

Om tidligere undersøkelser over opløselig- heten av glimmermineralernes kaliindhold, og over vegetationsforsøk med glimmermineraler.

Av V. M. GOLDSCHMIDT.

Der foreligger en række undersøkelser i den mineralogiske og kemiske litteratur, som behandler spørsmålet om biotitens angripelighet ved forskjellige opløsningsmidler.

Som regel har disse undersøkelser havt til hensigt at tjene til belysning av forvitringen eller andre naturlige destruktionsprocesser.

I det følgende skal der gives en kort oversigt over resultaterne av de tidligere undersøkelser.

W. B. SCHMIDT¹ undersøkte indvirkningen av SO₂ paa en række mineraler. Han anvendte en vandig opløsning av SO₂, reaktionstiden var et aar, indvirkningen foregik ved almindelig temperatur.

Av hans resultater gjengis her:

	Oprindelig kaliindhold.	Herav opløst. ²
Biotit, Miask	7,40 0/0	85,3 0/0
Kalifeltspat (Sanidin)		
Drachenfels	8,0 0/0	0,25 0/0

Efter disse tal opløses biotitens kali over fire hundrede ganger hurtigere end feltspatens.

¹ W. B. SCHMIDT, Untersuchungen über die Einwirkung der schwefligen Säure auf einige Mineralien und Gesteine, Tschermaks Min.-petrogr. Mitt. Bd. 4, 1882, p. 1.

² Beregnet i procenter av det oprindelige kaliindhold.

FR. SICHA¹ finder, at vand under høit kulsyretryk opløser en meget væsentlig del av muskovitens kaliindhold.

Han finder at en muskovit, som oprindelig indeholdt 10,79 0/0 K₂O, ved 10 dages behandling med kulsyreholdig vand under 30 atm. kulsyretryk avgir 4,70 0/0 K₂O, altsaa næsten halvparten av hele kaliindholdet, mens kalifeltspat under de samme betingelser kun avgir ca. 6 0/0 av sit kaliindhold.

G. STEIGER² har undersøkt indvirkningen av rent vand paa forskjellige silikatminerale. Han har latt 50 cm³ vand indvirke paa 0,5 g. mineralpulver i en maaned ved 21° C., og maalte derefter vandets alkalinitet.

	Totalt alkaliindhold.	Alkalinitet.
Kalifeltspat	16,00	0,11
Muskovit	10,00	0,32
Flogopit	9,32	0,22

Ogsaa disse data viser en flerdobbelt opløselighet av glimmermineraleenes alkaliindhold, sammenlignet med alkalifeltspatens.

K. GLINKA³ undersøkte indvirkningen av klorammoniumopløsning paa kalifeltspat og paa muskovit. Ved sammenlignende forsøk fandt han, at kalifeltspat avgir 0,058 0/0 av sit kaliindhold, mens muskovit avgir 2,5 0/0.

PRIANISCHNIKOFF⁴ har utført flere forsøksrækker over saltopløsningers indvirkning paa forskjellige kaliholdige minerale.

Han finder følgende tal, hvor forsøksrækken »varm» refererer sig til 20 minutters kokning, forsøksrækken »kold» til henstand i 48 timer ved værelsetemperatur under gjentagen omrøring.

¹ FR. SICHA, Neues Jahrbuch f. Mineralogie, 1893, II, s. 353.

² G. STEIGER i F. W. Clarke, Contributions to Chemistry and Mineralogy, U. S. A. Geol. Surv. Bull. 167, 1900.

³ K. GLINKA, Studien im Gebiete der Verwitterungsprocesse, St. Petersburg 1906, p. 141, citert hos H. STREMMER, Fortschritte der Mineralogie, Bd. 2, 1912, p. 109.

⁴ Die Landwirtschaftlichen Versuchsstationen, 77, 1912, S. 399.

	Omsætning med 10 0/0 NH ₄ Cl-opløsning		Omsætning med 10 0/0 BaCl ₂ -opløsning		Totalt K ₂ O 0/0
	Opløst K ₂ O 0/0		Opløst K ₂ O 0/0		
	varm	kold	varm	kold	
Ijolith ¹	2,95	0,074	1,75	0,022	3,88
Biotit, Miask	2,85	0,063	1,47	0,017	8,7
Muskovit	2,58	0,058	1,29	0,033	10,8
Mikroklin ²	0,67	0,049	0,47	0,014	12,4
Ortoklas	0,054	0,006	0,030	—	10,5
Sandlin	0,051	0,009	0,035	0,011	11,3
Leucit	0,036	0,005	0,023	0,014	17,8

O. DREIBRODT³ fandt, at biotit blev sterkt angrepet av forskjellige sure opløsningsmidler, og at den under paavirkning av disse omdannedes til kiselsyrehydrat i bladig form, saakaldt bauerit. Han undersøkte et materiale av biotitvarietetten lepidomelan fra Langesundsfjorden, som indeholdt 5,09 0/0 kali. Efter 5 ukers behandling med kulsyreholdig vand ved 30° C. viste kaliindholdet noksa tydelig avtagen. Ved 6 timers behandling med koncentrert saltsyre ved 80–85° C blev kaliindholdet fuldstændig opløst; likeledes ved 48 timers behandling med fortyndet svovlsyre ved almindelig temperatur.

F. MALT⁴ undersøkte indvirkningen av vand, kulsyreholdig vand og vand med kulsyre og surstof paa biotitvarietetten anomit. Mens hans materiale oprindeligen indeholdt 4,18 0/0 kali, var denne kalimængde formindsket til 3,07 0/0 efter et halvt aars behandling med rent vand ved 16° C. Kulsyreholdig vand havde i samme tids-

¹ Nefelin-biotit-bergart.

² Det kan tænkes, at den tilsyneladende forholdsvis store opløselighet av mikroklinprøven, sammenlignet med de andre varieteter av kalifeltspat, kunde skrive sig fra en muskovittilblanding (begyndende metamorfose eller forvitring).

³ O. DREIBRODT, Beitrag zur Kenntnis des diopsidführenden Brockengranits und zur Baueritisierung, Inaug. Diss. Leipzig, 1912.

⁴ F. MALT, Beitrag zur Kenntnis des chemischen Abbaus von Talk, Chlorit und Anomit, Inaug. Diss., Leipzig, 1913.

rum ladt kalimængden avta til 2,26 ⁰/₀, og vand med kulsyre og surstof til 2,32 ⁰/₀.

Forsøkene viser altsaa en betydelig opløsningshastighet ogsaa for denne glimmervarietets kaliindhold.

Et meget interessant arbeide av H. FISCHER¹ behandler spørsmålet om oppløseligheten av biotitens kaliindhold.

Han fandt, at biotit fra Miask (med ca. 8 ⁰/₀ K₂O) avgir indtil 0,223 ⁰/₀ kali ved fem timers rystning med kulsyreholdig vand ved 30° C., altsaa ca. 3 ⁰/₀ av det totale kaliindhold. Under samme forsøksbetingelser avgir fonolitmél noget mere kali, hvilket staar i strid med den kjendsgjærning, at biotitens kali lettere nyttiggjøres av planterne end fonolitens.

Det er av interesse, at ogsaa FISCHER bringer oppløseligheten av biotitens kaliindhold i forbindelse med biotitens evne til at avgi baseindholdet uten destruksjon av strukturen.

FISCHER trækker ogsaa den konklusjon av sine forsøk og av tidligere undersøkelser fra andet hold (PRIANISCHNIKOFF, BLANCK), at jordbund som er biotitrik, er gunstigere for vegetationens kalibehov end jordbund som indeholder tilsvarende mængder kalifeltspat og muskovit.

BIÉLER-CHATELAN² undersøkte angripeligheten av muskovit ved behandling med destillert vand, ætskalkopløsning, opløsninger av forskjellige salte og syrer. Da han ikke opgir indvirkningstiden, kan hans resultater vanskelig sammenlignes med vore, dog har man et visst holdepunkt deri at han opgir angripeligheten av kalifeltspat (ortoklas) under vistnok de samme forsøksbetingelser.

Mens kalifeltspat ved hans forsøk kun avgir 0,02 ⁰/₀ K₂O ved behandling med destillert vand, avgir muskovit 0,048 ⁰/₀.

Ved behandling med kold koncentrert saltsyre avgir muskoviten 0,29 ⁰/₀ K₂O.

¹ H. FISCHER, Über die Löslichkeitsverhältnisse der Bodenkonstituenten, Internationale Mitteilungen für Bodenkunde, Bd. 3, 1913, p. 331.

² BIÉLER-CHATELAN, Rôle des micas dans la terre arable, Compt. rend. Paris 150, 1910, p. 1132.

Man kunde endvidere nævne J. HOPPE-SEYLER'S¹ forsøk over indvirkningen av kulsyre og overophetet vanddamp paa biotit, som viser avgivelse av alkali under hans forsøksbetingelser.

Ogsaa A. JOHNSTONE'S² analyser av biotit, som har været behandlet med rent vand og med kulsyreholdig vand, synes at vise et avgjort kalitap.

Der kunde ogsaa nævnes, at vand, som er i berøring med biotit, altid reagerer tydelig alkalisk, undertiden endogsaa meget sterkt, en egenskap som forlængst er kjendt.

Selvfølgelig lar det sig ikke gjøre at dra bestemte kvantitative slutninger angaaende »opløseligheten» av mineralernes kalliindhold av disse forsøk, ti her er ikke tale om en virkelig »opløselighet» av samme art som f. eks. oppløseligheten av klor-natrium i vand av en given temperatur; men vi har her kun at gjøre med et relativt tal, som gir os den hastighet hvormed et mineralpulver avgir kali til det anvendte »opløsningsmiddel» eller rettere sagt destruktionsmiddel. Denne hastighet gir heller ikke noget direkte maal for destruksjonen av utgangsmaterialet, fordi en del av destruktionsprodukterne er uopløselige eller tungt oppløselige, og sikkerlig selv binder en del av den frigjorte kalimængde. Specielt for kalifeltspatens vedkommende er det kjendt, især ved A. S. CUSHMAN'S undersøkelser, at der ved oppløsningsforsøkene dannes kolloidale lerjordssilikathydrater, som ved adsorption binder en betydelig del av den frigjorte kalimængde. De samme kolloide lerjordsilikater danner en hinde omkring feltspatkornene og hindrer derved en videregaaende destruksjon.

De foreliggende tal er saaledes meget ufuldkomne, set fra et kvantitativt fysikokemisk synspunkt. De har imidlertid sin værdi naar man skal behandle mineralernes rolle som kalkkilde for jordbunden, ti her er det netop spørsmålet om at finde den kalimængde, som frigjøres i letopløselig form.

Dersom vi søker at dra kvantitative slutninger om den kalimængde, som av forskjellige destruktionsmidler frigjøres fra de enkelte mineraler, kan vi definere frigjørelshastigheten ved den del av den totale kalimængde, som er gaat i oppløsning under forsøket.

¹ Zeitschr. d. D. geol. Ges. 1875, p. 515.

² A. JOHNSTONE, Qu. Journ. Geol. Soc. 45, 1889, 363.

Man kan sammenfatte de foreliggende opgaver over glimmer-mineralernes »opløselighet« sammenlignet med kalifeltspatens i den følgende oversigt. Her er kalifeltspatens opløselighet sat som enhet, ved beregningen av PRIANISCHNIKOFFS forsøk er hertil tatt middelværdien for sanidin og ortoklas, idet værdien for mikroklin synes mindre paalidelig (sml. anm. 2 s. 46; mikroklin og ortoklas er som nylig paavist av HADDING¹, ikke to dimorfe modifikationer av kalifeltspat, men adskiller sig kun ved tvillingdannelse).

Autor	Opløsningsmiddel	Tid	Kali-feltsp.	Mu-skovit	Biotit
Schmidt	12 % SO ₂ i H ₂ O, koldt	1 aar	1		421
Sicha	CO ₂ under 30 atm. i H ₂ O, koldt	10 døgn	1	7	
Glinka	NH ₄ Cl i H ₂ O		1	40	
Steiger	H ₂ O, koldt	1 maaned	1	3	2
Biéler-Chatelan	H ₂ O		1	2	
Prianischnikoff	10 % NH ₄ Cl i H ₂ O, varmt	20 min.	1	49	54
do.	10 % NH ₄ Cl i H ₂ O, koldt	2 døgn	1	8	9
do.	10 % BaCl ₂ i H ₂ O, varmt	20 min.	1	39	45
do.	10 % BaCl ₂ i H ₂ O, koldt	2 døgn	1	3	2

Sml. ogsaa forholdstallene for oppløsning i kulsyreholdig vand s. 64, hvor kvotienten kalifeltspat-biotit blir ca. 100—200, samt forsøkene med kalkmelk, s. 65.

Det samlede resultat av de hittil foreliggende eksperimentelle undersøkelser kan sammenfattes derhen, at glimmerminerallerne lettere end kalifeltspat avgir sit kali til oppløsningsmidler eller rettere sagt destruktionsmidler. I kvantitativ henseende kan de forskjellige forfatteres forsøk neppe direkte sammenlignes, da der av de enkelte iagttagere er anvendt meget forskjellige glimmervarieter, og da sikkert ogsaa kornstørrelsen spiller en viktig rolle.

Det synes at fremgaa av endel av materialet, at forskjellen mellom glimmerminerallerne paa den ene side, feltspaten paa den anden side, fremtræder desto sterkere, jo »kraftigere« oppløsnings-

¹ A. HADDING, Röntgenographische Untersuchung von Feldspat, Lunds Universitets Årsskrift, N. F. Avd. 2. Bd. 17, No. 6, 1921.

midler der er anvendt, altsaa jo større del av totalkalimængden der er bragt i opløsning. Der maa imidlertid tages med i betragtning, at feilkilderne (saasom kali fra glaskarrene) gjør sig mest gjældende ved de forsøk, ved hvilke kun smaa kalimængder er bragt i opløsning, saaledes at vi ikke endnu kan dra nogen sikker slutning om dette spørsmal. Hvad som angaar den relative utlutningshastighet for kalifeltspat og biotit ved naturlig forvitring under skandinaviske klimaforhold, saa antar jeg, at denne som regel tør ligge mellem grænserne 1 : 2 og 1 : 200.

Man kan forsøke at indordne de forskjellige kalimineraler i en bestemt rækkefølge, ordnet efter deres evne til at avgi kali, som kan tilgodegjøres av vegetationen. Rækkefølgen vil naturligvis til en viss grad være avhengig av den specielle forvitningsart og av de klimatiske betingelser. For nordeuropæiske forhold tør følgende rækkefølge gjælde:

1. Kalifeltspat.
2. Muskovit (grovkrystallin).
3. Lerkolloid (i lerskifer).
4. Leucit.
5. Muskovit (sericit).
6. Glaukonit.
7. Biotit, Nefelin.

Der foreligger allerede fra forskjellige forskere undersøkelser ved direkte vegetationsforsøk over glimmermineralernes betydning som kalikilde for planteveksten. Disse forsøk, som er utført av PRIANISCHNIKOFF, BIÉLER-CHATELAN og BLANCK, fører overensstemmende til det resultat, at glimmermineralers kaliindhold i betydelig høiere grad end kalifeltspatens er tilgjengelig for planterne.

PRIANISCHNIKOFF¹ har undersøkt en række kalimineraler, nemlig kalifeltspat, kaliholdig nefelin, ijolith (en berg-

¹ D. PRIANISCHNIKOFF, Feldspat und Glimmer als Kaliquellen, Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen, Bd. 63, 1906, S. 152, se ogsaa S. 479. D. PRIANISCHNIKOFF, Vegetationsversuche mit verschiedenen kalihaltigen Mineralien. Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen, Bd. 77, 1912, S. 400.

art indeholdende nefelin og biotit) apophyllit, muskovit og biotit.

I det første arbeide sammenligner PRIANISCHNIKOFF virkningen av kalifeltspat, apophyllit og muskovit. Han finder, at kalifeltspat praktisk talt er helt uten indvirkning, apophyllit viser efter hans forsøk en svak indvirkning, og muskovit gir tydelig virkning som kaligjødning. Det viser sig av hans forsøk, at en rikelig muskovittilsætning til en sandkultur i høi grad befordrer planteveksten.

I det andet arbeide sammenlignes nefelin og nefelin-biotitbergarten og muskovitskifer med ren nefelin (elæolit), ren biotit, ren muskovit, samt forskjellige varieteter av kalifeltspat (mikroklin, ortoklas og sanidin). Desuten undersøktes de to zeoliter apophyllit og phillipsit. Resultatet er for det første, at alle varieteter av kalifeltspat vistest at være praktisk talt uten indvirkning. Ogsaa virkningen av ren elæolit, leucit, apophyllit var meget liten. Noget bedre virkning vistest av muskovit og phillipsit. Den bedste virkning blev opnaadd med nefelin-biotitbergarten, muskovitskiferen¹ og ren biotit. Ved anvendelse av nefelin-biotitbergarten og av biotit fra Miask kunde der produceres avlinger av samme størrelsesorden som med kaliumklorid, imidlertid maatte der anvendes den flerdobbelte (ottedobbelte) kalimængde i silikatform for at komme nogenlunde nær opimot kaliumkloridets virkning. Der var dog forskjelligheter mellem forskjellige biotitvarieteter, idet en biotit fra Ilmenfjeldene gav betydelig svakere virkning.

BIÉLER-CHATELAN² undersøker virkningen av muskovit paa planteernæringen. Han finder at muskovitpulver kan avgi kali til planterne, og drar herav den slutning at glimmermineraleerne kan være av betydning som kalikilde i jordbunden.

¹ At muskovitskifer viser sig relativt gunstigere end ren muskovit kan, som ogsaa PRIANISCHNIKOFF oplyser, skrive sig fra at man ved formalingen av den kvartsholdige muskovitskifer faar et mere finkornet muskovitprodukt end ved formaling av ren muskovit. Det kunde ogsaa tænkes, at muskoviten i skiferen forelaa i form av sericitvarietetten.

² BIÉLER-CHATELAN, Rôle des micas dans la terre arable, *Compt. rend. Paris*, 150, 1910, p. 1132.

Ogsaa SAMOJLOFF¹ fandt ved et vegetationsforsøk en betydelig overlegenhet av biotit over kalifeltspat (sanidin).

H. G. SODERBAUM² fandt, at Stockholmsgranit som indeholder glimmermineraller, kan avgi kali til vegetationen.

BLANCK³ finder, at baade muskovit og biotit formaar at avgi kali, som kommer planteveksten tilgode.

BLANCKS arbeide er meget viktig, da han med kjendskap til det dengang foreliggende erfaringsmateriale og støttet paa egne vegetationsforsøk, som den første drar den bestemte slutning, at glimmerminerallerne er en bedre kalikilde for planterne end kalifeltspat. Ogsaa hans anskuelser angaaende kaliavgivelsens mekanik tør være meget berettigede. Likeledes har han ved sine vegetationsforsøk uomtvistelig vist, at biotit er bedre end muskovit som kalikilde for vegetationen.

Hvilke slutninger kan vi nu trække av disse resultater.

Baade PRIANISCHNIKOFFS, BIÉLER-CHATELANS, SAMOJLOFFS og BLANCKS vegetationsforsøk støtter den opfatning, at glimmerminerallerne er lettere tilgjengelig for planterne end kalifeltspatens. Forsaavidt forsøkene ogsaa omfatter biotit viser de, at biotit eller ialfald visse arter av biotit stiller sig gunstigere end muskovit.

Under mellemeuropæiske, sydeuropæiske og tropiske klimatforhold forvitrer imidlertid ogsaa kalifeltspat forholdsvis hurtig, saaledes at planternes kalibehov i naturlig jordbund under disse forhold sandsynligvis for en større del dækkes av kali, som direkte eller indirekte skriver sig fra feltspat.

¹ J. SAMOJLOFF, *Über die mineralogische Bedeutung der Vegetationsversuche*, *Centralbl. f. Mineralogie*, 1910, S. 261.

² H. G. SÖDERBAUM, *Redegjörelse för några under sommaren 1912 utförda vegetationsförsök*, *Meddelande No. 71 från Centralanstalten för försöksväsenet på jordbruksområdet*, 1912, p. 14—17.

³ E. BLANCK, *Die Glimmer als Kaliquelle für die Pflanzen, und ihre Verwitterung*, *Journal für Landwirtschaft*, 60, 1912, S. 97.

Anderledes stiller det sig i det nordlige Europa, hvor kalifeltspatens forvitring sikkerlig spiller en langt mere underordnet rolle end længer sydpaa (konf. kapitlet om feltspatens forvitring). Her vil glimmermineralernes forsprang fremfor feltspaten kunne være av meget stor betydning for planteveksten. Hertil kommer for Norges vedkommende, at fjeldgrunden her er forholdsvis rik paa let opløselige glimmermineraller (biotit og sericit).