpet av feltspatens smeltning. Først ved en kvartsmengde av over 10 pct. begynner virkningen å bli merkbar. Den praktiske smeltning av en kalirik feltspat med 20 pct. kvarts foregår ved vel 1300° , en nesten umerkelig lavere temperatur enn den rene feltspats smeltetemperatur. Smelteområdet er også omtrent det samme. Med stigende kvartsmengde stiger også smeltetemperaturen, og samtidig utvides smelteområdet raskt.

Det må fremheves at selv om smeltetemperaturen og smelteområdet ikke påvirkes synderlig av små mengder kvarts, så blir dog smeltens (glassets) beskaffenhet forandret som nevnt ovenfor. Glasset kan bli uklart, melkehvitt, hvis det inneholder usmeltet kvarts i nevneverdige mengder, og slik usmeltet kvarts kan godt være tilstede selv om smeltningens ytre forløp har været den samme som hos kvartsfri feltspat.

Muskovit (lys glimmer) er en meget almindelig forurensning av feltspat. I små mengder nedsetter den feltspatens smeltetemperatur og gjør også dens smelteområde litt mindre; den gjør med andre ord smeltningen litt lettere. Da den vesentlig inneholder de samme stoffer som feltspat, men i andre forhold, vil ikke mengder under 1 pct. virke skadelig på glasset. Større mengder frembringer en farve, fordi selv den lyse glimmer holder adskillig mere jern enn almindelig feltspat.

Biotit (mørk glimmer) som også er en meget almindelig forurensning nedsetter smeltetemperaturen ganske betydelig (inntil 40° når blandingen holder 10 pct. glimmer), men har liten innflytelse på smelteområdet. Da den mørke glimmer alltid holder meget jern gir den glasset en sterk farve selv om den kun finnes i meget små mengder i feltspaten. Feltspat som er bestemt til å gi farveløst glass må derfor befries for hvert spor av mørk glimmer.

Kaolin er meget sjelden som forurensning av feltspat fra norske forekomster, men det er en hovedbestanddel i de fleste praktiske blandingsmasser som holder feltspat, så dets innflytelse på smeltningen er av interesse. Blandinger som holder inntil 11 pct. kaolin har smeltetemperaturer som bare er ubetydelig forskjellige fra den rene feltspats. Der er dog små nedsettelse i smeltetemperaturen for blandinger med 2—3 pct. kaolin og likeledes for blandinger med 9—11 pct. I de samme to blandingsrekker er smelteområdet adskillig forminskert; for 9—11 pct.-blandingene er det bare vel $\frac{1}{3}$ av området for ren feltspat. For blandinger med mere enn 11 pct. kaolin stiger smeltetemperaturen med kaolinmengden, samtidig som smelteområdet også utvides. Ren kaolin har i små mengder ingen innflytelse på smeltens beskaffenhet; men blandinger med større mengder smelter til et hvitt, melkeaktig glass.

b. Smeltning av ren kalifeltspat.

Ren (kunstig) kalifeltspat smelter ved 1170° . Det som foregår ved denne temperatur er dog i virkeligheten ikke bare en smeltning. Samtidig med at der oppstår en seig smelte som utgjør den største del av produktet vil der nydannes små krystaller av leucit, et mineral som også holder kiselsyre, lerjord og kali, men i andre mengdeforhold enn feltspaten. Ved ophetning over 1170° smelter leuciten etterhvert, men først ved en temperatur av over 1500° er den helt forsvunnet. — En smelte av ren kalifeltspat som ikke har været ophetet til over 1500° vil altså når den er avkjølet ikke bestå av bare glass men av glass med litt leucit innesluttet i form av små krystaller. — Leucitens egenskaper er lite forskjellige fra kalifeltspatglassets. Det er derfor vanskelig å se de små krystaller,

og deres tilstedeværelse har en ubetydelig innflytelse på glassets egenskaper. — Det eiendommelige forhold at kalifeltspat ved 1170° spaltes i smelte og leucit kan derfor ikke antas å ha større praktisk betydning for feltspatens anvendelse i glasurer og emaljer. Dertil kommer at der i disse produkter aldri anvendes ren kalifeltspat, men alltid en naturlig blanding av kalifeltspat og natronfeltspat som dessuten tilsettes andre bestanddeler. Disse tilblandinger til den rene kalifeltspat gjør at leucitkrystaller enten ikke utskilles under smeltningen eller at de i ethvert fall forsvinner ved en temperatur som er bare litt høiere enn den første smeltnings. — Glass av ren kalifeltspat som har været ophetet til over 1500° har praktisk talt de samme egenskaper som glass av kali-natronfeltspat (se ovenfor).

c. Smeltning av ren natronfeltspat.

Natronfeltspat uten tilblanding av andre feltspatarter eller forurensninger smelter ved 1100° til en helt ensartet smelte uten utskillelse av noen slags krystaller. Smelten er meget seig, nesten fast, og blir først flytende ved betydelig høiere temperaturer. Den gir ved avkjøling et holdbart glass med omtrent samme egenskaper som glass av kali-natronfeltspat (se ovenfor).

d. Smeltning av ren kalkfeltspat.

Ren (kunstig) kalkfeltspat smelter skarpt, nesten som et metall, ved 1550° . Den er altså meget mere tungsmeltelig enn kali-natronfeltspatene. Den danner en lettflytende smelte som ved langsom avkjøling krystalliserer, så vi igjen får kalkfeltspat. Først ved meget hurtig avkjøling kan vi få den smeltede kalkfeltspat til å stivne som glass; men glasset er ikke holdbart, hvis det oppvarmes noen tid til en høi temperatur (f. eks. 1200°), så krystalliserer det. Dessuten er glasset (likesom krystallisert kalkfeltspat) lite motstandsdyktig mot kjemiske påvirkninger. Det oppløses f. eks. av almindelige syrer. — Alle disse egenskaper gjør kalkfeltspat ubrukelig i glasur og emalje.

e. Smeltning av kalk-natronfeltspat.

Det er tidligere nevnt at der finnes alle tenkelige blandinger av natronfeltspat og kalkfeltspat. Blandingsfeltspatenes

egenskaper, således også smeltningen, forandrer sig jevnt ved overgang i kjemisk sammensetning fra ren natronfeltspat til ren kalkfeltspat. De to ydderledd har forholdsvis skarpe smeltepunkter (som nevnt ved henholdsvis 1100° og 1550°). Blandingene smelter ved høiere temperaturer jo mere kalkfeltspat de inneholder. De har ikke faste smeltepunkter, men smelte-

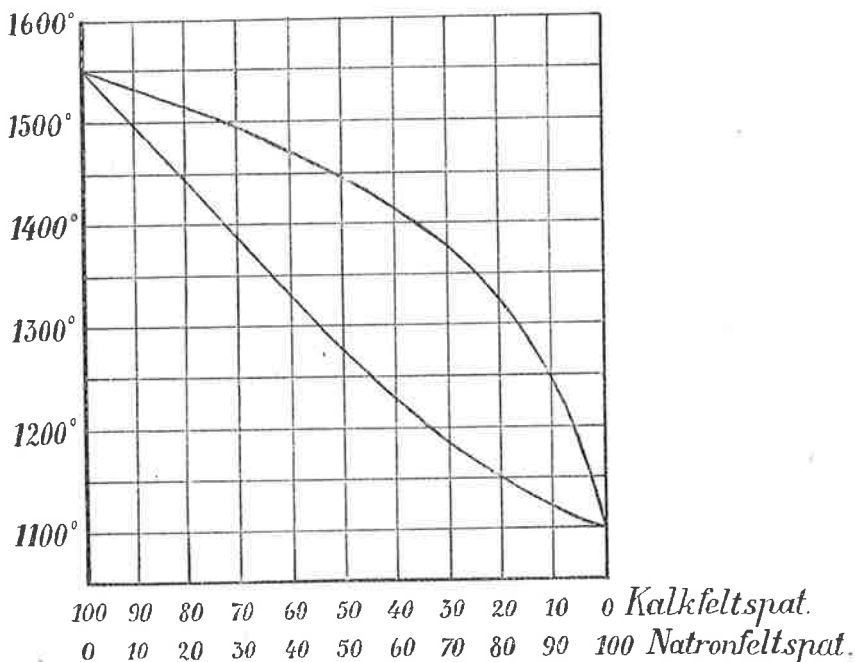


Fig. 8. Smeltekurver for kalk-natronfeltspat. Temperaturene er angitt i C. grader, sammensetningene i vektprocent. Se teksten.

områder; temperaturen stiger så lenge smeltningen varer, og der kan være en temperaturforskjell på over 200° mellom begynnelsen og slutten av smeltningen.

Smelteområdene for forskjellige blandingsledd er angitt i tabell 8 og vil også fremgå av fig. 8 som er et såkalt smeltdiagram for kalk-natronfeltspater. — De natronrike blandingsledd danner ved smeltning holdbare glass, mens de kalrike ledd — når de overhodet stivner som glass — gir mindre holdbare produkter.

Tabell 8.

Oversikt over de almindeligste

Almindelig navn	Videnskabelig navn og kjemisk formel	Mineralogisk sammensetning i vektprocent			Kjemisk sammensetning i vektprocent				
		Kali-feltspat	Natron-feltspat	Kalk-feltspat	Kiselsyre SiO ₂	Lerjord Al ₂ O ₃	Kalk CaO	Natron Na ₂ O	Kali K ₂ O
Kalifeltspat	Mikroklin Orthoklas K AlSi ₃ O ₈ (Or)	100	-	-	64,7	18,4	-	-	16,9
Kali-natron feltspat (kalirik)	Mikroklinperthit (Orthoklasperthit) Or ₈₀ Ab ₂₀ (a)	80,9	19,1	-	65,5	18,6	-	2,2	13,7
Kali-natron-feltspat (natronrik)	Krythoperthit (Natronorthoklas) (Natronmikroklin) Or ₄₀ Ab ₆₀ (a)	41,4	58,6	-	67,1	19,0	-	6,9	7,0
Natron-feltspat	Albit NaAlSi ₃ O ₈ (Ab)	-	100	-	68,7	19,5	-	11,8	-
Kalk-natron-feltspat	Oligoklas Ab ₅₀ An ₅₀ (a)	-	79,1	20,9	63,5	23,0	4,2	9,3	-
	Andesin Ab ₆₀ An ₄₀ (a)	-	58,6	41,4	58,3	26,5	8,3	6,9	-
	Labrador Ab ₃₀ An ₇₀ (a)	-	38,6	61,4	53,1	30,0	12,3	4,6	-
	Bytownit Ab ₂₀ An ₈₀ (a)	-	19,1	80,9	48,2	33,3	16,3	2,2	-
Kalk-feltspat	Anorthit CaAl ₂ Si ₂ O ₈ (An)	-	-	100	43,3	36,6	20,1	-	-

(a) Tallene i formler som Ab₈₀An₂₀ angir feltspatens sammensetning i molekularprocent.

Tabell 8.

feltspaters egenskaper.

Egenvekt av ren feltspat (krystalliseret)	Egenvekt av ren smeltet feltspat (glass)	Smelte-temperaturer for ren (kunstig) feltspat i C°	Temperaturer for praktisk smeltning av naturlig feltspat i C°	Almindelige kjendetegn
2,54 (b)	-	1170—1530 (d)	-	-
2,56 (b)	2,36 (f)	-	ca. 1290	Farve ofte rødlig. Som regel perthitstripning på kløvningensflaten, tydeligst på flater efter annen kløvning.
2,59 (b)	2,39 (f)	-	ca. 1240	Farve som regel grå, kløvningensflaten ustripet.
2,605 (c) 2,624 (b)	2,38 (e)	1100	ca. 1270	Rettlinjede tvillingstriper på flater efter første kløvning. Farven ofte gulaktig, hvit eller grå.
2,651 (c)	2,44 (e)	1160—1300	-	
2,678 (c)	2,50 (e)	1230—1400	-	
2,705 (c)	2,56 (e)	1315—1460	-	
2,731 (c)	2,63 (e)	1415—1500	-	
2,758 (b) 2,765 (c)	2,70 (e)	1550	-	

- (b) Naturlig feltspat. Tallene gjelder for de reneste, naturlige krystaller.
(c) Kunstig feltspat.
(d) Ved 1170° spaltes ren kalifeltspat i smelte og leucit. Ved 1530° er al leucit smeltet.
(e) Glass av kunstig feltspat.
(f) Glass av naturlig feltspat.

B. Beskrivelse av forskjellige feltspatarter.

De foregående avsnitt har omhandlet kjemiske egenskaper, forhold under smeltning samt enkelte egenskaper som er nok så like hos alle feltspater. I det følgende omtales noen av særegenskapene hos de forskjellige arter. Først antydes de viktigste egenskaper hos hver av de tre hovedarter, og så behandles blandingsfeltspatene.

1. Natronfeltspat.

Natronfeltspat, som også kalles *albit*, kjennes ikke helt ublandet i naturen; den holder alltid noe, men undertiden forsvinnende lite av kalifeltspat og kalkfeltspat. Den danner ofte vannklare krystaller, som f. eks. kan sitte utenpå krystaller av kalifeltspat i druserum (huler) i pegmatit. Undertiden finnes den også i større pegmatitmasser sammen med kali-natronfeltspat eller i egne forekomster som hovedsakelig består av natronfeltspat og kvarts.

Natronfeltspat hører til det triklone krystallsystem; dens to beste kløvninger danner en merkbart skjev vinkel med hinannen. To krystaller som er skjeve hver sin vei kan være vokset sammen efter flaten for annen kløvning som da blir felles for begge (fig. 9). Tenker vi oss denne flate loddrett så vil altså flatene efter første kløvning helle hver sin vei i de to sammenvokste krystaller og danne enten en renne eller et tak over sammenvoksningsflaten. Denne slags sammenvoksninger kalles *albit-tvillinger*. Som regel er der ikke bare to, men et helt lag av tvillinger ved siden av hinannen, og hver enkelt tvilling kan ofte være bare en tynn skive. Derved oppstår der

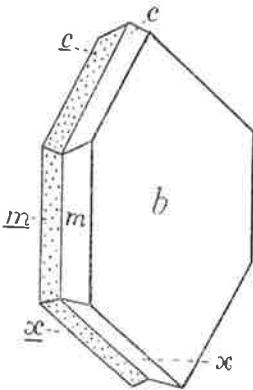


Fig. 9. Albit-tvilling.

på flater efter første kløvning en hel del rettlinjede striper parallelle med kanten mellom første og annen kløvning. Sådanne striper sees på praktisk talt alle krystaller og kløvningstykker av natronfeltspat.

Undertiden sees også en lignende stripning på flater efter annen kløvning. Den skyldes en annen slags tvillinger, *periklin-tvillinger*, og fremkommer ved at en rekke tvillingskiver er føiet sammen efter et plan som står skjevt i forhold til både første og annen kløvning, men dog næsten loddrett på annen. Hos natronfeltspat danner disse striper på flater efter annen kløvning en vinkel på ca. 20° med kanten mellom de to kløvningssflater.

2. Kalkfeltspat.

Kalkfeltspat, hvis mineralogiske navn er *anorthit*, har en krystallform som ligner natronfeltspatens, men vinklene mellom tilsvarende krystallflater er litt forskjellige. Den danner stripete tvillinger på samme måte som natronfeltspat. Helt ren, altså uten å være blandet med natronfeltspat, finnes ikke kalkfeltspat i naturen, men den kan fremstilles kunstig i ren tilstand. Den reneste naturlige kalkfeltspat forekommer i visse lavabergarter. Den er et forholdsvis sjeldent mineral og spiller ingensomhelst praktisk rolle.

3. Kalifeltspat.

Kalifeltspat kjennes i to arter, *mikroclin* og *orthoklas*. Mikroclin er den almindeligste; den er meget sterkt utbredt i mange slags bergarter, og den er den eneste kalifeltspat, som forekommer i drivverdige mengder (som kali-natronfeltspat) i pegmatit. Orthoklas er mere sjelden, og den er uten praktisk betydning¹.

Mikroclin og orthoklas forekommer ikke rene i naturen, de finnes alltid i en eller annen blanding sammen med natronfeltspat. Allikevel har deres egenskaper kunnet bestemmes fordi kalifeltspaten (mikroclin eller orthoklas) og natronfeltspaten ofte finnes i skarpt adskilte partier i blandingsfeltspaten. Det har

¹ Fra lærebøker får man ofte inntrykk av at orthoklas er almindeligst, og at mikroclin nærmest er en slags avart av orthoklas. Dette er en fremstillingsmåte som går igjen fra de tider da forskjellen mellom mikroclin og orthoklas ikke var oppdaget, da all kalifeltspat gikk under navn av orthoklas. Det var først ved mikroskopets hjelp at forskjellen ble påvist.

da været mulig å undersøke disse partier hver for sig, bl. a. ved mikroskopets hjelp¹.

Mikroclin og orthoklas har samme kjemiske sammensetning. De fleste andre egenskaper er også felles og vil fremgå av hvad der er nevnt tidligere. Det som skiller de to ad, den indre bygning, vil nu omtales i korthet.

a. Mikroclin.

Mikroclin tilhører, likesom natronfeltspat og kalkfeltspat, det trikline krystallsystem; første og annen kløvning danner derfor en litt skjev vinkel med hinannen, men skjevheten merkes først ved nøiaktige målinger.

Mikroclin er nesten alltid sammensatt av tvillinger. Meget ofte er der samtidig tilstede et lag av albit-tvillinger og et av periklin-tvillinger som krysser hinanden under rett vinkel. De striper som sådanne lag av tvillinger frembringer hos natronfeltspat (se side 28) vises ikke på kløvningssflater av mikroclin fordi vinkelen mellom kløvningssflatene hos to sammenstøtende tvillings-skiver er meget liten, og fordi skivene ofte er meget tynne. Kløvningssflatene hos mikroclin ser derfor ut som de tilsvarende flater hos en feltspat uten tvillinger, og første og annen kløvning står tilsynelatende loddrett på hinannen. Bare hos den sjeldne mikroclin som ikke består av tvillinger kan vi få målt den litt skjeve vinkel som de to kløvninger danner med hinannen ($89^{\circ} 30'$).

¹ For mikroskopiske undersøkelser må der lages et tynnt, gjennemsiktig snitt av den sten (mineral eller bergart), som skal undersøkes. Først slipes stenen flat på en side, så festes den slipte flate på en liten glassplate ved hjelp av canadabalsam, og stenen slipes fra den annen side inntil der sitter en ganske tynn skive av den på glassplaten. Tykkelsen pleier å dreie sig om 0,02 mm. I så tynne snitt er selv mørke mineraler som f. eks. hornblende gjennemsiktige med særegne farver, mens lyse mineraler som feltspat ser helt farveløse ut. Metallignende mineraler som kis og jernertser blir dog ugjennemsiktige selv i de tynneste snitt. — De gjennemsiktige mineraler undersøkes ved å la lyset gå gjennom snittet og de ugjennemsiktige ved å la lyset kastes tilbake fra snittets overflate. — Har man en sten med overveiende ugjennemsiktige mineraler så lager man ikke noe tynnt snitt, men flatsliper og polerer en del av stenens overflate og undersøker den i tilbakekastet lys.

De eiendommelige tvillingdannelser hos mikroklin trer skarpt frem under mikroskopet (se fig. 16—20), hvor den kryssede stripning, som altså skyldes de omtalte lag av tvillingkiver, gjør det lett å skille mikroklin fra andre feltspater¹. Mikroklin som ikke har tvillingstriper (fig. 21—23) kan ved første øiekast lett forveksles med orthoklas. Undertiden er tvillingstripningen så fin at den bare så vidt sees under mikroskopet. I et og samme tynne snitt kan der også være tydelig stripete partier som går jevnt over i partier hvor stripningen blir så fin, at den ikke lenger sees. Slik mikroklin med usynlig fin tvillingstripning er i ingen henseende forskjellig fra orthoklas.

b. Orthoklas.

Orthoklasen har ingen rettlinjede tvillingstriper på kløvningflatene, og viser heller ingen regelmessig stripning under mikroskopet. Orthoklasen tilhører nemlig det monokline krystallsystem, hvor tvillingdannelser av den slags som frembringer den nevnte stripning ikke kan komme istand. Første og annen kløvning står nøiaktig loddrett på hinannen.

Det er antydnet ovenfor at orthoklas kan betraktes som mikroklin med uhyre fin, usynlig tvillingstripning. Undersøkelser ved hjelp av Røntgenstråler synes å ha godtgjort at denne betraktningsmåte er riktig. Der blir da ingen vesentlig forskjell

¹ De farver, som frembringes under mikroskopet og viser sig med forskjellige avskygninger på fotografiene (fig. 16—24) skriver sig ikke fra farver i selve feltspaten, men skyldes eiendommelige forandringer som lysstrålene undergår når de passerer de tynne snitt av feltspaten. Lignende virkninger på lyset har alle krystalliserte mineraler undtagen de som tilhører det regulære krystallsystem. Disse virkninger frembringes ved særskilte innretninger i mineralmikroskopet (polarisasjonsinnretninger) og kommer ikke frem i et almindelig mikroskop. Farvevirkningene avhenger av mineralets art og av snittets stilling i forhold til krystallaksene og i forhold til lysstrålene og mikroskopets polarisasjonsinnretninger. I visse stillinger av snittet svekkes det gjennemfaldende lys så mineralet ser mørkt ut; i andre stillinger opnår det sin største styrke så mineralet viser sig med en bestemt farve. Helt farveløse mineralkorn, enten av forskjellige mineraler eller av samme mineral i forskjellige retninger kan på denne måte sees med hver sin farve i mineralmikroskopet, mens de ikke kan skilles ad i et almindelig mikroskop. Dette forklarer at f. eks. mikroklinens tvillingbygning sees tydelig under mikroskopet i snitt av kali-natronfeltspat, og at natronfeltspatens årer i kalifeltspat trer så skarpt frem.

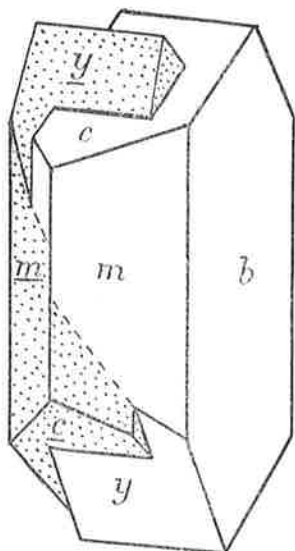


Fig. 10. Karlsbader-tvilling.

mellem mikroklin og orthoklas; all kalifeltspat blir på denne måte mikroklin når man tar hensyn til de minste, usynlige smådeler. På den annen side kan en regelmessig tvillingbygget mikroklin godt betraktes som orthoklas hvad alle ytre egenskaper angår.

To krystaller av orthoklas er ofte vokset sammen til såkalte *Karlsbader-tvillinger* (fig. 10), hvor retningen for annen kløvning er felles, men de to flater for første kløvning danner en vinkel på ca. 128° med hinannen. De samme slags tvillinger forekommer også hos mikroklin og hos alle andre feltspatarter.

4. Kalk-natronfeltspat.

Det mest eiendommelige for alle kalk-natronfeltspater, eller *plagioklaser*, er at de danner hvad vi kaller homogene blandingskrystaller eller faste oppløsninger. Natronfeltspaten og kalkfeltspaten i blandingen er ikke tilstede i adskilte, synlige partier, men gjennomtrenger hinannen så fullstendig at selv mikroskopets sterkeste forstørrelse ikke kan gjøre dem synlige hver for sig.

Den kjemiske sammensetning av forskjellige kalk-natronfeltspater er gjengitt i tabell 8. Mellom de få eksempler i tabellen er der overganger; der kjennes i det hele tatt omtrent alle tenkelige sammensetninger fra nesten ren natronfeltspat til nesten ren kalkfeltspat. På samme måte som de kjemiske egenskaper forandrer også de øvrige egenskaper sig gradvis fra det ene ytterledd til det annet. Det er derfor alltid en bestemt sammenheng mellom den kjemiske sammensetning og f. eks. de optiske egenskaper hos en blandingsfeltspat; det ene slags egenskaper kan avledes av det andet. Således kan f. eks. den kjemiske sammensetning av en kalk-natronfeltspat bestemmes

0 5 10cm.

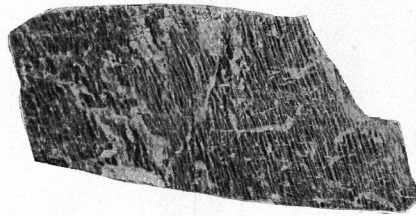


Fig. 11.



Fig. 12.

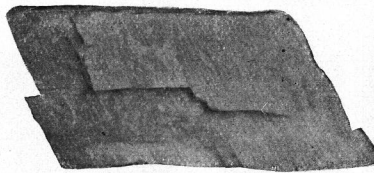


Fig. 13.

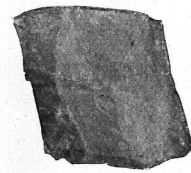


Fig. 14.

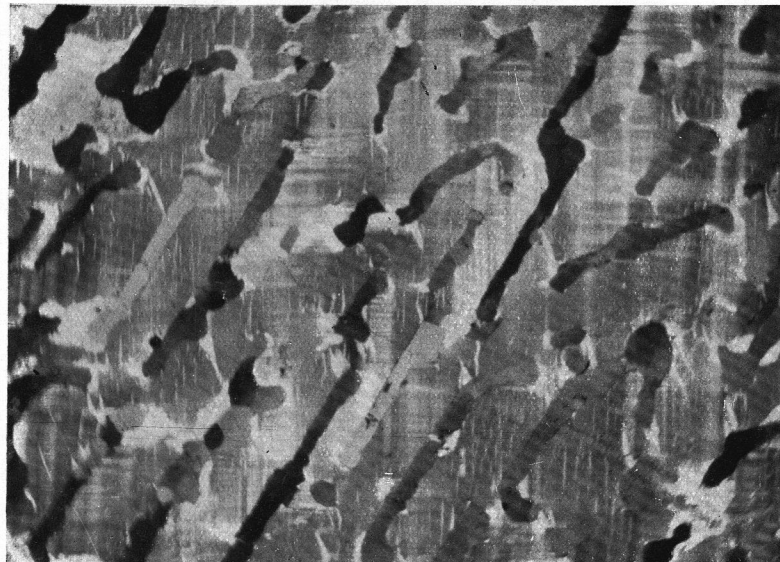


Fig. 15.

0 5mm.

Fig. 11 til 14. Kløvningsstykker av feltspat.

De flater som sees er etter annen kløvning. Kantene mellom første og annen kløvning er vannrette. De uregelmessige kanter mellom annen og tredje kløvning går på skrå nedover tilhøire.

Fig. 11. En natronrik kali-natronfeltspat (mikroclinperthit) med tallrike perthitstriper av lys natronfeltspat på skrå nedover tilhøire i kalifeltspat som på bildet danner mørke mellempartier.

Fig. 12. En almindelig kali-natronfeltspat med lys natronfeltspat i mørk kalifeltspat; perthitstripningen er tydelig omenn mindre fremtredende enn på foregående billede.

Fig. 13. En lys kali-natronfeltspat hvor perthitstripningen er mindre tydelig fordi kalifeltspaten har næsten samme farve som natronfeltspaten.

Fig. 14. En kalk-natronfeltspat uten spor av perthitstripning.

Fig. 15. Skriftgranit.

Mikroskopbillede av skriftgranit fra Stene i Sannidal (nær Kragerø) i snitt etter feltspatens første kløvning. Feltspaten er en kali-natronfeltspat (mikroclinperthit). De grå, krysstripete partier er kalifeltspat; de hvite uregelmessige sorte eller grå årer som går på skrå nedover tilvenstre er kvarts.

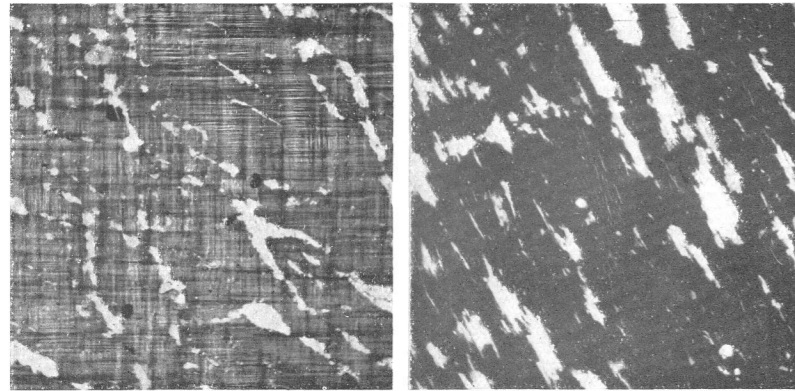


Fig. 16 A.

Fig. 16 B.

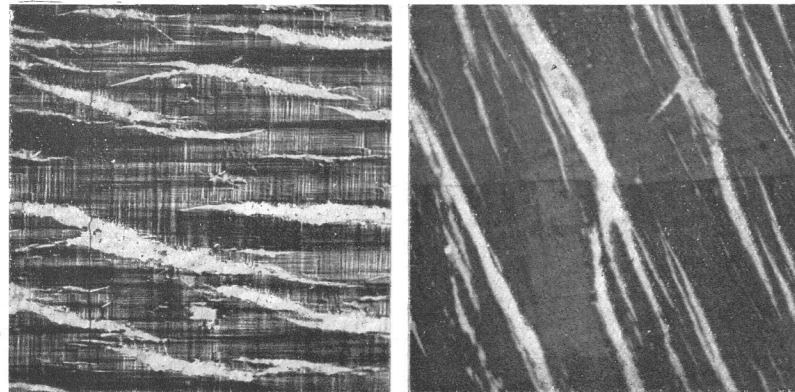


Fig. 17 A.

Fig. 17 B.

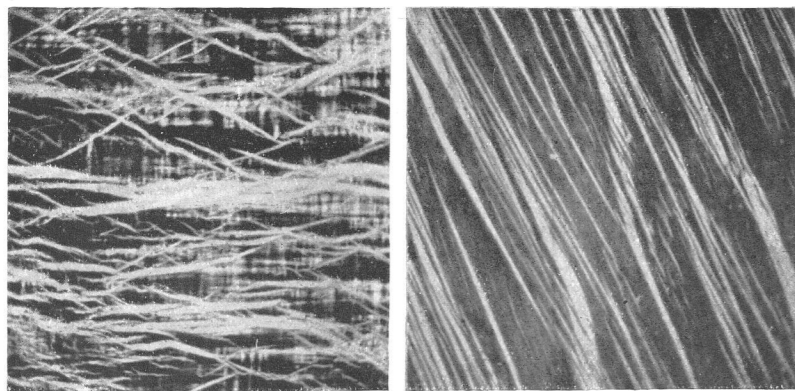


Fig. 18 A.

Fig. 18 B.

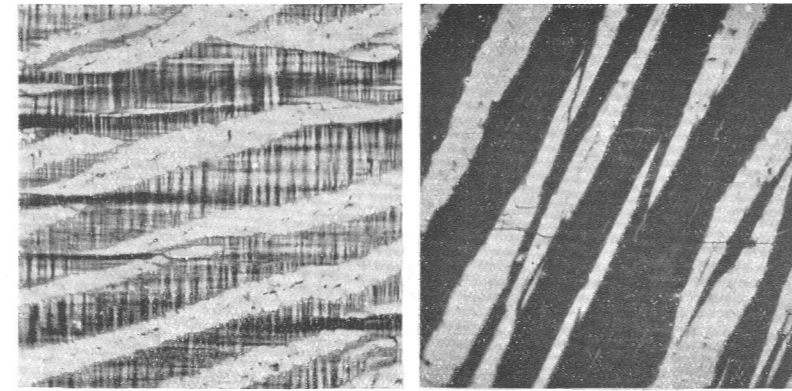


Fig. 19 A.

Fig. 19 B.

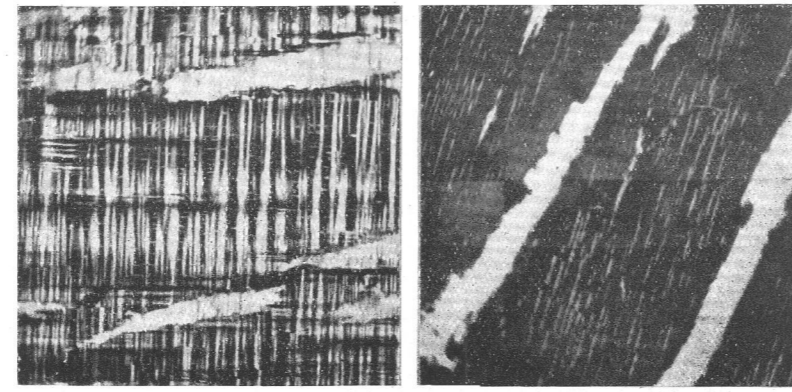


Fig. 20 A.

Fig. 20 B.

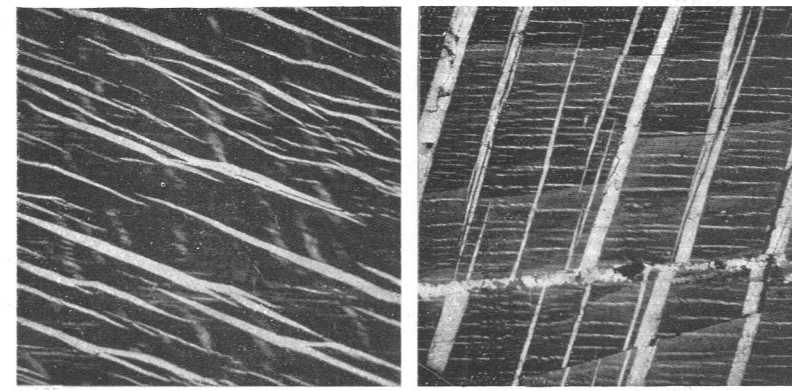


Fig. 21 A.

Fig. 21 B.

0 5mm.

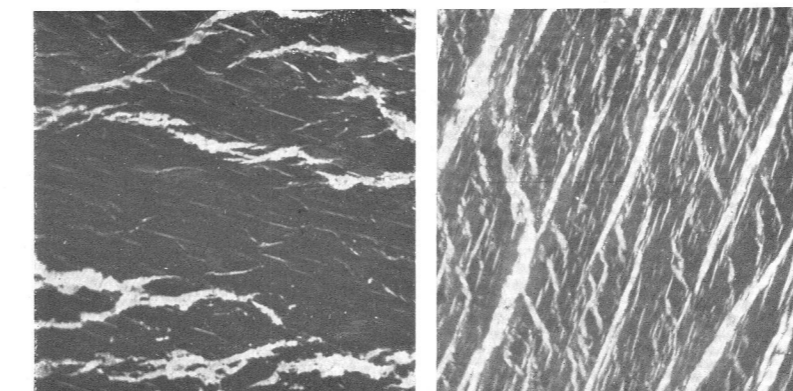


Fig. 22 A.

Fig. 22 B.

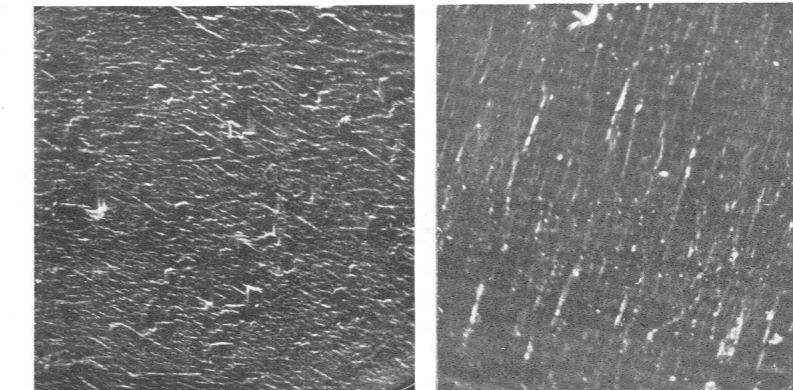


Fig. 23 A.

Fig. 23 B.

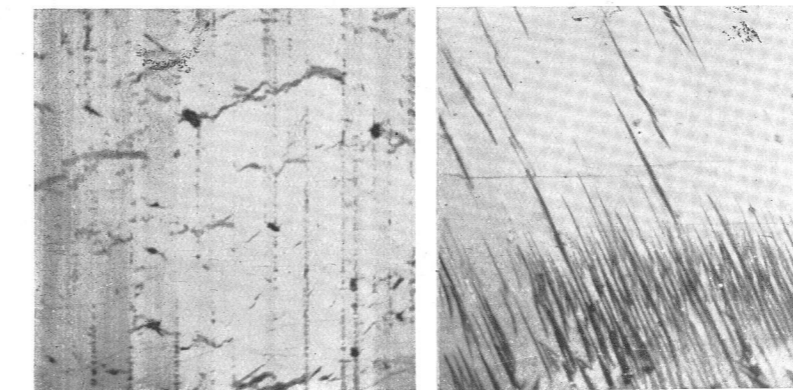


Fig. 24 A.

Fig. 24 B.

Forklaring til Pl. III, IV og V.

Fig. 16 til 24. Mikroskopbilleder av feltspat.

Der er to bilder av hver feltspat, ett tatt i snitt etter første kløvning (merket A) og ett i snitt etter annen kløvning (merket B). Alle A-billeder er stillet med kanten mellom første og annen kløvning loddrett (parallel med bokens langsider), mens alle B-billeder er stillet med samme kant vannrett. — Alle de avbildede feltspater er parallellsammenvoksninger av kalifeltspat og natronfeltspat (perthiter). Fotografiene er tatt slik at natronfeltspaten viser seg på alle bilder, mens kalifeltspaten er mørk, enten jevn gråsort (fig. 21 A—23 A og alle B-billeder) eller krysstripet med vekslende mørkere og lysere partier (fig. 16 A—20 A). Fig. 16—23 er kali-natronfeltspater (mikrokliperthiter) av den almindelige sort, som i handelen kaldes „kalifeltspat“. Fig. 24 er nesten ren natronfeltspat med litt innleiret kalifeltspat (antiperthit). — Variasjonene i sammensetning og struktur sees tydelig ved sammenligning av billedene. Alle bilder har samme forstørrelse. Målestokken sees på Pl. IV.

Fig. 16. Kali-natronfeltspat fra Lille Furuholmen, øst for Kragerø. Kalifeltspaten er mikroklin med de vanlige tvillingdannelser (krysstripning på A-billedet). Natronfeltspaten er innleiret i partier med uregelmessige tversnitt.

Fig. 17. Kali-natronfeltspat fra Frigstad i Iveland. Kalifeltspaten er mikroklin med vanlig tvillingstripning. Natronfeltspaten er innleiret i nokså regelmessige årer.

Fig. 18. Kali-natronfeltspat fra Risøen, øst for Kragerø. Kalifeltspaten er mikroklin med vanlig tvillingstripning. Natronfeltspatens årer går (bilde A) dels omtrent loddrett på annen kløvning, dels på skrå omtrent langs flatene for tredje kløvning.

Fig. 19. Kali-natronfeltspat fra Malmtangen på Langø ved Kragerø. Denne perthit er som billedene viser rik på natronfeltspat i form av nokså regelmessige, brede årer. Kalifeltspaten er en mikroklin med vanlig tvillingstripning.

Fig. 20. Kali-natronfeltspat fra Frigstad i Iveland. Kalifeltspaten er mikroklin med vanlig tvillingstripning. Natronfeltspaten finnes dels i brede årer (hvorav noen få kommer med på billedene) og dels i meget smale årer (tynne streker på billedene).

Fig. 21. Kali-natronfeltspat fra Landsverk i Evje. Kalifeltspaten er mikroklin uten tvillingstripning. Natronfeltspaten er innleiret på to måter: I ett sett av forholdsvis brede årer omtrent parallelle med en av flatene for tredje kløvning (de brede hvite striper på billedene), og ett sett av smale årer nesten parallelle med første kløvning (de tåkede flekker på A-billedet og de smale, hvite streker som går omtrent vannrett på B-billedet).

Fig. 22. Kali-natronfeltspat fra Høgetveit i Evje. Kali-feltspaten er mikroklin uten tvillingstripning. Natronfeltspaten finnes dels i forholdsvis brede, uregelmessige årer og dels i tynne, regelmessige årer.

Fig. 23. Kali-natronfeltspat fra Trossby i Bamle. Kalifeltspaten er mikroklin uten tvillingstripning. Natronfeltspaten finnes kun som meget tynne årer (korte hvite streker på A-billedet og noe lengere streker på B-billedet).

Fig. 24. Natronfeltspat med innleiret kalifeltspat (antiperthit). Natronfeltspatens brede rettlinjede tvillingstriper sees på A-billedet. Kalifeltspaten (mikroklin) sees på A-billedet dels som små grå flekker langs natronfeltspatens tvillingstriper og dels som korte uregelmessige striper tvers på tvillingstripene eller på skrå. På B-billedet sees mikroklin som mørke skrå striper.

med adskillig nøiaktighet ved enkle målinger under mikroskopet. Av praktiske grunner har man inndelt blandingsrekken i forskjellige trinn med hvert sit navn. En sådan inndeling er gitt i tabell 8.

All kalk-natronfeltspat tilhører det trikline krystallsystem og danner de samme slags tvillinger som den rene natronfeltspat. Flatene etter første kløvning er således næsten alltid stripet på grunn av albit-tvillinger. Ofte kommer også periklinstripningen på flater etter annen kløvning meget tydelig frem. Den vinkel som periklinstripene danner med kanten mellom de to kløvninger er avhengig av den kjemiske sammensetning og kan derfor brukes til bestemmelse av sammensetningen.

Den rettlinjede stripning på kløvningsflatene er det beste fellesmerke for kalk-natronfeltspater. En sådan stripning sees ikke hos andre feltspater. Det er også eiendommelig for kalk-natronfeltspatene at annen kløvning er betraktelig dårligere enn første; hos de kalirike feltspater er forskjellen mindre iøynefallende. Dessuten har kløvningsstykker av kalk-natronfeltspat aldri den skråttløpende perthitstripning på flater etter annen kløvning som er eiendommelig for all almindelig kali-natronfeltspat. (Se fig. 11—14).

5. Kali-natronfeltspat.

Av kali-natronfeltspat er der to forskjellige slags blandingsrekker. Almindeligst er *perthit* hvor kalifeltspat og natronfeltspat finnes hver for sig i partier som ofte kan sees med blotte øie og i ethvert fall med mikroskop. Mere sjelden er *homogen kali-natronfeltspat* hvor de to feltspater er så inderlig blandet at de ikke kan skilles ad selv ved mikroskopets sterkeste forstørrelse, hvor altså blandingen kan være en fast oppløsning som hos kalk-natronfeltspatene.

Både av perthit og av homogen kali-natronfeltspat finnes der mange forskjellige blandingsforhold fra temmelig ren kalifeltspat til temmelig ren natronfeltspat, men blandinger som holder overveiende kalifeltspat er dog almindeligst i begge grupper.

a. Perthit.

1. *Perthitens struktur.*

Den kalifeltspat og natronfeltspat som inngår i perthit er føiet sammen på en eiendommelig måte. De to feltspater er ikke blandet om hinannen i en tilfeldig orden; de er parallellsammenvokset; første kløvning hos den ene faller sammen med (eller nesten sammen med) første kløvning hos den annen, og flatene for annen og tredje kløvning faller også parvis sammen hos begge.

Overfladisk betraktet ser perthitsammenvoksnene ut som ensartede krystaller eller kløvningsstykker; først ved nøiere undersøkelse kan man se at de er oppbygget av to adskilte feltspatarter.

Den måte hvorpå kalifeltspat og natronfeltspat kan være føiet sammen i en perthit fremgår av fig. 16—24. Fotografiene er tatt under mikroskopet i snitt etter flatene for første og annen kløvning (*c* og *b* i tegningene fig. 1 og 2). Vi ser at natronfeltspaten som regel danner nokså regelmessige årer i kalifeltspaten. Årene viser sig som en skrå stripning på flater etter annen kløvning (se fig. 11—13) og ofte som en tversgående stripning på flater etter første kløvning, begge retninger angitt i forhold til kanten mellom de to kløvningsflater. Stripene er aldri nøiaktig rettlinjede og kan vanskelig forveksles med de snorrette tvillingstriper som finnes hos kalk-natronfeltspatene.

Perthitens to feltspater kan også være sammenføiet på andre måter, så at grenselinjene i snitt etter første kløvning danner innviklede buktninger og forgreninger; undertiden kan natronfeltspaten finnes i partier med runde eller avlange tverrsnitt. Samtidig danner dog grensene i snitt etter annen kløvning også i alle disse tilfeller nokså regelmessige, skråttløpende linjer.

2. *Almindelig perthit.*

Den almindelige kali-natronfeltspat (handelens „kalifeltspat“) er en perthit som i regelen holder mellom 70 og 80 pct. kalifeltspat (mikroklin) og mellom 20 og 30 pct. natronfeltspat. Den holder som oftest meget lite kalkfeltspat i form av en

tilblanding til natronfeltspaten. Analyse av en ren feltspat av denne type er meddelt i tabell 3, nr. 2. Forholdsvis sjelden holder den perthit som utvinnes i praksis mindre enn 20 pct. eller mere enn 30 pct. natronfeltspat (nr. 1 og 3 i tabell 3). Rent undtagelsesvis kan den holde ned til 10 eller op til 40 pct. natronfeltspat. Partiene av natronfeltspat blir gjerne grovere jo mere av denne feltspat perthiten inneholder. Ikke sjelden kan de bli over 2 mm. brede, og er altså lett synlige med blotte øie (se fig. 11—13). Ofte sees også natronfeltspatens rettlinjede tvillingstriper tvers på perthitens årer på flater efter første kløvning. På kløvningsflater av grovstripet perthit er det lett å se med blotte øie hvorvidt perthiten holder meget eller lite natronfeltspat. Ved målinger under mikroskopet kan mengden av natronfeltspat som regel bestemmes med stor nøiaktighet selv om perthitstripene er usynlige for det blotte øie (se fig. 16—24).

3. Natronrik perthit.

I visse syenitbergarter er hovedbestanddelen en perthit som ofte holder ca. 60 pct. kalk-natronfeltspat og ca. 40 pct. kalifeltspat. Kalk-natronfeltspaten kan være temmelig ren natronfeltspat, men undertiden er den en forholdsvis kalkrik blandingsfeltspat. Kalifeltspaten kan være mikroklin eller orthoklas, men istedenfor ren kalifeltspat kan der være en blandingsfeltspat (f. eks. en homogen kali-natronfeltspat). Bestanddelene er føiet sammen som hos almindelig perthit, dog er grenselinjene i snitt efter første kløvning næsten alltid meget uregelmessige.

Undertiden er perthitens to feltspater opdelt i så små partier at de blir usynlige eller nesten usynlige selv ved mikroskopets sterkeste forstørrelse. Vi kan i samme snitt se partier med en ytterst fin perthitstripning gå jevnt over i partier hvor noen stripning ikke lenger er synlig. Denne slags feltspat kalles *kryptoperthit*. Den utmerker sig ofte ved et praktfullt farvespill (se side 39).

4. Antiperthit.

Næsten all den natronrike kalk-natronfeltspat som finnes sammen med almindelig kalirik perthit i granitpegmatit holder litt kalifeltspat i form av små parallellordnede partier av

mikroklin (sjelden orthoklas). Den er med andre ord en perthit, men for å skille den fra almindelig perthit hvis hovedbestanddel er kalifeltspat, kalles den av mineraloger ofte for *antiperthit*.

Antiperthitens kalifeltspat kan være meget uregelmessig både hvad form og anordning angår, men vi finner også undertiden en regelmessig struktur med kalifeltspaten som årer — eller tynne strenger med lappet tversnitt — i kalk-natronfeltspaten. Som regel er partiene av kalifeltspat så små at de først sees under mikroskopet. Kalk-natronfeltspaten kan ha noe forskjellig sammensetning, men som oftest nærmer den sig den rene natronfeltspat; meget ofte er den en oligoklas.

Fig. 24 A og B er mikroskopbilleder av en antiperthit i snitt efter første og annen kløvning.

b. Homogen kali-natronfeltspat.

De homogene kali-natronfeltspater holder foruten de to hovedbestanddeler også undertiden adskillig kalkfeltspat. De kan deles i to grupper. I den ene tilhører krystallene det monokline system og nærmer sig orthoklas i egenskaper; denne gruppe omfatter *sanidiner* og *natron-orthoklaser*. I den annen gruppe er krystallene triklone med egenskaper som kan nærme sig mikroklinens eller natronfeltspatens; til denne hører *natron-mikrokliner* og *anorthoklaser*.

Disse feltspater er meget mere sjeldne enn perthitene; de finnes særlig i visse slags lavabergarter. De har ingen praktisk betydning.

6. Barytholdig feltspat.

Næsten all kali-natronfeltspat som blir nøiaktig analysert viser sig å inneholde små mengder baryt (bariumoksyd, BaO), som skyldes en liten tilblending av barytfeltspat til de øvrige feltspater i blandingen. Dessuten kjennes som sjeldenheter også blandingsfeltspater med meget eller overveiende barytfeltspat, og det er disse som vil omtales her. De finnes ikke i pegmatit og har ingen praktisk betydning.

a. Celsian.

Den rene barytfeltspat, *celsian*, har følgende sammensetning i vektprocent:

Kiselsyre (SiO_2)	32,0
Lerjord (Al_2O_3)	27,2
Baryt (BaO)	40,8

Celsian fra naturlige forekomster holder små mengder av andre feltspatarter og dessuten fremmede forurensninger.

Celsian danner monokline, farveløse krystaller av omtrent samme form og utseende som klar orthoklas (adular) og med samme slags tvillinger som denne. Dens egenvekt (ca. 3,4) er meget høiere enn all annen feltspats. Den oppløses lett av syrer.

b. Baryt-kalifeltspat.

Mellem ren barytfeltspat og ren kalifeltspat finnes der forskjellige blandingsledd. De er alle monokline og danner homogene blandingsfeltspater (faste oppløsninger) med egenskaper som ligner orthoklasens. Blandingsledd med 20—30 pct. barytfeltspat kalles *hyalofan*. De er de almindeligste av de barytrike feltspater. Hyalofan finnes foruten andre steder også i de sølvførende ganger på Kongsberg.

7. Eiendommelige feltspatarter.

En rekke feltspatarter fra forskjellige av de grupper som er omtalt i det foregående har fått egne navn fordi de har eiendommelige farver, farvespill eller andre egenskaper som skiller dem fra mere almindelige arter. Noen av de best kjente nevnes her.

a. Amazonsten.

En kali-natronfeltspat av sterk grøn farve har fått navnet *amazonsten*. Den skiller sig i ingen andre egenskaper enn farven fra almindelig perthit (handelens „kalifeltspat“), og den forekommer på samme måte som denne i kvartsrik pegmatit. Ofte kan man finne almindelig rødlig „kalifeltspat“ side om side med grøn „amazonsten“, ja man kan se begge farver på samme kløvningstykke.

Amazonsten har i noen utstrekning været brukt som en billig smykkesten; dens farve forsvinner ved ophetning.

Ganske pen amazonsten kjennes fra flere norske forekomster, f. eks fra Evje i Setesdal.

b. Adular.

En farveløs, klar kali-natronfeltspat som særlig finnes i visse mineralganger i Alpene har fått navnet *adular*.

Adular er en kalirik feltspat; den holder sjelden mindre enn 85 pct. kalifeltspat, altså sjelden mere enn 15 pct. natronfeltspat, og den er alltid meget fattig på kalkfeltspat. Den kan være en perthit med ytterst fine årer av natronfeltspat. Perthitens kalifeltspat er da som oftest orthoklas, men undertiden mikroklin med uhyre fin tvillingstripping. Adular kan dog også være en helt homogen kali-natronfeltspat; den krystalliserer da i det monokline system og har egenskaper omtrent som ren orthoklas.

c. Feltspat med farvespill.

Mange forskjellige feltspatarter skinner med en vakker, dempet glans når lyset faller i bestemte retninger på kløvningssflater eller kunstig slipte flater. Glansen gir inntrykk av å komme fra feltspatens indre, som synes å være selvlysende med blå, grønne eller gule farver. Farvene skriver sig ikke fra noe farvestoff, men skyldes en egenartet spaltning av det hvite lys når det går gjennom feltspat, som er uensartet opbygget og f. eks. består av kalifeltspat med meget fine årer av natronfeltspat. Det farvede lys synes på en eller annen måte å være „bundet til“ usynlige flater av bestemte retninger inne i krystallen, men det kan sees gjennom en hvilken som helst jevn utvendig flate som ikke danner for stor vinkel med de nevnte flateretninger. De almindeligste arter av farvespillende feltspat nevnes i det følgende.

1. Månesten.

Månesten er en egen slags adular som finnes særlig vakker på Ceylon. Den viser en blek „måneskinsglans“ av blålig hvit

farve på bruddflater som danner en vinkel på 70—80° med første kløvning og står noenlunde loddrett på annen.

Den vakreste månesten har adskillig verdi som smykkesten. Den slipes med en krum flate som hvelver sig over den flateretning hvortil farvespillet er bundet.

2. *Kryptoperthit.*

Den natronrike kali-natronfeltspat kryptoperthit (se side 35) har undertiden et praktfullt farvespill i de samme flateretninger som månesten. Skinnet er meget sterkere enn hos månesten; det har blålige eller undertiden gulaktige farver.

Den vakreste kryptoperthit er funnet i omegnen av Fredriksvern. Til tross for sitt kraftige farvespill er denne feltspat lite brukt som smykkesten, sandsynligvis fordi selve feltspaten som regel er grå, ugjennemsiktig og ikke klar som månestenen; kanskje også fordi der ikke er funnet rikholdige forekomster av den, når vi ikke regner med bergarter hvor den finnes i mine-ralkorn som er for små til å kunne utnyttes.

Farvespillende kryptoperthit er hovedbestanddelen i „larvikit“, en bergart som er meget anvendt til bygningssten, bordplater og gravstøtter og som brytes i betydelige mengder under navn av „labrador“ på tallrike steder i kyststrøket mellom Langesundsfjorden og Oslofjorden.

3. *Farvespillende kalk-natronfeltspat.*

To forskjellige grupper av kalk-natronfeltspat viser farvespill. Den ene omfatter en rekke kalkfattige blandingsledd såkalte albit-oligoklaser og den annen de kalkrike ledd, labradorfeltspater.

Albit-oligoklasenes farvespill er som regel lyst himmelblått, undertiden mørkere blått; det er bundet til flater som ligger noenlunde nær annen kløvning. Slike feltspater kjennes fra flere norske pegmatitforekomster; de har ikke været nevneverdig anvendt som smykkesten.

Labradorfeltspatenes farvespill er kraftig og veksler i farve; det er dog oftest blått eller grønt, men undertiden gult eller rødlig, ofte med overganger i farver på ett og samme stykke; det kan være bundet til flater av forskjellig retning, men det

er nesten alltid synlig gjennom flater efter annen kløvning. Farvespillende labradorfeltspat anvendes i noen utstrekning som smykkesten. I Norge finnes den f. eks. på Ekersundskanten og i Søndeled.

d. Solsten.

Solsten eller aventurinfeltspat kaster lyset tilbake med kraftig glans fra speilende flater i det indre av feltspaten. Der kan være solsten av mange forskjellige feltspater, både kalinatronfeltspater og kalk-natronfeltspater; den vakreste er oligoklas.

Felles for alle er de små speil av jernglans som frembringer solstensvirkningen. De ligger ordnet parallell med visse krystallflater; de fleste danner små vinkler (på omkring 20°) med de to gode kløvningsflater. Solstensglansen sees derfor alltid gjennom kløvningsflatene eller flater som ligger dem nær. Jernglansspeilene kan være så små, at de først sees under mikroskopet, men de kan også være synlige med blotte øie, flere mm. lange. De er alltid meget tynne, sjelden så meget som $\frac{1}{1000}$ mm. tykke, og de er da gjennemsiktige med farver som veksler med tykkelsen fra lys gul hos de tynneste gjennom alle overganger til dyp blodrød hos de tykkere og sort (ugjennemsiktig) hos de tykkeste. Når hvitt lys treffer en slik gjennemsiktig tynn film blir det spaltet på en egen måte og kastet tilbake med spillende farver (sepebobler, olje på vann). De gjennemsiktige jernglansspeil i solstenen viser alltid slike farver når de betraktes i tilbakekastet lys med lupe.

Solsten har været en del brukt som smykkesten slipt med krumme flater som hvelver sig over kløvningsflatene. Den er funnet med praktfull glans på flere steder i Norge, men alltid i små mengder og på usikre forekomster, hvorav de beste er i omegnen av Tvedestrand og Risør.

Kap. 2. Granitpegmatit.

De norske forekomster hvorfra feltspat kan utvinnes er alltid knyttet til granitpegmatit, d. v. s. meget grovkornige bergarter, som kan ha omtrent samme mineralsammensetning som almindelig granit, men en annen slags sammenføring av mineralene (struktur). Det eiendommelige for denne pegmatit er at den alltid holder store mengder kvarts ved siden av feltspaten og de underordnede mineraler¹.

Vi vil i dette kapitel først nevne alle de mineraler som finnes i granitpegmatit fra norske forekomster, dernæst behandle pegmatitens sammensetning, bygning og geologiske optreden og så gi en kort fremstilling av dens tilblivelseshistorie.

A. Granitpegmatitens mineraler.

1. Hovedmineraler.

De mineraler som finnes i lett synlige mengder og utgjør en merkbar del av pegmatitens masse kaller vi hovedmineraler. I de pegmatiter som behandles her er feltspat og kvarts alltid de to viktigste mineraler, men dessuten holder all pegmatit ett eller flere av de andre (mørke) hovedmineraler som omtales i det følgende.

a. Feltspat.

Feltspatens almindelige egenskaper er beskrevet i det foregående. Her antydes bare noen trekk som er eiendommelige for feltspaten i granitpegmatiter. I de fleste forekomster av denne art er en kalirik kali-natronfeltspat (mikroklinperthit) det herskende mineral. Denne feltspat er praktisk talt den eneste som utvinnes fra norske forekomster. Det er tidligere nevnt at den som oftest holder 20—30 pct. natronfeltspat og 70—80 pct. kalifeltspat. Kalifeltspaten er alltid mikroklin; orthoklas er ikke fundet i granitpegmatit fra norske forekomster. Dessuten

¹ Foruten denne kvartsrike granitpegmatit kan der også være kvartsfattige eller kvartsfrie pegmatiter som syenitpegmatit og gabbropegmatit.

finnes der kalk-natronfeltspat i all granitpegmatit. Den almindeligste er oligoklas, men der kan finnes både kalkrikere og kalkfattigere ledd av kalk-natronfeltspatens rekke. Ganske almindelig er nesten ren natronfeltspat, albit, som ofte danner vakre, vannklare krystaller.

b. Kvarts.

Kvarts består av ren kiselsyre (SiO_2). Den kan finnes i store uregelmessige, sterkt opsprukne masser i pegmatiten, men også regelmessig sammenvokset med feltspat i skriftgranit (se side 54) og dessuten som sekskantede tilspissede krystaller i hulrum i pegmatiten. Den har hårdheten 7, er altså hårdere enn feltspat og riper glass. Den har ingen tydelig kløvning, men viser uregelmessige bruddflater når den slåes i stykker. Egenvekten er 2,65, næsten som feltspatens. Farven veksler meget; den kan være vannklar (glasskvarts), hvit (melkekvarts), grå (røkkvarts), rosenrød (rosenkvarts) og undertiden vakker violet (amethyst).

Pegmatitens kvarts er som oftest meget ren og har derfor verdi hvis den finnes i tilstrekkelig store masser til at den kan brytes med fordel, og hvis forekomsten ligger heldig til for transport. Den anvendes f. eks. i lervarereindustrien og i smelteindustrien. Rosenkvarts og amethyst har verdi som smykkesten.

c. Glimmer.

Felles for all slags glimmer („kråkesølv“) er dens enestående gode kløvning, som gjør at den kan splittes op i nesten utrolig tynne flak. Den har hardhet omtrent 2 og kan ripes med neglen. Av de mange slags glimmer nevner vi her bare muskovit og biotit, da disse er de eneste som kjennes med sikkerhet fra norske feltspatforekomster¹.

1. Muskovit.

Muskovit (lys glimmer) består av kiselsyre, lerjord, kali og små mengder av magnesia og jernoksyder. Den er gjennemsiktig med gulaktig, grønlig eller lys brun farve. Dens

¹ En lithionglimmer (lepidolit) er dog funnet som en sjeldenhet, men den har ikke været nøiere undersøkt.

kløvningsflak er elastiske og kan bøies adskillig uten å brekkes. Dens egenvekt er større enn feltspatens, 2,76—3,1. Muskovit har verdi når den er ren og kan kløves op i jevne plater som er minst 5 cm. i firkant; verdien stiger raskt med platenes størrelse. Da den er en utmerket elektrisk isolator har den stor anvendelse i elektroteknikken.

Det meste av pegmatitens muskovit optrer i form av små skjell eller uregelmessige masser i feltspaten og har da naturligvis ingen verdi, men er tvertimot en skadelig forurensning hvis den finnes i større mengder.

2. Biotit.

Biotit (mørk glimmer) holder meget mere jernoksyder og magnesia enn den lyse glimmer, men ellers de samme bestanddeler. Den er mørk brun eller sort og er kun gjennemsiktig i meget tynne kløvningsflak. Til forskjell fra muskovit er kløvningsflakene hos biotit lite elastiske så de brekkes lett ved bøining. Egenvekten er ca. 3,0. Pegmatitens biotit har ingen økonomisk verdi, men er en meget skadelig forurensning i all feltspat som skal anvendes til ufarvede produkter.

Ofte er den mørke glimmer omvandlet til et annet glimmerlignende mineral, *klorit*, som holder store mengder magnesia og jernoksyder, men meget lite kali.

d. Pyroxen og hornblende.

Undertiden holder granitpegmatiten hornblende eller pyroxen i stedet for eller ved siden av glimmer. Av disse mineraler finnes der mange slags, men fra de forekomster som omhandles her kjennes med sikkerhet bare én pyroxen, *salit*, og én hornblende, *strålsten* (aktinolit)¹. De består begge av kiselsyre, jernoksydul, magnesia og kalk.

Salit har som all pyroxen to gode kløvninger næsten loddrett på hinannen og dessuten en opdeling med speilblanke flater i en skjev retning i forhold til kløvningene. Den er sterkt grønfarvet, har hårdhet 6 og egenvekt 3,3.

¹ Dessuten forekommer andre hornblender hvis egenskaper ikke er nøiere kjent.

Strålsten har hornblendens to vanlige utmerkede kløvninger som danner 124° med hinannen. Den er mørk grøn, har hårdhet 6 og egenvekt 3,1.

e. Turmalin.

Den turmalin som ofte finnes i betraktelige mengder på norske feltspatforekomster er et sort, sprøtt mineral som kan danne trekantede søileformige krystaller eller uregelmessige masser. De viktigste bestanddeler i den sorte turmalin er kisel-syre, borsyre, lerjord, jernoksyder og magnesia. Den mangler tydelig kløvning, har hårdhet 7 og egenvekt 3,1—3,2. Den er en ubehagelig forurensning av feltspaten og har ingen verdi.

2. Verdifulle bimineraler.

Blandt de mange bimineraler i granitpegmatitene er der noen som har økonomisk verdi fordi de inneholder visse sjeldne kjemiske stoffer. Disse mineraler lønner det sig ofte å utvinne selv om de bare finnes i meget små mengder i pegmatiten. De fåes gjerne som biprodukter ved utvinning av feltspat, men der er også enkelte pegmatitforekomster som bare drives for disse bimineralers skyld. Her nevnes de mineraler av denne slags som nu utnyttes og dessuten de som tidligere har været utnyttet, men ikke lenger er på markedet.

a. Beryl.

Beryllens krystaller er sekskantede søiler som undertiden kan bli over 1 m. lange og over 30 cm. i tverrmål. Tydelig kløvning mangler; hårdheten er 7, egenvekten ca. 2,7. Farven kan være meget forskjellig. De glassklare arter kaldes *edel beryl*; den dyp grønne kaldes *smaragd*, den er en av de verdifulleste edelstener; den blåliggrønne som også er en verdifull edelsten kalles *aquamarin*. Almindelig beryl er gul eller grønlig uten større gjennemsiktighet. Den er den eneste som finnes på norske feltspatforekomster. Enkelte steder i Iveland og Evje forekommer slik beryl i så store mengder at pegmatiten har været avbygget bare for dens skyld. Forekomster kjennes dessuten i Evje og i omegnen av Moss.

Beryl består av beryljord (glucinumoksyd), lerjord og kisel-syre. Den utnyttes teknisk på grunn av beryljorden, hvorav bl.a. metallet beryllium (glucinum) fremstilles.

b. Gadolinit.

Gadolinit danner krystaller eller klumper i pegmatiten. Den er sort med glinsende brudd, uten kløvning. Hårdheten er 7, egenvekten 4,0—4,5. Den utvinnes fordi den holder betydelige mengder av sjeldne jordarter, særlig ytterjord. Den holder dessuten beryljord, jernoksyd og kisel-syre.

En pegmatitforekomst i Iveland har ydet så meget gadolinit at den har kunnet drives for dette minerals skyld, men som regel fåes gadolinit som biprodukt ved utvinning av feltspat.

c. Uranbekerts.

Uranbekertsens krystaller danner enten terninger (cleveit) eller oktaedere (brøggerit). Den mangler kløvning, er gråsort, svakt metallglinsende på bruddflater og har ofte et gult belegg på krystallflatene. Egenvekten er meget høi, 8—9,7, hårdheten 5—6. Den består overveiende av uranoksyder med små mengder av mange andre stoffer, hvoriblandt radium. Den anvendes til fremstilling av uranpreparater og radiumpreparater. Pegmatit med uranbekerts finnes flere steder i Norge, således i Ryfylke, i Setesdal, på Sørlandet og i Østfold.

Uranbekertsens ledsages undertiden av *uranofan* og andre omvandlingsprodukter.

d. Thorit (og orangit).

Thorit finnes i sorte eller mørkebrune klumper, sjelden i firkantede søileformige krystaller med pyramidespiss. Den har ingen kløvning; bruddflatene har fettaktig glans. Hårdheten er 4—5, egenvekten 5,2—5,4. Den består av thorjord og kisel-syre med små mengder av andre stoffer. Den blev tidligere anvendt til fremstilling av thorjord og andre sjeldne jordarter, og der blev funnet adskillig av den i det sydlige Norge. Nu er den fortrent av andre ertser som finnes i større mengder.

Orangit er lysfarvet, orangegul, men har forøvrig de samme egenskaper som thorit.

e. Monazit.

Monazit finnes som brune, tavleformige krystaller med hårdhet 5 og egenvekt 5,1. Den har én fullkommen og to dårligere kløvninger. På bruddflater har den fettaktig glans. Dens hovedbestanddeler er fosforsyre og cerjord samt andre sjeldne jordarter, således alltid mere eller mindre thorjord. Den har verdi fordi den holder disse sjeldne jordarter, men der er for lite av den i pegmatit til at det nu lønner sig at drive efter den, da den finnes i store mengder i andre slags forekomster (monazitsand i Brasilien og andre steder).

f. Alvit.

Alvit er et mineral med nokså ubestemte egenskaper. Fargen er utvendig ofte lys grålig, men på bruddflater sort eller brun med fettaktig glans. Ofte danner den firkantede krystaller med pyramidespiss nøiaktig som zirkon. Den antas da også å være opstått ved omvandling av zirkon. Dens kjemiske sammensetning er innviklet og lite kjent. Blandt dens stoffer er et nytt metall, haffnium, hvorav alviten undertiden kan holde betydelige mengder (inntil 15 pct. haffniumoksyd). Adskillig alvit er uttatt fra det gamle Tangenbrudd nær Kragerø.

g. Forskjellige andre mineraler med sjeldne stoffer.

En rekke av pegmatitens mindre almindelige bimineraler danner en egen klasse fordi de står hinannen nær i kjemiske og andre egenskaper. De har en meget innviklet kjemisk sammensetning. Felles for alle er at de holder betydelige mengder av de sjeldne syredannende grunnstoffer columbium (niobium) og tantalum og som regel mere eller mindre av de sjeldne jordartsgrunnstoffer yttrium, erbium, cerium, lanthanum og didymium og ofte thorium og uranium. Dessuten holder flere av dem adskillig titansyre, og alle holder en hel rekke almindelige stoffer i større eller mindre mengder. Disse mineraler har en viss verdi fordi de holder så mange sjeldne stoffer, men de forekommer aldri i så store mengder i pegmatiten at de kan bli gjenstand for regelmessig utvinning.

Euxenitgruppen. — En egen gruppe av disse eiendommelige mineraler utgjøres av *euxenit*, *polykras*, *æschynit*, *blomstrandin*, *samarskit* og *ytrotantalit*. Disse er så like i de fleste ytre egenskaper at det er vanskelig å holde dem ut fra hverandre. De er mørkfarvede, som regel sorte, med glinsende brudd og mangler enhver kløvning. Ikke sjelden finnes de i tavleformige krystaller. De har hårdhet 5—6 og egenvekt omkring 5,0 (4,6—5,8).

Columbit består hovedsakelig av columbiumoksyd (niob-syre) og jernoksydul. Undertiden holder den betydelige mengder tantalumoksyd, men den mangler alle de sjeldne jordarters stoffer (yttrium, cerium o. s. v.). Den danner ofte gode krystaller med metallglans på krystallflater og bruddflater. Den har en merkbar kløvning i én retning. Hårdheten er 6, egenvekten ca. 5,5.

Fergusonit danner ofte firkantede krystaller som har skjevt tilspissede ender så de ligner skoplugg. Den har hårdhet 6 og egenvekt 5,8. Kløvning mangler; bruddet er glinsende med sort eller brunlig farve. Den består av columbium- og tantalumoksyd med ytterjord og andre sjeldne jordarter.

3. Almindelige bimineraler uten verdi.

De mineraler som nevnes her er forholdsvis almindelige i granitpegmatit, men de finnes alltid i små mengder, og har ingen økonomisk verdi. Som regel er de skadelige forurensninger av feltspaten¹.

a. Jernertser.

Magnetjern. — Den almindeligste jernerts i pegmatiten er magnetjern (magnetit), som finnes på næsten alle forekomster. Den er sort med metallglans og sort strek. Den har ingen egentlig kløvning, men en jevn opdeling som ligner kløvning. Den er sterkt magnetisk. Hårdheten er 6, egenvekten ca. 5,0.

¹ I andre slags forekomster hvor de samme mineraler optrer i store mengder kan de naturligvis ha betydelig verdi og være gjenstand for utnyttelse.

Jernglans (hematit) er meget mere sjelden enn magnetit i pegmatit. Den er umagnetisk, er metallglinsende med dyp rød strek og har hårdhet 6 og egenvekt ca. 5,0.

Titanjern (ilmenit) finnes av og til i pegmatit. Den ligner jernglans, men har sort strek.

b. Svovelholdige mineraler.

Kiser og andre svovelholdige mineraler finnes i små mengder i de fleste granitpegmatiter. De er alltid ubehagelige forurensninger av feltspaten.

Svovelkis (pyrit) består av jern og svovel. Den danner ofte terningformige krystaller, messingfarvet på friske bruddflater, men ofte rustfarvet utenpå. Den har hårdhet 6 og egenvekt ca. 5. Svovelkisen oppløses litt etter litt av vann som siger gjennom pegmatiten, og dette jernholdige vann avsetter rust i feltspaten.

Magnetkis (pyrrhotin) er et annet svovel-jernmineral, som er forholdsvis sjelden i pegmatit. Den er bronsebrun, har hårdhet ca. 4 og egenvekt ca. 4,6. Den utmerker sig ved å være sterkt magnetisk.

Kobberkis (chalkopyrit) finnes av og til sammen med de andre kiser i pegmatit. Den holder kobber, jern og svovel. Den ligner svovelkis, men er sterkere gulfarvet, meget bløtere (hårdhet 3—4) og litt lettere (egenvekt ca. 4,2).

Andre svovelholdige mineraler. Av de mange andre svovelholdige mineraler er bare følgende kjent fra feltspatforekomster: *Broget kobber* (bornit); *molybdenglans* (molybdenit) som undertiden er ledsaget av *molybdenokker*; *zinkblende* og *wismutglans*. Sammen med wismutglansen finnes som sjeldenheter metallisk *wismut* og *guld*.

c. Apatit.

De fleste granitpegmatiter holder litt apatit i form av små klumper eller søileformige, sekskantede krystaller. Farven er gjerne grønn eller grålig. Apatit har hårdhet 5 og egenvekt 3,2. Den mangler tydelig kløvning og har fettaktig glans. Den består av kalk, fosforsyre og fluor eller klor (eller begge deler). I feltspatforekomstene holder apatiten alltid overveiende fluor.

d. Titanit.

Titanit er især almindelig i natronrike pegmatiter. Den finnes som regel i små brune konvoluttformige krystaller med blanke flater. Den har to tydelige kløvninger. Hårdheten er 5, egenvekten 3,5. Den består av kalk, kiselsyre og titansyre. En egen slags titanit som bl. a. holder ytterjord kalles *ytro-titanit* (keilhaut). Den finnes undertiden i nokså store krystaller.

e. Granat.

Granat kjennes i mange forskjellige arter. Den som finnes i granitpegmatit er alltid rød, oftest dyprød, sjelden lys orange-rød. Den er mangan- og jernholdig og er derfor en skadelig forurensning av feltspaten. Den har hårdhet 7 og egenvekt 3,0—4,0. Den er lett kjennelig på sine eiendommelige krystaller som er rundt avgrenset av 12, 24 eller flere flater.

f. Epidot.

Den epidot som finnes i pegmatit er som oftest sterkt grønfarget, sjelden brun. Den danner strålige masser eller langstrakte krystaller. Den har én utmerket og én mindre god kløvning. Hårdheten er 6—7, egenvekten ca. 3,4. Da den alltid er jernholdig er den en skadelig forurensning av feltspaten.

g. Orthit.

Orthit tilhører samme mineralgruppe som epidot, men har en mere innviklet kjemisk sammensetning. Den holder alltid betydelige mengder av cerjord og andre sjeldne jordarter. Dens krystaller er langstrakte, plateformige, sorte eller brune, fettglinsende innvendig, men med et lyst belegg på utsiden. Kløvning mangler. Hårdheten er ca. 6, egenvekten 3—4.

Fra pegmatit kjennes også såkalt *epidot-orthit*, et blandingsmineral med egenskaper som ligger mellom epidotens og orthitens.

h. Flusspat.

Flusspat finnes undertiden som en vesentlig bestanddel jevnt fordelt i klumper og krystaller i pegmatiten. Som regel er den dog bare tilstede i meget små mengder som utfyllning av

sprekker og hulrum. Flusspat har fire likeverdige kløvninger (efter oktaederflater), glassglans, hårdhet 4 og egenvekt 3,2. Farven kan være meget forskjellig; pegmatitens flusspat er gjerne blålig violett. Ren flusspat i små mengder er ikke en absolutt ødeleggende forurensning av feltspaten, men i større mengder er den skadelig. Den vannklare flusspat, som kan brukes i visse optiske instrumenter, har adskillig verdi.

i. Kalkspat.

Kalkspat finnes der litt av i praktisk talt all pegmatit. Den optrer som et fint fordelt omvandlingsprodukt av kalkholdig feltspat og ellers som utfyllning av sprekker og hulrum. Kalkspat kjennes på sine tre fullkomne kløvninger som danner skjeve vinkler med hinannen. Den er hvit eller farveløs. Kløvningflatene viser ofte tvillingstriper. Hårdheten er 3, egenvekten 2,7. I større mengder er den en skadelig forurensning av feltspaten.

4. Sjeldne bimineraler.

En rekke mineraler som kan være forholdsvis almindelige i andre forekomster er bare funnet noen få steder i granitpegmatit og er derfor sjeldne for denne slags forekomster. Disse mineraler nevnes her uten beskrivelse, men med angivelse av finnestedene.

Zirkon og *xenotim*, som ofte følges ad og undertiden er sammenvokset, finnes på flere steder i Iveland og Evje, på Hitterøen og i omegnen av Arendal, Tvedestrand og Risør.

Topas kjennes tildels i veldige krystaller, men uten verdi som edelsten, fra forekomster i Iveland og Evje samt i nærheten av Moss.

Fenakit er funnet i usedvanlig store krystaller i Tangenbruddet nær Kragerø.

Bertrandit er funnet som omvandlingsprodukt av beryl ved Tveit i Iveland.

Chrysoberyl er funnet i noen få krystaller ved Nateland i Iveland.

Thalenit forekommer på Hundholmen i Tysfjord.

Tengerit finnes på Hundholmen og dessuten sammen med hellandit ved Kragerø.

Ilmenorutil kjennes fra noen få forekomster i omegnen av Risør, Tvedestrand og Arendal samt i Iveland og Evje.

Wolframit og *wolframokker* forekommer i nærheten av Flekkefjord.

Kulblende kjennes fra forekomster nær Arendal.

Skapolit er funnet i omegnen av Arendal, Tvedestrand og Risør.

Parisit er funnet på en forekomst nær Moss.

Zeoliter (vannrike kiselsyreholdige mineraler) er funnet i pegmatit i Evje.

Svoel sies å være funnet i pegmatit i nærheten av Tvedestrand.

Følgende mineraler er alle rariteter, som kun kjennes fra de nedennevnte norske forekomster og noen ganske få utenlandske:

Mossit er kun kjent fra Råde i Østfold.

Kainosit kjennes fra Hitterø og fra en forekomst i Sverige.

Hellandit er kun funnet på en forekomst nær Kragerø.

Thortveitit kjennes fra Iveland og Evje og fra en forekomst på Madagaskar.

Yttrofluorit kjennes kun fra Hundholmen i Tysfjord, hvor den forekommer i store mengder.

B. Granitpegmatiten som bergart.

Vi betrakter i dette avsnitt pegmatiten som en bergart og beskriver dens mineralsammensetning og struktur. Sammensetningen gjelder naturligvis gjennomsnittsprøver av større partier av pegmatiten. Med struktur tenker vi her først og fremst på de enkelte strukturformer, altså de regelmessige sammenføininger av mineralene og de eiendommelige måter hvorpå enkelte mineraler kan optre i pegmatiten.

1. Sammensetning.

Vårt kjennskap til granitpegmatitens sammensetning skriver sig fra noen få kjemiske analyser (de fleste fra utenlandske forekomster¹) hvorav mineralsammensetningen er beregnet.

¹ Pegmatitens grovkornige struktur gjør det meget vanskelig å ta pålitelige gjennomsnittsprøver av den, og dette forhold er formodentlig grunnen til at pegmatit er blitt så sjelden analysert.

Dessuten får vi jo et inntrykk av sammensetningens art ved å iaktta pegmatit på steder hvor den er godt blottet, f. eks. i feltspatbrudd.

a. Mengden av hovedmineraller.

Gjennomsnittsmengden av granitpegmatitens hovedmineraller er omtrent følgende:

Kvarts.....	35	pct.	
Kalifeltspat.....	28	”	} Kali-natronfeltspat ca. 35 pct.
Natronfeltspat.....	26	”	
Kalkfeltspat.....	5	”	} Kalk-natronfeltspat ca. 24 pct.
Mørke mineraller...	6	”	

Den virkelige sammensetning av en pegmatit kan imidlertid være meget forskjellig fra dette gjennomsnitt. — Der kan f. eks. være meget mere enn 35 pct. kvarts; vi kjenner pegmatiter som består av nesten bare kvarts; men der kan også være betydelig mindre, så at pegmatiten består av overveiende feltspat. — Av mørke mineraller (glimmer, turmalin, jernertser etc.) holder granitpegmatiten alltid lite, men den kan undertiden holde betydelig mere enn 6 pct. Vi finner dog også pegmatit hvor de mørke mineraller mangler nesten helt. — Forholdet mellom de forskjellige feltspater kan variere sterkt. I de analyser som er brukt til beregning av gjennomsnittssammensetningen varierer feltspatmengdene mellom følgende grenser:

Kalifeltspat	mellom	3 og 56	pct.
Natronfeltspat	”	10 ” 43	”
Kalkfeltspat	”	1 ” 18	”

Den samlede mengde feltspat ligger i de samme analyser mellom 46 og 80 pct. — Det er tidligere fremhevet at de tre feltspatarter ikke finnes ublandet. En del av natronfeltspaten går inn i kali-natronfeltspat, men den største del går ind i pegmatitens almindelige kalk-natronfeltspat; en del kan også danne næsten ren natronfeltspat (albit). Pegmatiten kan altså samtidig holde tre forskjellige blandingsfeltspater; som regel er kali-natronfeltspaten og den almindelige kalk-natronfeltspat helt overveiende.

b. Mengden av bimineraler.

De mineraler som i det foregående er kaldt bimineraler finnes alltid i meget små mengder i pegmatiten; deres bestanddeler viser sig ofte ikke i analysen. Av jernertser (vesentlig magnetjern) er der undertiden så meget som 1—2 pct., men ofte mindre og av apatit op til 0,5 pct., som regel meget mindre. Av de andre almindelige bimineraler er der alltid betydelig mindre. De sjeldne bimineraler forekommer i forsvinnende små mengder, sammenlignet med de øvrige mineraler. Selv i forekomster som er „rike“ på sjeldne mineraler utgjør disse bare en liten brøkdels procent av pegmatiten.

c. Forskjellige sammensetninger av granitpegmatit.

Efter arten og mengden av hovedmineraler og bimineraler kunde vi inndele granitpegmatiten i mange grupper, som der dog ikke blev skarpe grenser mellem. Vi antyder her bare de grupper som er mest eiendommelige for pegmatit fra norske forekomster, og tar kun hensyn til pegmatiter som holder betraktelige mengder av både feltspat og kvarts.

1. *Kali-natronrik pegmatit.*

Den almindeligste granitpegmatit er den som ved siden av kvarts holder overveiende kali-natronfeltspat, men dessuten som regel også betydelige mengder av kalk-natronfeltspat. Da kalk-natronfeltspaten næsten bestandig er en kalkfattig art (albit eller oligoklas) blir disse pegmatiter i sin helhet også kalkfattige. — Det almindeligste mørke hovedmineral er biotit, som næsten aldrig mangler helt i denne gruppes pegmatiter. Undertiden er biotiten alene, men ofte finnes den sammen med turmalin. — I adskillige pegmatiter av denne gruppe er muskovit det herskende mørke mineral, undertiden det eneste; muskoviten ledsages ofte av granat. — I andre litt sjeldnere pegmatiter er turmalin det herskende mørke mineral; den finnes næsten alltid sammen med litt glimmer, som oftest biotit. — De granitpegmatiter av denne gruppe hvor hornblende er det herskende mørke mineral, er forholdsvis sjeldne og som regel ubetydelige

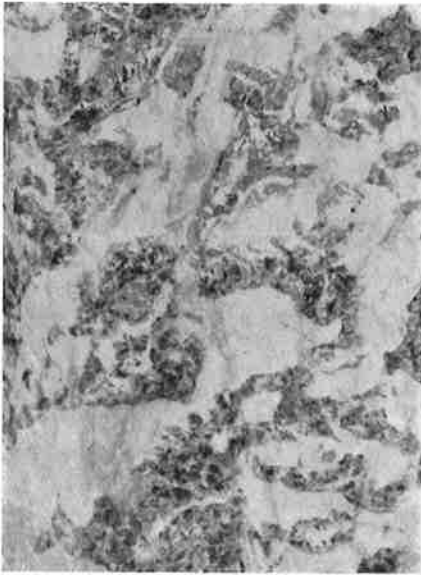


Fig. 25.

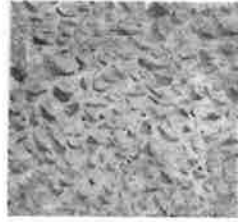


Fig. 26

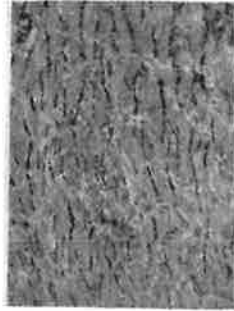


Fig. 27.

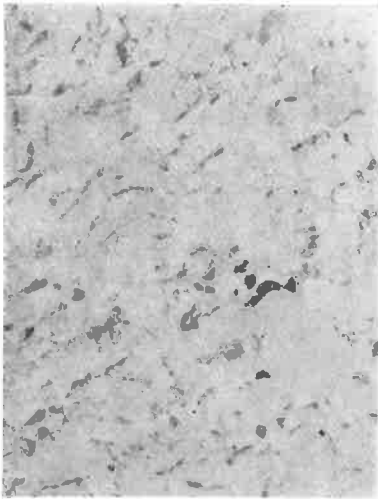


Fig. 28.



Fig. 29.

Fig. 25 til 29. Skriftgranit.

De flater som vises er naturlige kløvningsflater hos feltspaten. De mørke partier er kvarts, de lyse feltpat. Variasjonen i kvartspartienes form og størrelse sees tydelig ved sammenligning av billedene. I fig. 25. er feltspaten kalk-natronfeltpat, i de øvrige kali-natronfeltpat. — Forekomster: Fig. 25. Løvrak, Froland. Fig. 26. Frigstad, Iveland. Fig. 27. Løvrak, Froland. Fig. 28. Kirkesund, Skåtøy. Fig. 29. Birkeland, Iveland.

stengler eller tynne skiver av kvarts, som alle kan tilhøre ett eller noen få individer. Kvartspartiene kan undertiden være så finkornige at de bare så vidt sees, men de kan også bli flere cm brede og over $\frac{1}{2}$ m lange. Tversnittene av kvartspartiene på feltspatens kløvningssflater har ikke sjelden former som minder om orientalske skrifttegn, derav navnet skriftgranit.

Mengdeforholdet mellem feltspat og kvarts kan være nokså forskjellig, men de aller fleste skriftgraniter holder 20—30 pct. kvarts, altså 70—80 pct. feltspat, gjennomsnittlig ca. 26 pct. kvarts og 74 pct. feltspat.

Skriftgranitens feltspat er som oftest kali-natronfeltspat (mikroklin-perthit), men ofte også kalk-natronfeltspat (oligoklas).

b. Andre sammenføininger av mineraler.

På lignende måte som skriftgranit kan også andre mineraler være regelmessig sammenføiet i pegmatiten.

Turmalin og kvarts kan være sammenvokset. Der kan sitte stengler av kvarts inni krystaller eller masser av turmalin, eller turmalin kan danne bare et tynt hylster utenom kvartsen.

Nokså regelmessige sammenvoksninger av kvarts og granat sees ofte i de pegmatiter som holder meget granat.

Pegmatitens glimmer, især muskovit, holder ofte stengler av kvarts tvers på kløvningen og ikke sjelden lag av kvarts mellem kløvningssflak. Også feltspat kan finnes som tynne skiver eller lag i glimmer. Undertiden danner granat, epidot og turmalin flate eller langstrakte krystaller langs med glimmerens kløvning.

En egenartet sammenføining av mineraler er de såkalte glimmertrekanter som ofte sees i pegmatit. Disse består av store glimmerflak (biotit og muskovit) som støter sammen i spisse vinkler; mellemmummene er fylt av feltspat. Dels i feltspaten og dels i glimmeren sitter der ofte betydelige mengder av pegmatitens sjeldne mineraler, særlig de mineraler som holder sjeldne syrer og jordarter. Glimmertrekantene er i virkeligheten de sikreste festeder for disse mineraler.

c. Stolper og store krystaller.

Store partier av ren feltspat eller ren kvarts kalles ofte „stolper“. En feltspatstolpe kan bestå av en eneste stor krystall eller av flere krystaller; det samme gjelder kvartsstolper. Slike stolper kan bli mange meter i lengde, bredde og tykkelse. Vi kjenner eksempler på feltspatstolper som består av enkelte krystaller med over 10 m lange kløvningssflater. Disse store krystaller kan veie 100 tonn eller mere, og de er sikkert de største som finnes av noget mineral.

Av andre mineraler enn feltspat og kvarts er det bare glimmer som finnes i meget store partier i granitpegmatiter fra norske forekomster. Flak av biotit og muskovit som er 2—3 m lange og brede og $\frac{1}{2}$ m tykke er ikke rent sjeldne. Disse glimmerflak veier dog i høiden noen få tonn og kommer således ikke op mot de store feltspatkrystaller. — Bimineralene finnes som regel i ganske små krystaller og masser; undtagelsesvis finner vi dog f. eks. gadolinit, columbit og alvit i krystaller eller partier på noen få kg og topas og beryl i krystaller som kan veie 50—100 kg.

Pegmatitens store stolper er de viktigste kilder hvorfra handelens feltspat og kvarts utvinnes. En forekomst som holder mange slike stolper vil alltid være drivverdig hvis den har en noenlunde heldig beliggenhet. Feltspat og kvarts pleier å følges ad i kornstørrelse i samme forekomst. Finnes der således store partier av kvarts kan vi som regel gå ut fra at der et sted i nærheten også finnes store partier av feltspat.

d. Druserum.

I enkelte pegmatiter sees der større eller mindre hulrum hvori krystaller av feltspat, kvarts og andre mineraler raker inn. Disse kalles druserum, populært også „lerhuller“, fordi de ofte inneholder en lersubstans. De kan bli en meter eller mere i tverrmål, men som oftest er de meget mindre. (Se fig. 52). Vi kan finne gode krystaller av kali-natronfeltspat, ren natronfeltspat (albit), kvarts, muskovit og forskjellige andre mineraler i disse druserum. I enkelte pegmatitforekomster i andre land er slike druserum findested for verdifulde edelstensmineraler.

e. Aplit.

I pegmatiten finner vi ofte en ganske finkornig (sukkerkornig) bergart som består av overveiende feltspat og kvarts. Denne såkalte aplit skiller sig sterkt ut fra den grovkornige pegmatit, men den antas allikevel å være opstått sammen med den. Den kan finnes i meget uregelmessige partier mellom de grovkornige deler av pegmatiten eller i skarpt avgrensede ganger som går næsten rettlinjet gjennom pegmatiten. I almindelighet holder apliten overveiende kali-natronfeltspat (mikroklinperthit), men også en del kalk-natronfeltspat (albit eller oligoklas). Dessuten holder den kvarts og gjerne små mengder av glimmer, men forsvinnende lite av andre mineraler.

C. Granitpegmatitens geologi.

Granitpegmatit finnes alltid i forbindelse med granit eller granitlignende bergarter. Undertiden findes de i selve graniten som en mindre, mere grovkornig del av denne. Som oftest optrer den dog i fremmede bergarter, hvor den danner mere eller mindre regelmessig avgrensede partier. Almindelig granit findes da gjerne et eller annet sted i nærheten av pegmatiten. Pegmatiten i de fleste norske forekomster henger sammen med den granit som tilhører grunnfjellet eller de prekambriske formasjoner, den eldste del av jordskorpen.

1. Bemerkninger om grunnfjellets bergarter.

Grunnfjellet i Norge har ennå været lite undersøkt. Vi vet dog at det består av en mengde forskjellige slags bergarter som er føiet sammen på en innviklet måte. Vi kan for oversiktens skyld dele disse bergarter i to grupper, de stripete og de ustripete, men der er ikke noget skarpt skille mellom gruppene.

a. Stripete bergarter.

Stripningen kommer frem derved at mineralene er ordnet i rekker eller tynne lag. Ofte har disse stripete bergarter en tydelig skifrihet. — De almindeligste grunnfjellsbergarter av denne gruppe er følgende: *Gneis*, en bergart, som består vesentlig av feltspat, kvarts og glimmer. *Glimmerskifer*, en mørk grålig bergart som holder store mengder glimmer foruten kvarts, feltspat og andre mineraler. *Hornblendeskifer* (amfibolit), en mørk

bergart som består av hornblende med kalk-natronfeltspat og ofte kvarts foruten forskjellige andre mineraler. *Kvartsit*, en grålig bergart som består av overveiende kvarts med litt glimmer eller andre mineraler.

De stripete bergarter danner lag i fjellet. Lagene kan stå loddrett eller på skrå, og de kan ligge vannrett eller være foldet. Forskjellige lag kan veksele i hurtig rekkefølge; ofte er de så tynne at de bare viser sig som striper eller bånd på fjelloverflaten. Der finnes dog også meget tykke lag av ensartet beskaffenhet. — Lagenes strøk (retningen av vannrette linjer langs lagene) kan holde sig uforandret over lange strekninger, mens faldet (hellingen loddrett på strøkretningen) kan forandre sig med korte mellomrum.

Alle de stripete bergarter som er nevnt her og en mengde andre danner hvad vi kalder forandrede (omvandlede, metamorfe) bergarter. De kan oprindelig ha været bruddstykkebergarter (sedimentærbergarter) opstått ved herdning av slam, sand og grus, eller de kan ha været lavaer, som er størknet på jordoverflaten eller dypbergarter størknet nede i jordskorpen (se nedenfor). Alle disse bergarter har i tidens løp været utsatt for jordskorpens vekslende krefter, særlig trykk og høie temperaturer og er derved blitt forandret til de forskjellige slags stripete bergarter som vi nu finner i grunnfjellet. Undertiden består forandringen bare i at mineralkornene er knust op ved trykk; bergarten er allikevel sammenhengende fordi bruddstykkene er presset inn i hinannen og delvis kittet sammen igjen av nye mineraler som er tilført ved oppløsninger. Men ofte har bergarten fått et helt nytt preg, fordi mineralene er vokset eller er blitt ordnet på en annen måte, eller fordi nye mineraler er opstått på bekostning av de gamle.

b. Ustripete bergarter.

Hos de ustripete bergarter er mineralene ikke ordnet i rekker, men ligger om hinannen, så bergartene får en kornig struktur. Disse bergarter er opstått ved størkning av smeltmasser dypt under jordens overflate. De er kommet frem i dagen ved at de deler av jordskorpen som engang lå over dem litt efter litt er blitt fjernet av de nedbrytende krefter som hvert øieblikk tærer på jordoverflaten. — De viktigste grunnfjellsbergarter av denne gruppe er følgende: *Granit*, hvorav der er flere slags; den almindeligste består av kali-natronfeltspat, kalk-natronfeltspat, kvarts, glimmer og forskjellige bimineraler. *Diorit*, som består av kalk-natronfeltspat, hornblende og vekslende mengder kvarts samt bimineraler. *Gabbro*, som består av kalkrik kalk-natronfeltspat, pyroxen (eller hornblende), jernertser og andre mineraler i små mengder.

Bergarter, som oprindelig har været ustripet kan som ovenfor nevnt ha været utsatt for forandringer og derved blitt stripet. Granit kan således optre som *gneisgranit* med tydelig stripning eller endog som en helt skifrig bergart. På samme måte forholder det sig med diorit, gabbro og andre bergarter i denne gruppe; de finnes ofte i stripet eller skifrig tilstand tiltross for at de sannsynligvis har været ustripet den gang de blev til ved størkning av smeltmasser.



Fig. 30. Pegmatitrygg fra Skåtøy ved Kragerø. Billedet viser den sydvestre ende av en nordøstgaaende gang på østsiden av bukten ved Skåtøy kirke. Tvers over pegmatiten går en gang av diabas.



Fig. 31. Pegmatitrygg ved Kirkesund på Skåtøy ved Kragerø. Pegmatiten danner en gang som står på skrå med bratt heldning. Gjennem pegmatiten går en gang av diabas.

Noen av de største ganger kan følges i flere km. med få avbrytelser der hvor de er dekket er jord. De kan bli inntil 60 m brede, men som oftest er de meget smalere.

Fig. 34 er en kartskisse som viser pegmatitgangenenes forløp over den nordvestlige del av Skåtøy. Det sees tydelig hvorledes de fleste ganger går i omtrent samme retning. Fig. 30 viser en lav rygg av pegmatit fra østsiden av bukten ved Skåtøy kirke. I fig. 31 sees en høiere rygg ved Kirkesund østenfor kartskissen. Gjennom begge disse pegmatiter går ganger av diabas, en mørk bergart som er blitt til ved størkning av smeltemasser i sprekker gjennom pegmatiten og dens sidebergarter. Diabassmelten har fylt sprekke nedefra den gang pegmatiten ennå lå dypt under jordoverflaten. — Fig. 32 er en rygg av pegmatit fra Jesper østenfor Skåtøy. Kartskissen fig. 35 viser pegmatitgangene på Hesstangen, den sydvestlige halvø av Skåtøy. Gangene er her nokså uregelmessige og går i forskjellige retninger; enkelte steder forgrener de sig og omslutter deler av sidebergarten. Fig. 33 er et fotografi av en av disse grener som går langs den stripete gneis. Pegmatiten i denne gren holder lite skriftgranit, den er derfor ikke hårdere enn gneisen og stikker ikke op som en rygg. Fig. 37 viser en av kartskissens store ganger (den sydlige ende av den nordligste gang) omgitt på begge sider av en mørk hornblendeskifer. I denne gang er pegmatiten forholdsvis hård, så den danner en rygg.

Pegmatiten på Skåtøy har ingen regelmessig bygning; mineralene er blandet om hinannen tilsynelatende uten orden. Skriftgranit er, som nevnt, meget almindelig. Av feltspat finnes der både kali-natronfeltspat (almindelig mikroklinperthit) og kalknatronfeltspat (oligoklas) dels om hinannen i samme gang og dels hver for sig i særegne ganger eller i større partier av en og samme gang. Enkelte steder er feltspat og kvarts utskilt i såpass grove partier at forholdsvis ren feltspat har kunnet utvinnes. Av bimineraler er mørk glimmer (biotit) det viktigste; dessuten finnes der ofte også lys glimmer (muskovit) i små flak samt litt turmalin.

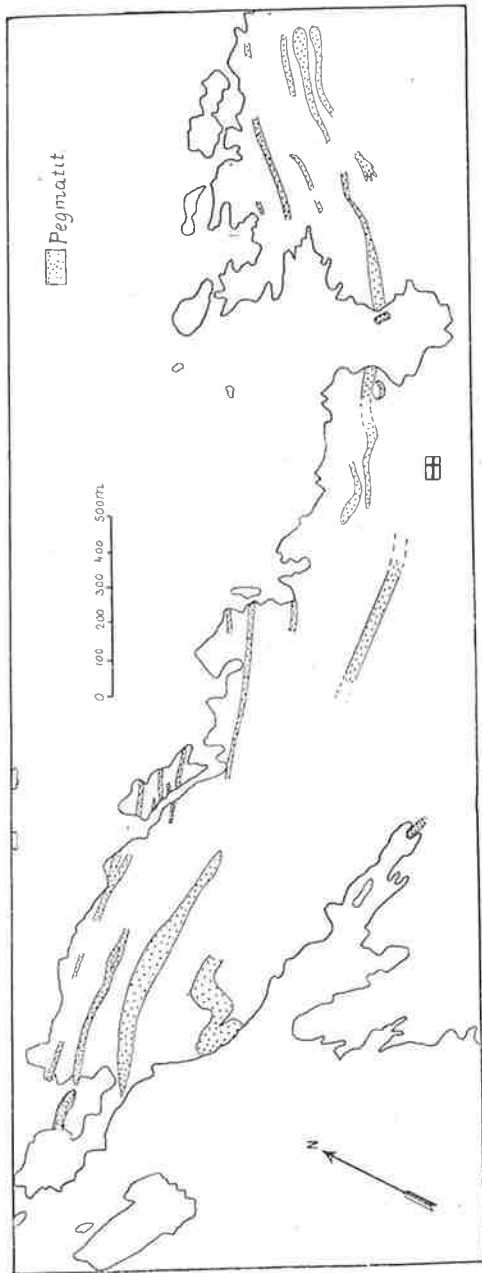


Fig. 34. Geologisk kartskisse over den nordvestlige del av Skåtøy ved Kragerø. Pegmatittens sidebergarter (hvitt på kartet) er forskjellige slags gneis. Efter kart av H. Marstrander.

b. Øene nord for Langø ved Kragerø.

Over øene nord for Langø ved Kragerø går der pegmatit omtrent langs strøket (ONO) av de stripete bergarter. Den danner uregelmessige linser som står omtrent loddrett og sender undertiden utløpere i forskjellige retninger ind i sidebergartene. I det ytre trer den flere steder frem som høie koller (fig. 38). — To helt forskjellige slags pegmatit finnes på disse øer; på de fleste steder er der en almindelig pegmatit med overveiende kali-natronfeltspat, men enkelte steder optrer en eiendommelig pegmatit med overveiende natronfeltspat. Vi omtaler nedenfor eksempler først på den kalirike og siden på den natronrike pegmatit.

Fig. 36 er en kartskisse over Kirkeholmen, en av de minste øer, som for en stor del består av pegmatit. Fig. 40 er et fotografi av en del av øen tatt østover fra den sydvestlige knaus. Iøinefallende er den mektige rygg av pegmatit over den sydlige del av øen og de uregelmessige forgreninger på den nordlige del. To forskjellige ganger av diabas overskjærer pegmatiten og dens sidebergarter (vesentlig gneislignende bergarter). På fig. 39 sees det (nederst til høire på bildet) hvorledes den lyse pegmatit veksler i striper med den mørke gneis. Hele fjellmassen er her på en måte gjennomfiltret med pegmatit.

Pegmatiten på Kirkeholmen og øene vestenfor består for en stor del av skriftgranit og en uregelmessig forholdsvis finkornig blanding av feltspat og kvarts. Den holder overveiende kali-natronfeltspat, lite kalk-natronfeltspat. Av bimineraler finnes mørk og lys glimmer i små flak og enkelte steder litt turmalin.

Det beste eksempel på den natronrike pegmatit er forekomsten på den østre odde av Risøen, hvorav fig. 43 er en kartskisse. Øens fjellgrunn består av hornblende- og pyroxenførende bergarter og av hvite, finkornige bergarter som vesentlig holder natronfeltspat og kvarts (aplit). Pegmatiten overskjærer disse bergarter og har form av en tykk linse som sender en lang utløper vestover. — Som kartskissen viser overskjæres pegmatiten igjen av diabas. I pegmatiten har der været et betydelig feltspatbrudd for utvinning av natronfeltspat. Fig. 41 er et fotografi av bruddet hvor hovedmassen av pegmatiten sees.



Fig. 35. Geologisk kartskisse over Hesstangen, den sydvestlige halvø på Skåtøy ved Kragerø. Pegmatitens sidebergarter er gneis og hornblendeskifer (amfibolit).



Fig. 36. Geologisk kartskisse over Kirkeholmen nord for Langø ved Kragerø. Pegmatitten og diabasen er omgitt av gneislignende bergarter.



Fig. 37. Fra vestsiden av Hestangen på Skåtøy ved Kragerø. Det grå tilvenstre for huset er gneis, det mørke under huset og lengst tilhøire er hornblendeskifer (amfibolit), det lyse i høideryggen tilhøire for huset er pegmatit.

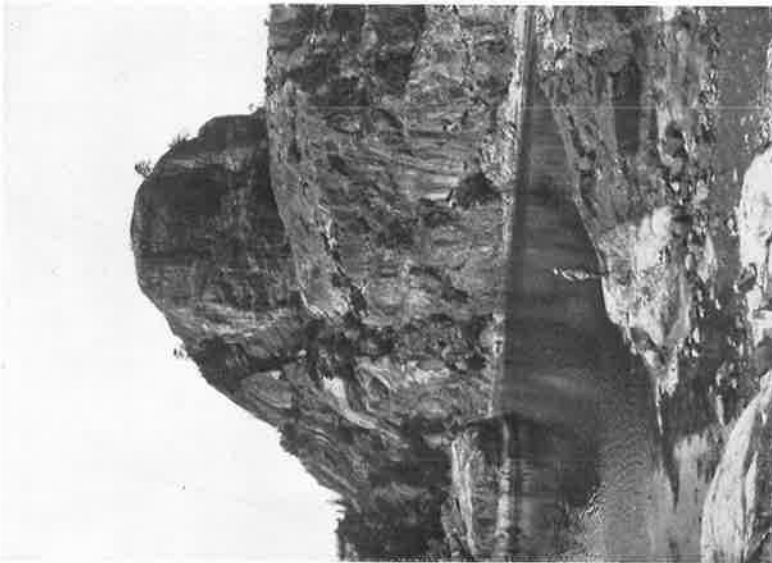


Fig. 38.

Fig. 38. Høi kolle av pegmatit på Gressholmen nord for Langø ved Kragerø. Gjennom pegmatiten går en diabasgang; den sees som en mørk stripe i skråningen tilvenstre og som et mørkt parti i forgrunnen tilhøire for mannen. — Fig. 39. Pegmatit på øene nord for Langø ved Kragerø. I forgrunnen en del av Gressholmen, midt på bildet et menneske, tilhøire Risøen. Gjennom pegmatitknusen i forgrunnen går en diabasgang som også sees på den lille ø forrest. Tilhøire sees lys pegmatit som veksler i striper med gneis.



Fig. 39.



Fig. 40. Kirkeholmen nord for Langø ved Kragersø. Billedet er tatt fra nordvestre odde mot øst (se fig. 39). Flatberget i forgrunnen og den høje knaus tilhøre består av pegmatitt. Tilvenstre sees lyse partier av pegmatitt i den mørkere gneis.

Pegmatitens hovedmineral er en temmelig ren natronfeltspat (analyse Nr. 5, tabel 3, side 10), som holder små mengder kalkfeltspat og litt kalifeltspat. Dessuten er der, foruten betydelige mengder kvarts, også en del almindelig kali-natronfeltspat. Av mørke mineraler er der en grøn pyroxen (salit) i tildels store krystaller som sees på fig. 42 og dessuten strålig hornblende; der finnes også litt mørk glimmer. Av bimineraler er særlig titanit fremtredende; i sprekker sees små mengder av svovelkis og kalkspat.

c. Løvrak, Froland.

Ved gården Løvrak i Froland er der en stor forekomst av pegmatit med flere feltspatbrudd. Fig. 44 er en kartskisse av forekomsten. Pegmatiten følger en bred rygg som strekker sig i nord-nordøstlig retning vest for gården. De omgivende bergarter er overveiende gneis og hornblendeskifer. Selve pegmatitmassen synes å ha form av en rekke uregelmessige linser som følger høideryggen og stryker i nord-nordøstlig retning omtrent langs strøket av sidebergartene. Linsene ligger på skrå og faller mot øst-sydøst. Flere steder er der store flak av sidestenen innesluttet i pegmatiten. Den største pegmatitlinse hvor de fleste brudd befinner sig har en blottet overflate som er over 500 m lang og over 200 m bred.

Pegmatiten består for en stor del av skriftgranit og en forholdsvis finkornig, uregelmessig blanding av feltspat og kvarts. I denne pegmatitmasse er der imidlertid flere steder utskilt meget grovkornige partier med store stolper av feltspat og kvarts, og det er på disse steder bruddene er anlagt. Feltspatstolpene kan bli op til 8 m lange, og der finnes kvartsstolper av lignende størrelse. — Fordelingen av mineralene i et slikt grovkornig pegmatitparti er vist i fig. 45, som er en profilskisse av en vegg i et av de sydligste brudd. Det sees at der foruten kali-natronfeltspat også finnes ganske meget kalk-natronfeltspat, for en stor del i form av skriftgranit. Et parti av denne skriftgranit sees på fig. 46. Det viktigste bimineral er muskovit som finnes i flak på op til $\frac{1}{2}$ m i tverrmål, men som oftest i mindre krystaller og skjell. Sammen med muskoviten er der også litt biotit og en del granat. I et annet brudd er der i glimmeren funnet et mineral av euxenitgruppen. Enkelte steder går der små ganger av aplit gjennom pegmatiten (se fig. 47).

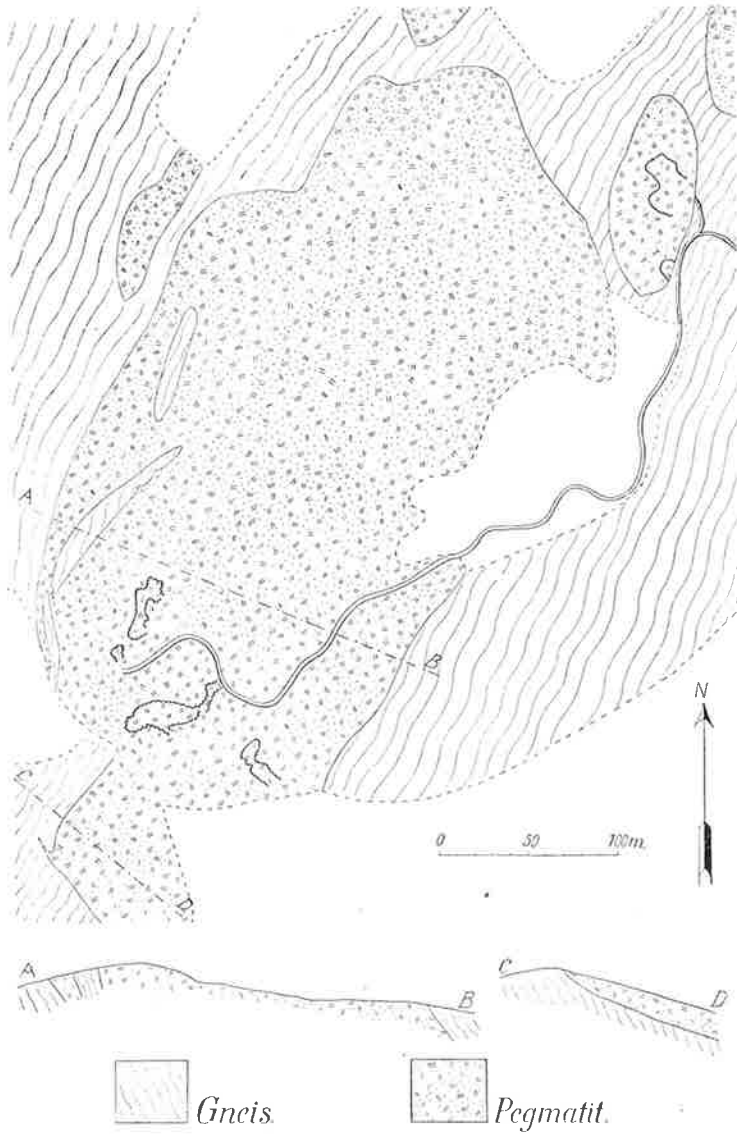


Fig. 44. Geologisk kartskisse over en pegmatitforekomst ved Løvrak i Froland. Omrissene av feltspatbrudd (høsten 1922) er antydnet ved siksaklinjer.

d. Gloserheia, Lyngrot, Froland.

I Lyngrots utmark i Froland, ca. 1,5 km øst for gården, ligger en eiendommelig pegmatitforekomst på toppen av en bred rygg som går i vest-sydvestlig retning. Forekomsten, hvor der er et gammelt feltspatbrudd, kalles Gloserheia.

De omgivende bergarter er gneis, gneisgranit og amfibolit med partier av uren kvartsit; de har et sterkt vekslende, gjennomgående nordlig strøk. Disse bergarter overskjæres av en

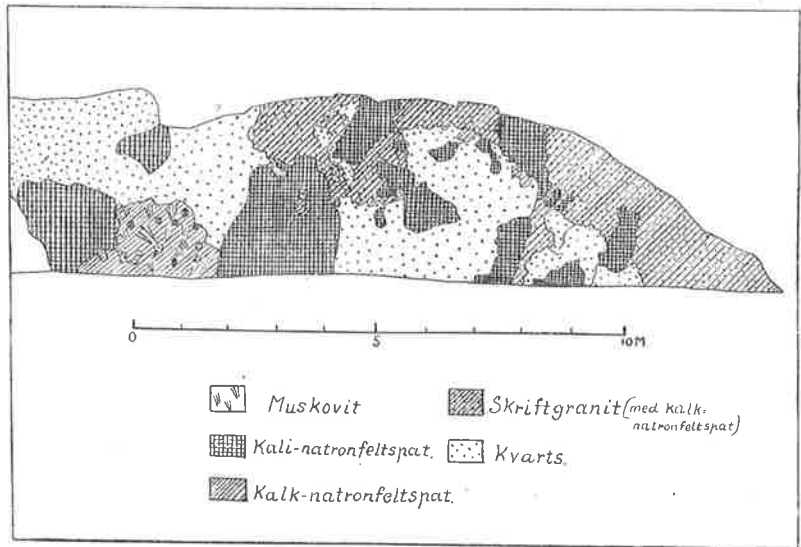


Fig. 45. Skjematisk tverrsnitt gjennom pegmatiten i et av feltspatbruddene ved Løvrak i Froland.

mektig pegmatitmasse som følger den nevnte høiderydd og står på skrå med heldning mot NNV. Kartskissen fig. 50 viser en del av pegmatiten, som er ca. 140 m bred og kan følges i flere hundre meter i lengderetningen. Pegmatiten består for en stor del av en nokså finkornig skriftgranit, hvori feltspaten er overveiende kali-natronfelspat. I skriftgraniten er der flere steder årer og uregelmessige masser av pegmatit med adskilt feltspat og kvarts og ganger av aplit.

Det sees på kartskissen at der i den østlige del av pegmatitmassen finnes et stort parti hvor feltspaten og kvartsen er



Fig. 46. En vegg av skriftgranit i feltspatbrudd ved Løvrak i Froland. De lyse partier er skriftgranitens feltspat (kalk-natronfeltspat), de små, uregelmessige, mørke partier er kvarts.



Fig. 47. Feltspatbrudd ved Løvrak i Froland. Almindelig grovkornig pegmatit. Tilhøire sees en smal åre av aplit (på skrå opover tilhøire).

e. Tveit, Flåt og Landsverk, Evje.

Kartskissen fig. 53 viser noen pegmatitforekomster på gårdene Tveit, Flåt og Landsverk i Evje. Ved de to førstnevnte er der forholdsvis nye feltspatbrudd, som fremdeles er i drift; ved Landsverk er der et stort brudd, som har vært nedlagt i mange år.

Disse forekomster ligger i et strøk hvor gabbro og gneislignende bergarter (hvoriblandt gneisgranit) danner fjellgrunnen. Forekomstene trer lite frem på overflaten; pegmatiten stikker ikke frem i rygger og knauser som hos mange av de forekomster vi har nevnt i det foregående, men ligger jevnt med overflaten av fjellet omkring; den er derfor også flere steder dekket av jord.

I de to nordlige forekomster, Tveit og Flåt, har pegmatiten en uregelmessig form; den danner tilsynelatende store klumper, hvorav bare en del kommer frem på overflaten. Fotografiet, fig. 49, fra bruddet ved Flåt, viser tydelig hvorledes pegmatiten ligger under gneisen. — Disse to forekomster utmerker sig ved store mengder av feltspat og forholdsvis lite kvarts. Av den herskende røde kali-natronfeltspat finnes der veldige sammenhengende partier (stolper); mellom disse er der mere finkornig pegmatit og litt kalk-natronfeltspat. Der er mange druserum hvori sees krystaller av natronfeltspat og epidot. Det herskende mørke mineral er biotit som finnes i store, tynne og sterkt opdelte flak. Av bimineraler er der ellers litt flusspat og en del magnetjern, tildels i nevestore klumper.

Forekomsten ved Landsverk danner en 20—30 m bred gang som kiler ut i øst og synes å stå omtrent loddrett. Pegmatiten i denne forekomst er merkelig derved at den for en stor del består av en mengde store og små bruddstykker av feltspat som sammen med bruddstykker av sidebergarten danner en breccie med kvarts mellom bruddstykkene. Fig. 51 viser et fotografi av denne „pegmatitbreccie“. Feltspaten er overveiende kali-natronfeltspat, dels sterkt rød, og dels lys gulaktig, undertiden grønn (amazonsten). Den finnes i rene partier på 1 m eller mere. Sammen med den finnes der en del lys kalk-natronfeltspat. Skriftgranit sees ikke i denne forekomst. Av



Fig. 51.

Fig. 51. „Pegmatitbreccie“ fra Landsverk i Evje (se fig. 53). Mørke bruddstykker av gabbro fra sidebergarten og lysere bruddstykker av feldspat er kittet sammen av lyse kvartsårer. Målestaven er 1 m. lang. — Fig. 52. Vegg i pegmatitbrudd ved Landsverk i Evje (samme forekomst som fig. 51). Øverst et parti kvarts-feltspatpegmatit. Under dette parti tilvenstre noen store glimmerflak og fra midten og utover mot høire nogen druserum (ca. $\frac{1}{2}$ m. i tvermål). Nederst pegmatitbreccie og løse blokker.



Fig. 52.

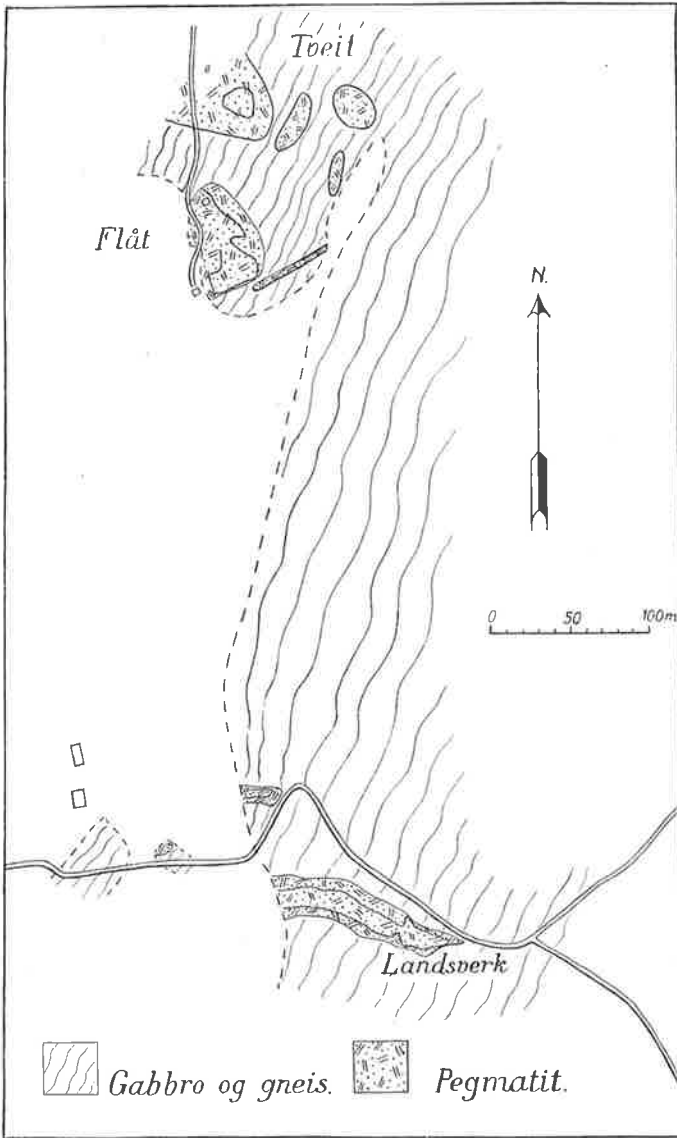


Fig. 53. Geologisk kartskisse over pegmatitforekomster ved Tveit, Flåt og Landsverk i Evje. Siksaklinjer betegner feltspatbrudd (1923).

glimmer finnes der adskillig, både muskovit og biotit. I de meterstore flak av biotiten og i de mellemlag av feltspat som er i glimmerflakene finnes der adskillig av pegmatitens sjeldne mineraler, f. eks. monazit og flere av euxenitgruppens mineraler. Av andre mineraler finnes der epidot, magnetjern, orthit og granat. Pegmatiten har mange store og små druserum (se fig. 52), hvori der er krystaller av kvarts og natronfeltspat, ofte med et grågrønt overtrekk av et kloritmineral som også delvis fyller druserummene i form av en leraktig masse. Dessuten er der litt kalkspat.

f. Gulliksrud, Eiker.

Forekomsten, som fremstilles på kartskissen fig. 54, ligger i Gulliksruds utmark, ca. 6 km fra Darbu stasjon.

Pegmatiten ligger i en hornblendegneis langs kanten av en nordgående skrent og kan følges sammenhengende i ca. 550 m i lengderetningen. Den har form av en linse som ligger på skrå med heldning mot vest. Den er muligens 50 m tykk på det tykkeste (omtrent på midten hvor dens utgående har en bredde på ca. 80 m), men er bare 20—30 m tykk over en stor strekning og smalner av i den sydlige del til noen få meter; lengst mot syd deler den sig op i uregelmessige små linser. Forøvrig fremgår pegmatitens form av kartskissen og de profiler som ledsager den.

Eiendommelig for denne pegmatit er at den har utskilt en sone av kvarts omtrent langs midten av linsen. På begge sider av kvartsen er der et lag med pegmatit. Dette vises tydelig i profil III som er tegnet i større målestokk enn kartskissen og de øvrige profiler. Pegmatiten over kvartssonen holder her glimmer og består for en stor del av skriftgranit; pegmatiten under kvartsen er på det nærmeste fri for glimmer og består av skriftgranit med stolper av ren feltspat. En lignende ordning av mineralene finnes langs hele forekomsten, dog kan der være adskillige variasjoner; kvartslinsen kan f. eks. gå helt over til den ene side av pegmatiten.

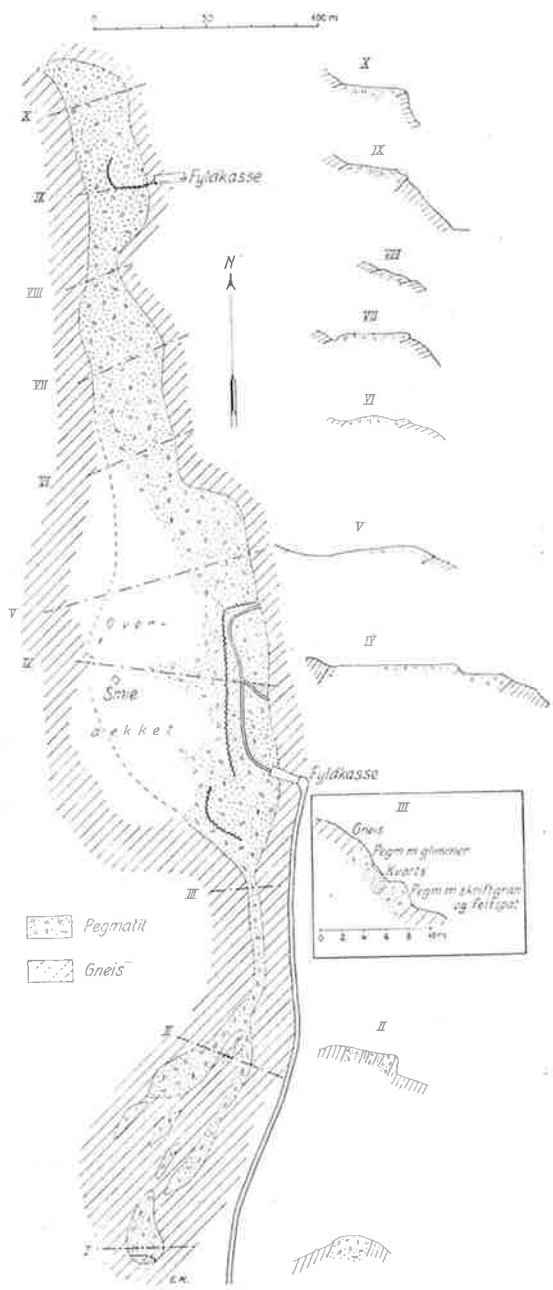


Fig. 54. Geologisk kartskisse over pegmatitforekomst ved Gulliksrud i Eiker. Siksaklinjer angir omrissene av feltspatbruddene (høsten 1923).

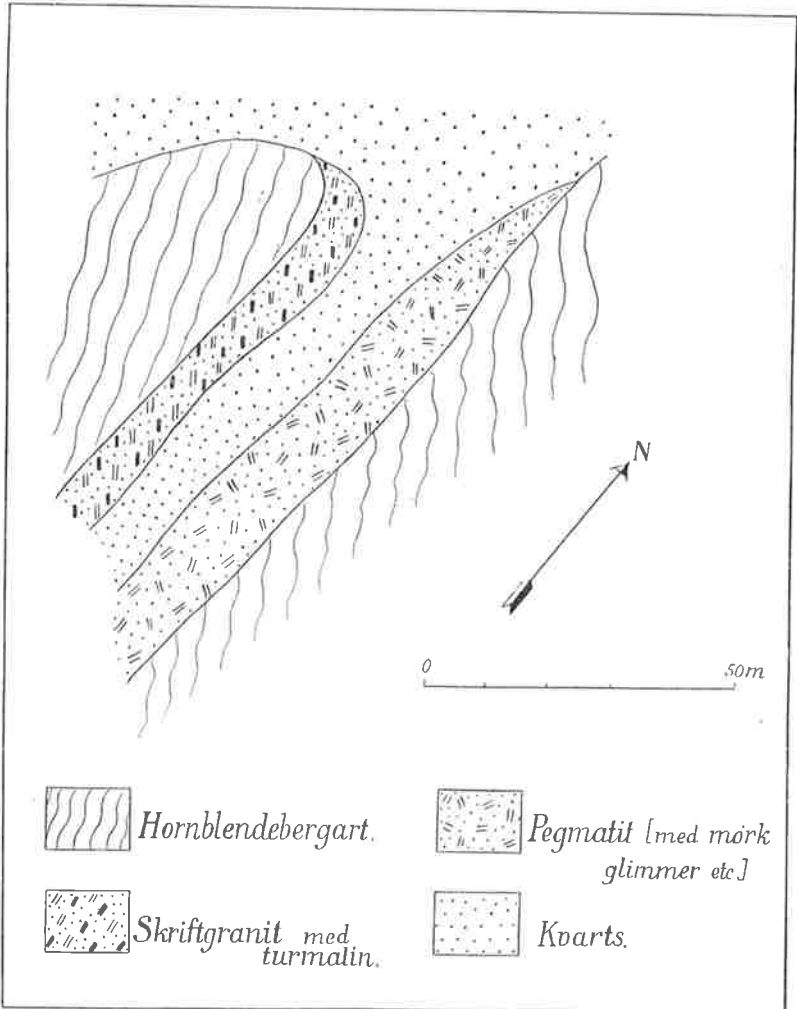


Fig. 55. Forenklet geologisk kartskisse over pegmatitforekomst ved Ramskjær i Søndeled. Feltspatbruddet begynner i den sydlige del av forekomsten og stiger bratt opover mot nord. Pegmatiten går på skrå inn under gneisen i vest (sydvestlig fall).



Fig. 56. Krystaller av turmalin i pegmatit. Ramskjær i Søndeled.



Fig. 57. Skråtliggende pegmatitgang ved Ramskjær i Søndeled.

Feltspaten er en grå kali-natronfeltspat (analyse Nr. 1, tabell 3, side 10); dessuten finnes der litt kalk-natronfeltspat. Av andre mineraler sees bare biotit og muskovit og litt granat.

g. Ramskjær, Søndeled.

Ved Ramskjær i Søndeled er der en pegmatitforekomst med et gammelt feltspatbrudd. Fig. 55 er en sterkt forenklet kartskisse av forekomsten.

Pegmatiten i bruddet danner en skråttliggende gang i en mørk hornblenderik bergart (omvandlet gabbro). Den strekker

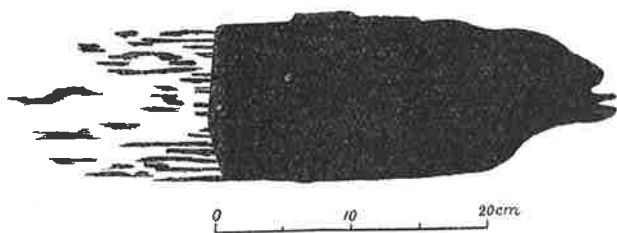


Fig. 58. Snitt av en turmalinkrystall omgitt av pegmatit. Til venstre sees stengler av turmalin som danner en regelmessig sammenvoksnings med skriftgranit. Fra det gamle feltspatbrudd ved Ramskjær i Søndeled.

sig opover en bratt skråning i nordlig retning og går nordover tilsynelatende over i et stort felt av grovkornig kvarts. Gangen holder 30—40° mot SV. Dens bredde i dagen er 20—30 m og dens lengde ca. 70 m. Langs midten går en sone av kvarts med spredte krystaller av feltspat; på oversiden av denne er der et lag med pegmatit som for en stor del består av skriftgranitt (av kalk-natronfeltspat) med lys glimmer og en mengde turmalin. Fig. 56 viser turmalinkrystaller i pegmatit. Turmalinen er ofte regelmessig sammenvokset med skriftgranit (se fig. 58). På undersiden av kvartssonen er der et lag med almindelig pegmatit hvori finnes meterstore partier av kali-natronfeltspat og adskillig mørk glimmer samt litt lys glimmer og turmalin. Av andre mineraler er der i denne forekomst funnet apatit, granat, beryl, blomstrandin, columbit, euxenit, thorit, xenotim og ilmenorutil.



Fig. 61. Liggende pegmatitgang ved Isnes i Bamle. Den omgivende bergart er hornblendeskifer. Pegmatiten består hovedsakelig av kali-natronfeltspat, skriftgranit og kalk-natronfeltspat.



Fig. 62. Feltspatbrudd ved Kibbevik på Askerøen ved Lyngør. Pegmatiten danner en skråttliggende linse. På bildet sees litt av pegmatitlinsens øverste del med overliggende mørk gabbro.



Fig. 63. Feltspatbrudd ved Feset i Bamle. Pegmatiten består av kali-natronfeltspat, kvarts, kalk-natronfeltspat, glimmer (overveiende muskovit) og litt granat. På bildet sees den uregelmessige grense mellom hornblendeskifer og den underliggende pegmatit.



Fig. 64. Feltspatbrudd ved Stryker i Rakkestad. Pegmatiten ligger under gneis; dens uregelmessige øvre grense sees skarpt tvers over bildet (under gjerdet). Bruddet har form av en dyp og vid synk. Endel av heiseinnretningene sees på bildet.



Fig. 65.

Fig. 65. Feltspatbrudd ved Øby i Skjæberg. En uregelmessig pegmatitgang som går gjennom gneis. Pegmatiten holder kali-natronfelspat og kvarts i store stolper samt kalk-natronfelspat, biotitt og muskovitt i store flak, og litt granat og svovelkis. I pegmatiten sees store innesluttete flak av gneis. — Fig. 66. Feltspatbrudd på Store Fluør øst for Gumø ved Kragerø. Pegmatiten sees på billedet som et tykt, skråttstillett lag utenpå hornblendeskifer. Den består av kali-natronfelspat, kvarts, skriftgranitt, biotitt, litt muskovitt samt litt turmalin og orthitt.

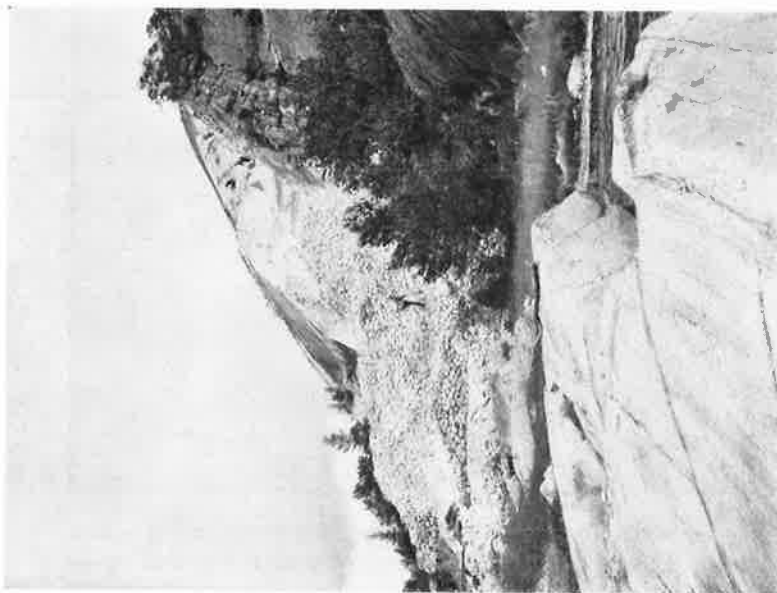


Fig. 66.

i jordskorpen er utsatt både for et høit trykk og en høi temperatur; den kan derfor holde betydelige mengder av flyktige bestanddeler, først og fremst vann, i oppløsning. En slik „våt“ bergartssmelte kalles *magma*. — De oppløste flyktige bestanddeler gjør magmaen mere lettflytende enn den tilsvarende „tørre“ smelte (som for granitens vedkommende vilde være overmåde seig); de nedsetter også smeltetemperaturene for granitens mineraler; magmaen holder sig derfor i smeltet og lettflytende tilstand ved lavere temperaturer enn den tilsvarende tørre smeltetmasse.

Når granitmagmaen av de underjordiske geologiske krefter tvinges opover inn i jordskorpens koldere deler avkjøles den og begynner å utskille de krystalliserte mineraler som til slutt bygger op hele den størknede granit. Først krystalliserer noen av bimineralene (f. eks. apatit, zirkon og jernertser), dernest de mørke hovedmineraler (f. eks. glimmer) og til slutt feltspat og kvarts. Periodene for de forskjellige mineralers krystallisasjon griper dog over i hinannen; der kan også undertiden utskilles to eller flere mineraler samtidig. Eftersom der utskilles mere og mere av krystaller vil den restmagma som er igjen i flytende tilstand bli stadig rikere på vann og andre flyktige bestanddeler og derfor mere lettflytende til tross for at den blir koldere. Temperaturen for granitens størkning har muligens været 800—1000° C, men den vannrike restmagma må vi anta kan ha været flytende ved betydelig lavere temperaturer.

b. Pegmatitmagmaens størkning.

Det er denne forholdsvis lettflytende rest etter granitmagmaens størkning som vi tenker oss har været modervesken for pegmatiten. Den kan være krystallisert til pegmatit enten inni selve graniten som en umiddelbar fortsettelse av granitmagmaens krystallisasjon eller først efter å ha været presset ut gjennom revner i graniten og inn i sidebergartene. Den endelige størkning har været en langvarig og innviklet process, som vi endnu vet forholdsvis lite om. Det synes dog å være sikkert at magmaens vann og andre flyktige bestanddeler har spillet en betydelig rolle under hele pegmatitens overgang fra

flytende magma til fast bergart. Vi må i virkeligheten tenke oss at det er pegmatitmagmaens forholdsvis store innhold av flyktige bestanddeler som er den viktigste årsak til pegmatitens forskjell fra granit.

Den grove kornstørrelse som pegmatitens mineraler ofte har kan f. eks. forklares ved at mineralene er utskilt fra en magma som er mere lettflytende enn granitmagmaen, fordi den er rikere på flyktige stoffer. Regelen er nemlig at under samme avkjølningsbetingelser blir krystallene større jo mere lettflytende smelten er; en seig smelte stivner til en finkornig bergart med små krystaller eller til en glassaktig bergart uten krystaller. — Pegmatitens druserum kan forklares ved at en del av den vannrike restopløsning er blitt omsluttet av mineraler (vesentlig feltspat) under krystallisasjonen. Fra denne oppløsning er så de mineraler som sitter på druserummenes vegger (f. eks. natronfeltspat og kvarts) krystallisert. — Uten å gå inn på nærmere forklaringer kan vi videre nevne at også pegmatitens „rikdom“ på mineraler med sjeldne stoffer kan tilskrives magmaens egenskaper som vannrik restopløsning. Likeledes kan de mange forskjellige sammenvoksninger av mineraler som er så eiendommelig for pegmatit lettest forklares på samme grunnlag.

Eiendommelig for granitpegmatit er at krystallisasjonen av mineralene ikke har foregått i en så regelmessig rekkefølge som hos granit. Hovedmengden av mineralene synes å være krystallisert omtrent samtidig; samme mineral kan også være krystallisert til forskjellige tider (i flere generasjoner).

Under krystallisasjonen blir, som tidligere nevnt, restmagmaen mere lettflytende fordi de flyktige bestanddeler holdes tilbake i den; av samme grunn stiger også dens indre trykk. Begge disse forandringer gjør at magmaen har lettere for å trenge inn i revner og sprekker. Den får, på grunn av forandrede kjemiske egenskaper, også evnen til å virke tilbake på de mineraler som allerede er utskilt. Dessuten virker den, enten direkte eller ved hjelp av frigjorte gasser og oppløsninger, utover på de bergarter som omgir pegmatiten. — Av pegmatitens egne mineraler er det især feltspaten som utsettes for magmaens tilbakevirkning og derved blir mere eller mindre forandret. Vi ser f. eks. ofte at kalifeltspaten kan være helt eller

delvis erstattet av natronfeltspat; samtidig kan der være utskilt mineraler som muskovit, epidot og flusspat. — Denne tilbakevirkning av magmaens restopløsninger på de krystalliserte mineraler begynte kanskje allerede på et tidlig trin av pegmatitens krystallisasjon, men det er sannsynlig at den etter hvert øket og opnådde sin største styrke under den senere del av krystallisasjonen. De siste mineraler som utskilles er i granitpegmatit fra norske forekomster ofte natronfeltspat og kvarts. — Pegmatitmagmaens virkning på sidestenen viser sig derved at bergartene ofte er tydelig forandret i en sone nærmest pegmatiten. Forandringen kan undertiden spores i flere meters avstand fra grensen mellom pegmatiten og sidestenen. Et meget almindelig resultat av denne innvirkning er f. eks. at hornblendebergarten er blitt forandret til glimmerbergarter.

Temperaturen har ved begynnelsen av granitpegmatitens krystallisasjon antagelig været omkring 800°C , men den er etter hvert blitt lavere; en stor del av hovedmineralene er utskilt ved $500\text{--}600^{\circ}\text{C}$, og den siste del av krystallisasjonen har sannsynligvis foregått ved endnu lavere temperaturer, kanskje ved bare 300°C .

c. Granitpegmatitens alder.

Det er før nevnt at den overveiende del av granitpegmatit fra norske forekomster tilhører grunnfjellet. Dette slutter vi derav at pegmatiten finnes i de formasjoner som er av grunnfjellets alder, men ikke i de eldste formasjoner etter grunnfjellet, de såkalte kambrisk-siluriske formasjoner. De grunnfjellsbergarter som pegmatiten finnes i er dog selv eldre enn pegmatiten; de må ha været faste bergarter med omtrent de samme egenskaper som de endnu har den gang pegmatiten som en flytende masse trengte inn i dem. Aldersforskjellen mellom pegmatiten og dens sidebergarter kan i virkeligheten ha været uhyre stor, millioner av år. Det er heller ikke noe som taler mot at selve pegmatiten kan tilhøre mange forskjellige alderstrinn innen grunnfjellet.

Den virkelige alder av grunnfjellsbergartene og av granitpegmatiten uttrykt i antall år kjenner vi ikke så nøie, men alle geologer er for lenge siden enige om at den må være meget

høi. — I de senere år har man kunnet bestemme alderen direkte for enkelte bergarter som fører radioaktive mineraler, og man har funnet at grunnfjellet er 900—1700 millioner år gammelt. En bestemmelse utført ved hjelp av uranbekerts (brøggerit) fra en pegmatit i nærheten av Moss gav f. eks. en alder av 950 millioner år. Så lenge er det altså siden denne pegmatit i form av en flytende magma trengte inn i de bergarter som nu omgir den og som dengang lå dypt under jordens overflate.

Foruten granitpegmatit av grunnfjellets alder kjenner vi også norske forekomster som kan tenkes å være yngre. Således tilhører de store forekomster av pegmatit i Tysfjord i Nordland muligens de såkalte fjellkjedebergarter, som regnes for å være betydelig yngre enn grunnfjellet. Det er også mulig at de eiendommelige pegmatiter på Hitterø ved Flekkefjord er av yngre alder.

Kap. 3. Feltspatens praktiske utnyttelse.

Før feltspaten kan komme til endelig nytte går den gjennom mange hender og underkastes forskjellige behandlinger. Den brytes og sorteres og transporteres — ofte ad innviklede veier — til en feltspatmølle, knuses og males, transporteres videre til den fabrikk hvor den skal brukes, veies og blandes i passende forhold med andre stoffer; av blandingene formes gjenstande som tørres og behandles på forskjellige måter; gjenstandene ophetes så sterkt at feltspaten smelter og avkjøles til slutt langsomt; først da er feltspaten kommet til sin rett i et ferdig industriprodukt.

Foran enhver behandling av selve feltspaten går dessuten det arbeide som er nødvendig for å sikre en regelmessig utvinning av nettop den slags feltspat man ønsker, med andre ord arbeide i forbindelse med erhvervelse og undersøkelse av forekomstene. Og under de forskjellige behandlinger kan det være nødvendig å ta prøver flere ganger og undersøke disse for å være sikker på at kvaliteten er riktig.

Disse forskjellige trinn i feltspatens praktiske utnyttelse behandles i dette kapitel.

A. Erhvervelse av forekomster.

Feltspat er blandt de mineraler som efter norsk lov ikke kan skjerpes; den tilhører grunneieren. Enhver som ønsker å utnytte en forekomst på annen manns grund må derfor først lovlig erverve retten til å utvinne feltspaten. Dette kan gjøres på forskjellige måter. Man kan kjøpe den grunn som forekomsten ligger på med rettighet til drift av feltspatbrudd innbefattet, eller man kan kjøpe retten til forekomsten uten å erverve grunnen, og endelig kan man leie retten til utvinning av feltspat for et visst antall år. Den siste fremgangsmåte er almindeligst. Leien ordnes gjerne således at grunneieren får en viss avgift pr. tonn utdrevet feltspat.

B. Undersøkelse av forekomster.

Det første man må ha helt på det rene ved anlegg av et nytt feltspatbrudd er naturligvis at forekomsten i det hele tatt er drivverdig. Dette avhenger av følgende: 1) Forekomstens størrelse, form og forløp under overflaten. 2) Pegmatitens innhold av drivverdig feltspat. 3) Feltspatens kvalitet. 4) Omkostningene ved brytning, sortering og transport. — Disse forhold kan ikke bedømmes riktig uten av sakkyndige. For å bedømme forekomstens størrelse og form og mengden av drivverdig feltspat kreves der ofte geologisk innsikt; feltspatens kvalitet kan det i flere tilfeller være vanskelig å dømme om uten efter mineralogiske og kjemiske undersøkelser eller praktisk prøvning; det sikreste omkostningsoverslag får man av en som er fortrolig med praktisk feltspatdrift og kjenner forekomstens beliggenhet og eiendommeligheter og arbeidsforholdene på stedet.

1. Foreløbig undersøkelse av feltspaten.

Ved undersøkelse av en ny forekomst må man først bringe på det rene at pegmatiten holder virkelig kalifeltspat (kali-natronfeltspat) eller noenlunde ren (kalkfattig) natronfeltspat, da det er bare disse arter som omsettes regelmessig på markedet. — En slik foreløbig undersøkelse av selve feltspaten kan utføres ganske letvint; ofte kan man se på overflaten hvad slags felt-

spat pegmatiten inneholder. Man vil dog stå sig på å ta noen prøver og la disse bedømmes av fagfolk, da verdiløs feltspat undertiden kan ligne kalifeltspat til forveksling¹. Prøvene kan for dette øiemed simpelt hen bankes løs fra overflaten med en hammer; de bør tas fra forskjellige steder innen den synlige del av forekomsten, og hvis det ser ut til å være flere slags feltspat tilstede bør man få med prøver av alle slags.

2. Bestemmelse av pegmatitens form, forløp og størrelse.

Hvis det er sikkert at pegmatiten inneholder verdifull feltspat bør forekomsten undersøkes næiere. For en riktig bedømmelse må en betydelig del av hele pegmatitens overflate være blottet, og man må dessuten kunne slutte sig til pegmatitens forløp der hvor den ikke sees. Ofte vil det være nødvendig å rense overflaten for jord for å gjøre en tilstrekkelig del av den synlig. Er den største del av pegmatitens overflate dekket av et tykt jordlag kan man nøie sig med å grave grøfter ned til det faste fjell. Grøftene anlegges så vidt mulig loddrett på forekomstens lengderetning med en innbyrdes avstand av ca. 15 m eller mindre. — På denne måte kan man få bestemt pegmatitens grenser på fjelloverflaten noenlunde nøyaktig og dermed har man et grunnlag for bestemmelse av dens virkelige form og leie i fjellet og for beregning av dens størrelse.

Det er ofte vanskelig å få bestemt pegmatitens form og leie bare etter hvad man kan se på fjelloverflaten, men følgende regler har noenlunde almindelig gyldighet: Hvis pegmatitens grenser på fjelloverflaten er meget uregelmessige, så er det sannsynlig at pegmatiten også har en uregelmessig form, og det blir da nærmest en skjønssak å bedømme hvorledes den går i fjellet og hvor stor den er. — Hvis derimot grensene på fjelloverflaten er regelmessige, så er det sannsynlig at pegmatiten har form av en gang eller en regelmessig linse. Ved å

¹ Ved Norges Geologiske Undersøkelse får man gratis bestemt innsendte mineralprøver av enhver art, når bestemmelsen kan gjøres uten kjemisk analyse eller andre omstendelige undersøkelser. Man får dog også veiledende opplysninger som vil hjelpe til at slike undersøkelser kan bli utført på en betryggende måte.

følge gangretningen vil man snart finne ut gangens tykkelse og dens stilling, og man kan da beregne temmelig nøyaktig dens ruminnhold innen et visst område og ned til et visst dyp under overflaten. — Det er av den største betydning å få bestemt gangens (linsens) heldningsvinkel (fall), da bruddet må planlegges forskjellig eftersom gangen står loddrett, på skrå eller ligger vannrett. — Man bør merke sig den uregelmessige overflategrense som en flattliggende pegmatitgang kan ha til tross for at gangen selv kan være meget regelmessig. — Det er for øvrig umulig å angi almengyldige regler for hvorledes man kan få bedømt en pegmatits form og størrelse. I vanskelige tilfeller vil man jo alltid søke sakkyndig hjelp.

3. Bestemmelse av feltspatmengden.

For å bedømme mengden av drivverdig feltspat må man først være klar over hvilke feltspatkvaliteter (sorter) det kan være tale om å utvinne fra forekomsten.

Ligger forekomsten langt fra utførselshavn vil det som regel ikke lønne sig å bryte annet enn den kvartsfattige feltspat. Den drivverdige feltspat i en slik forekomst finnes i store partier, stolper, i pegmatiten, ofte sammen med stolper av ren kvarts. Ved å undersøke hele pegmatitens blottede overflate nøie kan man bedømme nokså sikkert hvor meget ren feltspat der finnes i den del av pegmatiten som er nærmest overflaten, og man får samtidig grunnlag for beregning av brytningsomkostningene. Man måler flateinnholdet av alle feltspatstolper tilsammen og likeledes flateinnholdet av hele den del av pegmatitens overflate som må angripes for å få ut feltspaten. Målingen utføres lettest ved å tegne op de nevnte områder på rutepapir. Flateinnholdet av feltspatstolpene uttrykt i kvadratmeter multiplisert med 2,5 gir omtrent antall tonn feltspat som kan tas ut ved en meters avsenkning. Flateinnholdet av hele den del av pegmatitoverflaten som må angripes gir antall kubikmeter utbrutt fjell ved en meters avsenkning for å utvinne den beregnede mengde feltspat.

Ved forekomster som ligger gunstig til (like ved sjøen) kan også de kvartsrike feltspatsorter samt kvarts utnyttes. Før

regulær drift settes i gang må man da gjøre op en plan for hvorledes den utbrutte pegmatit skal sorteres. Det vil herunder ofte være nødvendig å foreta kvalitetsbestemmelser på forskjellige prøver, og en pålitelig prøvetagning av hele den drivverdige del av pegmatiten blir nødvendig. — Er prøvetagningen og kvalitetsprøvnningen utført kan man uten vanskelighet beregne mengden av de forskjellige sorter. Man kan gå ut fra flate-målinger på pegmatiten, eller man kan foreta en prøvesortering og veining av det materiale som er brutt under prøvetagningen.

4. Prøvetagning.

I de forholdsvis sjeldne forekomster hvor feltspaten optrer ren i store stolper får man som regel en tilstrekkelig pålitelig prøve ved å ta ut små kløvningsstykker fra de feltspatstolper som kommer frem på overflaten.

Gjelder det derimot å bedømme kvaliteten av en kvartsblandet feltspat må man gå mere omhyggelig frem. Man må ta større prøver fra hele den drivverdige del av pegmatiten. Under ingen omstendighet kan man nøie sig med de små prøver som muligens er tatt for å få en foreløbig bestemmelse av feltspaten. Der må sprenges ut minst nogen hundre kg av den feltspat som man tenker å bringe på markedet, og man må ta en riktig gjennemsnittsprøve av den utsprengte masse.

Man velger ut passende steder jevnt fordelt over hele den drivverdige del av forekomsten, og på hvert sted løsner man pegmatiten ved forsiktig sprengning fra skråttstillede borhuller. Man kan f. eks. på hvert prøvested anbringe tre ca. 1 m dype parallelle borhuller i rekke med ca. $\frac{1}{2}$ meters avstand mellom hullene. — Hvis man har gravet grøfter for å undersøke pegmatitens overflate anlegger man prøvestedene i bunnen av grøftene. Man legger f. eks. rekker av tre borhuller loddrett på grøftens retning, en rekke for hver annen meter. Grøften bør da være ca. 2 m bred i bunnen.

Denne fremgangsmåte er naturligvis kun berettiget ved forholdsvis store forekomster, og den kan bare anvendes når den blottede overflate er jevn og noenlunde vannret. Strengt tatt bør den også kun anvendes når pegmatiten går slik at dens

blottede overflate gir et virkelig tversnitt av den, når den f. eks. er en gang med sterk heldning. — Hvis pegmatiten er en flattliggende gang så kan det hende at en stor blottet overflate ikke gir noe gjennemsnitt av hele pegmatiten, men kun viser en del av den langs gangsiden (hengen eller liggen). Da mineralene i slike ganger ofte er ordnet i soner parallelle med gangsiden, kan man få et galt inntrykk av pegmatiten fra et slikt tilfeldig overflatesnitt. — I ethvert fall må naturligvis prøvetagningen avpasses efter forekomstens art.

For å få en pålitelig gjennemsnittsprøve av det løssprengte materiale må man blande omhyggelig sammen alt det som under praktisk drift vilde inngå i feltspatmassen. Man må altså sortere vekk de skadelige forurensninger (f. eks. jernertser, glimmer og turmalin), men beholde så meget kvarts som man mener bør gå inn i feltspaten under driften. Hvis man akter å bryte forskjellige sorter feltspat og dessuten kvarts, bør man sortere ut disse fra det løssprengte materiale og så ta prøver hver for sig.

Selve prøvningen utføres alltid på små mengder; for kjemiske analyser trenges bare noen få gram og for smelteprøver i høiden noen få hundre gram. Det endelige materiale for prøvningen må derfor tilberedes slik at det får samme procentinnhold av de forskjellige bestanddeler som gjennemsnittet av de store løssprengte masser. Dette opnår man ved en omhyggelig blanding og kvartering av materialet. Først blir materialet delt op med håndslegge til stykker av noenlunde jevn størrelse, de største bør ikke være over 10 cm nogen vei. Der nest blir alt blandet. Materialet kan f. eks. anbringes på en presenning og rulles ved å trekke ett av presenningens hjørner over mot det motsatte hjørne, derefter legge presenningen tilbake, trekke det annet hjørne over og så gjenta dette et par ganger først med det ene par motsatte hjørner og så med det annet par. Så blir hele massen samlet midt på presenningen ved å trekke alle fire hjørner op. Den haug som derved fremkommer trykkes jevnt utover til et flatt lag, og så begynner kvarteringen. Laget deles i fire like store deler efter korsvise delestreker. To deler fra motsatte hjørner tas vekk, og de to andre blandes på samme måte som før efter at materialet er

knust op til mindre stykker (ikke over 5 cm i tverrmål). Efter blandingen kvarteres igjen, to deler forkastes, to knuses videre op, blandes og kvarteres igjen o. s. v. Man holder på slik inntil man får en temmelig finkornig masse på 2—3 kg, som utgjør den endelige prøve. Hele prøven bør til slutt males til et fint pulver i en jernfri kulemølle; dette kan man dog også overlate til det laboratorium som utfører prøvningen. — Under hele prøvetagningen, blandingen og kvarteringen må man passe på at materialet holdes tørt, at der ikke kommer forurensninger til, og at minst mulig går til spilde av de deler som holdes tilbake under kvarteringen.

5. Kvalitetsprøvning av feltspaten.

Prøvningen retter sig til en viss grad efter kvaliteten av feltspaten; den kan være meget enkel for den kvartsfattigste sort og mere innviklet for de kvartsrike sorter. Man kan gjøre mineralogiske undersøkelser, kjemiske analyser og prøvesmeltinger. Ofte vil man anvende flere metoder på samme prøve.

a. Mineralogiske undersøkelser.

Den rene feltspat, hvorav prøver foreligger i små kløvningstykker, kan lett undersøkes ved mineralogiske metoder. En erfaren mineralog vil ofte kunne uttale sig bestemt om en slik feltspats kvalitet bare ved å se på den, men for å være helt sikker vil han ta mikroskopet til hjelp. Der må da lages tynne snitt av prøven, ett efter første og ett efter annen kløvning. (Se side 30 og side 34). — Ved mikroskopisk undersøkelse får man avgjort med absolutt sikkerhet hvad slags feltspat prøven inneholder, og ved å gjøre en del målinger under mikroskopet kan man også bestemme feltspatens mineralsammensetning med en nøiaktighet som er stor nok for alle praktiske øiemed. Man kan avgjøre hvor meget kalifeltspat, natronfeltspat og kalkfeltspat prøven består av, og dessuten kan man bestemme med stor nøiaktighet mengden av de små inneslutninger av kvarts, glimmer og andre mineraler som selv den reneste feltspat inneholder. Den eneste størrelse av praktisk betydning som det kan være vanskelig å få helt sikkert bestemt

ved denne metode er mengden av jernoksyd. Denne forurensning finnes nemlig ofte i en fint fordelt form så den unddrar sig mikroskopisk måling. Man bør derfor ved siden av den mikroskopiske undersøkelse enten få utført en enkel bestemmelse av jernoksyd ved kjemisk analyse eller få materialet prøvet ved smelting.

Mineralogiske undersøkelser av kvartsblandet feltspat er betydelig vanskeligere enn undersøkelser av ren feltspat når det gjelder å bestemme mengden av kvarts og av forskjellige forurensninger. Man kan ikke lage tynne snitt for de mikroskopiske undersøkelser, da jo prøven for å være riktig må foreligge som et finknust eller malt pulver. Man kan riktignok undersøke også en pulverisert prøve under mikroskopet, men det er vanskelig og tidsspildende å gjøre målinger på en slik prøve, og det vil i regelen være mere hensiktsmessig å få den undersøkt på annen måte.

b. Kjemiske analyser.

Feltspatens kjemiske egenskaper er omtalt i et tidligere avsnitt hvor også tydingen av forskjellige analyser er behandlet (se side 8—15). Det fremgår derav at ved en fullstendig kjemisk analyse kan man få alle feltspatens praktisk verdifulle egenskaper entydig bestemt. Forutsetningen er da at analysen er riktig, og at den er utført på en pålitelig prøve, og videre at den kan tydes av en som er fortrolig med feltspatens kjemiske og fysiske egenskaper. — Disse betingelser oppfylles ikke alltid i praksis. Prøvetagningen er ofte skjødesløs, analysene er mangelfulde — undertiden helt gale¹ — og en virkelig tyding av dem blir sjelden utført. I slike tilfeller er kjemiske analyser ikke alene nytteløse; de kan gjøre mere skade enn gagn. Man bør derfor ikke bekoste analyser uten at de tre nevnte betingelser kan oppfylles.

For de fleste praktiske øiemed er en fullstendig kjemisk analyse overflødig; man kan nøie sig med å få bestemt nogen enkelte bestanddeler. — Først og fremst bør man få bestemt

¹ Dette gjelder dog ikke de analyser som norske feltspatforhandlere pleier å benytte.

kali og natron hvis prøven er en kalifeltspat og natron og kalk hvis den er en natronfeltspat. Til kontroll kan man, hvis det er ønskelig, få bestemt også den tredje bestanddel så at altså bestemmelsen i begge tilfeller omfatter kali, natron og kalk. Av analysens procenttall beregnes den mengde feltspat som finnes i prøven (se side 12). Selv for den reneste prøve bør man få en beregnet sum av feltspat lavere enn 100 pct.; resten ($100 \div$ beregnet feltspat) kan man gå ut fra er overveiende kvarts. — Betingelsen for at denne fremgangsmåte kan brukes er at de kjemiske bestemmelser av kali, natron og kalk er riktige. Da disse bestemmelser (særlig av kali og natron) hører til de vanskeligste i hele mineralanalysen må de ikke overlates til andre enn anerkjente kjemikere, som har spesialisert sig på mineralanalysens område. — Blandt de analyserte bestanddeler bør også jernoksyd inngå, hvis ikke materialet samtidig undersøkes ved prøvesmeltning. — Derimot er det som regel ikke nødvendig å bestemme kiseltsyre, lerjord, magnesia, vann og andre bestanddeler som alltid inngår i en fullstendig analyse. Kun når feltspaten ikke er frisk, men mere eller mindre forandret, kan disse bestemmelser bli nødvendige. — Man kan uten vanskelighet avgjøre på forhånd hvorvidt man har med en frisk eller forandret feltspat å gjøre. Det kan lett sees med blotte øie på stykkprøver, og det kan også avgjøres for pulveriserte prøvers vedkommende ved mikroskopiske undersøkelser eller enkle kjemiske forprøver. — Også i alle tilfeller hvor en absolutt kontroll over alle feltspatens egenskaper er av praktisk betydning bør man få en fullstendig analyse.

Den prøve som må foreligge til analyse kan for den reneste feltspat være et kløvningstykk av nevestørrelse; for kvartsblandet feltspat må den være en riktig gjennomsnittsprøve i form av en knust masse av 2—3 kg's vekt. Det blir kjemikerenes sak å tilberede materialet i riktig form for analysen. Hvis gjennomsnittsprøven foreligger i form av et fint og omhyggelig blandet mel behøver man ikke sende kjemikeren mere enn f. eks. 100 gr. av prøven.

c. Prøvesmeltning.

Prøvesmeltning utføres for å få bestemt feltspatglassets farve og andre egenskaper og feltspatens smeltetemperatur. Disse egenskaper spiller den største rolle i feltspatens anvendelse så det er viktig at de er kjent for all feltspat som bringes på markedet. På grunnlag av mineralogiske og kjemiske undersøkelser kan man i inange tilfeller slutte sig til smelteegenskapene med stor nøiaktighet (særlig gjelder dette for de reneste feltspatsorter) men for å være helt på den sikre side foretar man en direkte bestemmelse av disse egenskaper. For feltspatsorter som er sterkt kvartsblandet eller forurensset av andre mineraler er den direkte undersøkelse i alle tilfeller den eneste betryggende. — Smeltetemperaturen for forskjellige feltspatblandinger er behandlet i et tidligere avsnitt, hvor der også er gitt opplysninger om glassets egenskaper (se side 15—25). Prøvning ved „brenning“ av feltspaten uten smeltning er omtalt side 98.

Prøvning av feltspatglassets egenskaper kan for de reneste feltspatsorter utføres på kløvningsstykker når disse er helt gjennomensartede og fri for smuss på overflaten. Helst bør man dog anvende en finpulverisert, omhyggelig blandet prøve. For de kvartsblandede eller urene feltspatsorters vedkommende er dette den eneste fremgangsmåte som kan gi resultater av praktisk nytte. — Glasset fremstilles ved å smelte feltspaten ved en temperatur av ca. 1400° . Prøven anbringes i en skål av uglassert porselen eller et annet ildfast stoff. Hvis det er en pulverprøve formes den først ved å presse pulveret lett ned i en liten porselensdigel, så det danner en avskåret kegle når digelen hvelves forsiktig over bunnen av porselensskålen og løftes op. Ved den nevnte temperatur av 1400° vil en ren kali-natronfeltspat eller en kalkfattig kalk-natronfeltspat være smeltet til et helt gjennemsiktig, farveløst glass. Hvis prøven inneholder fint fordelt jern i en form som løser sig i smelten vil glasset være farvet jevnt gult eller grønlige når det er lite jern og helt sort når det er meget. Hvis prøven er forurensset av farvede mineraler som ikke løser sig lett i smelten vil der sees små mørke prikker spredt gjennom hele glassmassen, mens selve glasset kan være farveløst. I begge disse tilfeller angir prøvene

egenskaper som forringer feltspatens verdi eller gjør den ubrukelig. — Holder prøven betydelige mengder kvarts så vil glasset ikke være klart, men ugjennemsiktig, hvitt som melk, hvis det da det ikke samtidig også holder forurensninger som gjør det farvet.

Bestemmelse av smeltetemperaturen kan utføres på forskjellige måter. Den beste fremgangsmåte ved praktisk prøvning består i å sammenligne feltspatens smeltning med smeltningen av såkalte Segerkegler. Disse fåes i nummererte serier hvor hvert nr. har sin bestemte smeltetemperatur og hvor der er en forskjell på 20°C mellom to nr. som følger etter hinannen (for de laveste og høieste nr. en litt større forskjell); det laveste nr. smelter ved ca. 600° og det høieste ved ca. 2000°C . — Prøven må foreligge som et fint mel. Dette blandes med en oppløsning av stivelse, dekstrin eller gummi til en deig som henger såpass sammen at den kan formes. Av deigen lager man kegler av samme størrelse og form som Segerkeglene, d. v. s. spisse, trekantede kegler hvis grunnflate måler ca. 1,5 cm langs trekantens sider og hvis høide er ca. 7 cm. — Prøvekeglene må først tørres. Derefter anbringes de på et stykke ildfast ler sammen med en rekke Segerkegler av fortløpende nr. som spenner over et passende temperaturområde, f. eks. kegler nr. 1 til 11 (ca. 1150° — 1350°). Alle kegler trykkes et stykke ned i den bløte ler i en innbyrdes avstand så stor at de ikke kommer inn i hinannen når de bøies under smeltningen (f. eks. 4—5 cm). De stilles alle litt på skrå med heldning samme vei. Derefter tørres lerplaten med keglene forsiktig og anbringes i en lukket ovn som kan ophettes langsomt og jevnt inntil prøvekeglene er bøiet så spissen berører lerplaten. En av Segerkeglene vil da samtidig være bøiet på samme måte og denne kegles nr. angir prøvens smeltetemperatur. — Den smeltetemperatur som bestemmes på denne måte vil for de rene kali-natronfeltspaters vedkommende svare til en temperatur på kurve II i fig. 7. For kvartsblandede prøver vil smeltetemperaturen ligge høiere jo mere kvarts prøven holder.

C. Feltspatens brytning og transport.

Feltspat er et billig mineral, og forekomstene er som regel små. Brytningen må derfor foregå etter de enklest mulige metoder; kostbare anlegg må undgås; jo mere man kan drive en forekomst som et almindelig stenbrudd og jo mindre som en grube dess bedre.

1. Anlegg av feltspatbrudd.

Planen for et feltspatbrudd vil naturligvis avhenge av forekomstens natur, og da der ikke finnes to like forekomster kan der ikke foreslås noen almenyldig fremgangsmåte ved åpningen av et nytt brudd. Hovedsaken er at den som planlegger bruddet kjenner forekomsten fra nøiaktige undersøkelser. (Se foregående avsnitt). Vet man på forhånd omtrent hvorledes den drivverdige del av pegmatiten forløper og har kjennskap til kvaliteten og mengden av den feltspat som kan utvinnes, til transportforhold o. s. v., så vil enhver som har praktisk erfaring kunne anlegge bruddet fornuftig.

Det er en almindelig fremgangsmåte at man åpner bruddet der hvor man ser store stolper av feltspat på overflaten, og når disse er utdrevet føler man sig frem ved prøvedrift etter nye stolper. En sådan fremgangsmåte kan være berettiget. For forekomster som er meget uregelmessige og kun tillater utvinning av den kvartsfattigste feltspat er den kanskje i mange tilfeller den eneste mulige. Meget ofte vil man dog stå sig på en mere planmessig fremgangsmåte. Man bør så vidt mulig anlegge bruddet, ikke etter de feltspatstolper som tilfeldigvis er blottet på overflaten, men etter det almindelige forløp av pegmatitens drivverdige del, enten nu denne omfatter en eller flere sorter feltspat.

Under utarbeidelsen av planen kan det være nyttig å ha følgende almindelige regler for øiet: Undergrunnsarbeide bør undgås i størst mulig utstrekning. Hvor f. eks. feltspaten går inn under et tynt dekke av gråberg kan det undertiden være mere lønnsomt å fjerne dette enn å arbeide sig under det¹. —

¹ En fordel ved undergrunnsanlegg er det dog at arbeidet kan foregå uhindret av sne om vinteren.

Den fordelaktigste brytningsmåte er den som anvendes i stenbrudd hvor man stadig arbeider i avsatter nedover mot bruddets gulv. Ved store gangformige forekomster er dette mulig. — Steilt stående ganger kan som regel ikke brytes med fordel hvis de ikke er minst 5 m brede. — Kan man på nogen måte anlegge bruddet slik at man undgår å arbeide i synk så er dette en fordel, da man derved slipper heisning av feltspat og avfall og lensning av vann. Det kan ofte lønne sig å sprengne en skjæring eller tunnell ut til fjellsiden for å undgå dette. — Som regel kan ikke en synk i et feltspatbrudd drives fordelaktig mere enn noen få meter ned. Ved store forekomster har man dog eksempler på synker som kan være over 30 m dype, men de er da samtidig meget vide. — Ved ethvert anlegg av nytt brudd må man utse en rummelig lager- og lasteplass så nær bruddet som mulig. Feltspaten må aldrig lagres på bløt jord, men på et rent, hårdt underlag, f. eks. et plankegulv.

2. Rensning av overflaten.

På steder hvor bruddet ligger på flatt fjell vil de løse jordlag ofte komme i veien efter som arbeidet skrider frem. Det er av meget stor betydning at disse jordlag fjernes omhyggelig før randen av bruddet når hen til dem. Man må under ingen omstendighet tillate løs jord å rase ned i bruddet sammen med feltspaten. Fjelloverflaten bør være feiet ren minst et par meter utenfor randen av bruddet. Best er det om man på forhånd kan fjerne all jord fra den fjelloverflate som bruddet kommer til å omfatte.

Jorden vil skade feltspaten til tross for at den jo i tidens løp blir skyllet vekk av regn når feltspaten lagres ute. All jord inneholder nemlig fint fordelt jernoksyd, som sammen med regnvannet siver ned på feltspaten og avsetter sig på overflaten og i sprekkene. Feltspat som er ren ved brytningen kan på denne måte få stygge „rustslepper“ i løpet av kort tid, og denne rust lar sig ikke fjerne ved midler som kan anvendes i praksis. Rust nedsetter alltid verdien og er det meget av den kan feltspaten ikke selges.

3. Arbeidet i bruddet.

Arbeidet i bruddet omfatter brytning, sortering, transport av materialet ut av bruddet og i enkelte tilfeller vannlensning. Det vilde føre for vidt å gi enkeltheter angående dette arbeide; i det følgende meddeles bare nogen almindelige opplysninger om de viktigste sider av det. De bilder fra feltspatbrudd i drift som finnes i denne bok gir et nogenlunde allsidig inntrykk av hvordan brytningen foregår ved norske forekomster.

a. Brytning.

Den mest økonomiske brytning av materialet får man ved å arbeide i avsatter hvorfra store masser av pegmatit kan løsnes ved samtidig sprengning fra en rekke borhuller (som i stenbrudd). Dette er mulig når forekomstene er store og kan avbygges ved åpne brudd. Borhullene kan da være 2—3 m dype; de legges i rekker med inntil 1 m avstand mellom hullene. Avsattene kan være $1\frac{1}{2}$ —2 meter brede. — De fleste norske forekomster er dog for små og uregelmessige for en slik brytningsmetode, og brytningen utføres i virkeligheten på mange forskjellige måter alt etter forekomstens art.

Det materiale som sprenges løs er som regel for grovt til å kunne behandles videre uten ytterligere opdeling. De største blokker må undertiden sprenges i stykker med små dynamittladninger fra korte borhuller; de andre slås i stykker med slegger. Før neste sprengning foregår må alt det opdelte materiale være fjernet fra brytningsstedet.

b. Sortering.

Samtidig med at det utsprengte materiale opdeles til passende størrelse vil det som regel også underkastes en foreløbig sortering. Alt verdiløst materiale kjøres da straks på avfalls-
haugen, mens den brukelige feltspat sorteres videre hvis dette er nødvendig. Undertiden har man særskilte plasser eller skur for sorteringen, men det er lettest om den kan utføres på bruddets gulvflate. Av denne grunn og for ikke å hindre transporten ut av bruddet er det viktig at man alltid holder et jevnt og rent gulf i bruddet.

Sorteringen utføres ved at uvedkommende mineraler bankes vekk fra feltspatstykkene ved hjelp av hammere. Til dette arbeide må man naturligvis kun anvende folk som gjennom øvelse har fått et sikkert skjønn på hvad der fordres av den sorterte feltspat. Driftens lønnsomhet kan avhenge av at der velges og vrakes riktig under sorteringen.

For å være sikker på at sorteringen utføres på en fordelaktig måte kan det være nyttig fra tid til annen å ta prøver som blir underkastet sakkyndig kontroll. Prøvene må da uttas efter de regler som er gitt ovenfor (se side 84). — Ved brudd hvor der utvinnes et kvartsrikt materiale (2nen og 3dje sort) er det fordelaktig til enhver tid å holde et lite prøvelager adskilt fra det øvrige lager. Prøvelageret får man istand ved f. eks. å ta ut en spade full av den sorterte feltspat fra hver eller annen hver vogn som kjøres fra bruddet (sorteringsplassen) til lasteplassen. Man kan på denne måte når som helst man ønsker ved kvalitetsprøving få greie på gjennomsnittsegenskapene hos en feltspatsort for en kortere eller lengere driftsperiode.

Reglene for sorteringen kan være meget forskjellige. Man har ingen faste regler for hvad der f. eks. forstås med 1ste, 2nen og 3dje sort. Grensene bestemmes vilkårlig for hvert enkelt brudd, ofte helt efter arbeidsformannens skjøn. De fleste synes dog å anerkjenne omtrent følgende regler: 1ste sort skal ikke inneholde synlig jernerts, turmalin, glimmer eller andre farvede mineraler og heller ikke merkbare mengder av kvarts. 2nen sort kan inneholde adskillig kvarts men ikke andre mineraler, dog kan litt lys glimmer tillates. 3dje sort kan inneholde meget kvarts og litt lys glimmer, men ikke merkbare mengder av andre mineraler. Den uregelmessige blanding av feltspat og kvarts, som utgjør hovedmassen i den meste pegmatit, kaldes ofte „tint“.

Ved utvinding av kvartsblandet feltspat kan det komme til nytte at man i skriftgranit har en kvarts-feltspatblanding som ofte er meget ren og nesten alltid har en uforanderlig sammensetning (ca. 74 pct. feltspat og ca. 26 pct. kvarts). Det vil kunne forenkle sorteringen om man holder den let kjennelige skriftgranit for sig. Man har i denne en blanding av kjent sammensetning, og hvis man ønsker å få en blanding med mindre kvarts, kan man bare sette til ren feltspat i passende forhold.

c. Tekniske hjelpemidler.

De redskaper og tekniske hjelpemidler som anvendes i norske feltspatbrudd er som regel av aller enkleste sort. I de fleste brudd innskrenker hele det tekniske utstyr sig til følgende: En smie, mineringsredskaper og sprengstoff (alltid dynamit), slegger, spader, hakker, et lite skinnespor fra bruddet til lasteplassen og til avfallshaugen og noen små tipvogner for transporten; ofte besørger transporten i trillebør, og skinnesporet er da erstattet med planker. — Ved større brudd har man lagerbinger (fyllkasser), og hvor bruddet drives ved synk er der naturligvis innretninger til vannlensning og til heising av materialet.

Vannlensningen kan besørgeres på en enkel måte ved hjelp av en hevert. Denne består av et bøiet rør som går fra vannpølen i synkens bunn over kanten av bruddet og ned over fjellsiden. Utløpet må ligge lavere enn vannspeilet i bruddet, og den loddrette høideforskjell mellom vannspeilet og det høieste punkt på røret kan ikke være over 10 m, d. v. s. så høit som en god sugepumpe vil løfte vannet. Ved utløpet bør røret ha en kran som kan lukkes når synken er lens, så vannet blir stående i røret. Like ovenfor kranen kan man anbringe et siderør til en hånddreven sugepumpe for fyllning av heverten når den settes i gang. — I en synk som ikke er over 10 m dyp og ligger slik til at hevert ikke kan brukes (i flatt lenne) er sugepumpen det beste lensningsapparat. Den anbringes ved randen av bruddet og drives av den samme motor, som besørger heisingen. — Er synken over 10 m dyp kan man bruke en trykkpumpe anbragt nede i bruddet, eller man kan heise vannet op i bøtter eller tønner. — Hevertens eller pumpens sugerør må alltid beskyttes med en sil, da der ellers lett kommer rusk inn og stanser hele systemet. Silen må eftersees så dens porer holdes åpne.

Transporten fra bruddet til lasteplassen byr ikke på vanskeligheter undtagen ved arbeide fra dype synker. — Materialet besørgeres som regel op fra synken i tønner eller bøtter som løftes ved hjelp av en motordreven (sjelden hånddreven) heisekran. Man kan også bruke små tipvogner som ved hjelp

av motoren trekkes i en kabel op langs et skråplan. — Når tipvognene brukes til transport på en vannrett skinnegang fra bruddet til lasteplassen kan de alltid befordres av en mann. Ved brudd som ligger høit over en tilgjengelig lasteplass kan materialet fraktes ned ved hjelp av en lauparstreng, en enkel taugbane eller en skrå kabelbane med tipvogner.

4. Transport til skibningssted.

Mange norske feltspatbrudd ligger så bekvemt til at feltspaten uten mellemhåndtering kan befordres fra bruddet (sorteringsplassen) ombord i et skib. Man behøver bare å bygge en enkel kai hvortil skibet kan fortøies. Tipvognene kjøres da fra bruddet ut på kaien og feltspaten styrtes ombord. Enkelte steder ligger bruddet så høit over havet at vognene må kjøres ned langs et skråplan eller feltspaten fraktes ned på taugbane eller lauparstreng. I alle disse tilfeller sparer man en eller flere omlastninger og alle utgifter ved en lang transport med kjøretøi eller jernbane.

Fra de fleste brudd må dog feltspaten fraktes en kortere eller lengere vei førend den når skibningsstedet. Vanskelighetene og omkostningene ved denne transport er ofte betydelige, og de stenger i mange tilfeller for utnyttelsen av forekomster som ellers kunde drives med fordel. Hvor bruddet ikke ligger ved kjørbær vei må man legge en egen vei fra bruddet til nærmeste landevei. Da dette er et kostbart foretagende, hvis strekningen er lang, innretter man sig ofte slik at all kjøring foretas om vinteren. En vintervei er det jo lett å få istand gjennom skogen og over frosne vann og myrer. — Hvor der er en god kjørevei like til bruddet vil transport med en stor fraktbil som oftest være det mest økonomiske. For lange strekninger faller jernbanetransport billigere enn landeveistransport, så hvis ikke bruddet ligger bare nogen få km fra havn foregår den lengste del av transporten om mulig med jernbane.

D. Feltspatmøller.

Den overveiende del av all feltspat anvendes i industrien i form av mel som males i feltspatmøller, hvorfra det selges til fabrikkene. Enkelte fabrikker har dog sine egne møller og kjøper stykkfeltspat fra bruddene.

I møllene blir feltspaten først knust til grus og siden malt til et fint mel.

1. Knusning.

a. Stentygger.

Det grove materiale knuses ofte i såkalte stentyggere av en bestemt type (fig. 67). Knusningen besørgeres av to tykke stålplater, kjæver, hvorav den ene står fast og den annen er bevegelig i små hurtige svingninger mot den faste. Kjævene står på skrå mot hinannen (den faste ofte loddrett) så de danner et gap med åpningen opad, og i dette kastes materialet. Faste sideplater holder materialet mellom kjævene. — Når den bevægelige kjæve svinges

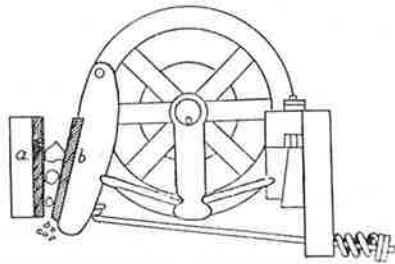


Fig. 67. Stentygger. Den faste kjæve er merket med *a*, den bevegelige med *b*.

inn mot den faste knuses en del av materialet, og når den svinges tilbake faller det knuste ned gjennom svelget og nytt materiale glir ned mellom kjævene for å knuses ved neste svingning innover o. s. v. — Der finnes forskjellige størrelser av stentyggere avpasset efter godsets grovhet, og de kan også innstilles på forskjellige kornstørrelser av det knuste materiale. I feltspatmøller bør tyggeren kunne ta blokker på inntil hodestørrelse og levere et knust materiale som ikke er grovere enn nøtter.

Under støtene i tyggeren blir kjævene adskillig slitt til tross for at de er av hardt manganstål, og der kommer derved en del fint fordelt jern inn i feltspaten. Dette kan dog, hvis det er nødvendig, trekkes ut ved hjelp av elektromagneter efter at feltspaten er pulverisert.

b. Kollergang.

Det knuste materiale fra stentyggeren kan males direkte i kulemølle, men undertiden blir det først ytterligere knust i en kollergang (fig. 68). I denne utføres knusningen av to store møllestenener som er festet til hver sin ende av en vannrett aksel og kan rulle på en stenplate. Materialet kastes på platen, og møllestenene ruller over det, idet den vannrette aksel som holder dem sammen er forbundet med en loddrett aksel som driver dem rundt.

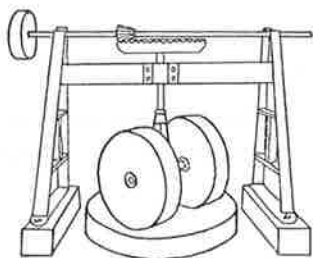


Fig. 68. Kollergang.
Efter Watts.

Hvis feltspatstykkene ikke er over noen få cm i tverrmål kan materialet knuses direkte i kollergangen uten først å gå gjennom en stentygger. Det knuste materiale er en blanding av fint pulver og små gryn. Møllestenene og underlaget må bestå av en hård jernfri bergart. — Det lar sig gjøre å benytte kollergangen som

mølle ved å skille ut det fine mel som alltid oppstår ved knusningen og la det grovere materiale knuses videre. I England benyttes denne fremgangsmåte ved pulverisering av "Cornish stone". Man lar knusningen foregå i vann. Det fine mel føres vekk som slam og utvinnes ved tørring.

2. Malning.

I de fleste moderne feltspatmøller foregår malningen i kulemøller (flintmøller) av en eller annen type. Felles for alle disse er at det knuste materiale bringes inn i en cylinder eller annen beholder sammen med runde flintstenener som er større enn feltspatstykkene. Når cylinderen dreies rundt slynges flintstenene mot feltspatstykkene og knuser dem etter hvert til fint mel. Cylinderen er alltid foret innvendig med porselen eller en hård, jernfri bergart. Feltspaten kommer ikke i berøring med jern eller stål under malningen. Ved fabrikker som maler feltspatmel i små mengder til eget bruk blir feltspaten ofte „brent“ før den males. Den ophetes til en høi temperatur, dog uten å smeltes, og avkjøles hurtig. Derved blir den sprød og full

av sprekker så knusningen og malningen lettes. Dessuten får den ved denne behandling sin endelige farve. Rød eller grå feltspat som ikke er uren blir ved brænding hvit eller svakt farvet, mens uren feltspat blir mørk eller flekket. Brenningen er følgelig også en prøve på feltspatens kvalitet.

Av kulemøller er der to hovedtyper, de lukkede som må stanses for fylling og tømning og de åpne, kontinuerlige, hvor tømning og fylling foregår automatisk så møllen kan gå lenge uten stans. Av den sist nevnte type finnes der igjen to slag, rørmøllen og den koniske mølle.

a. Den lukkede flintmølle.

Den almindelige flintmølle (fig. 69) består av et cylindrisk skall av jernplater hvortil den innvendige foring er festet. På siden er der en dør, som kan lukkes støvtett. En slik mølle kan være op til 3 m lang og over 2,5 m i diameter og kan holde op til 6 tonn feltspat; men der er naturligvis alle størrelser ned til laboratiemøller som bare kan male 1 kg ad gangen. I de store møller brukes flintstener av 5—10 cm's størrelse. Varigheten av malningen avhenger av hvor fint melet skal være. I almindelighet fordres en finhet av 200 masker, d. v. s. kornstørrelse ikke over 0,06 mm, og malningen tar da 4—6 timer. Som regel blir der malt tørt mel, men undertiden fylles der vann i møllen så melet kommer ut som et slam; det må da tørres før det brukes.

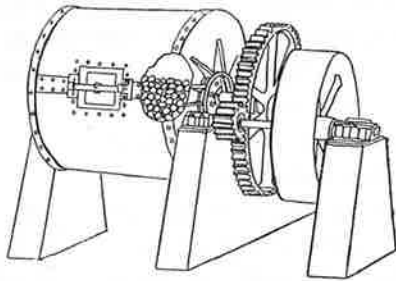


Fig. 69. En lukket flintmølle. En del av veggen bortskåret for å vise flintstenene inne i møllen.

Efter Watts.

b. Rørmøllen.

Rørmøllen har også cylindrisk skal av jern eller stål. Den er mange ganger så lang som bred og har åpninger i begge ender (fig. 70). Møllens aksel ligger ikke vannrett men svakt på skrå. I den øvre ende bringes den knuste feltspat inn, og i

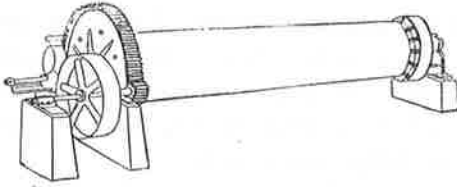


Fig. 70. Rørmølle. Efter Watts.

den nedre ende kommer det finmalte mel ut. Under omdreiningen arbeider materialet sig stadig nedover mot uttaket samtidig som det efter hvert blir finere.

c. Den koniske mølle.

Også i den koniske mølle (fig. 71) føres materialet inn i den ene ende og kommer ut av den annen som et mel. Møllens aksel ligger vannret, men materialet beveger sig allikevel under omdreiningen mot uttaket på grunn av møllens eienommelige form. Samtidig ordnes materialet så fortrinsvis det fine mel føres ut, mens de grovere deler trekkes tilbake i møllen og males videre.

3. Forskjellig utstyr.

Foruten de egentlige knuse- og malemaskiner som er antydnet finnes der i enhver feltspatmølle også en rekke andre innretninger som er nødvendige under driften. Her nevnes de almindeligste av disse uten næiere beskrivelse.

Den automatiske drift av maskinene fordrer at materialet tilføres ovenfra. Efter å ha passert én maskin må det derfor ofte løftes op for å komme inn i den neste. Dette utføres ved automatiske elevatorer hvorav en feltspatmølle kan ha flere; en almindelig form er bøtteelevatoren.

Flytning av materialet mellem to steder som ligger omtrent i

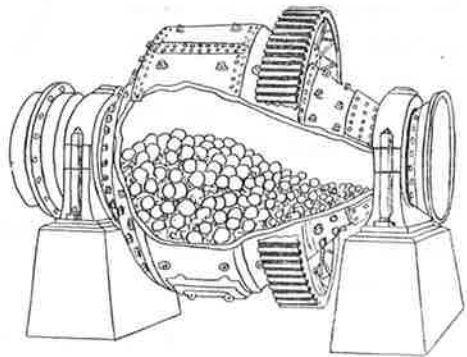


Fig. 71. Konisk mølle. En del av veggens skåret vekk så flintknollenes ordning når møllen er i arbeide sees. Inntak til venstre, uttak til høire. Efter Hardinge.

samme plan skjer ved hjelp av transportbelter. — Sorteringen av det malte materiale i fint og grovt utføres ved hjelp av sikter eller vindseparator, undertiden ved slemning.

Jern og magnetiske mineraler fjernes ved å anbringe elektromagneter på ett eller flere steder hvor melet må passere på sin vei gjennom møllen. Når malningen foregår i vann blir slammet ledet over magnetene.

4. Plan for en kontinuerlig feltspatmølle.

I fig. 72 er gjengitt et driftsskjema for en enkel feltspatmølle etter et amerikansk system for kontinuerlig drift (Hardinge's mølle).

Møllen er beregnet på å kunne male $1\frac{1}{2}$ à 2 tonn feltspat pr. time. Den trenger 90 hestekrefter, hvorav dog ikke mere enn 70 er i stadig bruk, da tyggeren kan være i ro halvparten av tiden.

Stentyggeren, som er forsynt med flate kjæveplater av manganstål, har et 23×42 cm's (9×16 tommers) gap og gir et knust materiale på 1 à 2 cm's størrelse. Den drives av en 20 hestekrefters motor.

Det knuste materiale løftes til en 20 tonns fyllkasse ved hjelp av en elevator som er forsynt med bøtter av manganstål.

Fra fyllkassen glir materialet ned til et automatisk mateapparat, et roterende bord med plate av hårdt tre, hvorfra en rende av manganstål fører ned til møllens inntak. Bordet drives med en kjetting fra møllens mellomaksel.

Møllen er en konisk (Hardinge's) flintmølle med største diameter 2,44 m (8 fot) og cylinderdiameter 0,91 m (3 fot). Den har vandkjølede lagere. Utførselsåpningen er forsynt med et grovt såld (med ca. 0,5 cm's åpninger) for å holde tilbake umalte stykker av feltspat. Møllen er innvendig foret med blokker av en hård kvartsbergart („silex“) og er ladet med ca. 5800 kg flintknoller av størrelse ca. 5—13 cm. Den drives av en 60 hestekrefters motor ved rem fra en mellomaksel som også driver andre deler av møllen. Den arbeider med en hastighet av 27 omdreininger pr. minutt.

Fra møllens utførselsåpning løftes melet ved en elevator (av samme type som den første) op til en vindseparator (av typen Gayco Emerick, model 21, størrelse 14 fot). I separatoren blir melet sortert i en grovere del som ved hjelp av et transportbelte føres tilbake til møllen, og en finere del som er det ferdige produkt.

Det mel som føres inn i separatoren kan ha omtrent følgende kornstørrelser:

Mindre enn 140 masker (0,08 mm)	70—80	pct.
” ” 200 ” (0,06 ”)	55—60	”
” ” 300 ” (0,04 ”)	40—50	”

Det ferdige mel som kommer fra separatoren har omtrent følgende kornstørrelser:

Mindre enn 140 masker	99,8	pct.
” ” 200 ”	96—98,5	pct.
” ” 300 ”	91—92	”

Fra separatoren føres melet enten direkte til lastevogner eller ved hjelp av transportbelte og elevator til et lagerrum med fyllkasse, hvorfra der går render til en sekkfyllmaskin eller til vogner.

Separatoren bruker omtrent 10 hestekrefter som går med til drift av elektriske vifter.

5. Feltspatmøller i Norge.

Der er for tiden feltspatmøller i drift i Sarpsborg, i nærheten av Risør, i nærheten av Arendal og i Evje. Disse maler tilsammen (1925) omtrent 5000 tonn feltspatmel om året. Dette er mindre enn en femtedel av all den feltspat som utføres fra landet, resten selges som stykkfeltspat.

Det vilde være en nasjonaløkonomisk fordel om meget mere av den feltspat som utvinnes i Norge kunde forarbeides til mel innen landet. Det burde være mulig å få praktisk talt all feltspat eksportert i malt tilstand. Dette kan dog ikke tenkes oppnådd ved øieblikkelig anlegg av flere feltspatmøller. Der kreves først og fremst en omlegning av handelen, således at malt feltspat kan selges direkte til de utenlandske forbrukere

i større utstrekning enn nu. Det europeiske feltspatmarked beherskes nu for en stor del av de utenlandske møller, og enhver bestrebelse for å øke produksjonen av malt feltspat i Norge betyr en konkurranse med vel innarbeidede bedrifter. Man må f. eks. være forberedt på at tollen kan volde vanskeligheter. Feltspatmøllene i De forenede stater har således skaffet sig beskyttelse ved å få en høi toll på feltspatmel, mens stykkfeltspat er tollfri. De norske møller skulde i det lange løp ha utsikt til å seire i konkurransen fordi de har lettere

kontroll over råmaterialet og billigere drivkraft end de utenlandske møller; men der kreves et planmessig arbeide hvis dette skal opnåes. Det vilde være nødvendig å få istand et samarbeide som omfattet eiere av forekomster, mølleiere og forhandlere. Med en fast organisasjon kunde man da gjøre sig håp om å få omlagt feltspatindustrien så at den største del av eksporten blev malt feltspat.

En fremtidig mølleindustri måtte sannsynligvis legge an på å frembringe feltspatkvartsblandinger av garantert sammensetning. Den kvartsfattige feltspat, som der nu utvinnes så meget av her i landet, vil efter hvert bli for dyr fordi

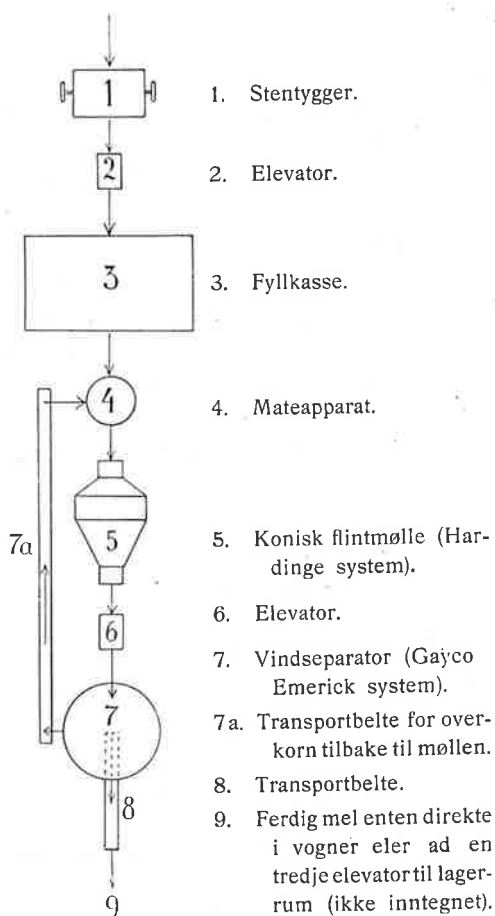


Fig. 72. Driftsskjema for feltspatmølle med kontinuerlig drift.

de lett tilgjengelige forekomster utdrives. Industriens virkelige behov for en slik feltspat er også forsvinnende lite; det som brukes mest er jo nettop blandinger av feltspat og kvarts. Det aller meste av den feltspat som i Norge blir omhyggelig befriet for kvarts blir i de utenlandske møller og fabrikker blandet med kvarts eller kvartsrike masser førend den kommer til nytte. Det er innlysende at det vilde være god økonomi for alle parter om man kunde benytte mest mulig av de naturlige blandinger som finnes og undgå den langt kostbarere produksjon av kvartsfattig feltspat. Også på kvartsinnkjøpet kunde fabrikkene spare adskillig; ren kvarts for lervareindustrien betales nu mange steder med omtrent samme pris som feltspat.

Mølleindustrien måtte arbeide sig frem efter en fast plan for hele landet. Man måtte se å få industrien samlet ved nogen få moderne møller med gunstig beliggenhet for tilgang på råmateriale. Utvidelse av de møller som finnes vilde være bedre enn anlegg av nye.

En slik mølleindustri vil betinges av at der kan innarbeides standardiserte feltspat-kvartsblandinger på markedet. For å opnå dette må der alltid være en nøiaktig driftskontroll ved alle møller. Det er mulig at det vilde være hensiktsmessig å få innført en offentlig eller i ethvert fall en fast organisert kvalitetskontroll med alt eksportert feltspatmel.

E. Feltspatens anvendelse.

De egenskaper hos feltspaten som utnyttes i industrien er først og fremst dens forhold under smeltning, dernest de kjemiske egenskaper hos visse av dens bestanddeler og i nogen utstrekning dens mekaniske egenskaper. Den første av disse anvendelsesmåter er uten sammenligning den viktigste; det er således smelteegenskapene, som gjør feltspaten til en uundværlig bestanddel i en stor del av lervareindustriens produkter.

1. Utnyttelse av smelteegenskapene.

Det eiendommelige ved feltspatens smeltning er som tidligere forklart at smelten ved avkjøling stivner til glass og ikke til en krystallmasse. Glasset er helt gjennom ensartet, fast og

seigt. — I den gjenstand hvor feltspaten smelter under brenningen vil der alltid være andre bestanddeler som ikke smelter, men vedblir å være krystallisert. Disse bindes sammen av det feltspatglass som opstår ved avkjølingen, og det er på denne måte gjenstanden får det meste av sin styrke og fasthet. Heri ligger feltspatens betydning for alle de brente industriprodukter hvori den inngår.

a. Lervarer.

Mange forskjellige slags lervarer holder feltspat som en vesentlig bestanddel. Endog den simpleste og billigste av alle, nemlig almindelig mursten, kan holde adskillig feltspat, fordi tegler næsten alltid er feltspatførende. — Her vil vi bare behandle de mere verdifulle lervarer hvor feltspaten tilsettes i bestemte mengder. Foruten feltspat inneholder disse først og fremst ler (som regel en blanding av kaolin og ildfast bindeler) og dessuten kvarts, undertiden også andre bestanddeler. (Se tabell 9.) Sammensetningen kan variere på utallige måter, likeså behandlingsmåten under fabrikasjonen. Der finnes derfor en hel mengde grader og kvaliteter av slike lervarer; de billigste kan betegnes som hvitt stentøi, de dyreste kalles porselen. Forskjellen mellom disse to grupper ligger vesentlig i den indre struktur av den brente masse.

Stentøi er alltid mere eller mindre porøst innvendig og har derfor et matt, jordaktig brudd. Porselen er derimot fullstendig porefritt og har et glassaktig brudd. De beste sorter stentøi ligner porselen; de er lite porøse og har et splintrig brudd.

Selve formningen av gjenstandene foregår omtrent på samme måte for varer av stentøi og porselen som for andre slags lervarer. Man kan forme gjenstanden av en bløt deig som består av ler, feltspat og kvarts blandet med litt vann; man kan støpe den ved hjelp av en form som trekker vannet til sig, støpemassen er da et flytende slam av den samme lerfeltspat-kvartsmasse; man kan også presse den tørre pulverformige blanding i en stålform; endelig kan man forarbeide gjenstanden på dreiebenk efter at massen er gjort tilstrekkelig

hård ved tørring eller lett brenning. Etter formningen blir gjenstanden først tørret omhyggelig i varm luft og så brent.

Brenningen gir gjenstanden sine varige og verdifulle egenskaper. Denne behandling kan varieres på mange måter hvorved samme masse kan få forskjellige egenskaper. En brenning ved lav temperatur gir et porøst, løst sammenhengende produkt, mens en brenning av samme masse ved høiere temperatur gir et helt kompakt, porselensaktig produkt. Stentøi er alltid brent ved lavere temperatur enn porselen; stentøi sjelden ved en så høi temperatur som 1300°C , porselen som oftest ved 1400°C , eller litt høiere. Brenner man to forskjellige masser (f. eks. 1 og 2 tabell 9) ved samme temperatur (f. eks. 1300°), så kan den som holder minst feltspat (1) bli stentøiaktig, mens den annen (2) blir mere porselensaktig.

Næsten alle varer av stentøi og porselen dekkes med glasur, hvis oppgave det er å gi gjenstandene en glatt og tett overflate. Glasuren tilsettes efter at gjenstanden er formet og som regel først efter at den er brent en gang, sjelden direkte efter tørringen. Den finmalte glasurblanding røres ut i vann til et slam, og den brente gjenstand dyppes nedi så slammet suges op i porene og dekker overflaten. Efter tørring blir så gjenstanden brent igjen så glasuren smelter fullstendig og flyter ut over hele overflaten og delvis inn i massen.

Nogen eksempler på sammensetningen av glasur for stentøi og porselen er gitt i tabell 9. Alle glasurer for porselen og de beste sorter stentøi holder betydelige mengder feltspat, alltid mere enn selve massen; dessuten holder de kalciumkarbonat (kritt, hvittning) og ofte stoffer som blyoksyd (mønje) og borax. Disse tilsetninger gjør glasuren mere letsmeltelig, men samtidig bløtere; den hårdeste og mest tungt smeltelige glasur er den som holder mest feltspat og kvarts. Glasurer for simple lervarer holder ikke feltspat.

Stentøivarenes glasur brennes ved lavere temperatur enn massen, som regel ved under 1200°C . Glasuren i disse varer dekker bare overflaten og trenger ikke inn i massen. — Porselensglasuren kan behandles på samme måte som stentøiglasuren så massen brennes ved en høi temperatur, over 1300° , og så glasuren ved ca. 1200° . Ofte gir man dog porselensmassen



Fig. 73. Porselensgjenstander fra Porsgrunds Porselensfabrik.

Porsgrunds Porselensfabrik. fot.

Tabell 9.

Eksempler på sammensetningen av forskjellige feltspatholdige lervarer og deres glasurer (i prosent av den tørre blanding).

	Masser			Glasurer		
	1	2	3	4	5	6
Feltspat	15	36	26	37	51	42
Kvarts	35	18	19	13	-	24
Kaolin	20	23	-	5	28 ¹	13
Ildfast bindeler	30	23	55	-	-	-
Kalciumkarbonat	-	-	-	10	21	18
Blykarbonat	-	-	-	31	-	-
Zinkoksyd	-	-	-	4	-	-

1. Hvitt stentøi med jordaktig brudd.
2. Hvitt stentøi med glassaktig brudd (vitrifisert stentøi).
3. „Hårdt“ porselen.
4. Lett smeltelig glasur for stentøi.
5. Matt glasur for stentøi.
6. Tungt smeltelig glasur for stentøi og porselen.

b. Emaljer.

Emalje anvendes på samme måte som glasur utenpå forskjellige gjenstander, men adskiller sig fra glasuren ved å være ugjennemsiktig og ofte farvet; den skjuler derfor gjenstandenes egentlige masse. Feltspatholdige emaljer brukes på simple lervarer og på varer av jern og stål.

Emaljen kan ha omtrent samme sammensetning som glasurer med tilsetning av farvestoff eller et stoff som gjør det smeltede emaljeglass hvitt. Ofte sørger man dog for at emaljen får en betydelig lavere smeltetemperatur enn de almindelige glasurer for stentøi; dette opnåes f. eks. ved tilsetning av borax, natriumkarbonat og andre „flussmidler“.

Emaljer for lervarer behandles omtrent på samme måte som glasurer, de tilsettes efter den første brenning av gjenstandene og smeltes ved en så lav temperatur som mulig.

Emaljer for jern- og stålvarer smeltes på metallflaten som først må renses ved hjelp av syre eller sandblest. Man anvender

¹ derav 20 brent og 8 rå.

først en grunnemalje som fester sig godt på metallet og dernest en dekkemalje. — Grunnemaljen kan fremstilles ved først å smelte sammen omtrent like deler kvarts, borax og feltspat og litt kobaltoksyd, så pulverisere det glass som derved opstår og male det i vann sammen med litt kaolin, feltspat og magnesia til et fløtelignende slam. Gjenstandene dyppes i emaljeslammet eller dette strykes eller sprøytes over overflaten; efter tørring foregår brenningen ved en temperatur under 1000° , så emaljen smelter godt sammen med metallet. — Dekkemaljen kan f. eks. tilberedes av feltspat, borax, tinnoksyd, soda, salpeter og fluspat. Disse bestanddeler blandes sammen med litt ammoniumkarbonat og smeltes til et glass som males i vann sammen med litt av de usmelte bestanddeler. Emaljeslammet tilsettes så utenpå grunnemaljen, og gjenstanden brennes igjen, men nu ved en lavere temperatur enn første gang. Denne dekkemalje er helt ugiennemsiktig, hvit, fordi den holder tinnoksyd.

Emaljerte jern- og stålvarer er en betydelig handelsartikkel hvis fabrikasjon beskjeftiger adskillige mennesker især i Tyskland. Emaljevarer blir nu for en del fortrenget av aluminiumsvarer. De viktigste artikler er husholdningsgjenstander og sanitærutstyr av billigste sort samt store kar og beholdere for den kjemiske industri, bryggerier og meierier.

I emaljeindustrien anvendes ofte natronfeltspat i stedet for eller ved siden av kalifeltspat.

c. Forskjellige anvendelser.

Slipeskiver av smergel og siliciumkarbid („karborundum“, „sika“) fremstilles ved å blande det hårde, pulveriserte slipe-middel med en lermasse som er tilsatt feltspat. Skivene blir derefter tørret og brent på samme måte som lervarer. Herunder smelter feltspaten, og det glass som fremkommer binder massen sammen. Fabrikasjonen av slipeskiver er en betydelig industri, de største fabrikker er i Amerika. Også i Norge er der slike fabrikker.

Kunstige tender fremstilles av den reneste kali-natronfeltspat som det er mulig å sortere ut. Man anvender en meget finmalt masse som består av 80 pct. feltspat, resten kvarts, benaske og små mengder farvestoffer, f. eks. oksyder av titan,

nikkel, jern og kobber. Av det tørre pulver lages en hård deig ved tilsetning av stivelsesholdig vann, og tendene presses i stålformer og tørres. En stift av platina eller en nikkellegering bores inn i den nedre ende av tanden, og derefter foregår brenningen ved langsom ophetning til ca. 1200° C, hvorunder feltspaten smelter sammen med en del av de øvrige bestanddeler.

Den feltspat som anvendes må, som nevnt, være av den reneste sort. Man opnår derfor en meget høiere pris for tandfeltspat enn for annen feltspat, men de mengder som brukes er så små at de ikke spiller nogen rolle på markedet.

Porselensknapper fremstilles av en feltspatmasse på lignende måte som kunstige tender. En fransk fabrikk, som har spesialisert sig i denne fabrikkasjon, har i en lang årrekke fått sin feltspat fra et eget brudd i Østfold.

2. Utnyttelse av feltspatens kjemiske bestanddeler.

a. Pegmatit som råstoff for Portland-cement.

Hovedbestanddelene i all Portland-cement er kalk, kisel-syre og lerjord. Råstoffet for kalk er kalksten og det almindelige råstoff for kisel-syre og lerjord er ler eller lerskifer, men en hvilken som helst bergart som gir disse bestanddeler i de riktige forhold kan brukes. En norsk fabrikk, Dalen Portland-cement Fabrikkk i Brevik, har i flere år anvendt pegmatit i sine blandinger i stedet for ler eller lerskifer. Denne pegmatit består av omtrent 46 pct. feltspat, 44 pct. kvarts og 10 pct. glimmer og bimineraler. Dens viktigste kjemiske bestanddeler er ca. 76 pct. kisel-syre, ca. 13 pct. lerjord, ca. 4 pct. kali og dessuten natron, kalk, jernoksyder, magnesia og ubetydelige mengder av andre bestanddeler.

Pegmatiten brytes ved Kragerø (se fig. 59), knuses i en stentygger i bruddet og skibes til fabrikk, hvor den males og blandes med andre bestanddeler. Den pulveriserte blanding brennes som vanlig i store roterovner (fig. 75) ved en meget høi temperatur. Derved foregår en kjemisk omsetning av bestanddelene, og pegmatitens kisel-syre og lerjord forener sig med kalken til de kjemiske forbindelser som gir cementen sine verdifulle egenskaper.

Kali, som utgjør pegmatitens tredje hovedbestanddel, går ikke i større utstrekning inn i cementen; den er flyktig ved roterovnsens høie temperatur; den fordamper og føres vekk i trekkluften sammen med andre flyktige bestanddeler og med mineralstøv som hvirvles op. Kalidampene forbinder sig kjemisk med andre stoffer og blir under avkjølingen til et støv av kalisalt. Alt dette blir underveis til skorstenen samlet op i et Cottrell-anlegg, et system av elektrisk ladede rør, som tiltrekker støvet og holder det fast så det ikke kommer ut av skorstenen. Ved denne fremgangsmåte undgår man altså de masser av røk som cementfabrikkenes skorstener pleier å spy ut over omegnen, og man får i det opsamlede støv et verdifullt, kalirikt og kalkholdig gjødningsmiddel. Støvet holder 15,5 pct. kali, hvorav 14 pct. er oppløselig i vann.

Denne fabrikasjonsmetode for Portland-cement tillater altså en utnyttelse av pegmatitens d. v. s. kalifeltspatens innhold av kali. Den er i virkeligheten den eneste kjente metode hvorved en sådan utnyttelse kan gjennomføres i praksis.

b. Direkte utvinning av kali av feltspat.

Kali kan utvinnes av feltspat på en mengde forskjellige måter, men ingen av disse har ennu ført til praktiske resultater. Selv den kalirikeste feltspat holder sjelden over 12—13 pct. kali; den er uopløselig i alle almindelige syrer og er forholdsvis tungt smeltelig. Omkostningene ved å få kalien løst fra de andre stoffer som den er bundet til i feltspat er derfor alltid større enn verdien av det som kan utvinnes. Ikke desto mindre har kali-utvinning av feltspat været gjenstand for tallrike oppfinnelser. Der finnes omkring 300 patenter vedrørende dette problem, de aller fleste fra de siste år¹. Den eneste praktiske anvendte metode er altså, som nevnt, utvinningen av kali som biprodukt ved cementfabrikasjonen.

¹ En uttømmende redegjørelse for disse patenter er gitt av Erling Johnson i en publikasjon fra Statens Råstoffkomité (se litteraturfortegnelsen bakerst i boken).

c. Feltspatens anvendelse i hvitt glass.

En del feltspat anvendes som tilsats til hvitt glass (melkeglass, opalglass, alabastglass). Den spiller der ingen rolle som smeltestoff; det er særlig dens kjemiske bestanddeler som kommer til nytte sammen med de andre stoffer i smelten. Slikt glass kan f. eks. smeltes sammen av kvarts, natriumkarbonat (soda), feltspat og flusspat og små mengder av andre bestanddeler. Ved kjemiske omsetninger mellom disse stoffer oppstår der en mengde små krystaller i glassmassen når den etter smeltingen ophetes nogen tid ved en lavere temperatur enn smeltetemperaturen.

Den feltspat som anvendes i dette øiemed behøver ikke å være av reneste kvalitet. Man anvender helst natronfeltspat eller en natronrik kali-natronfeltspat.

Hvitt glass har adskillig industriell anvendelse f. eks. til fremstilling av lampeskjærmer og bordplater.

d. Kalk-natronfeltspat som råstoff for aluminium.

De kalkrike kalk-natronfeltspater har her i landet været forsøkt anvendt som råstoff for fremstilling av aluminiumsalte og aluminiumoksyd. Disse feltspater er forholdsvis lett oppløselige i syrer; den almindeligste av dem, labradorfeltspat, holder op til ca. 30 pct. aluminiumoksyd og finnes i store og lett tilgjengelige forekomster, f. eks. i Sogn; den skulde derfor ha betingelser for å kunne utnyttes på denne måte. Metoden har dog ennå ikke fått industriell anvendelse.

3. Andre anvendelser av feltspat.

I skuresæpe brukes feltspatmel som den skurende bestanddel av sæpen. Da denne bl. a. anvendes til pussning av metallflater, må feltspatmelet være meget finmalt så det ikke riper overflaten.

Feltspatavfall i form av et jevnkornig grus brukes i nogen utstrekning i visse slags takdekninger i Amerika.

Knust avfall fra feltspatbrudd brukes også som grus i hønsegårder, hvor man ikke har annet materiale for samme øiemed.

F. Industriens krav til feltspaten.

1. Nødvendige egenskaper.

Ser vi bort fra de mindre betydelige anvendelser og holder oss til feltspat som råstoff for lervarer og emaljer, så kan vi sammenfatte de krav som stilles til den omtrent således:

1) *Feltspaten skal være en kali-natronfeltspat eller en natronfeltspat.* Mengdeforholdet mellom kalifeltspat og natronfeltspat kan uten skade variere adskillig og behøver ikke å være nøiaktig kjent, da smelteegenskapene forandrer sig lite over et stort område av sammensetninger, og alle blandinger gir holdbare glass. Det er derimot av betydning at den samlede mengde feltspat er kjent så nøiaktig som mulig.

2) *Den må ikke inneholde større mengder av kalkfeltspat,* da denne forandrer smelteegenskapene. Feltspaten blir mere tungt smeltelig og gir et mindre varig glass jo mere kalkfeltspat den holder.

3) *Den mengde kvarts som feltspaten holder må være kjent.* Den praktiske anvendelse går ut på å sette feltspat til en blanding som også alltid inneholder kvarts. Det er derfor ingen praktisk nødvendighet at feltspaten er kvartsfri eller endog kvartsfattig, men mengden av kvarts må bestemmes. Summen av feltspat og kvarts må være så nær 100 pct. som mulig.

4) *Den må for de fleste anvendelser inneholde minst mulig jernoksyd eller andre farvegivende bestanddeler.* Selv små mengder jernoksyd vil som regel ødelegge produktet ved å gjøre det farvet eller flekket. Jernoksydet finnes alltid bundet til de mørke mineraler som følger feltspaten, og den praktiske regel er derfor at feltspaten må befries for alle slike mineraler ved sorteringen.

Alle disse fire krav angår feltspatens mineralogiske og kjemiske sammensetning, og de gjelder både stykkfeltspat og feltspatmel. De kan alle prøves ved mineralogiske undersøkelser og kjemiske analyser og delvis ved prøvesmeltning.

5) *Feltspatmel må alltid ha en bestemt kornstørrelse.* Som regel kreves det at det meste av melet går gjennom et 200 maskers såld. Et praktisk krav er det dessuten at melet er tørt.

Hvis alle disse krav tilfredsstilles, så er det dermed sikkert at feltspaten er et brukbart råstoff. De egenskaper som kravene fastsetter bestemmer nemlig også alle andre egenskaper av praktisk betydning, først og fremst smelteegenskapene. Det er da hver forbrukers sak å forme disse krav i enkelthetene ved å fastsette spesifikasjoner som er avpasset etter de forskjellige anvendelser.

2. Almindelige bemerkninger om spesifikasjoner.

Spesifikasjoner går ut på å fastsette ved hjelp av tall og bestemte uttrykk de egenskaper feltspaten skal ha når et salg foregår. Derved sikres kjøperen nettopp den feltspat han trenger, og prisen kan fastsettes etter feltspatens virkelige verdi. Nøiaktige spesifikasjoner er til like stor fordel for selgeren som for kjøperen.

Feltspathandelen har hittil bare undtagelsesvis foregått etter faste spesifikasjoner. Grunnen hertil er formodentlig den at de fleste kjøpere ikke har visst nøiaktig hvilke krav de skal stille til feltspaten. Den meste feltspat brukes jo i lervariindustrien, og denne har tidligere for en stor del været drevet på grunnlag av gamle overleverte regler og lite gå grunnlag av nøiaktige kunnskaper om materialenes fysiske og kjemiske egenskaper. Det er først i våre dager at denne utpregede tradisjonsindustri etter hvert er blitt behersket av den moderne videnskapelige teknikk. — De største fabrikker, hvor der arbeides etter videnskapelige metoder, fastsetter nu bestemte spesifikasjoner for den feltspat de kjøper; men der er ennå ikke innarbeidet standardiserte sorter på markedet.

Ved å ha for øiet såvel industriens virkelige krav til feltspaten som egenskapene hos den feltspat som kan utvinnes i praksis er det lett å gi regler for hvorledes spesifikasjonene bør formes. Vi nevner først noen krav som ikke bør stilles i fornuftige spesifikasjoner.

En spesifikasjon må ikke kreve „ren kalifeltspat“ eller „ren orthoklas“. Et slikt mineral finnes ikke i naturen og vilde ikke ha noen særlig fordelaktige egenskaper om det fantes.

En spesifikasjon bør heller ikke inneholde krav om „høist mulig kali“, eller om en bestemt mengde kali uten angivelse

av en øvre og en nedre grense. Dette er nemlig ensbetydende med å kreve mest mulig kalifeltspat eller en bestemt mengde kalifeltspat i den naturlige blanding som alltid foreligger, og et slikt krav har ingen praktisk hensikt undtagen muligens i ganske spesielle tilfeller.

En spesifikasjon for stykkfeltspat må ikke fastsette noen bestemt farve hos feltspaten. Farven er en nokså tilfeldig egenkap, og feltspaten kan være like god når den er mørk som når den er snehvit.

En riktig spesifikasjon selv for den reneste sort skal ikke kreve kvartsfri feltspat, da en slik kvalitet ikke kan skaffes i nevneverdige mengder; der er heller ikke noe praktisk behov for den.

Spesifikasjoner som innskrenker sig til å kreve 1ste sort, 2nen sort, grad A, grad B o. s. v. har liten virkelig verdi, da slike betegnelser ikke har noen almindelig anerkjent betydning.

3. Praktiske regler for spesifikasjoner.

Feltspat kan spesifiseres entydig på forskjellige måter. I praksis fastsetter man undertiden samtidig både den kjemiske eller mineralogiske sammensetning og smelteegenskapene, skjønt sammensetningen alene skulde være tilstrekkelig til å bestemme materialet fullstendig. Den som fastsetter slike dobbeltspesifikasjoner må kjenne feltspatmineralenes fysiske og kjemiske egenskaper nøie, så ikke kravene kommer i strid med hinannen. Det må også erindres at det som spesifiseres ikke strengt tatt er feltspat, men en blanding av feltspat, kvarts og en del uundgåelige forurensninger.

Forholdet feltspat-kvarts. Spesifikasjonene bør først fastslå hvor meget feltspat og hvor meget kvarts der skal være i materialet. Dette uttrykkes ved å angi grensene for kvartsmengden. Det forutsettes da at resten er feltspat plus de tilfættelige forurensninger. For den kvartsfattige stykkfeltspat kan kontrollen lett utføres ved mineralogiske undersøkelser (direkte målinger under mikroskopet). For feltspatmel og all kvartsrik feltspat er det som regel nødvendig å støtte sig til kjemiske analyser. Kvartsmengden kan da ikke bestemmes direkte, den

må beregnes av analysen. Man bestemmer kali og natron, ofte også kalk, beregner derav feltspatmengden og får så kvartsmengden som rest når feltspatmengden subtraheres fra 100.

Eksempel: En spesifikasjon foreskriver mellom 25 og 30 pct. kvarts. Analysen gir:

Kali	9,50 pct.
Natron	2,00 „
Kalk	0,12 „

Derav beregnes (se tabell 4):

Kalifeltspat	56,3 pct.
Natronfeltspat	17,0 „
Kalkfeltspat	0,6 „
<hr/>	
Sum feltspat	73,9 pct.

$$\text{Kvarts} = 100 \div 73,9 = 26,1 \text{ pct.}$$

Materialet tilfredsstillers altså spesifikasjonen.

Selve feltspatens sammensetning kan spesifiseres ved å angi grensene for de mengder kalifeltspat, natronfeltspat og kalkfeltspat som ønskes. Hvorledes kontrollen utføres fremgår av hvad der er nevnt for bestemmelsen av kvartsmengden. Man får i virkeligheten feltspaten bestemt ved den analyse som brukes til beregning av kvartsmengden. Sammensetningen blir da ikke uttrykt i pct. av den virkelige feltspat, men i pct. av den foreliggende kvarts-feltspatblanding. Når der kreves analyse kan man derfor mest praktisk spesifisere feltspatens sammensetning ved å angi grensene for kali, natron og kalk. Det er allerede fremhevet at det spiller liten praktisk rolle enten disse grenser er snevre eller vide, når bare kalkmengden (som bestemmer kalkfeltspaten) er lav; men jo videre grenser der settes, des større spillerum kan der også bli for kvartsmengden, derfor spesifiserer man gjerne kvartsen for sig ved å angi bestemte tall for dens mengde i blandingen.

Eksempel: Spesifikasjonen forlanger:

Kali ikke under	8,5 pct.
Natron ikke over	2,2 „
Kalk ikke over	0,8 „

Den analyse som er tatt til eksempel ovenfor tilfredsstillende altså disse spesifikasjoner fullstendig, men spesifikasjonene tillater teoretisk kvartsmengden å variere mellom 0 og 50 pct. Da man ikke av hensyn til selve feltspaten behøver snevrere grenser for kali, natron og kalk enn de tall som er nevnt, mens det er ønskelig å ha et bestemt kvartsinnhold, bør altså kvartsmengden spesifiseres for sig f. eks. til 25—30 pct. Det analyserte materiale tilfredsstillende da alle foreskrevne krav.

Tillatelige forurensninger. Spesifikasjoner for tillatelige forurensninger har først å fremst til hensikt å utelukke stoffer som kan gi det smeltede materiale en skadelig farge. Det forutsettes at slike stoffer i ethvert fall finnes i meget små mengder, da spesifikasjonens øvrige krav må være formet således at materialet vesentlig kommer til å bestå av en blanding av feltspat og kvarts. For de fleste øiemed kreves det at materialet i ethvert fall holder under 1 pct. jernoksyd; men kravene kan innen denne grense variere meget; de avhenger både av brenningsmetoden og av det ferdige industriprodukts egenskaper. — Det er som regel like betryggende ikke å foreskrive grenser for jernoksyd og lignende forurensninger, men å forlange bestemte egenskaper hos feltspatglasset. En slik spesifikasjon kan lett kontrolleres ved prøvesmeltning. Spesifikasjonen må da foreskrive hvorledes smeltningen skal utføres så at prøvematerialet får omtrent samme slags behandling som det produkt hvori materialet skal brukes. (Se det praktiske eksempel som gjengis nedenfor.) For en kvartsfattig feltspat vil spesifikasjonen f. eks. kreve et klart, farveløst glass uten mørke prikker, når smeltningen er utført på en nærmere angitt måte. For en kvartsrik feltspat vil der kreves et melkehvitt glass uten mørke prikker.

Smeltetemperatur av et feltspatmateriale avhenger av sammensetningen, og når denne er nøiaktig spesifisert skulde, som tidligere nevnt, en spesifikasjon av smeltetemperaturen være overflødig; den anvendes dog ofte til kontroll. Smeltetemperaturen oppgis alltid ved å fastsette et Segerkegle nr. for smeltning av en prøvekegle som tilberedes og ophetes efter nærmere fastsatte regler. Det er tilstrekkelig å foreskrive en øvre grense for smeltningen. For et kvartsfattig materiale av

almindelig kali-natronfeltspat kan man forlange smeltning ved eller før Segerkegle nr. 7, 8 eller 9, men ingen naturlig feltspat kan kreves smeltet før Segerkegle nr. 6. Kreves der for et slikt materiale kun smeltning før Segerkegle nr. 10, så kan man uten videre gå ut fra at alle almindelige kali-natronfeltspater tilfredsstillende dette krav. For kvartsrike blandinger må spesifikasjonen foreskrive høiere smeltetemperaturer.

Andre spesifikasjoner. For feltspatmel må der alltid foreskrives en kornstørrelse f. eks. på samme måte som i det nedenfor nevnte eksempel. Der blir da gjerne samtidig gitt forskrifter for hvorledes kornstørrelsen skal bestemmes. Av samme eksempel fremgår det hvorledes en spesifikasjon også bestemmer fremgangsmåten ved prøvetagningen og ved bestemmelse av fugtigheten.

4. Et eksempel på praktiske spesifikasjoner.

Et amerikansk firma, som anvender store mengder feltspat i fabrikasjonen av elektrisk porselen, har fastsatt nøiaktige spesifikasjoner hvis innhold gjengis her. Spesifikasjonene gjelder et kartsfattig feltspatmel.

Prøvetagning. Prøven skal tas fra seks forskjellige steder i vognen eller lagerbingen med ikke under 1 kg fra hvert sted. Den innbyrdes avstand mellom prøvestedene skal ikke være under 1,5 m, og de skal alle ligge i forskjellig dybde under overflaten. Prøvestedene skal ligge således som er antydnet nedenfor. Tallene angir dybden, idet 1 er øverst og 6 ved bunnen:

Vognen eller bingen sett ovenfra

2	6	1
5	3	4

Hele prøven skal blandes omhyggelig på en ren flate ved å deles i to, spre den ene halvdel jevnt over den annen og blande. Derpå skal prøven kvarteres og to deler fra motsatte hjørner forkastes, de to andre blandes som før, kvarteres en gang til, og resten blandes igjen. Den prøve på ca. 1,5 kg som derved fremkommer skal oppbevares i en ren, lufttett beholder som blir nøiaktig merket.

Sammensetning. Feltspaten skal være en kalifeltspat, hvis kjemiske sammensetning ligger innen følgende grenser:

Kali ikke under	11,0 pct.
Natron ikke over	3,6 „
Kvarts (fri kiselsyre) ikke over	5,0 „
Kalk ... } ikke over	1,0 „
Magnesia }	

Kornstørrelse. Ett hundre gram av prøven tørres til konstant vekt ved 105° C og prøves på kornstørrelse etter en metode som foreskrives nedenfor. Av prøven skal da ikke mere enn 0,5 pct. bli tilbake på et 120 maskers såld og ikke mere enn 5,0 pct. på et 200 maskers såld. Det forutsettes at de almindelige standardsåld brukes. — Prøvningen foregår på følgende måte: Materialet anbringes på den ene halvdel av 200 maskers såldet (som holdes litt på skrå) og vaskes forsiktig ved hjelp av en svak vannstrøm inntil der ikke går mere igjennem. Herunder blir de små klumper som ofte dannes under vætningen trykket ut ved hjelp av en bløt pensel. — Etter grundig vaskning skal det som ligger igjen på 200 maskers såldet overføres til en eller annen beholder ved sprøtning fra en vaskeflaske. Derefter anbringes 120 maskers såldet over 200 maskers såldet; det grove materiale overføres til 120 maskers såldet, vaskes og pensles ned som før, og det som kommer ned på 200 maskers såldet vaskes igjen. — De rester som nu er på de to såld blir tørret til konstant vekt ved 105° C og veiet hver for sig.

Fuktighet. Innkjøpsprisen fastsettes på grunnlag av et mel som ikke holder over 2 pct. fuktighet. Bestemmelsen utføres på følgende måte: Snarest mulig etter prøvetagningen avveies 5 gr. av prøven nøiaktig og tørres i en ovn ved 105° — 110° C til konstant vekt. Vekttapet skal beregnes og oppgis som procent av den tørre vekt.

Smelteegenskaper. Av materialet fremstilles prøvekegler av standard form og størrelse (se side 90), hvori kan brukes et bindemiddel som brenner helt op og ikke påvirker farven av det brente materiale. Prøvekeglene anbringes på et underlag av ildfast ler sammen med en serie av Segerkegler og blir efter



● Betegner herreder eller større strøk hvor-
fra det er utvunnet betraktelige meng-
der av feltspat i løpet av de siste 10 år.

○ Betegner herreder eller større strøk hvor
det er pegmatittforekomster som aldri
har vært utnyttet eller feltspatbrudd
som ikke har gitt noen eller kun en
ubetydelig produksjon i løpet av de
siste 10 år.

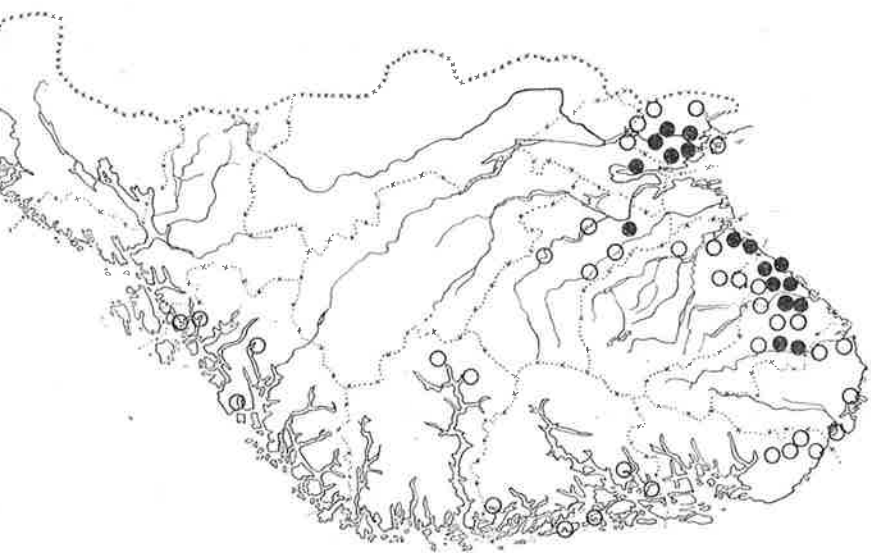


Fig. 76. Kart over feltspatforekomstenes utbredelse i Norge.

tørring av leren ophetet i en ovn som gir nøytral eller oksyderende atmosfære. Prøvens smeltetemperatur (flytepunkt) angis som nr. av den Segerkegle som ombøies samtidig med prøvekeglen. — Der kreves en feltspat som smelter ved eller før Segerkegle nr. 10. — Prøvekeglen skal etter brenningen være hvit og ikke ha mørke prikker på overflaten.

Kap. 4. Feltspatforekomstenes utbredelse.

Handelsstatistikk.

I dette kapitel behandles forekomstenes geografiske utbredelse, og samtidig gis der statistiske opplysninger om produksjonen av feltspat i de forskjellige land og nogen få almindelige opplysninger om handelen med feltspat landene imellem. Der er kun tatt hensyn til feltspat som anvendes i industrien; feltspatens forskjellige anvendelser som smykkesten spiller ingen nevneverdig økonomisk rolle, og er derfor ikke tatt i betraktning.

Verdensproduksjonen av feltspat har i de siste år dreiet sig om 300 000 tonn. Den overveiende mengde utvinnes i De forenede stater, Kanada, Norge og Sverige.

A. Norge.

1. Utbredelse.

Vi omtaler her de strøk hvor der er eller nylig har været utvinning av feltspat og nevner også nogen av de strøk hvor der er forekomster som på grunn av dårlige kommunikasjoner eller av andre grunner ikke er utnyttet¹.

Betingelsene for en lønnsom utvinning av feltspat er de samme som for andre almindelige mineraler. Feltspaten må finnes i brukbar kvalitet og i tilstrekkelige mengder på steder, hvorfra den kan transporteres til forbrukerne uten for store omkostninger. Da nesten all den feltspat som utvinnes i Norge selges til forbrukere i oversjøiske land, er det nødvendig at der

¹ En samlet beskrivelse av selve forekomstene vil gis i senere publikasjoner fra Norges Geologiske Undersøkelse. Enkeltheter fra nogen få forekomster er meddelt som eksempler i det foregående.

fra bruddene kan skaffes noenlunde billig transport til en sjøhavn. Vi finner derfor alle vore drivverdige feltspatforekomster langs kysten eller i strøk som har gode kommunikasjoner med kystbyer. — Kartet, fig. 76, gir et inntrykk av forekomstenes utbredelse.

a. Akershus og Østfold.

I *Akershus* fylke er der adskillige forekomster av pegmatit på østsiden av Oslofjorden, særlig i strøkene omkring Øieren, men de har hittil ikke kunnet utnyttes som feltspatbrudd; enkelte steder utvinnes glimmer. Ved Spro ved Oslofjorden er der et feltspatbrudd som har vært i drift i adskillig tid.

I *Østfold* fylke har der siden 1870-årene vært en betydelig utvinning av feltspat. — De eldste brudd er i Råde, hvor der er store forekomster på tallrike steder. På de fleste steder i Råde er driften nu innstillet. I Rygge har der tidligere vært en betydelig utvinning av feltspat fra mange store brudd. — I Våler er der også mange forekomster, f. eks. på Ånnerødhalvøen i Vannsjø, men heller ikke her er der nu nogen nevneverdig drift. I Skjeberg er der betydelige forekomster, særlig omkring Isesjøen, og ved enkelte av disse foregår der nu utvinning av feltspat. — I Rakkestad og Degernes er der mange store forekomster, hvorav enkelte har vært drevet i lang tid. Videre finnes der tildels betydelige forekomster i Tistedalen, Tune, Varteig, Hvaler og Svindal. — Pegmatitforekomstene i Østfold er ofte rike på glimmer (enkelte er drevet som glimmerbrudd), og fra mange er der utvunnet adskillig ren kvarts. I mange av forekomstene er der også funnet sjeldne mineraler som beryl, topas, columbit, samarskit og uranbekerts.

b. Buskerud.

Pegmatitforekomstene i Buskerud fylke har vært meget lite utnyttet. Enkelte steder, f. eks. i Sigdal, har der vært utvunnet litt glimmer, men feltspatbrudd er hittil kun drevet ved Gulliksrud i Eiker. — Forekomster kjennes foruten i de nevnte herreder også i Krødsherred og Flå (f. eks. langs Bergensbanen nordenfor Ørjenviken) og i Modum, Fiskum, Flesberg og Rollag.

c. Telemark.

Ved kysten av Telemarks fylke har der i herredene Bamble, Skåtøy og Sannidal i lang tid foregått en meget betydelig utvinning av feltspat fra et stort antall brudd. De fleste brudd ligger på de tallrike øer øst og nordøst for Kragerø eller på fastlandet nær sjøen. Særlig kjent er de store forekomster umiddelbart vest for Kragerø og enkelte forekomster i nærheten av Ødegården i Bamble. — Mange av forekomstene i disse strøk har på grunn av sin heldige beliggenhet været meget sterkt utnyttet. Det har været lønnsomt å drive ut både kvarts og de kvartsrikeste feltspatsorter. Enkelte steder, f. eks. i Bamble, holder pegmatiten drivverdig glimmer. Noen av de store gamle brudd ved Kragerø („Kalstadgangen“ og „Tangenbruddet“) har været finnested for en rekke sjeldne mineraler. — Også i andre bygder av Telemark, f. eks. Solum, Drangedal og Nissedal, er der pegmatitforekomster, men de fleste av disse har ennå ikke kunnet utnyttes på grunn av ugunstig beliggenhet.

d. Aust-Agder.

Den første utvinning av feltspat i Norge begynte i Aust-Agder, ved Narestø i Flosta, i 1792, og fylket er fremdeles setet for en betydelig produksjon fra forekomster som dels ligger langs kysten og dels inne i landet. Der er feltspatbrudd i følgende herreder: Søndeled, Dyvåg, Holt, Flosta, Ø. Moland, Tromøy, Øyestad, Fjære, Landvik, V. Moland, Froland, Herefoss, Birkenes, Iveland, Evje og Hornnes. Den største produksjon har i de senere år foregått fra bruddene omkring Arendal og Risør og i Iveland og Evje. — Dessuten er der forekomster i Gjerstad, Vegårdshei, Åmli, Mykland, Vegusdal og Bygland. De fleste av disse har ennå ikke været utnyttet, men det er mulig at den fremtidige Sørlandsbane vil kunne gjøre ialfall nogen av dem lønnsomme. — Fra mange av feltspatbruddene langs kysten utvinnes kvarts som biprodukt. Flere av forekomstene har været rike på sjeldne mineraler; særlig bekjent i denne henseende er forekomstene i Iveland og Evje.

e. Vest-Agder.

I Vest-Agder er der tallrike forekomster av pegmatit, men for tiden liten utvinning av feltspat. Der er forekomster i herredene Randesund og Oddernes ved Kristiansand samt i Øvrebø, Vennesla, Hægeland, Spangereid og Spind. Dessuten er der betydelige forekomster, som for tiden ikke drives, på Hitterøen (Hidra) ved Flekkefjord, hvor der er funnet mange sjeldne mineraler i pegmatiten.

f. Vestlandsfylkene og Trøndelagsfylkene.

I ingen av vestkystens fire fylker har der været nogen betydelig produksjon av feltspat. — I *Rogaland* fylke er der pegmatitforekomster i Sokndal, Lund, Heskestad, Helleland og Bjerkreim, men kun noen få steder har der været tale om å kunne utnytte feltspaten. — I *Hordaland* fylke er der forekomster i Ølen, Skånevik, Austevoll, Sund, Fjell og Masfjorden. I *Møre* fylke har der været feltspatbrudd i Fræna, Ensfjord, Valsøyfjord og Aure. I *Sør-Trøndelag* er der ubetydelige forekomster på Hitra.

g. Nordland.

De betydeligste feltspatbrudd nordenfjells er de som knytter sig til forekomstene i Tysfjord herred, hvor der har været utvunnet store mengder feltspat, særlig fra bruddene ved Hundholmen og Drag. Der finnes også forekomster i Hamarøy, Nordfold, Sørfold, Kjærringøy, Moskenæs, Bodin, Skjærstad og Meløy, men ingen av disse har gitt nogen større produksjon, de fleste har overhodet ikke været drevet.

2. Statistikk.

De eneste fullstendige statistiske opgaver som foreligger vedrørende Norges feltspatindustri er eksportstatistikken. Der innføres imidlertid ikke feltspat til landet. Det innenlandske forbruk er også ubetydelig, noen få hundre tonn om året. Eksportstatistikken gir derfor et temmelig riktig gjennomsnittsbillede av produksjonen. Dog vil der naturligvis være adskillige

svingninger fra år til annet i forholdet mellom produksjon og eksport; i et år med større produksjon enn eksport vil der oparbeides lager som avsettes neste år, hvorved produksjonen for dette år nedsettes.

Den offentlige statistikk omfatter utførsel av stykkfeltspat og feltspatmel til forskjellige land og for årene til og med 1923 også utførselens fordeling på de forskjellige norske havner. Et utdrag av statistikken er meddelt i tabellene 10 og 11.

Det fremgår av tabell 10 at det viktigste marked for norsk feltspat alltid har været Tyskland (bortsett fra krigsårene). I de senere år har imidlertid utførselen til Storbritannien steget til samme høide som i 1912, mens utførselen til Tyskland ennå er mindre enn halvparten av hvad den var i 1912.

Tabell 11 gir et inntrykk av hvorledes eksporten har fordelt sig på de forskjellige landsdeler i løpet av de 25 år fra 1898 til 1923.

Statistikken viser tydelig hvorledes feltspatindustrien blev lammet under krigsårene; i 1918 var eksporten mindre enn $\frac{1}{10}$ av hvad den var i 1913. Siden 1918 har den stadig steget. I 1925 blev der eksportert i alt 26 785 tonn, hvorav 21 665 tonn stykkfeltspat og 5 120 tonn feltspatmel.

Foruten den eksporterte feltspat og den ubetydelige mengde som er forbrukt av norske lervarefabrikker er der i de senere år brutt ut store mengder usortert pegmatit, som er forbrukt innenlands i cementindustrien. Fra et enkelt brudd på Berø ved Kragerø tas der ut flere tusen tonn årlig til dette bruk.

B. Utlandet.

1. Sverige.

I Sverige utvinnes der feltspat fra tallrike brudd spredt over mange forskjellige distrikter. De viktigste forekomster ligger i omegnen av Stockholm, langs kysten av Bohuslen, ved Kolsva i Vestmanland, i Östergötland og i egnen omkring Luleå. De svenske forekomster ligner gjennomgående de norske og leverer feltspat av omtrent samme kvalitet. — Sveriges utførsel var før krigen omtrent som Norges; den sank under krigen, men ikke så voldsomt som Norges og er nu omtrent som i

Tabell 10.

Statistikk over Norges eksport av feltspat. (1 tonn à 1000 kg).

	Eksportert mengde stykkfeltspat og feltspatmel til:													Sum stykkfeltspat	Pris kroner pr. tonn	Sum feltspatmel	Pris kroner pr. tonn	Sum stykkfeltspat og mel
	Eksportert mengde stykkfeltspat og feltspatmel til:																	
	Danmark	Russland	Tyskland	Holland	Belgien	Storbritanien og Irl.	Frankrike	Italien	De forenede stater	Sverige	Spanien	Australien	Andre land					
1912.....	204	235	24413	1192	5705	5917	1180	732	95	-	25	-	146	32844	12,00	7000	22,00	39844
1913.....	414	203	25635	1743	6177	4804	1327	429	25	-	-	85	-	32795	14,50	8048	20,00	40843
1914.....	546	-	14512	1004	4758	4998	1407	328	-	361	15	36	-	19911	14,50	8056	22,00	27967
1915.....	558	-	4750	2134	-	4395	50	214	10	56	280	69	91	8778	15,00	3829	24,50	12607
1916.....	917	-	5244	1372	-	4208	300	196	-	164	310	100	-	9670	17,50	3141	34,00	12811
1917.....	1274	18	1386	540	-	973	-	-	-	190	50	5	-	2353	25,00	2082	62,00	4435
1918.....	1917	-	205	-	-	1137	-	-	-	224	-	5	-	1025	35,00	2463	110,00	3488
1919.....	674	-	100	400	970	1788	1020	40	-	50	105	-	-	3039	40,00	2107	115,00	5146
1920.....	338	-	1672	695	747	2406	114	50	50	224	89	10	-	4237	60,00	2159	115,00	6396
1921.....	542	-	6467	230	1115	450	410	40	-	36	60	-	-	8567	45,00	781	100,00	9348
1922.....	701	-	5418	460	1709	2664	510	-	-	165	86	122	-	9701	34,40	2132	76,44	11833
1923.....	924	-	4486	440	2135	4580	-	-	-	137	186	47	-	10855	35,40	2218	71,00	13083
1924.....	925	132	11078	105	2255	5803	-	-	10	-	116	379	71	16351	37,88	4524	65,92	20875
1925.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21665	-	5120	-	26785

Tabell 11.

Eksport av stykkfeltspat og feltspatmel fra forskjellige norske havner.
(1 tonn à 1000 kg).

	1898	1903	1908	1913	1918	1923
Fredrikshald.....	655	1263	3269	1075	-	390
Sarpsborg.....	-	-	357	5943	-	1603
Fredrikstad.....	1110	1943	1952	2316	2247	-
Moss.....	875	220	2035	850	-	-
Oslo.....	417	93	1975	957	7	402
Drammen.....	-	136	-	-	-	355
Larvik.....	-	-	-	1500	-	-
Porsgrund.....	-	-	-	225	-	-
Langesund.....	177	-	-	-	-	-
Kragerø.....	3128	3369	3307	4380	-	395
Risør.....	110	532	1275	1102	1105	1113
Tvedestrand.....	290	710	2031	762	-	220
Arendal.....	1454	1815	4172	4373	-	2011
Grimstad.....	-	-	375	905	-	125
Lillesand.....	-	-	450	1175	-	-
Kristiansand.....	2864	8509	7184	5362	120	3927
Mandal.....	165	-	145	106	9	-
Farsund.....	-	-	375	-	-	-
Flekkefjord.....	-	-	555	840	-	-
Stavanger.....	-	-	-	1000	-	-
Haugesund.....	-	-	600	-	-	-
Bergen.....	-	-	55	181	-	5
Ålesund.....	100	-	-	-	-	-
Kristiansund.....	-	-	1250	-	-	-
Namsos.....	-	-	-	-	-	243
Bodø.....	-	-	600	-	-	-
Narvik.....	-	-	2475	10290	-	2283
Sum.....	11355	18590	34437	40843	3488	13083

1913. — Sverige har hatt omtrent samme marked som Norge. Den største utførsel har været og er fremdeles til Tyskland; dernest kommer Storbritannien; tidligere var også Russland et viktig marked. — Et utdrag av den svenske utførselsstatistikk er meddelt i tabell 12.

2. Storbritannien og Irland.

I Storbritannien utvinnes ikke egentlig feltspat i nevneverdige mengder, men der er en meget betydelig produksjon av et erstatningsstoff for feltspat, såkalt "Cornish stone", som har været anvendt i den engelske pottemakerindustri i stedet

for feltspat like siden 1759. "Cornish stone" er en slags granit, som mangler de mørke mineraler og altså hovedsakelig består av feltspat og kvarts. Feltspaten, som er forholdsvis natronrik, er sterkt forandret og kan f. eks. inneholde adskillig kaolin og lys glimmer. — "Cornish stone" utvinnes i St. Stephen distriktet nær St. Austell i Cornwall.

Av virkelig feltspat utvinnes der små mengder i Cornwall samt enkelte steder i Irland og Skotland.

I de senere år synes det å være en tendens hos de britiske fabrikanter til å anvende mere feltspat enn tidligere. Omtrent all den feltspat som innføres kommer fra Norge og Sverige.

3. Tyskland, Tsjekoslovakiet og Ungarn.

I *Tyskland* utvinnes der en del feltspat-kvartsblanding fra forekomster i Bayern, Sachsen, Oldenburg, Hessen og Thüringen. Statistikken i tabell 12 omfatter kun Bayern. — En stor del av Tysklands feltspatproduksjon utføres til Tsjekoslovakiet. Tysklands eget behov for feltspat, vesentlig av de kvartsfattige sorter, dekkes ved innførsel fra Norge og Sverige.

Tsjekoslovakiet har forekomster av tildels ren feltspat på mange steder i Bøhmen, men forekomstene er små og kvaliteten ujevn, så utvinningen har kun gått til å dekke en del av de lokale fabrikkers behov.

I *Ungarn* er der noen få feltspatbrudd, hvis produksjon omsettes på det innenlandske marked.

4. Andre europeiske land.

I *Finnland* er der adskillig pegmatit av lignende art som i Norge og Sverige, men først i de senere år har der været utvunnet en del feltspat fra den. De forekomster som har været utnyttet ligger i Sordavala distriktet.

Russland har pegmatitforekomster i Ural, men de ligger for langt vekk fra forbruksstedene til å kunne utnyttes på feltspat.

Italien har i de senere år ifølge statistikken hatt en stigende produksjon av feltspat. Om forekomstenes art og beliggenhet er der ingen tilgjengelige opplysninger.

I *Frankrike* er der forekomster av pegmatit (skriftgranit) nær Limoges og av en forandret granit som ligner "Cornish stone" i departementet Creuse. Disse forekomster produserer en feltspat-kvartsblanding som brukes i de lokale porselensfabrikker.

5. De forenede stater.

De forenede stater utvinner mere feltspat enn alle andre land tilsammen. Hele den store produksjon forbrukes innenlands, og dertil innføres det meste av Kanadas produksjon og små mengder fra andre land. — Forekomstene i De forenede stater er dels av samme art som de norske og dels helt forskjellige. I mange av pegmatitene er der rikholdige forekomster av edelstensmineraler. Den viktigste produksjon foregår i statene North Carolina, Maine, New Hampshire, New York, California og Connecticut. — Det meste av den feltspat som forhandles i De forenede stater er sterkt kvartsblandet og svarer til hvad de norske forhandlere som regel kalder 3dje sort. — (Produksjonsstatistikk er gitt i tabell 12.)

6. Kanada.

Kanada er nu nr. 2 av de feltspatproduserende land. Det innenlandske forbruk er forholdsvis lite, så den største del av feltspaten utføres som nevnt til De forenede stater. Den kanadiske feltspat er for en stor del en kvartsfattig sort, svarende til de norske forhandleres 1ste sort. — Bruddene ligger i provinsene Ontario og Quebec. Forekomstene er dels knyttet til pegmatit som i Norge, dels til finkornige aplitbergarter. (Statistikk finnes i tabell 12.)

7. Andre land.

I *Kina* produseres der store mengder av den berømte „Petuntse“, det materiale hvorav det kinesiske porselen har været fremstillet gjennom århundrer. „Petuntse“ er nærmest en forandret granit; den har egenskaper omtrent som "Cornish stone" og består av feltspat, kaolin og kvarts. — Noen statistikk over produksjonen finnes ikke.

Tabell 12.

Verdensproduksjonen av feltspat¹. (I tonn à 1000 kg).

	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923	1924
Norge.....	40843	27967	12607	12811	4435	3488	5146	6396	9348	11833	13083	20875
Sverige.....	37878	20818	12105	12724	18533	17850	12905	12049	19977	21463	16008	19304
Finnland	-	-	-	-	-	-	-	95	1491	1768	689	2
Tyskland (Bayern) ...	6500	3105	1970	2650	2530	3772	6527	5850	7249	6080	8996	2
Italien	-	700	700	900	1292	1517	1099	2601	2398	2787	5069	5198
De forenede stater ...	109760	122885	95388	120400	128788	89918	64459	137727	93339	119007	147331	208048
Kanada	15236	16388	13221	17684	17661	17044	13316	34458	27096	25153	26746	40646
Japan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15050	22938	23426

¹ For Norge og Finnland gjelder tallene eksporten; for de øvrige land produksjonen. --- For Frankrike, hvor produksjonen ikke er betydelig, opføres feltspat sammen med andre mineraler i statistikken, så tallene har ingen interesse her. --- I alle andre land er produksjonen ubetydelig, og den er derfor ikke opført i tabellen.

² Opgaver mangler.

I *Japan*, hvor der også er en stor porselensindustri, anvendes der dels „Petuntse“, dels virkelig feltspat som utvinnes innenlands. Produksjonen av feltspat har i de senere år ifølge statistikken (se tabell 12) været ganske betydelig, men der er ingen opplysninger om forekomstene.

I *Australien* er der pegmatitforekomster i mange distrikter, enkelte steder er der også utvunnet feltspat, men produksjonen har hittil været ubetydelig.

I *Afrika* er der på Madagaskar pegmatitforekomster som i mange henseender ligner enkelte norske, men der foreligger ingen opplysninger om hvorvidt der har været produsert feltspat fra dem.

Litteratur om feltspat.

Trykte opplysninger på norsk vedrørende feltspat finnes i populære lærebøker i mineralogi og i følgende publikasjoner:

- W. C. BRØGGER, Nogle bemerkninger om pegmatitgangene ved Moss og deres mineraler. Geologiska Föreningens i Stockholms Förhandlingar V (1881).
- J. P. FRIIS, Feltspat, kvarts og glimmer. Norges Geologiske Undersøkelse nr. 1 (1891). (Behandler en del forekomster ved Kragerø, Arendal og Tvedestrand.)
- J. P. FRIIS, Utvinding av feltspat og glimmer i Smålenene. Norges Geologiske Undersøkelse nr. 14 (1894).
- ERLING JOHNSON, Om tilgodegjørelsen av kalifeltspatens kaliindhold. Norges Geologiske Undersøkelse nr. 109 (1922). Statens Råstoffkomité, Publikasjon nr. 9. (Denne publikasjon er en ordnet fortegnelse over alle patenter vedrørende kaliutvinning av feltspat.)
- TH. VOGT, Feltspatundersøkelser i Nordland. Norges Geologiske Undersøkelse nr. 98 (1923). (Kort beskrivelse av forekomster.)
- OLAF ANDERSEN, Feltspatundersøkelser ved Kragerø og Fredriksvern. Norges Geologiske Undersøkelse nr. 122 (1924). (Korte beskrivelser.)
- H. H. SMITH, Feltspatmarkedet. Tidsskrift for Kemi og Bergvesen, 1925, nr. 11 og 12. (En oversikt over feltspatens egenskaper og utnyttelse efter amerikanske kilder.)

Dessuten finnes der spredte opplysninger om feltspat og pegmatit i kartbeskrivelser og andre publikasjoner fra Norges Geologiske Undersøkelse.

Bøker om feltspat er utgitt i De forenede stater og Kanada. Følgende er de viktigste:

- E. S. BASTIN, Economic Geology of the Feldspar Deposits of the United States. U. S. Geological Survey, Bulletin 420 (1910).
- E. S. BASTIN, Geology of the Pegmatites and Associated Rocks of Maine. U. S. Geological Survey, Bulletin 445 (1911).
- A. S. WATTS, Mining and Treatment of Feldspar and Kaolin in the Southern Appalachian Region. U. S. Bureau of Mines, Bulletin 53 (1913).
- A. S. WATTS, The Feldspars of the New England and North Appalachian States. U. S. Bureau of Mines, Bulletin 92 (1916).
- H. S. DE SCHMID, Feldspar in Canada. Mines Branch, No. 401 (1916).

Videnskapelige avhandlinger om feltspat og pegmatit finnes der et umådelig stort antall av spredt i en mengde tidsskrifter og publikasjonsserier. Her nevnes et lite utvalg:

- W. C. BRØGGER, Die Mineralien der Syenitpegmatitgänge der Südnorwegischen Augit- und Nephelinsyenite. Zeitschrift für Kristallographie und Mineralogie, 16 (1890). (Denne bok inneholder bl. a. en fremstilling av pegmatitens geologi og en beskrivelse av visse feltspatarter.)
- W. C. BRØGGER, Die Mineralien der Südnorwegischen Granitpegmatitgänge I. Videnskabs-Selskapets Skrifter. Math.-Naturv. Klasse 1906, nr. 6. (Inneholder bl. a. en oversikt over forekomster av granitpegmatit i Norge.)
- N. L. BOWEN, The Melting Phenomena of the Plagioclase Feldspars. American Journal of Science, 35 (1913). (Eksperimentelle bestemmelser av kalk-natronfeltspatens smelteegenskaper.)
- E. MÄKINEN, Die Granitpegmatite von Tammela in Finnland und ihre Minerale. Bulletin de la Commission Geologique de Finlande, nr. 35 (1913). (En beskrivelse av forekomstenes geologi og mineralogi med utførlig redegjørelse for feltspaten.)
- G. FLINK, Bidrag til Sveriges Mineralogi III. Arkiv f. Kemi, Mineralogi och Geologi 5, nr. 10 (1914). (Inneholder bl. a. en mineralogisk beskrivelse av feltspat fra et stort antall svenske forekomster.)
- G. W. MOREY & N. L. BOWEN, The Melting of Potash Feldspar. American Journal of Science, 4 (1922). (Eksperimentel bestemmelse av kalifeltspatens smelteegenskaper.)
- J. H. L. VOGT, On the Feldspar Diagram. Skrifter utgitt av Det Norske Videnskaps-akademi i Oslo, I. Matem.-Naturvid. Klasse 1926, nr. 4. (En teoretisk avhandling om hvorledes feltspaten opstår i bergarter.)
-

English Summary.

The present publication is a description, in non-technical language, of the properties, geological mode of occurrence, exploitation, and uses of feldspar with special reference to the Norwegian feldspar industry. Systematic descriptions of commercial deposits are reserved for a future publication to be issued as No. 128 B of the present series.

Chapter 1 (pp. 3—40) contains a general description of the mineralogical, chemical, and physical properties of the various species of the feldspar group. — Table 1 (p. 9) gives the theoretical chemical compositions of mixtures of potash feldspar and soda feldspar for intervals of 10 pct. by weight. — Table 2 (p. 10) gives the corresponding figures for mixtures of soda feldspar and lime feldspar. — Table 3 (p. 10) contains a few examples of chemical analyses of feldspar from Norwegian occurrences. The analyses, of which No.s 1—5 are new, represent selected, "pure" feldspar. No.s 1, 2, and 3 are commercial "potash feldspars" from granite pegmatites, No. 4 a soda-potash feldspar from syenite pegmatite, and No. 5 a soda feldspar of commercial quality from a pyroxene bearing granite pegmatite. No.s 6 and 7 are old analyses respectively of oligoclase from granite pegmatite and labradorite from anorthosite. — Table 4 contains multiplication factors for the recalculation of feldspar analyses; Tables 5, 6, and 7 are examples of such calculations.

In the section headed "3. Smelting" (pp. 15—25) the thermal properties of the feldspar minerals are described somewhat in detail. Fig. 7 (p. 19) is a melting diagram for potash-soda feldspars. Curve I represents the temperatures of incipient melting (according to unpublished observations of the writer),

and curve II the softening temperatures (according to data published by WATTS). — Fig. 8 (p. 25) is the melting diagram for lime-soda feldspars (after BOWEN). — Table 8 (pp. 26—27) gives a synopsis of the properties of the common species of feldspar.

The various species are briefly described in a separate section (pp. 28—40). The structural features of perthites are illustrated by the microphotographs reproduced on Pl.s III—V (Figs. 16—24). Each specimen is represented by two photographs, one, marked A, of a section parallel to the first cleavage and an other one, marked B, of a section parallel to the second cleavage. All photographs have the same magnification (the scale is given on Pl. IV). In the A-sections the crystallographic *b*-axis is vertical and in the B-sections horizontal. The potash feldspar of the perthite is always a microcline (orthoclase has not been found in granite pegmatite from Norwegian occurrences), but sometimes it is composed of single individuals, thus lacking the twinning structure characteristic of most specimens of microcline when seen under the microscope. Figs. 16—20 represent perthites with ordinary cross-hatched microcline, Figs. 21—23 perthites with untwinned microcline. Fig. 24 is an anti-perthite where the host is an albite and the perthite intergrowths (dark on the photographs) are microcline.

Chapter 2 (pp. 41—80) is devoted to the composition, structure, and geology of granite pegmatites.

The following minerals are known from Norwegian occurrences of such pegmatites: Actinolite, aeschynite, albite, albite-oligoclase, allanite (orthite), alvite, andesine, anthracite ("coalblende"), apatite, bertrandite, beryl, biotite, bismuth, bismuthinite, blomstrandine, bornite, calcite, chalcopyrite, chlorite, chrysoberyl, columbite, epidote, epidote-orthite, euxenite, fergusonite, fluorite, gadolinite, garnet, gold, hellandite, ilmenite, ilmenorutile, kainosite, keilhauite (yttrotitanite), lepidolite, magnetite, microcline (microcline perthite), molybdenite, molybdc ocher, monazite, mossite, muscovite, oligoclase, orangite, parisite, phenakite, polycrase, pyrite, pyrrhotite, quartz, risørte, salite, samarskite, scapolite, sulphur, tenerite, thalenite, thorite, thortveitite, titanite, topaz, tourmaline (black), tungstic ocher, uraninite (brøggerite and

cleveite), uranophane, wolframite, xenotime, yttrifluorite, zeolites (a few species), zinkblende, zirkon.

The granite pegmatites of Norway are of many different types with regard to composition structure, and geological occurrence. — The main minerals are always quartz and feldspar, both potash-soda feldspar (microcline perthite) and lime-soda feldspar (usually oligoclase) being present in nearly all deposits, but the relative amounts of these minerals may vary within wide limits. Small amounts of pure albite are often found. Of the dark minerals biotite is most common; it is seldom entirely lacking, but sometimes scarce, accompanying the other dark minerals which may be muscovite or black tourmaline, rarely pyroxene (salite) or hornblende. Garnet is a common constituent, especially of the pegmatites rich in muscovite; magnetite is the commonest iron ore mineral and pyrite the commonest sulphide. — A characteristic feature of many of these pegmatites is a comparatively frequent occurrence of various minerals containing rare earths or other unusual constituents. Thus allanite is rather common, and fergusonite and minerals of the euxenite group are found in many places. Beryl, gadolinite, thorite, and monazite occur in several localities and sometimes in considerable quantities; uraninite, columbite, and albite are also found in a number of pegmatites. — Graphic granites — of which Fig. 15, Pl. II and Figs 25—29, Pl. VI are illustrations — occur in most of the pegmatites here considered. Also various other intergrowths are known, e. g. quartz with tourmaline, garnet, or muscovite and muscovite with garnet or epidote. — Feldspar and quartz may occur in large crystals, cleavage faces of microcline perthite sometimes measuring more than 10 m and such crystals weighing more than 100 tons. Mica (muscovite and biotite) is sometimes seen in plates 2—3 m long and $\frac{1}{2}$ m thick. Also tourmaline, beryl, and topaz may be found in crystals of considerable size. — Mirolitic cavities containing crystals of quartz, albite, muscovite and other minerals are sometimes seen; they are usually small, rarely as much as 1 m in diameter. — Aplite is frequently associated with the pegmatite, sometimes forming small dikes through the pegmatite, but as a rule irregularly mixed with the coarse grained rock. —

The granite pegmatites of Norway are of pre-Cambrian age (a few of them perhaps younger), for the most part occurring in foliated rocks (gneisses and amphibolites), sometimes in granites and gabbros. They may form regular dikes or sills, but often they have very irregular outlines. — The geology of the pegmatites is illustrated by sketch maps, cross sections and photographs (Fig.s 30—66) from a few occurrences selected as examples and described in the text (pp. 59—76). — An outline of the origin of pegmatites is given on pages 76—80.

Chapter 3 (pp. 80—122) contains general descriptions of the various phases of the utilization of feldspar.

Chapter 4 (pp. 122—132) contains a synopsis of the geographical distribution of commercial feldspar deposits. All the feldspar producing districts of Norway (but not the individual occurrences) are mentioned and their location is shown on the map, Fig. 76. — Statistics of the feldspar trade are given in Tables 10—12. Table 10 shows the export of crude and ground feldspar from Norway to various countries for the years 1912—1925. Table 11 shows the distribution of this export on different ports. Table 12 gives statistics of production for the more important feldspar producing countries.

Register.

- Adular 38
Aktinolit 43
Alabastglass 112
Albit, se natronfeltspat
Albit-tvillinger 28
Aluminium av kalk-natronfeltspat 112
Alvit 46, 56
Amazonsten 37
Amethyst 42
Amfibolit 57
Amorft stoff 17
Analyser av feltspat 10, 87
Andesin 26
Anorthit, se kalkfeltspat
Anorthoklas 36
Anlegg av feltspatbrudd 91
Antiperthit 35
Apatit 48, 53
Aplit 57
Aquamarin 44
Aventurinfeltspat 40
- Barium i feltspat 15, 36
Barytholdig feltspat 36
Beregning av analyser 12
Bertrandit 50
Beryl 44, 56
Bimineralenes mengde 53
Bimineraler i pegmatit 44
Biotit 43, 56
Biotittens innflytelse på smeltingen 23
Blanding av prøvemateriale 85
Blandingskrystaller 32
Blomstrandin 47
Bornit (broget kobber) 48
Brudstykkebergarter 58
Brøggerit 45
Bytownit 26
- Celsian 37
Chalkopyrit 48
Chrysoberyl 50
- Cleveit 45
Columbit 47, 56
Cornish stone 128
Cæsium i feltspat 14
- Diorit 58
Drivverdighet av feltspatforekomster 81
Druserum 56
Dypbergarter 58
- Egenvekt av feltspat 7, 27, 37
Emalje 108
Epidot 49
Epidot-orthit 49
Euxenit 47
- Fald 58
Farve hos feltspat 6, 115
Farvespil hos feltspat 35, 38
Faste oppløsninger 32
Feltspat i granitpegmatit 41
Feltspatforekomstenes utbredelse
122, 126
Feltspatglass 17, 23, 24, 104
Feltspatstolper 56
Fenakit 50
Fergusonit 47
Flintmølle 98
Fluor i feltspatanalyser 12
Flusspat 49
Flyktige bestanddeler 76
Flåt 70
Forandrede bergarter 58
Forurensninger i feltspat 11, 113, 117
Fosforsyre i feltspatanalyser 12
Fuktighet i feltspatmel 119
- Gabbro 58
Gadolinit 45, 56
Ganger av pegmatit 59
Glass 17, 23, 24, 104
Glasskvarts 42
Glasur 106

- Glimmer 42
 - lys, se muskovit
 - mørk, se biotit
- Glimmerskifer 57
- Gloserheia 68
- Gneis 57
- Gneisgranit 58
- Granat 49
- Granit 58
- Granitpegmatit 41
- Granitpegmatitens alder 79
 - geologi, 57
 - kornstørrelse 56, 78
 - krystallisasjon 77
 - mineraler 41
- Granitmagma 77
- Granitsmelte 76
- Grunnfjeld 57
- Guld 48

- Hardinge mølle 100, 101
- Hellandit 51
- Hematit 48
- Hesstangen 60
- Homogene blandingskrystaller 32
- Hornblende 43
- Hornblendeskifer 57
- Hovedmineralenes mengde i pegmatit 52
- Hvitt glass 112
- Hyalofan 37
- Hårdhet hos feltspat 7
- Hårdhetsrekken 7

- Ilmenit 48
- Ilmenorutil 51
- Individ 5

- Jernertser 47
- Jernglans 48
- Jernoksyd i feltspat 11
- Jesper 60

- Kainosit 51
- Kali av feltspat 111
- Kalifeltspat 8, 29
- Kalifeltspatens indre bygning 30
 - kjemiske egenskaper 8
 - mengde i pegmatit 52
 - sammenføringer med natronfeltspat, se perthit
 - smeltning 16, 23
 - tvillinger 30, 32
- Kalkfeltspat 8, 26, 29
- Kalkfeltspatens forekomst 29
 - innflytelse på kali-natronfeltspatens smeltning 21
- Kalkfeltspatens kjemiske egenskaper 8
 - mengde i pegmatit 52
 - smeltning 24
 - tvillingdannelser 29
- Kalk-natronfeltspat 8, 26, 32
- Kalk-natronfeltspatens farvespil 39
 - kjemiske egenskaper 8
 - kjennetegn 33
 - smeltning 24
 - tvillingdannelser 32
- Kali-natronfeltspat 8, 26, 33
- Kali-natronfeltspatens glass 17, 104
 - homogene blandingskrystaller 36
 - kjemiske egenskaper 8
 - mengde i pegmatit 52
 - parallellsammenføringer, se perthit
 - smeltning 16
- Kalkspat 50
- Kaolins innflytelse på feltspatens smeltning 23
- Karlsbader-tvillinger 32
- Keilhaut 49
- Kirkeholmen 62
- Kirkesund 60
- Kjemiske analyser av feltspat 10, 87
- Kjemiske egenskaper hos feltspat 8
- Klorit 43
- Kløvning hos feltspat 3
- Kobberkis 48
- Kollergang 98
- Konisk mølle 100
- Kontinuerlig feltspatmølle 101
- Kornstørrelse hos feltspatmel 113, 119
- Kryptoperthit 35, 39
- Krystallakser 4
- Krystaller 4
- Krystaller av feltspat 4, 56
- Krystallflater hos feltspat 4
- Krystallform hos feltspat 4
- Krystallisert stoff 17
- Kråkesølv 42
- Kulblende 51
- Kulemølle 99
- Kulsyre i feltspatanalyser 12
- Kunstige tender 109
- Kvalitetsprøvnning av feltspat 86, 115, 118
- Kvartering av prøvemateriale 85
- Kvarts 42
- Kvarts som bestanddel av handelens feltspat 12, 113, 115
- Kvartsens innflytelse på feltspatens smeltning 21
 - mengde i pegmatit 52
- Kvartsit 58

- Labrador (byggningssten) 39
Labrador (feltspat) 26, 39
Landsverk 70
Larvikit 39
Lava 58
Lerhuller 56
Lervarers brenning 106
— formning 105
— sammensetning 108
Lepidolith 42
Leucit 23
Lithionglimmer 42
Lithium i feltspat 14
Løvrak 66
- Magma 77
Magnesia i feltspat 11
Magnetit (magnetjern) 47
Melkeglass 112
Melkekvarvs 42
Metamorfe bergarter 58
Mikroclin 29, 30
Mikroskopiske undersøkelser 30, 31
Molybdenglans (molybdenit) 48
Molybdenokker 48
Monazit 46
Mossit 51
Muskovit 42, 56
Muskovitens innflytelse på feltspatens smeltning 22
Mølleindustrien i Norge 102
Mørke mineralers mengde i pegmatit 52
Månesten 38
- Natronfeltspat 8, 26, 28, 42
Natronfeltspatens forekomst 28
— kjemiske egenskaper 8
— sammenføring med kalifeltspat, se perthit
— smeltning 23
— tvillingdannelser 28
Natronmikroclin 36
Natronorthoklas 36
- Oligoklas 26, 40, 42
Opalglass 112
Orangit 45
Orthit 49
Orthoklas 31
- Parisit 51
Pegmatit 41
Pegmatitbreccie 70
Periklin-tvillinger 29
Perthit 34
Petuntse 130
- Plagioklas, se kalk-natronfeltspat
Polykras 47
Porselen 105, 106, 107
Porselensknapper 110
Portland-cement 110
Prøvesmeltning 18, 89
Prøvetagning 81, 84, 118
Pyrit 48
Pyroxen 43
Pyrrhotin 48
- Ramskjær 75
Restmagma 77
Risøen 62
Risørit, se rettelsler s. 142
Rosenkvarvs 42
Rubidium i feltspat 14
Røkkvarvs 42
Rørmølle 99
- Salit 43
Samarskit 47
Sammenføringer av mineraler 55
Sammensetninger av handelens feltspat 116, 119, se også analyser
Sanidin 36
Sedimentærbergarter 58
Segekegler 90
Skapolit 51
Skriftgranit 54, 94
Skåtøy 59
Smaragd 44
Slipeskiver 109
Smelteegenskaper hos handelens feltspat 119
Smelteområder 18, 25
Smeltning av feltspat 15, 89, 117, 119
Smeltning av metaller 16
Smeltetemperaturer 18
Solsten 40
Sortering 93, se også spesifikasjoner
Spesifikasjoner 113, 114, 115, 118
Statistikk over feltspathandelen 125, 127, 128, 131
Stentygger 97
Stentøi 105, 106, 107
Stolper 56
Strontium i feltspat 15
Strukturformer i pegmatit 54
Strøk 58
Strålsten 44
Størkning av granitsmelte 76
— - pegmatitmagma 77
- Svovel 51
Svovelholdige mineraler 48
Svovelkis 48

Tandfeltspat 110	Vann i feltspatanalyser 11
Tengerit 50	Vannlensning 92, 95
Thalenit 50	Verdensproduksjon av feltspat 122, 131
Thorit 45	Wismut 48
Thortveitit 51	Wismutglans 48
Tint 94	Wolframit 51
Titanit 49	Wolframokker 51
Titanjern 48	Xenotim 50
Topas 50, 56	Yttrofluorit 51
Turmalin 44, 75	Yttrotantalit 47
Tveit 70	Yttrotitanit 49
Tynne snitt 30	Zeoliter 51
Uranbekerts 45	Zinkblende 48
Uranofan 45	Zirkon 50
Utbredelse av feltspatforekomster 120, 122, 126	Æschynit 47

Rettelser.

Side 25, linje 2 nedenfra står kalrike, skal være kalkrike.

Pl. II, Fig. 15. Forklaringens siste setning skal lyde: de hvite uregelmessige partier er natronfeltspat og de sorte eller grå årer som går på skrå nedover tilvenstre er kvarts.

Side 47, linje 20 ovenfra tilføies: En titanrik fergusonit kalles *risorit*.

Side 60, linje 2 ovenfra står dekket er, skal være dekket av.

Pl. XI, Fig. 40. I forklaringen står (se fig. 39), skal være (se fig. 36).

Pl. XIV, Fig. 48. —, — (se fig. 48), —, — (se fig. 50).

61. Årbok for 1912. (Innhold: *Holmsen*, Hatfjeldalen. *Bugge*, Trondhjemsfeltet. *Rekstad*, Bjelladalen; *Rekstad*, Øerne utenfor Saltenfjord; *Rekstad*, Mytilusfauna i Smaalene. *Oxaal*, Ekspert av sten 1870—1911.) Kr. 3.50.
62. *Rekstad*. Bidrag til Nordre Helgelands geologi. 1912. Kr. 3.00.
63. *Holtedahll*. Kalkstensforekomster i Kristianfallet. 1912. Kr. 2.50.
64. *Reusch*. Tekst med geol. oversigtskart over Sandhordland og Ryfylke. 1913. Kr. 2.50.
65. *Bjørlykke*. Norges kvartærgeologi. En oversigt. 1913. Utsolgt.
66. *Werenskiöld*. Tekst med geol. oversigtskart Sætersdalen—Ringerike. 1912. Kr. 2.50.
67. *Rekstad*. Fjeldstrøket mellem Saltedalen og Dunderlandsdalen. 1913. Kr. 2.50.
68. Årbok for 1913. (Innhold: *Oxaal*, Hvit granit. *Schiøtz*, Iskillet, Fæmund. *Reusch*, Tryssell. *Foslie*, Ramsøy titanmalmsfelt.) Kr. 3.00.
69. Årbok for 1914. (Innhold: *Rekstad*, Lyster og Bøverdalen. *Oxaal*, Kalkstenshuler i Ranen. *Rekstad*, Kalkstenshuler i Ranen. *Rekstad*, Kalksten fra Nordland. *Reusch*, Hilterens og Smørens geologi. *Holtedahll*, Fossiler fra Smølen.) Kr. 3.00.
70. Fem avhandlingar. (Innhold: *Reusch*, Norges Geologiske Undersøkelser. *Werenskiöld*, Det sydlige Norge. *Th. Vogt*, Nordland. *J. H. L. Vogt*, Bergverksdrift. *Oxaal*, Stenindustri.) 1914. Kr. 1.00.
71. *Kolderup*. Kartbladet Egersund. 1914. Kr. 2.50.
72. *J. H. L. Vogt*. Grøngrubberne og Nordlandsbanen. 1915. Kr. 2.00.
73. *Holmsen*. Brædemte sjøer i Nordre Østerdalen. 1915. Kr. 4.00.
74. *Holmsen*. Tekst med geol. oversigtskart Østerdalen—Fæmundstrøket. 1915. Kr. 2.50.
75. Årbok for 1915. (Innhold: *Holtedahll*, lagtagelser over fjeldbygningen omkring Randsfjorden nordende. *Holtedahll*, Nogen foreløbige meddelelser fra en reise i Alten i Finmarken. *Rekstad*, Kvartær tidsregning. *Reusch*, Den formodede littorinasenkning i Norge. *Rekstad*, Helgelands ytre kyststrand. *J. H. L. Vogt*, Om manganrik sjømalin i Storsjøen, Nordre Odalen.) Kr. 4.00.
76. *Oxaal*. Norsk granit. 1916. Kr. 4.00.
77. *Goldschmidt*. Konglomeratene inden høifjeldskvartsen. 1916. Kr. 2.00.
78. *Holmgren*, Natursten. 1916. Kr. 1.50.
79. Årbok for 1916. (Innhold: *Holmsen*, Rendalens bræsju; *Holmsen*, Sorfolden—Riksgrænsen. *Rekstad*, Kyststrøket mellem Boda og Folden. *Reusch*, Litt om Jutulhugget.) Kr. 3.50.
80. *Rekstad*. Vega, Beskrivelse til det geologiske generalkart. 1917. Kr. 3.00.
81. Årbok for 1917. (Innhold: *Reusch*, Seterne i Østerdalen. *Holtedahll*, Kalkstensforekomster paa Sørlandet. *Holmsen*, Sulfitjelmattrakten. *Rekstad*, Fauske—Junkerdalen. *Kr.* 3.50.
82. *C. Bugge*. Kongsbergfeltets geologi. [Karter og plancher i konvolut.] 1917. Kr. 12.00.
83. Årbok for 1918 og 19. (Innhold: *Holmsen*, Gudbrandsdalens bræsju. *Carstens*, Geologiske undersøkelser i Trondhjems omegn. *Reusch*, Nogen kvartærgeologiske iakttagelser fra det Romsdalske) *Rekstad*, Geologiske iakttagelser fra strekningen Folla—Tysfjord. *Holmsen*, Nordfollas omgivelser. Kr. 3.50.
84. *Holtedahll*. Bidrag til Finmarkens geologi. 1918. Kr. 4.00.
85. *J. H. L. Vogt*. Jernmalin og Jernverk. 1918. Kr. 3.50.
86. *Oxaal*. Dunderlandsdalen. 1919. Kr. 3.00.
87. Årbok for 1920 og 21. (Innhold: *Holtedahll*, Kalksten og dolomit i de østlandske dalforer. *A. Bugge*, Nikkelgruber i Bamle. *Foslie*, Raana noritfelt. *Rekstad*, Et fund av skjelførende leir i Lørenskog. *Falck-Muus*, Brynestensindustrien i Telemarken. *Reusch*, Mulder dannet ved forvirring. *Rosenland*, Fæø gruber.) Kr. 5.00.
88. *Rekstad*. Kartbladet Eidsberg. 1921. Kr. 2.00.
89. *Holtedahll*. Kartbladet Engerdalen. 1921. Kr. 2.50.
90. *Holmsen*. Torvmyrernes lagdeling i det sydlige Norges lavland. 1922. Kr. 6.00.
91. *Rekstad*. Kvartære avleiringer i Østfold. 1922. Kr. 1.00.
92. *Rekstad*. Grunnvatnet. 1922. Kr. 1.00.
93. *J. H. L. Vogt*. Trykttunneller og geologi. Med et avnitt: *Fredrik Vogt*: Spændinger i fjeldet ved trykttunneller. 1922. Kr. 2.00.
94. *Grønlie*. Strandlajer, moræner og skjelforekomster i den sydlige del av Troms fylke. 1922. Kr. 1.00.
95. *A. Bugge*. Et forsøk paa inndeling av det syd-norske grunnfjeld. 1922. Kr. 0.75.
96. *Rekstad*. Norges hevnung efter Istiden. 1922. Kr. 1.25.
97. *Holtedahll* og *Schøtellig*. Kartbladet Gran. 1923. Kr. 2.50.
98. Årbok for 1922. Kr. 2.00.
99. *Holmsen*. Vore myrers plantedække og torvarter. 1923. Kr. 5.00. Innbundet kr. 6.50.
100. *Rekstad*. Hans Reusch. Nekrolog og bibliografi. 1923. Kr. 1.00.
101. *Andersen*: Ildfaste oksyders fysikalske kemi. Statens Raastofkomite, publ. nr. 1. 1922. Kr. 1.50. Plancher og tabeller til nr. 101 kan kjøpes særskilt in plano. Kr. 1.00.
102. *Holtedahll* og *Andersen*: Om norske dolomiter. S. R. K. publ. nr. 2. Kr. 1.00.
103. *Andersen*: En forekomst av ren kvarts i Krødsherred. S. R. K. publ. nr. 3. Kr. 0.75.
104. *Bull*: Elektrisk metalmeltning. S. R. K. publ. nr. 4. 1922. Kr. 0.75.
105. *Lindeman*: Torv. S. R. K. publ. nr. 5. 1922. Kr. 0.75.
106. *C. Bugge* og *Foslie*: Norsk arsenmalin og arsenikkfremstilling. S. R. K. publ. nr. 6. 1922. Kr. 1.00.
107. *Goldschmidt*: Om fremstilling av bariumlegeringer. S. R. K. publ. nr. 7. Kr. 1.00.
108. *Goldschmidt* og *Johnson*: Glimmermineralernes betydning som kalkkilde for planterne. S. R. K. publ. nr. 8. 1922. Kr. 2.00.
109. *Johnson*: Om tilgodegjørelsen av kalkfeltspatens kalkindhold. S. R. K. publ. nr. 9. 1922. Kr. 2.00.
110. *C. Bugge*: Statens apatitdrift i rationeringstiden. S. R. K. publ. nr. 10. 1922. Kr. 1.00.
111. *Gram*: Undersøkelser over blum-nøse kul fra Spitsbergen. S. R. K. publ. nr. 11. 1922. Kr. 1.00.
112. *Gram*: Den kem. sammensætning av Spitsbergen—Bjørnøykul. S. R. K. publ. nr. 12. 1923. Kr. 1.00.
113. *Rødland*: Oljefremstilling av Kingsbay-kul og kul og skifer fra Andøen. S. R. K. publ. nr. 13. 1924. Kr. 1.00.
114. *Hansteen Grønner*: Om vegetationsforsøk med glimmermineralerne blotit og sericit som kalkkilde. S. R. K. publ. nr. 14. 1922. Kr. 1.50.
115. *v. Krogh*: Undersøkelser over norske lærer. I. S. R. K. publ. nr. 15. 1923. Kr. 1.00.
116. *Dietrichson*: Undersøkelser over norske lærer. II. S. R. K. publ. nr. 16. 1923. Kr. 2.00.
117. *Guertler* og *Bull*, Kort oversigt over kobberets indflydelse paa jern og staa. S. R. K. Publ. nr. 17. 1923. Kr. 1.00.
118. *Bull*: Prøver med en hardeovn for kulstofstaa. S. R. K. publ. nr. 18. 1923. Kr. 1.00.
119. *v. Krogh*: Undersøkelser over norske lærer. III. S. R. K. publ. nr. 19. 1923. Kr. 1.75.
120. *Dietrichson*: Undersøkelser over norske lærer. IV. S. R. K. publ. nr. 20. 1924. Kr. 2.00.
121. *Th. Vogt*, Sulfitjelma. 1924. Under trykning.
122. Årbok for 1923. Kr. 2.00.
123. *Holmsen*. Hvordan Norges jord blev til. 1924. Kr. 4.00.
124. *Rekstad*. Hatfjeldalen. Beskrivelse til det geologiske generalkart. 1924. Kr. 2.00.
125. *Rekstad*. Træna. Beskrivelse til det geologiske generalkart. 1925. Kr. 2.00.
126. *Foslie*. Syd-Norges gruber og malmsforekomster. 1925. Kr. 5.00.
127. *Foslie*. Norges svovelsforekomster. 1926. Kr. 3.00.

Smaaskrifter.

- Av denne serie, som fåes gratis ved henvendelse til Norges Geologiske Undersøkelse, er utkommet:
1. *Andersen*: Norges Geologiske Undersøkelse, dens opgaver og virksomhet. 1922.
 2. *Falck-Muus*: Avhandlinger og kartet utgitt av N. G. U., systematisk ordnet. 1922.

Følgende farvetrykte geologiske rektangel- og gradavdelingskart er tilsalgs ved Norges Geografiske Opmåling for kr. 1.40 pr. stk.:

Skjærn, Terningen, Meråker, Selbu (tekst N. G. U. No. 2), Rennebu (tekst N. G. U. No. 56), Gausdal (tekst N. G. U. No. 13), Amot, Melhus, Lillehammer (tekst N. G. U. No. 30), Gjøvik, Hamar, Nannestad, Gran (tekst N. G. U. No. 97), Fet, Moss (ny utgave), Sarpaborg, Haus, Voss (tekst N. G. U. No. 40), Eidsberg (ny utgave, tekst N. G. U. No. 88), Dunderlandsdalen (tekst N. G. U. No. 86), Stavanger. NB.: Følgende kart er utsolgt: Kristiania, Eidsvoll, Hønefoss, Bergen, Rindal, Stenkjær, Levanger, Stjørdal, Trondhjem, Tønsberg.

Ved Norges Geologiske Undersøkelse er tilsalgs følgende håndkolorerte kart:

Helgelandsflesa, Bindal, Borgefjell, Ranseren, Vega, Velfjorden, Hatfjeldal, Skarvodal, Flovær, Mosjøen, Røsvatn, Kruttjøll, Skibåsvær, Dønna (tekst N. G. U. No. 37 IV), Ranen, Umbugta, Virvatn, Trønna, Lurey, Svartisen, Nasa, Valvær, Meløy, Belardal, Gildeskål, Bodo, Saltdal, Sullifjelma, Kjerringøy, Steigen, Sørfold, Norfold, Hamarøy, Røst, Helligvær, Løfotodden, Moskenesøy, Vestvågøy, Svolvær, Hadsel, Lodingen, Ofoten, Øksnæs, Kvæfjord, Harstad, Tysfjord, Hellemobøin og Narvik.

Ennvidere er utkommet:

Geol. oversigtskart over det sydlige Norge. 1:1,000 000. 1915. Utsolgt.

Dahl og *Kjerulf*. Geol. kart over det søndenfeldske Norge.

Dahl. Geol. kart, nordlige Norge. Kr. 4.00. (Steenballes efterf.)

Kjerulf. Udsigt over det sydlige Norges geologi. 1879. Kr. 12.00. (Steen balles efterf.)

Rensch. Bommeløen og Karmøen. 1888. Kr. 4.00.

Geol. oversigtskart over det nordlige Norge 1:1000 000. 1924. kr. 4.00.

W. C. Brøgger og *Jacob Schetelig*. Geol. oversigtskart over Kristianiafeltet. 1:250 000. 1923. Kr. 4.00.

NB. Man kan hos enhver av landets bokhandlere tegne sig som abonnent på Norges Geologiske Undersøkelss skrifter og således få dem tilsendt, eftersom de atkommer.