

## Oversigt over forekomsten av kali i silikatmineraler.

Av V. M. GOLDSCHMIDT.

Gjennemsnitssammensætningen av den faste jordskorpe, saaledes som den er blit beregnet av F. W. CLARKE<sup>1</sup> og andre, viser, at kali indgaar i ganske betydelig mængde, nemlig ca. 3 0/0 av totalsammensætningen. Den kalimængde, som nyttiggjøres av planter paa naturlig, ugjødslet jordbund, maa oprindelig skrive sig fra de kalimineraler, som forekommer i den faste jordskorpe, i de almindelige bergarter.

Vi maa forutsætte, at forvitningsprocesserne paavirker de oprindelige kalimineraler paa en saadan maate, at en viss kalimængde frigjøres eller bringes i en saadan tilstand, at den kan tilgodegjøres av planterne. Ikke alle kaliholdige mineraler paavirkes like let av forvitningsprocesserne, og der er al grund til at anta, at forvitringens forløp i høi grad er avhengig av klimatiske betingelser, saasom temperatur, nedbørmængde, fugtighetsforhold i jordbunden, samt de av klimatet avhengige vegetationsforhold.

Formaålet med den foreliggende undersøkelse er at bringe paa det rene, hvilke kalimineraler det er, som har betydning for planteveksten under norske klimaforhold og under de geologiske forhold, som har betinget utviklingen av den norske jordbund med hensyn til kaliindhold.

Bortset fra nogen sjeldnere mineraler, som ikke spiller nogen kvantitativt betydelig rolle i nogen bergart, er det følgende syv mineraler, som væsentlig kan komme i betragtning som kalikilde for planteveksten:

---

<sup>1</sup> The Data of Geochemistry, U. S. A. Geol. Surv. Bull. 616, 1916, p. 32. Se ogsaa H. S. WASHINGTON, The Chemistry of the Earth's Crust, Journ. of The Franklin Institute, 190, 1920, p. 773.

Kalifeltspat

Leucit

Nefelin

Muskovit

Biotit

Glaukonit

Det kaliholdige kolloid i lere og i lerskifer.

Vi skal først gi en kort oversigt over sammensætningen av disse mineraler, og over deres utbredelse i Norge.

### 1. Kalifeltspat.

Kalifeltspatens teoretiske sammensætning er  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ . Efter denne formel skulde kalifeltspat indeholde 17 0/0  $\text{K}_2\text{O}$ . Imidlertid opnaar kalifeltspaten praktisk talt aldrig en saa høj kalimængde, som formelen kræver, idet en større eller mindre del av kalindholdet er erstattet av natron. I almindelighet indeholder kalifeltspat kun 10—14 0/0 kali, som regel omkring 12 0/0. Undertiden kan kaliindholdet være saa lavt, som omkring 5—6 0/0. Natronfeltspaten er dels tilstede i form av molekulært tilblandet (isomorft indleiret) natronfeltspat, dels i form av tynde striper av ren natronfeltspat eller natron-kalk-feltspat, som er indvokset i kalifeltspaten (perthitisk, mikroperthitisk eller krypto-perthitisk sammenvoksning).

Der er sterk grund til at anta, at idetmindste en del av de perthitiske indleiringer av natronfeltspat oprindeligt har været tilstede i form av isomorf tilblanding, men paa et senere tidspunkt er utskilt i perthitisk form.

Det spørsmaal, som nu er av speciel interesse for forstaaelsen av variationerne i kalifeltspatens kaliindhold, er følgende: Hvorfor er nogenlunde ren kalifeltspat saa meget sjeldnere end blandinger (isomorfe eller perthitiske) av kalifeltspat og natronfeltspat, og hvilke betingelser maa være tilstede, forat ren kalifeltspat kan dannes i naturen.

Eftersom kali og natron findes i omtrent like store mængder i jordskorpen, vil de opløsninger (enten vandige opløsninger eller silikatsmeltemasser), hvorav kalifeltspaten har krystallert, som regel indeholde en natronmængde av samme størrelsesorden som

kalimængden i samme opløsning. Mængden av natron i kalifeltspaten vil da i første række afhænge av kalifeltspatens evne til at opta natronfeltspat i form av isomorf tilblanding. Alle geologisk-petrografiske data tyder nu paa, at kalifeltspatens evne til at opta natron er størst ved høie temperaturer, lavere ved lav temperatur.

Vi finder nemlig, at kalifeltspaten<sup>1</sup> i normale eruptivbergarter, saasom graniter, syeniter, kvartsporfyrrer, trachyter, primært indeholder mest natron, nemlig gjerne kun 6—12 0/0 kali og 3—7 0/0 natron. Den er vistnok som regel dannet mellem 600 og 1100° C.

Dernæst kommer kalifeltspat fra pegmatitiske gangmasser, som utvilsomt er dannet ved noget lavere temperatur, nemlig omkring 500—600° C. Ren pegmatitfeltspat indeholder gjerne omkring 10—14 0/0 kali og kun 2—4 0/0 natron. Pegmatitgangenes kalifeltspat findes der forøvrig flest analyser av, idet feltspaten fra de grovkornede pegmatitganger er den, som hittil har faat mest teknisk anvendelse, fordi man i grovkrystallinsk pegmatitisk materiale lettest kan foreta en afskædning av nogenlunde ren feltspat.

Endnu kalirikere og fattigere paa natron er feltspat, som er krystalliseret av vandige opløsninger ved temperaturer mellem kanske 200 og 400° C., nemlig den saakaldte adularfeltspat fra alpine mineralgange og analoge dannelser. Denne indeholder op til 15—16 0/0 kali og kun ca. 1—2 0/0 natron.

I hvilke mængder findes nu disse tre typer av kalifeltspat?

I størst mængde findes naturligvis feltspater av eruptivbergartstypen, det er disse feltspater, som er almindelige bergartsbestanddele, og som f. eks. i Norge findes i praktisk talt ubegrænsede kvantiteter.

Dernæst kommer feltspat av pegmatittypen, som vistnok i enkelte land, saasom Norge, kan produceres i betydelige mængder av størrelsesorden titusener tons, men som der ingenlunde findes

---

<sup>1</sup> Som »kalifeltspat« betegnes her varieteterne sanidin, ortoklas, mikroklin, samt perthiterne. Ved betegnelsen »kemisk sammensætning av kalifeltspat« er her ment sammensætningen inklusive de perthitiske indslutninger av natronfeltspat.

ubegrensede mængder av, idetmindste ikke paa saadanne forekomster, som tillater billig brytning og utskaidning.

Dernæst kommer vistnok de feltspater, som er dannet av vandig opløsning ved lav temperatur. Saadanne feltspater forekommer som regel kun i ganske smaa kvantiteter, saa at si kun som museumsmateriale, ihvertfald efter den hittil almindelige opfatning. Imidlertid er der forskjellige omstændigheter, som tyder paa, at kalifeltspat kan dannes i betydeligere mængder end hittil antat ogsaa av vandige opløsninger ved lave temperaturer, nemlig ved metasomatiske omsætninger i metamorfe bergarter. Specielt kunde man tænke sig, at anrikningen av den meget kalirike feltspat i visse svenske leptitbergarter kan skyldes medvirkning av metasomatiske omsætninger ved lav temperatur. Det er ikke usandsynlig, at større forekomster av metamorfe bergarter, indeholdende en saadan feltspat, vil kunne opdages ogsaa i Norge.

Kalifeltspat er det kalimineral, som findes i størst mængde<sup>1</sup>. Man kan vel anta, at meget over halvparten av jordens kaliindhold er bundet i form av kalifeltspat. Imidlertid indeholder den overveiende mængde av kalifeltspaten i bergarter kun ca. 10—11 0/0 kali, og da de bergarter, hvori den som regel forekommer, kun indeholder optil 70 0/0 kalifeltspat, er disse raamaterialers nemlig graniternes, kaliindhold gjerne kun optil 7 0/0.

## 2. Leucit.

Leucit har sammensætningen  $\text{KAlSi}_2\text{O}_6$ . Den adskiller sig i kemisk henseende fra kalifeltspaten ved den lavere kiselsyremængde. Teoretisk skulde den indehoide ca. 22 0/0  $\text{K}_2\text{O}$ . Det virkelige indhold av kali pleier at nærme sig det teoretiske, idet leuciten øiensynlig ikke kan opta nogen stor natronmængde i isomorf tilblanding. Man kan regne med, at leucit som regel indeholder 19—21 0/0 kali. Den er saaledes meget rikere paa kali, end kalifeltspat er, og da den er betydelig lettere tilgjængelig for forvitring, er den utvilsomt av nogen betydning for

---

<sup>1</sup> Naar vi tar et middeltal for hele jordskorpen underrett, i norsk fjeldgrund er kalifeltspat ikke saa dominerende som andetsteds.

planteveksten paa de steder, hvor den forekommer i større mængder, som f. eks. visse egne i Italien.

Anvendelse av finknust leucit og av leucitførende bergarter (bl. a. fonolit) som kaligjødning har dog ført til skuffelser.

Leucitrike bergarter har ofte været foreslaat som raamateriale for industriel kaliutvinding.

Imidlertid er ingen forekomst av leucit eller leucitførende bergarter kjendt i Norge, og de geologiske forhold gjør det høist usandsynlig, at forekomster av leucitbergarter vil kunne findes her.

### 3. Nefelin.

Nefelin, eller som den ogsaa kaldes, elæolit, har den teoretiske sammensætning  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ . Den virkelige sammensætning viser imidlertid næsten altid betydelige avvikelser fra denne formel, for det første idet kiselsyremængden pleier at være noget høiere end formelen for det rene mineral kræver, for det andet fordi alltid en del av natronindholdet er erstattet med kali, øiensynlig ved isomorf tilblending av silikatet  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ .

Kalimængden i nefelin utgjør som regel mellem 4 og 10 0/0, oftest ca. 5 0/0. Nefelin er et av de lettest opløselige silikater, som forekommer i naturen. Den forvitrer meget hurtig, og hvor nefelinrike bergarter forekommer i større mængder, er nefelinens kaliindhold utvilsomt av betydning for vegetationen.

Kaliindholdet i almindelig nefelin er for lavt til, at dette mineral kan faa betydning som kaligjødning. En del av fonolittens kali er forøvrig bundet i nefelin.

I Norge findes nefelinrike bergarter specielt mellem den sydlige del av Laugendalen og Langesundsfjorden, samt i det saakaldte Fensfelt ved Ulefoss i Telemarken, dernæst paa øen Seiland i Finmark fylke. Nefelinen er paa de to førstnævnte stedes utvilsomt av lokal betydning for planteveksten, men som kalikilde av generel betydning for planteveksten i Norge kan nefelin ikke komme i betragtning, da der i den helt overveiende del av den norske berggrund ikke findes spor av nefelinbergarter.

#### 4. Muskovit.

Under betegnelsen muskovit sammenfatter man en række indbyrdes nær beslegtede mineralsubstanser av glimmergruppen, som alle er vandholdige respektive hydroksylholdige silikater av kalium og aluminium. Muskovitmineraleerne svarer i almindelighet nogenlunde nær til formelen  $H_2KAl_3Si_3O_{12}$ , hvori dog mængdeforholdet mellem vand og kali er noget vekslende. Teoretisk kræver ovennævnte formel et kaliindhold av ca. 12 0/0. En del av kali-mængden er i enhver muskovit erstattet av natron, imidlertid er den isomorfe tilblanding av natronforbindelsen som regel meget ubetydelig, sammenlignet med de tilsvarende forhold hos kalifeltspat og natronfeltspat. I almindelighet er kaliindholdet i muskovit mellem 9 og 11 0/0<sup>1</sup>, natronindholdet omkring 1 0/0. Dette synes at gjælde baade for saadan muskovit, som findes i eruptivbergarter, som for den, der findes i metamorfe gneiser, glimmerskifre etc.

Mens man i almindelighet hittil har antat, at muskovitens kaliindhold ikke spiller nogen vigtig rolle for planteveksten, idet man ansaa dette mineral for overmaade motstandsdygtig mot forvitring, har der dog specielt i de senere aar hævet sig enkelte røster, som har betvilet muskovitens uopløselighet. I de følgende kapitler skal dette spørsmaal drøftes mere indgaaende, men der kan alt nu nævnes, at muskovit betydelig lettere end kalifeltspat kan avgi en væsentlig del av sit kaliindhold.

Muskovit er et overmaade utbredt mineral. Det er en vigtig primær bestanddel av talrike granitiske bergarter, og den er fremforalt overordentlig utbredt i metamorfe bergarter av forskjellig art. Vi finder den i store mængder i greisenbergarter, i gneiser, i glimmerskifre og fylliter. Ogsaa paa sekundær forekomst i sedimentærbergarter er den meget almindelig.

Av særlig betydning for kaliindholdet i jordbunden tør glimmerskifrenes og specielt fylliternes muskovit være. For det første fordi disse bergarter paa grund av sin mekaniske beskaffenhet let aapner adgang for forvitningsprocesserne; for det andet fordi netop de muskovitvarieteteter, som findes i fyllit, synes at være

<sup>1</sup> Sjelden saa lavt som 8 0/0.

de lettest angripelige. Dette staar vistnok i sammenhæng med, at glimmerne i disse bergarter er dannet ved forholdsvis lave temperaturer, og har en noget løsere molekylaropbygning end eruptivbergarternes grovkrystalline muskovit. Fylliternes fin-skjællede kaliglimmer kaldes ogsaa sericit; sericitvarietetten kan ogsaa optræ som hydrotermalt omdannelsesprodukt av feltspat og andre mineraler<sup>1</sup>.

Ogsaa i Norge er muskovitførende og tildels muskovitrike bergarter overordentlig utbredt. Jeg behøver her bare at minde om fylliterne (lerglimmerskifrene) og glimmerskifrene, som i et bredt belte strækker sig fra Stavangertrakten over Hardanger og Voss (med utløpere til Bergensfeltet og Sogn) til Hemsedal, Valdres, Gudbrandsdalen, derfra videre over Dovre til Orkedalen, Kvikne, Rørotrakten, Guldalen og østenfor liggende trakter til henimot riksgrensen, videre nordover, specielt østenfor Trondhjemsfjorden, og saa opigjennem Nordland, Troms og Finmark fylker helt op til Nordishavet.

Muskovitmængden i disse bergarter (fyllit og glimmerskifer) gaar meget ofte op til ca. 50 0/0 av bergartens vegt og kan undertiden stige op til 60—65 0/0.

Spørsmålet om muskovitarternes evne til at avgi kali til jordbunden under de norske klimaforhold er saaledes av betydning for bedømmelsen av jordbundsforholdene i Norge.

## 5. Biotit.

Under betegnelsen biotit sammenfatter man en meget stor gruppe av tildels noksaa forskjelligartede mineraler, som alle i kemisk henseende har det tilfælles, at de kan opfattes som en dobbeltforbindelse av et muskovitlignende vandholdig kali-lerjord-silikat med et ortosilikat av magnesium og toverdug jern. I almindelighet kan biotitens sammensætning gjengives ved formelen  $H_2KAl_3Si_3O_{12} + ca. 3 Mg_2SiO_4$ , hvori imidlertid forholdet mellem vand og kali kan veksle noget, likesom hos muskovit, og hvori frem-

<sup>1</sup> Om sekundær sericitdannelse av feltspat se f. eks. C. BENEDICKS, Umwandlung des Feldspats in Sericit (Kaliglimmer), Bull. Geol. Inst. Uppsala, VII, 1905, p. 279. Her uttales allerede den antagelse, at sericitdannelsen er av særlig betydning for planternes kaliøkonomi.

foralt betydelige variationer fremkaldes ved delvis erstatning av magnesia med jernoksydul, aluminium med treværdig jern og i ringere utstrækning av silicium med titan. Vand kan delvis erstattes av fluor. En række forskjellige varieteter er utskilt som særskilte underspecies tilsvarende disse variationer, som ofte ogsaa gaar utenfor rammen av ovennævnte formler.

Kaliindholdet i biotiten er i ringe utstrækning erstattet av natron; likesom hos muskovit er natronmængden som regel ganske underordnet i forhold til kalimængden. I uforvitret biotit pleier kalimængden at variere mellem grænserne 7 0/0 og 10 0/0. Oftest utgjør den 8—9 0/0. Natronmængden utgjør gjerne 0,5—1,5 0/0, som regel ca. 1 0/0.

Rigtignok viser et betydelig antal av de biotitanalyser, som opføres i faglitteraturen, en kalimængde, som er betydelig lavere end de her nævnte tal, ofte kun 4—6 0/0, eller endnu lavere, idet samtidig vandmængden er tilsvarende høiere. Dette har imidlertid sin grund deri, at et stort antal analyser er utført paa ufrisk materiale, som har været gjenstand for en begyndende forvitring<sup>1</sup>. Som der skal vises i senere avsnit, avgir nemlig biotiten meget let kali ved forvitringens indvirkning, lettere end noget andet almindelig silikatmineral gjør det. De biotitanalyser, som viser lav kalimængde, er saaledes ikke nogen støtte for den antagelse, at biotiten er av liten betydning som kalikilde for planterne, men tvertimot et sterkt bevis for biotitens evne til let at avgi kali. Det er netop forvitrede biotiter, som har anomalt lav kalimængde.

Mængdeforholdet mellem kali og natron i biotit synes at være omtrent konstant, uanset biotitens specielle dannelsesvilkaar. Vi finder samme mængdeforhold i eruptivbergarters primære biotit som i metamorfe bergarters sekundærdannede biotiter.

Biotit er et av de mest almindelige mineraler. Næst efter kalifeltspat er biotit det mest utbredte kalimineral. F. W. CLARKE anslaaer den gjennemsnittlige biotitmængde i den faste jordskorpe til ca. 4 0/0. Grundlaget for denne beregning er den kemiske sammensætning av eruptivbergarterne og disses mineralsammen-

---

<sup>1</sup> Visse sjeldne biotiter i basiske vulkanbergarter synes dog primært at kunne ha et saa lavt kaliindhold som ca. 4—6 0/0.



sætning. Medtages ogsaa de metamorfe bergarter i beregningsgrundlaget, saa resulterer et endnu høiere gjennemsnitstal for biotit, idet metamorfe bergarter saasom gneiser, glimmerskifre etc. gjennemgaaende er mere biotitrike end normale eruptivbergarter. For et land som Norge, hvor metamorfe bergarter forekommer med meget stor utbredelse, maatte man regne med et væsentlig høiere tal end 4 0/0 for biotitmængden.

Biotit forekommer i mange, ja i de allerfleste eruptivbergarter som primær bestanddel. I de sure og mellemsure dypbergarter mangler den kun rent undtagelsesvis, og ogsaa i talrige basiske dypbergarter findes den i større eller mindre mængder. Ganske overordentlig utbredt er den i næsten alslags metamorfe bergarter, saasom gneiser, glimmerskifre, biotitfylliter og i kontaktzonernes hærkede lerskifre (hornfels). Dens mængde i bergarterne kan gaa op til 30 eller 40 vevtsprocenter, nemlig i biotitfylliter og biotitrike glimmerskifre. Og netop disse bergarter har som regel en saadan mekanisk beskaffenhet, at de under forvitringen let smuldrer op til jordsmon.

Utbredelsen av biotitrike bergarter i Norge vil bli mere utførlig behandlet i et av de følgende avsnit; foreløbig kan her henvises til, at en stor del av de skifre, som forekommer i det glimmerskifer-fyllit-strøk, som er nævnt under muskovit, ogsaa er rike paa biotit.

Som ovenfor nævnt, adskilles der forskjellige varieteter av biotit. Alteftersom treværdig og toværdig jern i større eller mindre utstrækning indgaar istedenfor aluminium og magnesium i den teoretiske formel  $H_2KAl_3Si_3O_{12} + 3Mg_2SiO_4$ , adskiller man de tre varieteter lepidomelan (mest jernrik), egentlig biotit (med midlere jernindhold) og flogopit (jernfattig). Lepidomelan indeholder gjerne 26—40 0/0 jernoksyder, almindelig biotit ca. 8—25 0/0 jernoksyder, mens jernoksydernes mængde i flogopit synker til 0,1—4 0/0. Av disse tre varieteter er biotit og lepidomelan de mest almindelige, specielt biotiten. Granitens og syenitens mørke glimmer tilhører lepidomelan- og biotitgruppen, i gneiser og glimmerskifre er biotit hyppigst, omend lepidomelan sandsynligvis ogsaa forekommer i disse metamorfe bergarter. Flogopit synes specielt at være knyttet til visse basiske magnesia-rike eruptivbergarter og til enkelte meta-

morfe karbonatbergarter. Den er langt sjeldnere end de to førstnævnte varieteter.

Den mest almindelige biotittype tør være en jernrik biotit med ca. 20 0/0 jernoksyder og omkring 10 0/0 MgO.

Følgende fire analyser tør være egnet til at vise sammensætningen av disse tre varieteter:

	Lepidomelan, Langesunds- fjorden, efter O. PETERSSON <sup>1</sup> .	Biotit, Butte, Montana, efter H. N. STOKES <sup>2</sup> .	Biotit, Aren- dal, efter RAMMELSBERG <sup>3</sup> .	Flogopit, Bur- gess, Canada, efter E. A. SCHNEIDER <sup>4</sup> .
SiO <sub>2</sub>	34,37	35,79	38,89	39,66
TiO <sub>2</sub>	4,68	3,51	ikke bestemt	0,56
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,84	13,70	14,53	17,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24,89	5,22	4,58	0,27
FeO	7,47	13,72	7,92	0,20
MnO	2,41	0,19	1,00	—
MgO	4,05	12,13	20,28	26,49
CaO	0,78	0,05	ikke bestemt	—
Na <sub>2</sub> O	2,13	0,15	0,40	0,60
K <sub>2</sub> O	9,03	9,09	10,28	9,97
H <sub>2</sub> O	2,27	4,85	0,94	2,99
F	—	0,76	1,49	2,24
	98,92	99,22 <sup>5</sup>	100,31	99,66 <sup>6</sup>

## 6. Glaukonit.

Glaukonit består i det væsentlige av et vandholdig silikat av treværdig jern og kali. Analyserne synes at vise, at glaukonitens sammensætning nærmer sig formelen  $KFeSi_2O_6 \cdot 3H_2O$ . Imidlertid er det høist usikkert, om glaukoniten, som er et kolloid-

<sup>1</sup> Hos W. C. BROGGER, Zeitschr. f. Krystallogr. 16, 1890, p. 191.

<sup>2</sup> Hos W. F. CLARKE, U. S. A. Geol. Surv. Bull. 419, 1910, p. 289.

<sup>3</sup> Efter HINTZE, Handb. d. Min. II, p. 584.

<sup>4</sup> Hos F. W. CLARKE, l. c.

<sup>5</sup> Incl. 0,13 BaO, 0,10 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,20 Cl og fradrag av O for F<sub>2</sub>.

<sup>6</sup> Incl. 0,62 0/0 BaO og efter fradrag av O for F<sub>2</sub>.

mineral, idetheletat tilsvarende en bestemt støkiometrisk formel, og spesielt er den mulighet ikke utelukket, at kaliindholdet er bundet adsorptivt til et kolloid vandholdig ferrisilikat.

Ifølge formelen skulde glaukoniten inneholde ca. 13 0/0 kali; faktisk inneholder den imidlertid kun opptil ca. 7—8,5 0/0 kali<sup>1</sup>, eller undtagelsesvis 9,5 0/0<sup>2</sup>. Glaukonit forekommer ikke som primær bestanddel av eruptivbergarter, ei heller som nydannet mineral i metamorfe bergarter, men som bestanddel av visse marine sedimenter. Den kan dannes paa havbunden i dyp mellom 100 og 4000 meter, undertiden i saadan mengde, at den danner en væsentlig del av havsedimentene. I Norge forekommer ikke glaukonit i væsentlige mengder som bergartsbestanddel, saavidt hittil kjendt, og der er ikke nogen stor sandsynlighet for, at større, teknisk anvendelige, forekomster av glaukonitrike bergarter vil kunne findes her. I smaa mengder findes den utvilsomt i endel av vore umetamorfe siluravleiringer<sup>3</sup>.

Imidlertid er glaukoniten av en viss interesse for os, idet den i de Forenede Stater i betydelig utstrækning har været anvendt som kaliraastof for landbruket. Herom vil mere utførlige opplysninger bli git i et av de følgende avsnit. Hvad som nu er av spesiell interesse for os, er forekomstmaaten, kaliindholdet og og kaliindholdets oppløselighet, sammenlignet med norske biotitbergarter.

Glaukoniten findes i de Forenede Stater i avleiringer av saakaldt »Greensand« (navnet skriver sig fra glaukonitens grønne farve), som dækker betydelige arealer i de østlige kyststrøk. Disse avleiringer er dels dannet i kridttiden, dels i tertiærtiden.

»Greensand« har i gamle dage direkte været anvendt som jordforbedringsmiddel. Dens gunstige virkning har vist sig at bero paa kaliindholdet. Nu er kaliindholdet i »Greensand« betydelig lavere end i ren glaukonit, nemlig 3—5 0/0, meget sjelden op til 7 0/0.

<sup>1</sup> Konf. G. H. ASHLEY, Notes on the Greensand Deposits of the Eastern United States, U. S. A. Geol. Surv. Bull. 60 B, 1917.

<sup>2</sup> F. W. CLARKE, U. S. A. Geol. Surv. Bull. 616, 1916, p. 518.

<sup>3</sup> Om forekomst av glaukonit i svensk silur, sml.: N. SAHLBOM, Bull. Geol. Inst. Uppsala, XV, 1918, p. 212.

Glaukonitens kaliindhold synes at være vanskeligere at frigjøre end biotitens<sup>1</sup>. Biotitrike bergarter i finknust tilstand skulde saaledes efter al sandsynlighed være et mere gunstig jordforbedringsmiddel end »Greensand«.

### 7. Kaliholdige kolloidsubstanser i lere og lerskifer.

Som bekjendt indeholder lere og lerskifer ofte en ret betydelig mængde kali, gjerne 3—6 vevtsprocenter. Denne kali-mængde er delvis bundet i form av klastiske korn av kalifeltspat og fremforalt glimmermineraller, som er indleiret i lermassen uten at ha avgit hele sit kaliindhold ved forvitring, men delvis er den bundet i den »kolloide lersubstans«, som synes at ha en betydelig evne til at opta og binde kali ved adsorption. Der foreligger i de fleste tilfælde, ihvertfald i sydligere lands leravleiringer, et kolloid av formelen  $Al_2Si_2O_7 \cdot xH_2O$ , hvortil kali er adsorbent enten som  $K_2O$ , eller som et kaliumsilikat. Analyserne synes at vise, at dette kolloid kan opta ca. 6 0/0  $K_2O$ .

Man har grund til at anta, at kaliindholdet fra lerkolloidet frigjøres vanskeligere end kaliindholdet i biotit og sericit. Dette staar øiensynlig i sammenheng med kaolinkolloidets egen motstandsdygtighet mot syrer. For at dekomponere kaolin med svovlsyre i teknisk maalestok trænges der erfaringsmessig en forutgaaende svak glødning (500—600°) av kaolinmassen. At lerskiferens kolloid ikke avgir sit kaliindhold særlig let til planterne, fremgaar ogsaa av H. J. V. FEILITZENS forsøk (citert hos J. SEBELIEN, Læren om Gjødse, Bd. I, p. 216).

Lerkolloidet er en bestanddel av lere og lerskifer. Imidlertid indeholder ikke alle arter av lere og lerskifer like store mængder av dette kolloid. Det ekte lerkolloid synes at bli dannet ved hydrolytisk forvitring av komplekse aluminiumsilikater, ganske spesielt feltspatmineraller og glimmermineraller. Denne hydrolytiske forvitring kræver en betydelig tid og passende klimatiske betingelser. Dersom ikke de passende klimatiske betingelser foreligger, og fremforalt dersom erosjonen av primærsilikaterne samt avsætningen av erosionsprodukterne fore-

<sup>1</sup> Sml. G. H. ASHLEY'S opgaver, I. c. p. 49 med vore resultater angaaende biotit.

gaar relativt hurtig, faar de primære silikater ikke anledning til at undergaa en fuldstændig hydrolyse, og der dannes »leravsætninger«, som væsentlig bestaar av fint mineralpulver med kun ganske underordnet kolloidindhold.

Saadanne forhold, som har været ugunstige for dannelse av egne lerkolloid, har hersket ved dannelsen av de fleste skandinaviske leravsætninger, deriblandt ogsaa norske lerer. Kalliindholdet i norsk lere er derfor ikke utelukkende bundet i form av egne lerkolloid, men for en stor del i form av uforvitrede feltspatpartikler og delvis forvitrede glimmermineraller.

Man maa ogsaa indrømme, at det saakaldte »lerkolloid« i skandinaviske kvartære leravsætninger endnu er meget litet kjendt og neppe uten videre kan paralleliseres med det kolloidale kaolinsilikat, saaledes som dette forekommer i utiåndets lersedimenter.

Vi vet, at den bestanddel i leren, som har »kolloide« egenskaper, findes i form av partikler, hvis størrelse væsentlig er under 0,002 mm. Vi vet endvidere, at denne del av lermassen, som ogsaa kan isoleres ved slæmning, fremdeles er forurenset av fine partikler av kvarts og uforvitret feltspat. Hovedbestanddelen i »lerkolloidet« i skandinavisk lere er en eller flere substanser, som indeholder kiselsyre, lerjord vand og kali (samt vistnok magnesia).

Flere forfattere, spesielt O. TAMM antar, at dette »lerkolloid« er en med kaolin beslegtet substans, som er dannet ved hydrolysering av feltspater<sup>1</sup>. Dette kaolinkolloid skulde saa ved adsorption ha optat en del av den frigjorte kalimængde.

A. ATTERBERG<sup>2</sup> antar, at »lerkolloidet« i nordiske leravleiringer væsentlig bestaar av finfordelt biotit, blandet med finfordelt kalifeltspat.

<sup>1</sup> Se O. TAMM, Markstudier i det norrlandske barrskogsområdet, p. 84, Stockholm, 1920.

<sup>2</sup> Se f. eks. A. ATTERBERG, Die Konsistenzlehre — eine neue physikalische Lehre, Kolloid-Zeitschr. 22, 1917, p. 1—7. Om samme spørsmål se ogsaa A. ATTERBERG, Die Plastizität und Bindekraft liefernden Bestandteile der Tone, Internationale Mitteilungen für Bodenkunde, Bd. 3, 1913, p. 291. Spesielt p. 302 uttales der med bestemthet, at de nordiske leravleiringer skal indeholde væsentlige mængder av biotit.

B. FROSTERUS<sup>1</sup> antar, at der i finsk lere ved siden av biotit findes smaa mængder virkelig kolloidal »lersubstans«.

Det er vel ikke usandsynlig, at det saakaldte »lerkolloid« i mange norske kvartæravleiringer delvis bestaar enten av finfordelte glimmermineraller, eller av glimmerminerallers hydrolytiske spaltningsprodukter, og da vel specielt spaltningsprodukter av biotit. Kaliindholdet i lerkolloidet behøver ikke at betyde, at disse glimmermineraller har beholdt sit kaliindhold uforandret under forvitringen, men det kan sikkerlig delvis skrive sig fra sekundært adsorbent kali.

Dersom selve kaolinsilikatet indgaar i norsk lerkolloid, saa behøver det dog ikke at skrive sig fra kalifeltspat, men kan være dannet av den langt lettere hydrolyserbare plagioklas, samt av glimmerne.

I visse trakter indeholder leravleiringerne ogsaa lerkolloid som oprindelig skriver sig fra fossile lersedimenter (se nedenfor).

Hvis »lerkolloidet« i norske leravleiringer væsentlig skriver sig fra glimmermineraller og deres omdannelsesprodukter, skulde man vente, at en leravleiring i almindelighet er des mere »kolloidrik« jo mere glimmerminerallerne har dominert over kalifeltspat i de bergarter, som har levert lerens utgangsmateriale. Vi skulde derfor under denne forutsætning vente særlig »kolloidrike« lermasser, f. eks. omkring de indre dele av Trondhjemsfjorden, hvor utgangsmaterialet har været fattig paa kalifeltspat, rikt paa glimmer. Dette skulde bl. a. yttre sig i, at disse leravleiringer maatte være relativ rikere paa »syreopløselig« aluminiumoksyd end f. eks. leravleiringer, hvis materiale skriver sig fra granitomraader.

Betydelig rikere paa »virkelig lerkolloid« (kolloidalt kaolinhydrat) end de almindelige kvartærlerer er visse fossile lersedimenter i Norge, nemlig en del av de kambriske, ordoviciske og siluriske lerskifre, som vi finder i Kristianafeltet, altsaa paa strækningen Langesund—Mjøsen. Der er grund til at anta, at disse fossile lersedimenter, som øiensynlig er dannet under helt andre klimaforhold og geologiske betingelser end leravsætning-

---

<sup>1</sup> B. FROSTERUS, Det finska lermaterialet som geologisk bildning och teknisk produkt, p. 19. Geol. Komm. Finland, Geotekn. Medd. No. 6, 1909.

gerne av kvartær alder, kan indeholde op til 3—4 vevtsprocent kali i form av lerkolloid. I det vestlige og centrale Norge, samt nordenfor en linje Røikenvik—Gjøvik—Stange indeholder disse gamle lerskifre ikke længere det oprindelige, uforandrede lerkolloid, idet kolloidet ved metamorfosen helt eller delvis er omdannet til et aggregat av krystalline mineralpartikler, specielt muskovit (sericit) og ved sterkere metamorfose ogsaa biotit. Nordvest for en linje Tonsaasen—V. Gausdal—Rendalssølen er alt lerkolloid forsvundet. Forøvrig findes lerskifre med delvis kolloid grundmasse som relikter lokalt i Trondhjemsfeltet, nemlig paa Høilandet mellem Orkedalen og den nedre del av Guldalen. Endvidere findes lerskifre med rester av den kolloide grundmasse i de nordøstligste dele av den norske fjeldkjæde i Troms og Finmark.

Lerkolloid fra saadanne gamle lerskifre kan ogsaa indgaa som bestanddel av kvartære leravleiringer, som f. eks. i trakterne nærmest Kristianiafjorden.

### Konklusion.

Gjennemgaaelsen av de forskjellige kaliholdige silikatmineraller, som kan ha betydning for planternes kalibehov i naturlig jordbund viser saaledes følgende.

En av de nævnte mineralsubstanser, leucit kan ikke være av betydning for den naturlige kalitilførsel til norsk jordbund. Nefelin (og i mindre grad muligens ogsaa glaukonit) er sandsynligvis av lokal betydning, men denne betydning er i Norge indskrænket til meget begrænsede omraader (sml. kartskissen s. 27). Det gjenstaar da at gjennemgaa de følgende mineraler mere indgaaende: Kalifeltspat muskovit, biotit, kaliholdig lerkolloid.

Vi skal imidlertid foreløbig se bort fra en nærmere drøftelse av »lerkolloidet«, da tiden endnu ikke er inde for en diskussion om dette stofs omstridte kemiske egenskaper.

## Om mængden av kalifeltspat, biotit og muskovit i norske bergarter.

Av V. M. GOLDSCHMIDT.

Den gjennemsnitlige kalimængde i den faste jordskorpe, litosfæren, kan som ovenfor nævnt anslaaes til ca. 3 vevtsprocenter.

I primære, uforandrede eruptivbergarter, er utvilsomt størstedelen herav bundet i form av kalifeltspat, kun en mindre del som biotit, en endnu mindre del som muskovit. CLARKE (l. c. p. 31 og 419) anslaar den gjennemsnitlige mængde av biotit i eruptivbergarterne til 3,8 0/0; efter hans beregningsmaate skulde ca. 12 0/0 av kalimængden være bundet i biotit, resten overveiende i form av kalifeltspat, i mindre utstrækning ogsaa i muskovit, leucit og nefelin.

Forsøker man at gjennemføre en beregning av mængdeforholdet mellem de enkelte kalimineraler i norske bergarter, saa kommer man til et helt andet resultat, fordi Norges fjeldgrund for en meget væsentlig del ikke bestaar av uforandrede primære eruptivbergarter, men helt overveiende av bergarter, som har undergaat en senere omdannelse, en metamorfose.

Bergarternes metamorfose bestaar som regel i en omdannelse ved temperaturer, som ligger væsentlig lavere end de primære eruptivbergarters størkningstemperatur, en omdannelse, som pleier at være ledsaget av en mere eller mindre vidtgaaende hydratisering av primære vandfri mineraler. Metamorfosen fører derfor i de allerfleste tilfælde til nydannelse av glimmermineraler (biotit og muskovit) paa bekostning av kalifeltspat.

Man maa derfor vente at finde en betydelig begunstiging av glimmermineralerne paa bekostning av feltspat i saadanne omraader, hvor metamorfe bergarter optræder i større mængde.

Og netop i Norge indtar metamorfe bergarter en saa stor andel av det totale areal, som neppe i noget andet land. Ogsaa



blandt de uforandrede, primære, eruptivbergarter er der et forholdsvis stort antal forholdsvis biotit-rike typer.

Man kan forsøke at gjennomføre en beregning av den gjennomsnittlige mengde av de enkelte kalimineraler i norsk berggrund paa følgende grundlag.

Stort set kan man regne med, at følgende tre bergartgrupper indtar størstedelen av Norges areal:

Granit (heri iberegnet syeniter og kvartsdioritiske typer, spesielt ogsaa trondhjemit).

Grundfjeldets gneis og glimmerskifer.

Kambrosilurisk glimmerskifer og fyllit.

Som en første tilnærming kan man regne med, at disse tre bergarttyper hver dækker en fjerdedel av det totale areal<sup>1</sup>; den resterende fjerdedel dækkes væsentlig av kvartsiter, sandstener, sparagmiter, umetamorf lerskifer samt gabbroide bergarter.

Rent skjønsmæssig kan vi forutsætte følgende talstørrelser for mængden av glimmermineraler i disse bergartgrupper.

Man kan regne med at norske granitiske<sup>2</sup> bergarttyper i gjennomsnit indeholder ca. 6 0/0 biotit og ca. 1 0/0 muskovit.

Grundfjeldets gneisbergarter og glimmerskifer tør i gjennomsnit indeholde 15 0/0 biotit og 3 0/0 muskovit<sup>3</sup>.

Norske glimmerskifer og fylliter av kambrosilurisk alder indeholder gjennomsnittlig vel mindst 17 0/0 biotit og mindst 17 0/0 muskovit<sup>3</sup>.

For de resterende bergarttyper maa man ogsaa anta en viss liten gjennomsnittsmengde av glimmermineraler, kanskje 2 0/0 biotit og 2 0/0 muskovit<sup>4</sup>.

Et generalmiddel gir under disse forutsætninger følgende tal for mængden av glimmermineraler i norsk fjeldgrund:

Muskovit ca. 5 0/0.

Biotit ca. 10 0/0.

<sup>1</sup> Arealutmaalinger paa geologiske karter fører tilnærmedesvis til dette arealforhold.

<sup>2</sup> Denne gruppe omfatter de sure og mellemsure dypergarter baade inden grundfjeldet og av yngre alder.

<sup>3</sup> Angaaende motivering av disse tal se nedenfor.

<sup>4</sup> Dette er dog kanskje for lavt regnet.

Herav kan vi beregne mængden av kalifeltspat, under for-  
utsætning av, at norske bergarter i gjennemsnit inneholder  
samme totalkalimængde, som den der antages for jordskorpen i  
middelværdi, nemlig 3 0/0<sup>1</sup>.

Anslaar vi den midlere kalimængde i norske glimmermine-  
raler til 9 0/0, saa finder vi, at 1,4 0/0 kali er bundet i glimmer,  
og at ca. 1,6 0/0 kali maa være bundet i feltspat.

Beregnet som teoretisk ren kalifeltspat vil dette gi ca. 10 0/0  
kalifeltspat, regner vi derimot med den urene kalifeltspat, saa-  
ledes som den fortrinsvis forekommer som bergartbestanddel,  
med et kaliindhold av ca. 10—11 0/0, saa føres vi til en felt-  
spatmængde av ca. 15 0/0.

Under de ovenfor gjorte forutsætninger skulde mængden  
av de enkelte kalimineraler i norsk berggrund være:

Muskovit ca. 5 0/0.

Biotit ca. 10 0/0.

Kalifeltspat ca. 15 0/0.

Mængden av nefelin kan negligeres helt ved en saadan  
beregning, da den kalimængde i norsk berggrund, som er bundet  
i dette mineral, kun kan utgjøre smaa brøkdeler av en procent,  
dersom et middeltal beregnes for hele landet.

Ved beregningen er der ikke tat hensyn til de ganske  
smaa mængder kali, som indgaar i plagioklas, amfibol etc., da  
disse mængder er uten nævneværdig betydning for total-  
resultatet. Det accessoriske kaliindhold i amfibol og plagioklas  
frigjøres utvilsomt lettere end kalifeltspatens kali.

Ved beregningen av de enkelte kalimineralers gjennemsnit-  
lige mængde er der for kambrosiluriske glimmerskifre + fylliter  
antat 17 0/0 muskovit og 17 0/0 biotit. Disse tal trænger en  
nærmere begrundelse.

Det gjennomsnittlige kaliindhold i disse bergarter er antat  
lik ca. 3 0/0 K<sub>2</sub>O. Dette er en forsiktig vurdering. Det gjen-  
nomsnittlige kaliindhold, som er fundet ved kemiske analyser av

<sup>1</sup> Det er ikke utelukket, at en indgaaende undersøkelse over norske  
bergarters sammensætning vil vise et noget høiere kaliindhold end de  
3 0/0 som svarer til jordskorpens middelsammensætning, dog sikkert  
ikke over 4 0/0, nærmest kanskje 3—3,5 0/0. Mængdeforholdet mellem  
glimmerminerale og kalifeltspat vil dog ikke modificeres avgjørende.

137 prøver av fylliter og glimmerskifre fra det sydlige Norge<sup>1</sup> utgjør 3,74 0/0.

Kalifeltspat mangler praktisk talt fullstendig i disse skifre (gjennomsnittlig høist 1—2 0/0). Kaliindholdet er i en del av disse skifre utelukkende bundet i form av muskovit (især som den finskjællede muskovitvarietet, som kaldes sericit), i en anden del av disse skifre baade i form av biotit og muskovit. I de sidstnævnte skifre er biotitmængden som regel større end muskovitmængden. Tar man gjennemsnittet av begge skifer-varieteter under hensyntagen til deres areal, saa tør et mængdeforhold 1 muskovit : 1 biotit ikke være langt fra det rigtige tal.

Tallene for glimmerindholdet i grundfjeldets gneis og glimmerskifer grunder sig paa følgende overveielse. Man kan gaa ut fra, at den gjennomsnittlige mængde av biotit og muskovit i disse bergarter er væsentlig større end i de sure og mellemsure eruptiver, men paa den anden side avgjort lavere end i de kambrosiluriske skifre. Muskoviten spiller her en betydelig mindre rolle end i de yngre metamorfe skifre. De valgte tal skulde omtrent tilsvare en glimmerrik gneis, som staar midt imellem glimmerfattige gneiser og egentlige glimmerskifre.

De tal, som jeg er kommet til for norsk fjeldgrund i sin helhet:

5 0/0 muskovit, 10 0/0 biotit, 15 0/0 kalifeltspat,

tør tilnærmeelsesvis gjengi den gjennomsnittlige mængde av de tre kalimineraler i norske bergarter.

Efter dette skulde mængden av glimmermineraler omtrent være like stor som mængden av kalifeltspat.

Dersom kaliindholdet i glimmermineraler er like let tilgjengelig for planterne som kaliindholdet i feltspat, skulde derfor glimmermineraler være av like saa stor betydning som feltspat for jordbundens tilgjengelige kaliindhold i Norge. Som der imidlertid skal vises i de følgende avsnit, er glimmernes kaliindhold lettere tilgjengelig end feltspatens kali, og man føres derved til den uimotsigelige konklusjon, at glimmermineralerne maa være av større betydning end feltspaten for kaliindholdet i norsk jordbund.

<sup>1</sup> Prøverne omfatter kambrosiluriske fylliter og glimmerskifre fra området Stavanger—Trondhjem. Analyserne og de mikroskopiske undersøkelser er utført for mit arbeide over den regionale metamorfose.

Vi maa ogsaa lægge merke til, at der findes betydelige omraader i Norge, hvor glimmermineralernes andel sammenlignet med feltspatens, er endnu meget større. Store arealer, som er dækket av fyllit og glimmerskifer, indeholder næsten ikke kalifeltspat som bestanddel av fjeldgrunden. I saadanne omraader, som f. eks. Guldalen ovenfor Støren, størstedelen av Selbu og Vestlandets fyllitomraader kan vi regne med, at fjeldgrunden indeholder ca. 30—50 0/0 glimmermineraler, men kun 0—2 0/0 kalifeltspat.

Paa vedføjede kartskisse har jeg forsøkt at gi en første oversigt over de enkelte kalimineralers utbredelse i Norges fjeldgrund.

Paa kartet er der utskilt fem forskjellige typer av fjeldgrunden.

For det første de bergarter, i hvilke kalifeltspat dominerer over glimmermineraler, som f. eks. graniter og sparagmiter.

For det andet viser kartet de bergarter, hvis kaliindhold er omtrent likelig fordelt mellem kalifeltspat og glimmermineraler. Herhen tør de fleste grundfjeldsgneiser høre, endvidere en del gabbroide bergarter. Under samme betegnelse (sorte prikker) er der dog sikkert ogsaa medtat adskillige bergarter, hvori biotit er tilstede i større mængde end kalifeltspat, da vi endnu mangler detaljerte opplysninger om saadanne bergarters utbredelse i grundfjeldet.

For det tredje er der anvendt en særskilt betegnelse (horizontal strekning) for saadanne bergarter, i hvilke muskovit (sericit) er det dominerende kalimineral. Herhen hører en betydelig del av fyllitene, spesielt i det sydlige Norge.

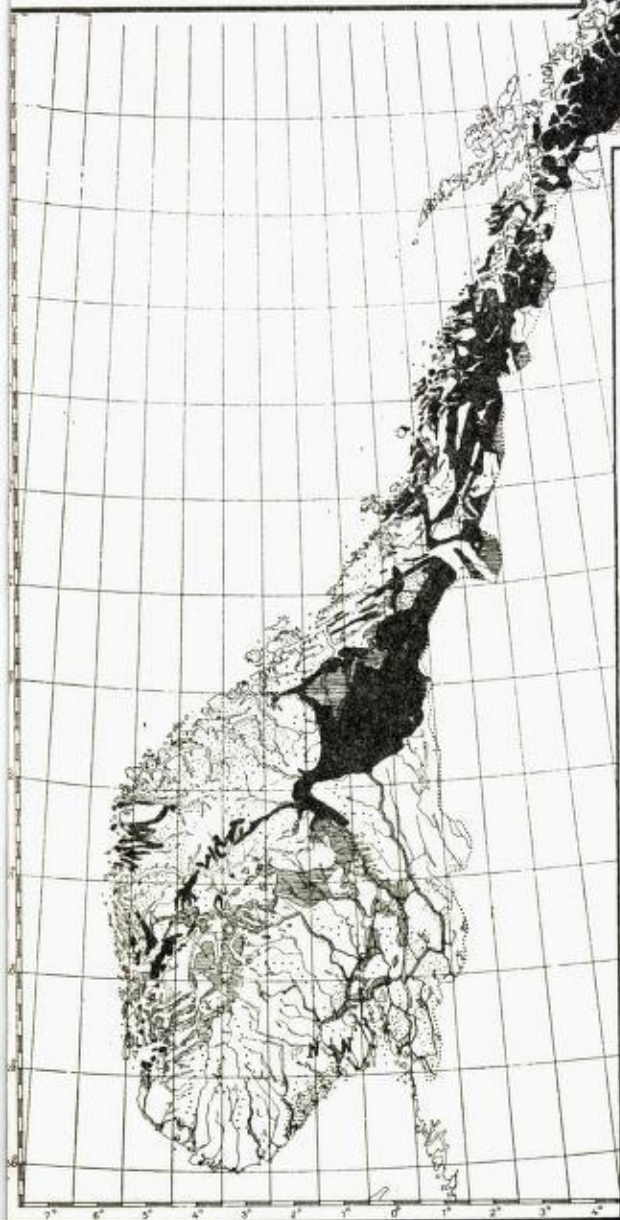
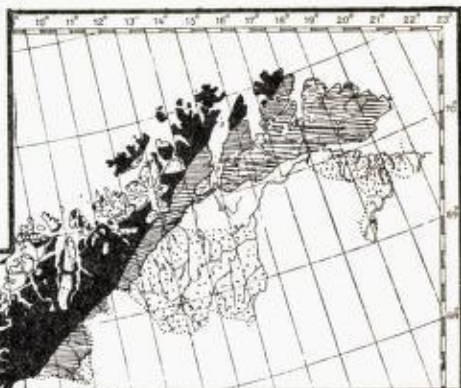
Endvidere er de bergarter utskilt, i hvilke biotit (ved siden av noget mindre muskovit) er det herskende kalimineral. Herhen hører fremforalt de store omraader av glimmerskifer og biotitfyllit, som strækker sig fra Stavangertrakten nordover helt til Finmarken. Under samme betegnelse (helt sort) er ogsaa medtat endel bergarter av eruptiv oprindelse, i hvilke biotit dominerer over kalifeltspat.

Endelig er de umetamorfe lerskifre, hvis kaliindhold overveiende er bundet i form av »lerkolloid« avsat med en særskilt betegnelse (vertikal strekning).

versigtskart over utbredelsen av de forskjellige kalimineraler i norsk fjeldgrund.

Av V. M. GOLDSCHMIDT.

0 100 200 300 400 500 km.



- 

Biotit dominerende ved siden av noget mindre muskovit og meget litet kalifeltspat.
- 

Muskovit (Sericit) dominerende, meget litet kalifeltspat.
- 

Kaliholdig lerkolloid i lerskifer.
- 

Kalifeltspat dominerende.
- 

Kalifeltspat og biotit.
- N Nefelin.

De nefelinrike omraader vest for Laugendalen samt Fensfeltet er betegnet med N.

Selvfolgelig er kartskissen, som et første forsøk, endnu ufuldkommen, men i store træk vil den dog gi en korrekt oversigt over kalimineralernes utbredelse i norsk berggrund.

Hvordan er nu jordbundens indhold av tilgjængelig kali betinget av undergrundens mineralsammensætning?

Dersom jordbunden overalt simpelthen var dannet ved forvitring av undergrundens bergarter, vilde relationen være meget enkel; det kali, som i opløselig form findes i jordbunden, maatte skrive sig fra forvitringen av kalimineraler i den underliggende eller ihvertfald nær tilgrænsende fjeldgrund. Forholdene er imidlertid som regel ikke saa gjennemsigtige og enkle her i Norge. Kun paa forholdsvis faa steder i Norge er jordbunden dannet direkte av underlagets fjeldgrund, som saakaldte »primitivjordarter»<sup>1</sup>.

Paa de fleste steder er jordbunden dannet paa bekostning av løsmateriale, som i senglacial og postglacial tid er transportert til stedet enten ved istransport eller opslæmmet i vand.

Jordbundens bestanddele skriver sig i saa tilfælde ikke fra den umiddelbart underliggende fjeldgrund, men fra andre, som oftest ikke altfor fjerne fjeldgrundsomraader.

Kjender vi retningen for materialets transport, kan vi i store træk avgjøre, hvorfra jordbundens bestanddele oprindelig er kommet. Under erosionen, transporten og avleiringen kan det transporterte materiale undergaa betydelige kemiske forandringer, saaledes at de oprindelige mineraler helt eller delvis erstattes av omdannelsesprodukter. Sammensætningen av den primære fjeldgrund, som materialet kommer fra, vil i saa tilfælde kun indirekte gjøre sig gjældende i jordbunden. Ved drøftelser over fjeldgrundens indflydelse paa jordbundens sammensætning maa man selvfolgelig være opmerksom herpaa.

<sup>1</sup> Se herom f. eks. BJØRLYKKES oversigt over norsk jordbundsforskning: *Über frühere und gegenwärtige Bodenuntersuchungen in Norwegen, Internationale Mitteilungen für Bodenkunde*, 1915. Sammenlign ogsaa de hittil utkomne jordbundsbeskrivelser, utgit av Det kgl. selskap for Norges vels jordbruksutvalg.

Hvor man har primitivjordarter, som er dannet av glimmerrike, og ganske specielt biotitrike bergarter, bør man vente, at planternes kalibehov er dækket mere rikelig, end i primitivjordarter som er dannet paa bekostning av glimmerfattige kalifeltspatbergarter.

Kvartært løsmateriale, som direkte eller indirekte er dannet væsentlig paa bekostning av glimmerrike bergarter, fattige paa kalifeltspat, finder vi f. eks. i Trøndelagen.

Man kan trygt si, at kvotienten glimmerminerale: kalifeltspat i fjeldgrunden er større i Norge end i noget andet europæisk land. Aarsaken hertil er den omstændighet, at den norske fjeldgrund for en helt overveiende del er bygget av metamorfe og derfor glimmerrike bergarter. Det er rimelig at anta, at denne rigdom paa glimmerminerale paa en eller anden maate maa gi sig tilkjende ikke bare i fjeldgrundens, men ogsaa i jordbundens sammensætning.