BIHANG

TILL

KONGL. SVENSKA VETENSKAPS-AKADEMIENS

HANDLINGAR.

NIONDE BANDET.

STOCKHOLM, 1884—1885. P. A. NORSTEDT & SÖNER.

INNEHÅLL AF NIONDE BANDET.

Sid.

1. VOGT, I. H. L. Studier over Slagger ..... 1—302.
2. NATHORST, A. G. Redogörelse för den tillsammans med G. DE GEER år 1882 företagna geologiska expedition till Spetsbergen ..... 1—78.
3. CARLSSON, A. Beiträge zur Kenntniss der Anatomie der Schwimmvögel. Mit 5 Tafeln ..... 1—44.
4. BORENIUS, G. Eine Methode, Gleichungen, deren Gradzahl niedriger als fünf ist, aufzulösen ..... 1—18.
5. GOURSAT, E. Démonstration du théorème de Cauchy dans la théorie des intégrales définies ..... 1— 6.
6. BENDIXSON, I. Sur la puissance des ensembles parfaits de points ... 1—15.
7. BENDIXSON, I. Un théorème auxiliaire de la théorie des ensembles 1— 7.
8. WESTLING, C. Beiträge zur Kenntniss des peripherischen Nervensystems. Mit 3 Tafeln ..... 1—48.
9. JUEL, H. O. Beiträge zur Kenntniss der Hautgewebe der Wurzeln. Mit 2 Tafeln ..... 1—18.
10. AF KLERCKER, J. Sur l'anatomie et le développement de Ceratophyllum. Avec 3 planches ..... 1—23.
11. CLAËSSON, P. Öfver syrors inverkan på Rhodanväte ..... 1—17.
12. CLAËSSON, P. Om Rhodanvätesyra och dess molekulära föreningar med eter och alkoholer ..... 1—41.
13. HOLM, TH. Recherches anatomiques et morphologiques sur deux monocotylédones submergées. (Halophila Baillonii Asch. et Elodea densa Casp.). Avec 4 planches ..... 1—24.
14. CLAËSSON, P. Koloxysulfidens framställning och egenskaper ..... 1—15.
15. JÄDERIN, E. Geodätische Längenmessung mit Stahlbändern und Metalldrähten. Mit 2 Tafeln ..... 1—57
16. HAMBERG, A. Hydrografisk-kemiska iakttagelser under den svenska expeditionen till Grönland 1883. I. Med 7 taflor ..... 1—65.
17. CLAËSSON, P. Öfver di- och trithiocyanursyra ..... 1—21.
18. NATHORST, A. G. Bemerkungen über Herrn *von Ettingshausens* Aufsatz: »Zur Tertiärflora Japans» ..... 1—18.
19. LAGERHEIM, G. Ueber Phæothamnion, eine neue Gattung unter den Süsswasseralgen. Mit 1 Tafel ..... 1—14.

...G TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band. 9. N:o 1.

Meddelanden från Stockholms Högskola. N:o 8.

STUDIER OVER SLAGGER.

I.

309 - 95

AF

I. H. L. VOGT.

MEDDELADT DEN 10 OKTOBER 1883.

STOCKHOLM, 1884.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

I bevidstheden om den ikke uvæsentlige interesse, som et detailleret studium af slaggernes sammensætning kan afgive saavel for krystallografien og mineralogien paa den ene side som for metallurgien paa den anden, offentliggjör jeg allerede nu följende korte og paa mange steder höjst ufuldstændige bidrag til kjendskaben om slaggerne. — De tidligere studier over slagger och andre hytteprodukter har, naar H. VOGELSANGS arbejde (Über die Krystalliten) fraregnes, næsten udelukkende været baseret dels paa rent chemiske og dels paa rent krystallografiske undersögelsesmethoder; man har herved faaet bestemt de fleste mineraler, som kan danne sig ved de metallurgiske processer, men stort længere har man i det hele taget herved ikke kunnet komme. Det forelöbige, rent theoretiske maal med mit arbejde har fornemmelig gaaet ud paa at faa et mere indtrængende kjendskab dels til selve udkrystallisationen og dels til de omstændigheder, som betinger dannelsen af de enkelte mineraler; dette kan man först naa, naar man til de to allerede nævnte undersögelsesmethoder ogsaa tager mikroskopet til hjælp. Af detailundersögelserne kan man endvidere for saavel den theoretiske som den praktiske metallurgi uddrage en hel del slutninger, dels angaaende den maade, hvorpaa de i slaggerne optrædende elementer er forbundne med hinanden, dels angaaende de regler, hvorefter man ved rent ydre undersögelser tilnærmelsesvis kan slutte sig til slaggernes chemiske sammensætning, saa de kvantitative analyser delvis kan erstattes. — Som det i det följende vil sees, har jeg jævnlig maattet indskrænke mig til kun at opkaste og forberede de forskjellige spörgsmaal uden endelig at kunne besvare dem med sikkerhed, og desuden er der flere, navnlig rent metallurgiske, problemer, som ikke engang er berörte; der staar saaledes særdeles meget igjen til den fremtidige forskning. — Jeg

haaber selv at kunne faa anledning til at fortsætte de her paabegyndte undersögelser og bidrage til lösningen af de forskjellige spörgsmaal.

Materialet til det efterfölgende arbejde har jeg fornemmelig faaet udlaant paa Stockholms Bergskola gjennem professor R. ÅKERMAN, som meget velvillig har stillet til min disposition Bergskolans ypperlige slagsamling, hvis værd i væsentlig grad forhöjes derved, at der af de allerfleste stuffer er foretaget kvantitative analyser[1]). Mine undersögelser er udförte paa Stockholms Högskolas mineralogiske institut, hvis udmærkede og righoldige instrumentsamling daglig har staaet til min raadighed, ligesom ogsaa de nödvendige præparater er udförte af institutets vaktmester, hr A. ANDERSSON[2]) — Jeg benytter herved anledningen til paa det varmeste at takke saavel professor W. C. BRÖGGER som professor R. ÅKERMAN for den andel, som de hver paa sin vis har havt i mit arbejde.

Vi gaar strax over til at gjennemgaa de forskjellige i slaggerne optrædende mineraler og begynder med den ene af de to vigtige grupper, nemlig med

Pyroxengruppen.

(Enstatit, augit, wollastonit, rhodonit, babingtonit.)

Vi gjennemgaar de hid hörende mineraler ikke i den vanlige, krystallografiske orden, men i den, som af rent praktiske grunde falder os bekvemmest.

Augit.

De frit udviklede krystaller af dette mineral har aldrig i de mange stuffer, som jeg har havt anledning til at undersöge, været begrænsede af virkelig krystalflader, men kun af skinflader o: ujevnt sammensatte flader, som er omhylningsflader for krystallens opbygningselementer, og som mere eller

[1]) Analyserne er næsten udelukkende udförte af de forskjellige elever under deres studietid, de kan saaledes ikke gjöre fordring paa nogen absolut nöjagtighed; det bemærkes dog, at næsten hver analyse er middeltal af to forskjellige, oftest meget vel overensstemmende, som dels er udförte af samme studerende og dels af forskjellige.

[2]) Samtlige præparater opbevares i Stockholms högskolas min. instituts samling.

mindre nærmer sig til bestemte krystallografiske former, som man har kunnet bestemme med större eller mindre nöjagtighed; — med andre ord, den lovmæssige opbygning, som senere skal beskrives, har stanset, naar individet under væksten har naaet frem til ydre flader, som approximativt svarer til lovbundne former.

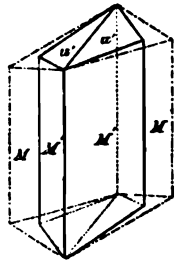
De fleste krystaller er söjleformige efter skinfladerne ∞P og ∞P∞; kun undtagelsesvis er en spids hemipyramide den mest fremtrædende flade. Orthopinakoidet og den til hornblendesöjlen svarende söjle ∞P2 har jeg ikke noget sted fundet. — I det följende beskrives hver enkelt krystaltype for sig.

Krystallerne i slaggen fra *Wikmanshytten 1867* (analyse no. 2) har en graa kjærne med en tynd, lysegul manganhinde (slaggen holder 2,6 % MnO); krystallernes længde er ca. 1 cm. — Ifölge undersögelse ved hjælp af krystallografisk orienterede snit viser krystallerne sig at være udtrukne efter vertikalaxen (c'-axen). Begrænsningsfladerne i vertikalzonen er meget ujævne, de sammenhörende fladepar er ikke engang indbyrdes parallelle; der kan saaledes ikke være tale om at faa en absolut nöjagtig maaling af vinklerne. Man kan kun afgjöre, saavel ved skjön med öjet som ved maaling med anlægsgoniometer, at söjlevinkelen paa krystallens forside ikke er den vanlige augit-vinkel 87° 6′, men adskillig derunder, nemlig kun ca. 80° (se fig. 1). Et aldeles tilsvarende forhold kommer vi ogsaa til at omtale ved flere af de senere krystaller, hvoraf vi maa kunne slutte, at det ikke er nogen tilfældighed, men en sig ofte gjentagende regel. I et mikroskopisk snit ⊥ c'-axen (se fig. 7) af en af disse krystaller (fra Wikmanshyttan 1867) sees det, at opbygningen har fundet sted dels efter ∞P og dels efter ∞P∞ og ∞P∞, og grunden til, at begrænsningsfladerne danner en noget mindre vinkel med hinanden end augit-söjlens vinkel 87° 6′, viser sig at bestaa deri, at opbygningen har gaaet stærkere for sig efter ∞P∞ end efter ∞P∞.

Paa toppen er krystallerne fra Wikmanshyttan begrænsede af et par noget uregelmæssige flader (hemipyramider), som i symetriplanet skjærer hinanden i en ret linje, hvilken med den i samme plan liggende kant af ∞P danner en vinkel paa 106½°—106⅔° (maalt i mikroskopisk præparat, sleben ⊥ ∞P∞); paa nogle krystaller i slaggen fra Löfsjöen (1854) er den samme vinkel bestemt til ca. 106° (maalt paa selve krystallen

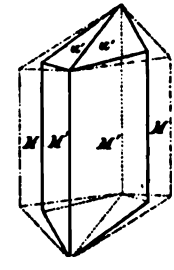
under mikroskopet). — Denne vinkel maa svare til en af de to vinkler $\infty P\infty : \frac{1}{2}P\infty = 105°30'$ eller $\infty P\infty : -\frac{1}{2}P\infty = 105°49'$ [1]). For at faa afgjort dette, med andre ord, for at faa afgjort, i hvilken kvadrant i symetriplanet vore flader ligger, maa vi vende os til de optiske forholde. — Hos de vanlige, i naturen optrædende augiter, som i chemisk henseende staar nær de her omhandlede, danner den spidse bisektrix, som ligger i symetriplanet, en vinkel paa ca. 39° med c'-axen, og den falder i den stumpe vinkel. I en hel del mikroskopiske præparater, slebne $\pm \infty P\infty$, af augiter fra forskjellige slagger danner udslukningsretningen ogsaa en lignende vinkel (efter de forskjellige maalinger mellem 37° og 40°) med c'-axen; der er heraf fuld grund til at slutte, at baade den naturlige og den

Fig. 1.



Augitkrystal, type no. 1.
(Fra Wikmanshyttan 1867.)
M betyder pyroxenprismet ∞P.
M' — skinfladen ∞P.
u' — skinfladen $-\frac{1}{4}P\frac{1}{4}$ (?).

Fig. 2.



Augitkrystal. type no. 2.
(Fra Löfsjön 1854).
M betyder pyroxenprismet ∞P.
M' — skinfladen ∞P.
u' — skinfladen $-\frac{1}{4}P3$ (?).

kunstige augit har de samme optiske egenskaber o: at ogsaa ved den kunstige augit ligger den spidse bisektrix i den stumpe vinkel. — Baseret paa denne undersögelsesmethode faar vi, at i krystallerne fra Wikmanshytten og Löfsjöen ligger de omtalte flader i den negative kvadrant i symetriplanet; som det senere skal omtales, er stik det modsatte tilfælde ved nogle krystaller fra Gammelstilla. — Hemipyramiden i krystallerne fra Wikmanshytten maa efter dette være $-\frac{1}{2}P_n$ (GROTH) eller $n'P\infty$ (NAUMANN). Vinkelen mellem fladerne er ved anlægs-goniometer maalt til ca. 133°, et tal, som dog paa grund af fladernes uregelmæssighed ikke tör gjöre fordring paa

[1]) Efter GROTH's stilling og axeforhold. Efter NAUMANN's stilling vilde formerne $\frac{1}{2}P\infty$ og $-\frac{1}{2}P\infty$ være resp. $P\infty$ og OP.

stor nöjagtighed; det rimelige er, at vi har for os $-\frac{1}{2}P\frac{3}{2}$ ɔ: $-\frac{3}{4}P\frac{3}{2}$ (GROTH) eller $\frac{3}{4}P\infty$ (NAUMANN), hvilke flader med hinanden danner vinkel 133° 56′.

Krystallerne i slaggen fra *Löfsjöen 1854* (analyse no. 9) er udviklede efter en lidt afvigende type, se fig. 2. Vinkelen mellem söjlefladerne er her endnu mindre end i foregaaende tilfælde, nemlig kun ca. 70°, hvilket kommer af, at augiten her har voxet endnu stærkere efter klinopinakoidet i forhold til orthopinakoidet, end tilfældet var med krystallerne i den foregaaende slag. Ved maaling med reflexions-goniometer faar man speil, vistnok temmelig utydelige, af de forskjellige opbygningselementer efter ∞P og $\infty P\infty$. De enkelte maalinger gav följende resultat:

Krystal no. 1 (ca. 1 cm. lang)

$\infty P : \infty P = 87° 17'$ og $= 92° 43'$ & $92° 45\frac{1}{2}'$ (ɔ: $87° 17'$ & $87° 14\frac{1}{2}'$).

Krystal no. 2 (som var noget skjævt udtrukket, idet skinfladen ∞P ikke var ganske parallel med opbygningselementernes c'-axe, og som gav daarligere speil end no. 1)

$\infty P : \infty P = 87° 48\frac{1}{2}'$ og $= 92° 27'$ (ɔ: $87° 33'$) samt

$\infty P : \infty P\infty$ (overmaade slette speil) liggende mellem ydergrænserne 135° 50′ og 136° 37′.

Alle de her fundne værdier synes at skulle angive en noget större prismevinkel end hos vanlig augit (87° 6′), men maalingerne er dog ikke saa paalidelige, at dette med sikkerhed kan siges.

Paa toppen er krystallerne fra Löfsjöen begrænsede af en hemipyramide i zonen $-\frac{1}{2}P\infty : \infty P\infty$ (GROTH) eller dome i zonen $OP : \infty P\infty$ (NAUMANN). Topfladerne er vistnok temmelig ujævne, idet enkelte af opbygningselementerne har voxet længere frem end de övrige, men de er dog i alle fald paa flere steder saa pas plane og regelmæssige, at de maa ansees som repræsentanter for virkelige krystalflader. Vinkelen mellem fladerne varierer efter de forskjellige maalinger mellem 96° og 103°, middel altsaa $99\frac{1}{2}°$. Med denne maaling stemmer vinkelen 99° 14′ mellem fladerne af formen $-\frac{3}{2}P3$ (GROTH) eller $\frac{3}{4}P\infty$ (NAUMANN).

Den samme skinflade paa toppen synes ogsaa at optræde paa krystaller fra flere andre slagger, f. ex. paa krystaller i en större pragtstuf (lokalitet ukjendt, gave af riksmuseum til Stockholms Högskola, se senere beskrivelse).

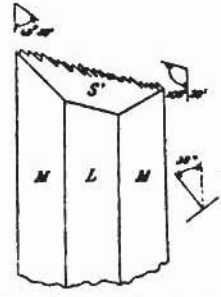
I en del druserum i slaggen fra *Carlsdal* (analyse no. 7) sidder der en mængde temmelig smaa (kun ca. 0,5 cm.

lange) og meget spidse krystaller, som ved nöjere undersögelse viser sig at bestaa af en höj, positiv hemipyramide med ∞P og ∞P∞; som fig. 3 angiver, er der mellem de forskjellige slags flader ikke skarpe kanter, men gradvise overgange. — I snit ⫩ ∞P∞ danner begrænsningslinjen paa toppen ifölge de forskjellige maalinger en vinkel paa ca. 51° med c'-axen; linjen ligger i den positive kvadrant, idet den spidse bisektrix danner en vinkel paa 37½°—40° med c'-axen og ligger paa samme side af denne som den linje, der skal undersöges. — Linjen maa ifölge dette efter al sandsynlighed være projektion af domet ½P∞ (GROTH) eller 2P∞ (NAUMANN), som med c'-axen danner en vinkel paa 49° 58'.

Fig. 3.

Augitkrystal, type no. 3. (Fra Carlsdal).
M' betyder skinfladen ∞P.
L' — skinfladen ∞P∞.
o' — skinfladen ½Pn.

Fig. 4.



Augitkrystal, type no. 4. (Fra Gammelstilla 1865).
M betyder ∞P.
L — ∞P∞.
S — skinfladen ¼Pm, ombylningsflade for ½Pn.

Den optrædende hemipyramide er altsaa ½Pn (GROTH) eller 2Pn' (NAUMANN), hvor n og n' er temmelig smaa tal; fladerne er ikke saa regelmæssige, at vinkelen mellem dem kan maales med tilstrækkelig nöjagtighed.

Den her optrædende krystaltype synes ikke at være saa hyppig som de to förstnævnte; jeg har kun fundet den ved et par kunstig dannede augiter, foruden den allerede omtalte nemlig kun i en slag fra Uddeholm 1866 (analyse no. 14) og i et stykke rostet jernmalm (fra Sverrige, nöjere lokalitet ukjendt), som paa overfladen var beklædt med augitkrystaller, der under eller efter rostningen havde dannet sig paa grund af den stærke hede. De sidstnævnte augiter var

ogsaa temmelig smaa (0,5 cm. lange) samt sorte og uigjennemsigtige (ɔ: jernrige). Under mikroskopet kan sees, at kanten mellem fladerne paa toppen er lidt krum ɔ: der optræder flere, meget nærstaaende hemipyramider. Kantlinjen mellem en af disse danner vinkel 49½° med c'-axen, hvilket stemmer med vinkel 49° 58′ mellem $\frac{3}{2}P\infty : \infty P\infty$ (GROTH). Vinkelen mellem de to flader maaltes til 96° 9′ og mellem den ene flade og $\infty P\infty$ 132° 43′ (polkantvinkelen altsaa 94° 34′); den flade, som bedst stemmer hermed, er $\frac{3}{2}P\frac{3}{4}$, ɔ: $2P\frac{3}{4}$ (GROTH).

Af större interesse er det at se en hemipyramide i den nys omtalte zone, altsaa $\frac{3}{2}Pn$ (GROTH), opbygge en anden hemipyramide af formen $\frac{1}{2}Pm$. — I en lysegraa, krystallinsk slag fra *Gammelstilla 1865* (analyse no. 13) sidder der i nogle druserum en mængde tynde augitkrystaller (af længde ca. 1 cm., tykkelse 0,1—0,2 cm.), som er udtrukne efter c'-axen. I reflexions-goniometeret faar man af vertikalzonens flader flere, om end höjst utydelige, speil af opbygningselementerne efter ∞P og $\infty P\infty$. Krystallerne er begrænsede af skinfladerne ∞P, hvis vinkel paa forsiden, her som tidligere, er spidsere, end den skulde være, samt $\infty P\infty$. — Paa toppen er krystallerne begrænsede af to noget ujævne flader, som skjærer hinanden i en i det hele og store taget ret henlöbende zikzaklinje, se fig. 4. Vinkelen mellem denne linje og c'-axen er under mikroskopet maalt til 106—107°; man har altsaa her igjen valget mellem de to zoner $\infty P\infty : \frac{1}{2}P\infty$ og $\infty P\infty : -\frac{1}{2}P\infty$. — Baseret paa den samme undersögelsesmethode som ved det tidligere omtalte tilfælde faar vi, at vore her omhandlede flader, i modsætning til de tidligere, ligger i den positive kvadrant. Udslukningsretningen, som bestemtes under mikroskopet af selve de smaa, gjennemsigtige krystaller og ikke af orienterede snit af samme, fandtes at danne vinkel 36—39° med c'-axen.

Vi slutter forelöbig heraf, at den store skinflade, hvoraf krystallerne paa toppen er begrænsede, har formen $\frac{1}{2}Pm$ (GROTH) eller Pm' (NAUMANN). Vinkelen mellem de to flader kunde ikke bestemmes med fuld sikkerhed, idet de enkelte aflæsninger varierede mellem 52°—56°; det er endog mulig, at den virkelige værdi kan falde udenfor disse grænser.

Til m′ =	$\frac{1}{3}$	$\frac{3}{10}$	$\frac{2}{7}$
svarer vinkel =	60° 49′	55° 42	53° 25′.

Det sees heraf, at nogen sikker bestemmelse af fladen ikke kan finde sted.

Ved en nöje undersögelse under lupe og mikroskop viser den fine zikzak-linje sig meget regelmæssig opbygget af to forskjellige retninger, hvoraf den ene er parallel c'-axen, medens den anden danner en vinkel paa ca. 48° med samme. Begge linjer er meget skarpe, saa retningerne kan bestemmes med tilstrækkelig nöjagtighed. Den skraa retning er kantlinjen mellem de to flader af en hemipyramide, der efter al sandsynlighed er den samme hemipyramide $\frac{3}{2}$Pn (GROTH), som vi har fundet at spille en vigtig rolle ved krystaltype no. 3, eller en flade i zonen mellem $\frac{3}{2}$Pn og ∞P∞. Vinkelen mellem de enkelte smaa flader synes at være 60°, men kan ikke bestemmes med nöjagtighed. — Overalt paa krystallens top har vi de samme smaa flader, saa at krystallen, seet ovenfra, faar udseende af et tag med skjævt paalagte tagsten.

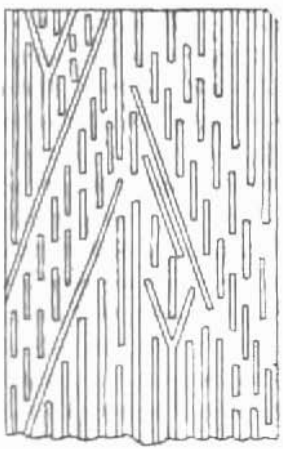
Forholdene ved denne krystal giver en meget klar idé om opbygningen og begrænsningen af de i slaggerne dannede augiter: fladen $\frac{3}{2}$Pn er den virkelige, krystallografiske flade, som paa toppen begrænser de forskjellige opbygningsstave, hvoraf augiten bestaar; fladen $\frac{1}{2}$Pm derimod er den skinflade, ved hvilken de forskjellige opbygningsstave stansede i sin vækst under udkrystallisationen o: den er omhylningsfladen for $\frac{3}{2}$Pn.

Vi skal nu gaa over til at studere augitkrystallernes indre opbygning, som altid eller næsten altid har gaaet for sig efter en og samme hovedlov. De hidhörende undersögelser er udelukkende udförte ved hjælp af mikroskopet; for at simplificere arbejdet har det været nödvændig at faa præparater, orienterede efter de tre retninger ∞P∞, ∞P∞ og OP. Præparater af de vanlige augit-slagger, hvor de forskjellige individer ligger uden nogensomhelst orden, viser ogsaa altid det samme grundlag for opbygningen, men forholdene kan her være særdeles komplicerede at udrede.

Snit $\mp\infty$P∞ af en krystal (1 cm. lang) af slaggen fra Löfsjöen (1854) viser (se fig. 5.), at augit-substansen kun optræder i bestemte, lange stænger, medens selve mellemrummet mellem disse bestaar af glas. Den i alle de forskjellige stæn-

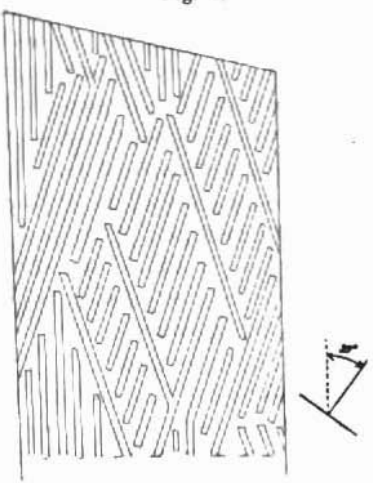
ger værende augit-masse viser overalt de samme optiske forholde, slukker f. ex. ud samtidig; stængerne tilhörer saaledes et fælles individ. — Som det sees af fig. 5, gaar stængerne dels

Fig. 5.



Snit ≠ ∞P∞.

Fig. 6.

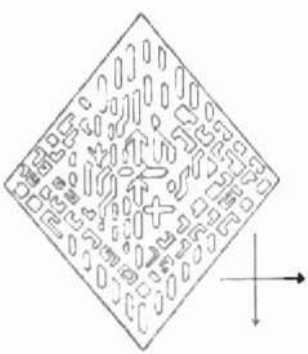


Snit ≠ ∞P∞

Augitkrystaller (fra Löfsjön 1854), visende opbygning efter ∞P og 5P ($^{5}_{1}{}^{0}$).

parallel c'-axen og danner dels vinkel med samme. Ved undersögelse af en hel del snit af krystaller fra forskjellige augit-slagger fremgaar det, at de skraa retninger altid er de samme; vi kan heraf slutte, at de ikke er tilfældige, men at de repræsenterer bestemte, krystallografiske retninger. I snit ≠ ∞P∞ er der i opbygningsforholdene fuld symetri med hensyn til ∞P∞ (symetriplanet), noget, som krystalsystemet jo ogsaa fordrer. — For at faa bestemt stængernes krystallografiske stilling valgtes at maale vinkelen mellem de to skraa retninger og senere halvere samme; det ligger i sagens natur, at det her ikke er mulig at faa aldeles nöjagtige aflæsninger. Vinkelen mellem de to skraa retninger blev fundet at ligge mellem

Fig. 7.



Snit ≠ OP.
Augitkrystal (fra Löfsjön 1854) visende opbygningen ($^{5}_{1}{}^{0}$).

de to ydergrænser 36° og 39°, det sandsynlige middel er 37½°, den halve vinkel altsaa 18° 45′. Til de forskjellige

vinkler	=	18°	18° 36′	18¾°	19½°
svarer coefficienter n	= [1])	5,179	5,000	4,957	4,752.

Coefficienten for den nP eller nP∞, hvorefter opbygningen har fundet sted, maa ligge mellem de to grænser 5,179 og 4,752 Det eneste rimelige er, at coefficienten er netop 5; dette er for det første det eneste simple tal, som der kan være tale om, og desuden er det det, som stemmer bedst med de foretagne maalinger.

Vi skal videre se, at hermed stemmer ogsaa meget godt opbygningen i snit ∓∞P∞. I en krystal fra Löfsjöen har vi ogsaa her (se fig. 6) to skraa retninger, som med hinanden danner vinkel ca. 37½°; i en krystal fra Wikmanshyttan er den samme vinkel fundet til ca. 38¾°, den halve skulde altsaa i middel være ca. 19°.

Da c'-axen i samtlige snit ∓∞P∞ omtrent nöjagtig halverer vinkelen mellem de to skraa retninger, kan vi slutte, idet det erindres, at ved GROTH'S stilling vinkel $\beta = 89° 38'$ meget stærkt nærmer sig til 90°, at baade i den positive og negative kvadrant afskjæres c'-axen i den samme afstand. — Vinkelen mellem +5P og c'-axen er 19° 39′ og mellem —5P og c'axen 19° 34′, tilsammen altsaa 39° 13′, et resultat, som meget godt stemmer overens med vore maalinger.

Forinden vi gaar videre, skal disse former efter GROTHS stilling sammenlignes med dem efter NAUMANNS. Begge stillinger har samme ortho- og vertikal-axe [2]); i snit ∓∞P∞ er altsaa coefficienten n efter NAUMANNS stilling fremdeles = 5. I snit ∓∞P∞ derimod svarer vinkel 19° 39′ i den positive kvadrant til $n = \frac{11}{2}$ [3]) og 19° 34′ i den negative til $n = -\frac{9}{2}$ [3]).

Hvis opbygningen har fundet sted ikke efter domer, men efter pyramider, skulde disse altsaa have været resp. $\frac{11}{2}P\frac{11}{10}$ og $-\frac{10}{2}P\frac{10}{9}$ [4]). — Disse former eller de dertil svarende domer.

[1]) Efter GROTH'S axeforhold a : b : c = 1,0585 : 1 : 0,5943 og vinkel $\beta = 89° 38'$.

[2]) GROTH'S c'-axe = 0,5943 adskiller sig kun fra NAUMANN'S = 0,5893 derfor, at de er baserede paa forskjellige maalinger.

[3]) Ved overförelsen fra det ene system til det andet faaes disse tal egentlige at være resp. 5,4897 og ÷4,5041, hvilke ujævne tal maa komme af, at der til beregning af axeforholdene har ligget ikke lidet afvigende vinkelmaalinger.

[4]) Det simple udtryk ∓5P for disse saa vigtige former viser meget tydelig den store fordel, som GROTH'S (TISCHERMAK'S) stilling af pyroxenerne har fremfor NAUMANN-ZIRKEL's.

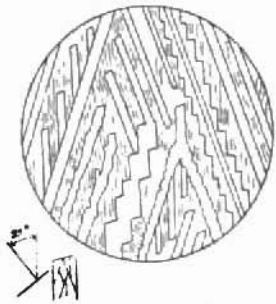
som spiller en saa stærkt fremragende rolle hos de ved smeltning dannede augiter, er, saavidt vides, hidtil ikke fundne hos de i naturen optrædende. Det laa ved förste öjekast nær at tænke, at vi her egentlig skulde have for os formerne $\pm$ 6P eller $\pm$ 6Pn, som saa hyppig forekommer ved akmit og ægirin, men en nöjere undersögelse viser, at saaledes kan det ikke forholde sig.

De enkelte stænger sig indbyrdes kan endvidere ofte være orienterede i krystallografisk ordnede grupper; i snit $\perp$ c'-axen (se fig. 7) följer saaledes en mængde stænger paa hinanden efter en flade af ∞P (i projektion), og i fig. 5 sees en mængde parallel c'-axen gaaende stænger at följe paa hinanden efter en flade af $\pm$5P (i projektion). Med exakt nöjagtighed endelig at afgöre, efter hvilke flader de enkelte stænger sig indbyrdes kan være ordnede, har ikke været mulig, da opbygningen kun kan studeres i mikroskopiske snit; de flader, vi har at vælge imellem, er : ∞P, ∞P∞, ∞P∞, $\pm$5P, $\pm$5P∞ og 5P∞. Det sandsynlige er, at det kun er langs et par af disse, nemlig ∞P, ∞P∞ og $\pm$5P, at opbygningen paa den omtalte maade i virkeligheden har fundet sted.

Begrænsningen af de enkelte stænger hver for sig er næsten altid skarp og lovmæssig; i snit $\mp$OP ser man, at de begrænsende flader er ∞P, ∞P∞ og ∞P∞ (i projektion), og i en i lidt större maalestok udfört tegning (se fig. 8) af et parti i snit $\mp \infty$P∞ sees, at stængerne paa siderne har de samme flader som de, langs hvilke krystallens vækst har gaaet for sig. Undertiden er en indre kjærne af en stang efter $\pm$ 5P begrænset af flader efter ∞P eller pinakoiderne paa siderne. Da man i reflexions-goniometeret faar speil af fladerne ∞P og ∞P∞, kan vi slutte, at disse spiller rolle ved begrænsningen af stængerne. Vi har videre valget mellem ∞P∞ og $\pm$ 5P∞ samt mellem $\pm$ 5P og $\pm$ 5P∞ & 5P∞; af flere grunde skulde jeg være tilböjelig til at tro, at vi her kun har at gjöre med ∞P∞ og $\pm$ 5P. — Paa toppen er stængerne dels uregelmæssig tilspidsede eller afbrudte, dels regelmæssig begrænsede ved krystallografiske flader, f. ex. i krystallerne fra Löfsjöen ved de samme flader i zonen $-\frac{1}{2}$P∞ : ∞P∞, som danner den begrænsende skinflade paa toppen af selve krystallen. Vi har tidligere omtalt et andet tilfælde, hvor den krystallografiske begrænsning af opbygningselementerne ikke er identisk med skinfladen.

Med en regelmæssighed, som er aldeles paafaldende, gjentager den samme lov for opbygningen sig ved samtlige de af mig undersögte augit-slagger[1]), og vi tör heraf slutte, at vi her staar foran en almengyldig regel for alle ved udkrystallisation i slagger dannede augiter, ligegyldigt om disse optræder i fuldt udviklede krystaller, inde i selve slagmassen, som den tilslut dannede masse mellem olivinerne i de basiske overgangsslagger eller endelig som mikroliter(?). Kun et sted, nemlig i en slag fra Söderfors 1883, hvor monoklin augit i smaa krystaller ligger porfyrisk udskildt i rhombisk, kan vi ikke mærke noget til den omtalte lov, hvilket er begrundet deri, at vi her ikke har med krystalskelet, men med fuldt udviklede krystaller at bestille.

Fig. 8.



Snit $+\infty P\infty$. Augitkrystal (fra Löfsjön 1854) visende detaljerne ved opbygningen samt den nålformige, rhombiske pyroxen mellem augitstængerne. ($^{1}/_{1}{}^{0}$).

Udkrystallisationen har efter den foregaaende udvikling altid (eller næsten altid) gaaet for sig paa den maade, at de i den smeltede masse udsondrede molekyler af augit-substans har begyndt at ordne sig ind i bestemte retninger, nemlig efter ∞P og $\pm 5P$, muligens med tilhörende pinakoider og domer. Efter at det paa denne maade opbyggede, forelöbige krystalskelet var bleven dannet færdig, har det, som vi senere skal se, afhængt af den chemiske sammensætning af det resterende, hvad dette sidste endelig skulde blive til; har det været meget surere end augitens sammensætning, saa er det bleven til glas; har det meget stærkt nærmet sig til samme, saa har det ogsaa krystalliseret ud som augit; har det været lidt mere basisk, saa er det igjen bleven til glas, men har det været endnu mere basisk, saa har det krystalliseret ud som olivin; videre, er en anden base, t. ex. MgO eller MnO, tilslut bleven

[1]) De undersögte krystalsnit er fra Wikmanshytten 1867, Löfsjöen 1854, Ringshyttan, Carlsdal, samt fra en större pragtstuf, ukjendt lokalitet (Sverrige); de vanlige augit-slagger er fra Näs i Dalarne 1875, Seglingberg nov. 1873, Långshyttan 1861, Dädran 1830, videre med rhodonit fra Hofors 1851, med olivin fra Söderfors 1880, i kugler i emaljslagger fra flere steder; de smaa for augit antagne mikroliter er fra Dormsjö.

dominerende, rimeligvis fordi den först udkrystalliserede augit fortrinsvis lagde beslag paa de andre baser, saa har der tilslut dannet sig resp. rhombisk pyroxen eller rhodonit. — Alle disse forskjellige processer kan vi bedst beskrive ved at gjennemgaa hver enkelt af de undersögte slagger for sig.

Slag fra *Löfsjöen*, *1854* (analyse no. 9) er graa, grovkrystallinsk, med ca. 2 cm. lange augit-krystaller, som tidligere er omtalte. — Saavidt det ved et skjön kan afgjöres, udgjör de efter ∞P & 5P' loven udviklede stænger, hvis tykkelse i alm. er ca. 0.02 mm., omtrent en trediedel af den hele masse. Mellemrummet mellem stængerne bestaar paa et par steder ogsaa af augit, krystallografisk orienteret som den i de först dannede stænger, men er i alm. glas, hvori der undertiden ligger fine krystalnaale, som vi senere skal forsöge at bestemme. — Selve glasset viser sig hist og her, nemlig i smale striber langs augit-stængerne, at være dobbeltbrydende, hvilket maa være begrundet i et spændingsfenomen, hvis virkning har strakt sig langs de först udkrystalliserede partier, men aldrig naaet helt ind til midten af mellemrummene.

De i glasset liggende fine krystalnaale (se fig. 8) er altid meget tynde og lidet fremtrædende; de er ikke pleochroitiske og viser kun matte interferensfarver. Paa enkelte steder optræder de kun enkeltvis, paa andre derimod i stort antal og er da altid ordnede indbyrdes parallelt. Som fig. 8 viser, er de i almindelighed, om end ikke altid, orienterede i en bestemt krystallografisk stilling i forhold til den i stængerne værende augit, nemlig med længdeaxen parallel augitens c'-axe; dette indtræffer uanseet, om de ligger mellem ∞P' eller mellem 5P' stængerne, hvoraf man altsaa kan drage den slutning, at den krystallografiske stilling ikke er fremkaldt derved, at de fine krystalnaale har stillet sig ind med sin længderetning, hvor der har været bedst plads for den o: parallel med selve stængerne[1]), men at stillingen maa skyldes indre aarsager af krystallografisk natur. — De fine krystalnaale slukker altid ud parallelt med længderetningen, maa saaledes tilhöre enten det rhombiske, tetragonale eller hexagonale system. Skulde vi have for os et til de optisk enaxige systemer hörende mineral, saa maatte det paa grund af den regelmæssige anordning i et af de tre snit, ∓ ∞P∞, ∞P∞ og OP af selve augit-krystal-

[1]) Saadanne tilfælder kommer vi ved andre anledninger (f. ex. ved overgangsslaggen med rhodonit og fayalit) til at omtale.

lerne, vise sig mörkt under hel omdrejning mellem krydsede nicols; dette er dog ikke tilfælde. Vi slutter heraf, at mineralet rimeligvis maa være rhombisk. — Som vi senere skal se, tilhörer de mineraler, som jævnlig danner sig i slaggerne, oftest enten pyroxen- eller olivin-gruppen. Paa grund af slaggens chemiske sammensætning, som er noget meget mere basisk end bisilikat, kunde man forelöbig tænke sig, at olivin kunde danne sig i mellemrummene (se herom senere), men selv om dette end kunde være tilfælde ved den her behandlede slag, kan det umulig være det ved den næste, hvor vi ogsaa træffer de samme krystalnaale, men hvor den chemiske sammensætning er meget surere end bisilikat (surstofforhold 1 : 2,42). — Vi faar herved som det sandsynlige resultat, at vore fine krystalnaale bestaar af en rhombisk pyroxen. Hermed stemmer meget godt, at naalene paa mange steder staar i en bestemt lovmæssig stilling i forhold til den övrige augit, og desuden, at de i slaggen fra Löfsjöen, som meget stærkt nærmer sig til bisilikat (surstofforhold 1 : 1,93), undertiden optræder i saa stort antal, at de omtrent fuldstændig fylder mellemrummene mellem augit-stængerne; som vi senere skal se, kan dette kun være tilfælde med mineraler, som har pyroxen-gruppens chemiske sammensætning. — Det eneste, som skulde tale mod den opfatning, at vi har for os en rhombisk pyroxen, skulde være den forholdsvis ringe MgO' gehalt i flere af de slagger, hvor naalene optræder (slaggen fra Wikmanshytten, Löfsjöen, Uddeholmshytten og Ringshytten(?) holder resp. 7,0 %, 8,70 %, 17,70 % og 12,63 % MgO.). Det maa dog herved erindres, at for det förste har den vanlige augit först krystalliseret ud og derved muligens taget med sig fortrinsvis af de andre baser, saa MgO'-gehalten i moderluden relativt er steget, dernæst, at rhombisk pyroxen synes at kunne danne sig med temmelig stor lethed i slagger, selv om MgO'-gehalten ikke er saa aldeles overvejende i forhold til de andre baser. — Det kan samtidig bemærkes, at tilstedeværelsen af de fine naale ikke kan bruges som kriterium paa en stor MgO'-gehalt, noget, som man af krystallografiske grunde paa forhaand kunde være tilböjelig til at tro.

I et mikroskopisk præparat af selve slagmassen fra Löfsjöen viser der sig mellem augit-stængerne, som i de forskjellige slags snit ofte kan tage sig yderst besynderlige ud, meget mere udkrystalliseret bisilikat, dels som vanlig og dels

som rhombisk pyroxen, end i selve de frit udviklede krystaller. Dette kan bero paa en ren tilfældighed, men det kan ogsaa tænkes at være begrundet deri, at krystallisationen har gaaet langsommere for sig inde i selve slagmassen end i de i hulerum fremstikkende krystaller.

Slag fra *Wikmanshyttan 1867* (analyse no. 2). — Augitkrystaller, overtrukne af en manganhinde, sidder i druserum i den graa, grovkrystallinske slag. — I de mikroskopiske præparater viser det sig, at augit-stængerne her som i foregaaende slag kun udgjör ca. en trediedel af hele massen. — Slaggens chemiske sammensætning var oprindelig en del surere end bisilikat (surstofforhold 1 : 2,42), men efter at augit-stængerne havde dannet sig, maa moderluden have nærmet sig til trisilikat; under saadanne omstændigheder kan (se herom senere) meget godt et mineral af pyroxen-gruppen, men ikke et af olivin-gruppen, danne sig. — Ogsaa ved denne slag viser glasset undertiden dobbeltbrydning — paa grund af spænding — langs med de först udkrystalliserede stænger.

Samtlige krystaller sees i tversnit at være længere udtrukne efter klinoaxen, end söjlevinkelen skulde angive; fig. 7 viser dette begrundet deri, at der först har dannet sig en indre kjærne med begrænsning nogenlunde regelmæssig efter ∞P, men at væksten senere fornemmelig har gaaet for sig efter $\infty \breve{P} \infty$ (i projektion).

Slag fra *Ringshyttan pr. Nora* (analyse no. 1). — Slaggen er blaagrön, grovkrystallinsk, med indtil 2 cm. lange augitkrystaller, som er begrænsede af skinfladerne ∞P og et doma, rimeligvis et af dem, som optræder ved krystallerne fra Löfsjöen eller Wikmanshyttan. Opbygningen har fundet sted fuldstændig paa den vanlige vis. Mellemrummene mellem de större stænger indtages for en meget væsentlig del af fine augit-naale, som er orienterede som selve de större krystaller; saavidt det kan afgjöres, er der desuden lidt af den samme rhombiske pyroxen, som tidligere er beskrevet, samt en del glas.

Slag fra *Carlsdal* (analyse no. 7). — I en del druserum i den af porer opfyldte slag sidder der en mængde smaa, spidse krystaller, som tidligere er beskrevne (fig. 3). I snit $= \infty \breve{P} \infty$ sees, at opbygningen af de först dannede stænger har gaaet for sig efter den vanlige lov. Naar enkelte smaa glas-interpositioner fraregnes, indtages mellemrummene her

fuldstændig af augit i samme krystallografiske stilling som den i selve stængerne værende. Ved nöjere undersögelse viser der sig mellem stængerne jævnlig fine linjer, som altid er indbyrdes parallelle, og som saaledes indtager en bestemt krystallografisk stilling i forhold til augit-krystallen; linjerne er fremkaldte dermed, at opbygningen af augiten i selve mellemrummene har gaaet for sig paa en lovmæssig maade, aldeles som ved opbygningen af selve ∞P & 5P-stængerne. Ved undersögelse ved hjælp af udslukningsforholdene faaes, at linjerne ligger i den positive kvadrant i snittet $\infty P \infty$; vinkelen med c-axen lod sig ikke bestemme med fuld nöjagtighed, idet de enkelte aflæsninger varierede mellem $58\frac{1}{2}°$ og 64°, middel 61°. Denne retning stemmer meget godt med $P \infty$ (GROTH) eller $\frac{3}{2}P \infty$ (NAUMANN), som med c-axen danner vinkel 60° 47′.

Vi faar altsaa, at augit-molekylerne först har ordnet sig ind efter ∞P & 5P, og, efterat disse var færdige, efter $P \infty$(?). Betingelsen for, at den hele masse har kunnet krystallisere ud som pyroxen, er, at slaggens chemiske sammensætning staar meget nær bisilikat; i den her behandlede slag er surstofforholdet 1 : 1,97 (lerjorden som base).

Slag fra *Långshyttan 1861* (analyse no. 11) er graa, finkrystallinsk, viser smaa augit-krystaller. — I et mikroskopisk præparat af selve slagmassen sees en mængde individer af augit meget regelmæssig opbyggede efter de bekjendte love. Mellem de först dannede stænger ligger der fornemmelig augit, hist og her ogsaa noget glas.

Slag (ukjendt lokalitet, fra *Sverrige*) med större augitkrystaller, gave af Riksmuseum til Stockholms Högskola. — De 2—3 cm. lange, ofte meget regelmæssige krystaller, som meget let lader sig spalte efter ∞P, er begrænsede af skinfladerne ∞P og, saavidt det kan afgjöres, af $-\frac{3}{2}P3$ (GROTH) eller $\frac{3}{2}P \infty$ (NAUMANN). Den sidste flade er undertiden kugleformig böjet, hvilket er begrundet deri, at enkelte af opbygningsdelene er komne længere frem eller tilbage, end den krystallografiske flade skulde angive. Enkelte krystaller ender i draabeformige halvkugler, hvilke ikke bestaar af glas, men af augit-substans.

Snit $\mp \infty P \infty$ viser meget smukt den generelle ∞P & 5P′ lov for opbygningen; mellemrummene mellem de först dannede augitstave er her som ved den foregaaende slag ogsaa augit, hvaraf sluttes, at den chemiske sammensætning er meget nær bisilikat.

Slag fra *Seglingberg nov. 1873* (analyse no. 4). — Slaggen, som er lysegraa af farve, er udviklet med en typisk stænglig struktur; de enkelte naale gaar omtrent parallelle. Under mikroskopet viser tykkelsen af hver enkelt naal sig i alm. at ligge mellem 0.10 og 0,25 mm.; en og samme naal kan i præparatet ofte följes i længde ca. 1 cm. og derover; for blotte öje ser det ud, som om naalene ofte var 5 cm. lange og derover. — Naalene, som udelukkende bestaar af augit, viser sig i snit ⊥ c'-axen eller ⊥ længderetningen (se fig. 9.) at være meget regelmæssig begrænsede af ∞P, ∞P∞ og ∞P∞ samt meget let spaltbare efter den förste flade, lidt desuden ogsaa efter de to andre. I snit ∓ c'-axen ser man en udmærket god spaltbarhed efter c o: efter ∞P og pinakoiderne. I regelen er naalene udtrukne efter c'-axen; undtagelsesvis danner dog naalenes længderetning, og det endog over större strækninger, en vinkel paa 15—18° med spaltbarheden o: krystallen har her voxet frem ikke efter ∞P, men efter 5P. Paa flere steder kan det sees, at en naal efter ∞P grener sig i de to retninger efter 5P. Paa toppen er naalene dels uregelmæssig afrevne, dels regelmæssig begrænsede af krystallografiske flader, nemlig som ved de to först beskrevne krystaltyper af hemipyramider i zonen $-\frac{1}{2}P\infty : \infty P\infty$. — Hyppig er flere nærliggende naale krystallografisk orienterede paa samme maade; hver naal danner da kun et opbygningselement af et större individ.

Fig. 9.

Stænglig augit, liggende i glas. (Fra Seglingberg nov. 1873). ($\frac{100}{1}$).

Slag fra *Næs i Dalarne 1875* (analyse no. 5). — Slaggen er lys graagul, bestaar af en hel del grove, nogenlunde parallelle, gjerne tynde og brede, stænger, som er adskildte fra hinanden ved luftporer. Under mikroskopet viser hver större stang sig at bestaa af en indre kjærne augit, som altid eller næsten altid er omgivet med et skal af glas. I snit lodret stavenes længderetning eller c'-axen (se fig. 10) viser de större augit-krystaller sig at være opbyggede af stave, fornemmelig efter det ene pinakoid (rimeligvis ∞P∞), mindre efter ∞P og efter det andet pinakoid. Hvor augit-krystallerne stöder op mod det ydre glas-skal, kan man ofte inde i glaset i retningen af det forherskende pinakoid se en hel del parallelle

meget fine naale, som bestaar af augit-substans, og som er krystallografisk orienterede som det nærliggende individ.

Vi maa efter dette tænke os, at krystallisations-processen har gaaet for sig paa følgende maade: i den smeltende eller halvsmeltende masse begyndte augit-molekylerne (bisilikatet) at udsondre sig og ordne sig ind til krystaller efter visse krystallografiske flader; da de fysikalske forholde, rimeligvis begrundet deri, at massen blev for stærkt afkjølet og for meget seigtflydende, ikke længere tillod dannelsen af de större krystaller eller den ordinære vækst af disse, var der i det krystallen omgivende glas-skal endnu saa stærk krystallisationskraft igjen, at de her udskildte augit-molekyler fremdeles kunde ordne sig efter den mest udprægede opbygningsretning i den nærliggende krystal.

Fig. 10.

Augit, skaaret ⊥ c, liggende i glas. (Fra Næs i Dalarne). (19°).

I snit + c'-axen viser stavene de vanlige opbygningslove.

I det glas, som i alm. findes paa overfladen af augit-slaggerne, ligger der ofte udskildt smaa kugler med radial struktur og samme udseende som den vanlige augit.

I en slag fra *Mohärnshytten 1867* (analyse no. 10) optræder der i den krystallinske del augit-krystaller (af den spidse typus) og i den glasagtige del smaa, krystallinske kugler. — En undersögelse af de sidste viser, at de bestaar af et lyst mineral, som optræder i smaa, böjede individer, hvoraf altid flere nær hinanden liggende er orienterede i omtrent den samme krystallografiske stilling. Mineralet slukker skjævt ud, maa altsaa være mono- eller asymetrisk. Inde i den krystallinske del af slaggen har vi tilsyneladende aldeles det samme mineral, og der kan vi med sikkerhed bestemme det som augit; videre, i flere af de i glas eller emalj liggende kugler, som senere skal beskrives, kan vi meget tydelig se en opbygning efter samme princip som den bekjendte ∞P & 5P' lov hos augiten. Der er saaledes al grund til at antage, at ogsaa det i kuglerne i den her behandlede slag optrædende mineral er augit.

Den nöjere beskrivelse af emaljslaggerne med dertil hörende augit-kugler og mikroliter(?) udsættes til senere.

Google

Analyse af *augit-slagger*, ordnede efter surhedsgraden.

	No. 1.	No. 2.	No. 3.	No. 4.	No. 5.
SiO_2	61,52	58,6	57,80	57,69	55,74
Al_2O_3	5,58	3,7	1,48	2,88	2,80
CaO	17,53	25,3	27,60	26.73	19,67
MgO	12,63	7,0	9,55	9,50	14,57
MnO	0,38	2,6	1,47	2,55	5,66
FeO	1,75	2,6	1,13	0,92	1,15[1])
Summa	99,49	99,8	99,03	100,27	99,43

Surstofgehalterne i

	No. 1.		No. 2.		No. 3.		No. 4.		No. 5.	
O i SiO_2	32,81		31,2		30,83		30,77		29,73	
» » Al_2O_3	2,65		1,7		0.69		1,34		1,07	
» » CaO	5,01	10,54	7,2	11,2	7,89	12,29	7,64	12,21	5,62	12,96
» » MgO	5,05		2,8		3,82		3,80		5,82	
» » MnO	0,09		0,6		0,33		0,57		1,28	
» » FeO	0,39		0,6		0,25		0,20		0,26	
Surstofforhold [1])	1 : 2,49		1 : 2,42		1 : 2,38		1 : 2,27		1 : 2,12	

Analyse af *augit-slagger*.

	No. 6.	No. 7.	No. 8.	No. 9.	No. 10.	No. 11.
SiO_2	55,90	56,73	54,68	52,90	54,50	51,5
Al_2O_3	4,16	7,04	4,79	4,10	4,90	4,6
CaO	28,72	18,80	23,70	28,26	21,10	25,3
MgO	7,45	16,43	13,87	8,70	16,00	12,4
MnO	3,29	0,10	0,97	1,95	2,28	2,6
FeO	1,10	0,48	1,85	2,29	1,20	3,8
K_2O	—	—	—	0,51	—	—
Na_2O	—	—	—	0,53	—	—
Summa	100,42	99,58	99,88	99,24	99,98	100,2

[1]) d: surstoffet i baserne, hvori Al_2O_3 er medregnet, divideret i surstoffet i kiselsyren.

Surstofgehalterne i

	No. 6.	No. 7.	No. 8.	No. 9.	No. 10.	No. 11.
O i SiO_2	29,81	30,26	29,16	28,21	29,07	27,5
» » Al_2O_3	1,94	3,28	2,23	1,91	2,28	2,1
» » CaO	8,15	5,37	6,59	8,07	6,03	7,2
» » MgO	2,98	6,57	5,54	3,48	6,40	5,0
» » MnO	0,74	0,02	0,22	0,44	0,51	0,6
» » FeO	0,24	0,11	0,41	0,51	0,27	0,8
» » Alk	—	—	—	0,23	—	—
	12,11	12,07	12,76	12,73	13,21	13,6
Surstofforhold	1 : 2,12	1 : 1,97	1 : 1,94	1 : 1,93	1 : 1,88	1 : 1,78

Analyse af *augit-slagger*.

	No. 12.	No. 13.	No. 14.	No. 15.	No. 16.
SiO_2	50,85	53,57	53,17	52,17	50,20
Al_2O_3	1,33	6,45	5,27	3,83	3,86
CaO	29,19	22,12	20,75	24,41	27,22
MgO	12,04	16,42	17,70	16,75	10,88
MnO	5,13	0,57	2,47	1,76	5,44
FeO	1,16	0,68	0,43	0,68	1,80
Summa	99,70	99,81	99,79	99,60	99,40

Surstofgehalterne i

	No. 12.	No. 13.	No. 14.	No. 15.	No. 16.
O i SiO_2	27,12	28,57	28,36	27,82	26,77
» » Al_2O_3	0,62	3,01	2,46	1,78	1,80
» » CaO	8,34	6,32	5,93	6,97	7,78
» » MgO	4,81	6,56	7,07	6,69	4,35
» » MnO	1,16	0,13	0,56	0,40	1,25
» » FeO	0,26	0,15	0,10	0,15	0,40
	14,57	13,16	13,66	14,21	13,76
Surstofforhold	1 : 1,78	1 : 1,77	1 : 1,76	1 : 1,73	1 : 1,72

Samtlige her undersögte augit-slagger er fra masovne.

No. 1. Fra *Ringshyttan ved Nora* (analyseret af E. BERGMAN). Se tidligere beskrivelse.

No. 2. Fra *Wikmanshyttan 1867* (B. WYKANDER). Se tidligere beskrivelse.

No. 3. Fra *Seglingberg 16:de nov. 1873* (F. BERGENDAL). Graagrön, grovkrystallinsk slag med indtil 2 cm. lange augit-krystaller.

No. 4. Fra *Seglingberg nov. 1873* (OSCAR LAMM). Stænglig, se tidligere beskrivelse.

No. 5. Fra *Næs i Dalarne 1875* (K. N. LAGERKVIST). Se tidligere beskrivelse.

[1]) samt 0,34 % CaS.

No. 6. Fra *Wikmanshyttan 1864*. Grönt glas med lyse augit-krystaller.

No. 7. Fra *Carlsdal* (C. W. WAHLMAN). Se tidligere beskrivelse.

No. 8. Fra *Sunnemo 1866* (H. LUNDIN). Graa, krystallinsk slag med smaa, utydelige augit-krystaller.

No. 9. Fra *Löfsjöen 1854* (L. OTTELIN). Se tidligere beskrivelse.

No. 10. Fra *Mohärnshyttan 1867* (J. S. EDÉN). Se tidligere beskrivelse.

No. 11. Fra *Långshyttan 1861* (C. G. LINDEGREN). Se tidligere beskrivelse.

No. 12. Fra *Dädran 1830* (A. LENHARDTSEN). Slag med graa, tynde krystalnaale, efter al sandsynlighed augit, samt graagrönt glas.

No. 13. Fra *Gammelstilla 1865* (TH. LINDBERG). Fine, klare augit-krystaller, se tidligere beskrivelse.

No. 14. Fra *Uddeholmshyttan 1866* (R. KLINGBERG). Gulgraa, grovkrystallinsk slag med spidse augit-krystaller.

No. 15. Fra *Löfsjöen* (T. ROOTH). Graa, stænglig slag med store, tynde og flade augit-krystaller.

No. 16. Fra *Bångbro 1879* (C. G. DAHLERUS). Temmelig finkrystallinsk, lysegraa slag med smaa augit-krystaller.

Rhombisk pyroxen (enstatit).

De tre följende slagger er fra *Söderfors, maj 1883.*

N:o 1. Graa slag med en tynd glashinde, blev med forsæt afskjölet extraordinært langsomt, idet den udstöbte slagsten strax stilledes mellem en hel del andre, endnu glödende, hvorved udstraalingen modarbejdedes. For at forsöge at faa gode krystaller blev den endnu flydende kjærne af slagstenen efter en stunds förlöb tappet ud, saa der blev et stort hulerum i midten. Hovedöjemaalet opnaaedes vistnok ikke, men man fik slaggen stænglig udviklet, idet de enkelte individers længderetning med temmelig stor regelmæssighed blev staaende lodret paa afkjölingsfladerne; det gik saaledes an at faa delvis orienterede præparater af slaggen.

I snit lodret paa længderetningen, som viser sig at være mineralets c'-axe (se fig. 11), har vi det vanlige augit-tversnit; opbygningen har fornemmelig gaaet for sig efter det ene pinakoid, mindre efter det andet og efter ∞P.

I snit parallel længderetningen sees de större individer at bestaa af flere parallelle længde-stave, fra hvilke der har udgaaet en opbygning efter visse skraa-retninger; den hele masse slukker altid ud samtidig ɔ: opbygningens forskjellige dele er krystallografisk orienterede paa samme maade. Fra hver længde-stav udgaar der i alm. opbygning kun efter en enkelt skraa retning, hvorved mineralet ved förste öjekast faar et mono- eller asymetrisk udseende; men naar man följer det af flere parallelle opbygningsstave bestaaende individ til siden, træffer man altid længde-stave, hvorfra udgaar skraa opbygning symetrisk med den förste. Vi faar allerede herved et kriterium paa, at den her optrædende pyroxen rimeligvis maa tilhöre det rhombiske system. — Udslukningen gaar altid med, saavidt det kan afgjöres, fuld mathematisk nöjagtighed efter selve længde-stavene, hvoraf vi slutter, at mineralet er rhombisk [1]).

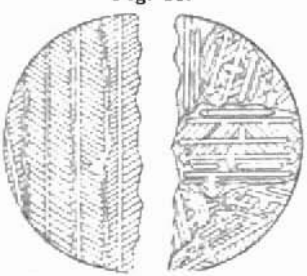
Efter snittenes beliggenhed danner projektionen af den sekundære opbygningsretning alle mulige vinkler mellem

[1]) Den mulighed kunde ogsaa tænkes, at mineralet var monosymetrisk, i hvilket tilfælde længde-stavene maatte ligge i symetriplanet og af en eller anden tilfældig grund falde sammen med den ene bisektrix. Denne forklaring vilde dog være höjst usandsynlig, ikke mindst fordi selve opbygningen tyder paa det rhombiske system, og fordi, som skal sees ved næste slag, typisk monosymetrisk augit optræder sammen med det her behandlede mineral.

90° og ca. 52° med c'-axen ɔ: opbygningen maa have fundet sted efter et doma; om dette er et makro- eller et brachydoma, kan desværre ikke afgjöres, da vi ikke kan faa bestemt orienterede snit[1]).

Den rhombiske pyroxen har matte interferensfarver i snit ⊥ c, derimod levende i snit ∓ c. — Mellem de enkelte opbygningsstave ligger der hyppig lidt glas, altid dog kun ganske lidet; vi slutter heraf, at slaggen er omkring bisilikat, noget, som stemmer med beskikningsforholdene[2]).

Fig. 11.



Snit ∓ c. Snit ⊥ c.
Snit af rhombisk pyroxen.
(Fra Söderfors, mai 1883, (no. 1)).
(¾°.)

Fig. 12.

Augit, porfyrisk i rhombisk pyroxen.
(Fra Söderfors, mai 1883, (no. 2)).
(¾°.)

No. 2. (Söderfors, maj 1883.) — Slaggen er finkrystallinsk, porös; i druserum sidder en mængde smaa, frit udviklede augit-krystaller, som paa overfladen er overtrukne med en manganhinde.

Det mikroskopiske præparat (se fig. 12) viser os en mængde store, klare krystaller, som ligger fuldstændig porfyrisk udskildte i en graa, finkornig grundmasse. — Man kan meget let overbevise sig om, at de store krystaller, som i alm. er begrænsede af meget vel udviklede flader, bestaar af vanlig augit. I snit ⊥ c sees de begrænsende flader at være en söjle (∞P), hvis flader danner en vinkel paa ca. 90° med hinanden, samt et pinakoid (rimeligvis ∞P∞); efter ∞P er der en udmærket god spaltbarhed, efter pinakoiderne en daarlig. Paa toppen er krystallerne begrænsede af en flade (rimeligvis hemi-

[1]) Da makro- och brachy-axen er omtrent lige store, vil coefficienten for domaet i begge tilfælde blive den samme. Vi har rimeligvis for os enten $2\breve{P}\infty$, hvorved vinkelen mod c vilde blive 48° 45', eller $2\bar{P}\infty$, hvorved vinkelen vilde blive 49° 34'.

[2]) Slaggen er falden ved blæsning af export-stöbejern af de basiske Dannemora-malme med nogen tilsats af de sure Norbergs-malme.

pyramide) i zonen $-\frac{1}{2}P\infty : \infty P\infty$ samt af en ikke nöjere bestembar flade i den positive kvadrant. Krystallerne er temmelig ofte sönderbrudte, hvilket viser, at de allerede var færdig dannede, medens slaggen endnu var i en saa pas flydende tilstand, at den kunde bevæge sig. — Udslukningen danner i de $\mp \infty P\infty$ gaaende snit her som i vore övrige augit-krystaller en vinkel paa ca. 39° med c'-axen.

Grundmassen bestaar af en mængde temmelig smaa krystaller, som viser rhombisk udslukning, og som har fuldstændig den samme opbygning som det i den foregaaende slag optrædende mineral o: grundmassen bestaar efter al sandsynlighed af rhombisk pyroxen.

Vi faar altsaa herved som det næsten utvivlsomme resultat, at först har den vanlige augit krystalliseret ud og senere den rhombiske (den MgO-rige); det vil erindres, at til et lignende resultat er vi lejlighedsvis ogsaa tidligere komne, kun med den forskjel, at i den sidst behandlede slag optræder augiten i vel udviklede og fuldstændig færdige krystaller, i de tidligere derimod kun i krystalskelet.

No. 3. (Söderfors, maj 1883). — Slaggen er lysegraa, finkrystallinsk og har en lys manganhinde. Under mikroskopet viser slaggen sig at bestaa af en mængde smaa krystaller, som i de forskjellige snit dels viser de vanlige pyroxen-tversnit $\perp$ c og dels de snit af rhombisk pyroxen $\mp$ c, som er nöjere beskrevne under slag no. 1. I snit $\perp$ c sees spaltbarhed saavel $\mp \infty P$ som $\mp$ et pinakoid. — Foruden den rhombiske pyroxen synes der i denne slag ogsaa at være lidt af den vanlige augit.

Da de tre sidstnævnte slagger er faldne næsten samtidig og af omtrent den samme beskikning, maa de i det hele og store taget have den samme chemiske sammensætning; den rhombiske pyroxen spiller hovedrollen i alle tre, men ellers er slaggernes typus temmelig variabel, hvilket maa være begrundet i mindre forandringer i de fysikalske og chemiske forholde. — Nogen chemisk analyse foreligger desværre ikke af nogen af slaggerne, men da de er faldne af Dannemora-malme, kan man slutte, at MgO-gehalten er noget höjere i forhold til CaO-gehalten, end vanligt er i de svenske slagger; antagelig er der mindst 1 MgO : 1 CaO, men neppe mere end 1,5 MgO : 1 CaO. Af mineralogiske grunde skulde man ikke paa forhaand være tilböjelig til at tro, at der ved en for-

holdsvis saa stor CaO kunde danne sig en rhombisk pyroxen; da der i en af slaggerne först har dannet sig alm. augit, kan det sluttes, da slaggernes chemiske sammensætning har ligget paa grænsen mellem den, som danner monosymetrisk og den, som danner rhombisk pyroxen.

Wollastonit.

De to her undersögte wollastonit-slagger har samme slags makroskopiske struktur, idet de begge bestaar af en mængde lange, temmelig smale og meget tynde blade, hvoraf der ofte ligger flere paa hinanden; bladene eller bladgrupperne er indbyrdes nogenlunde parallelt anordnede. — Begge slagger er mörke graa, hvilket er begrundet i den temmelig store FeO-gehalt (resp. 1,16 og 2,6 % FeO).

Slag fra *Högfors, 14:de marts 1874* (analyse no. 17). — I snit lodret paa bladenes længderetning (se fig. 13) sees en mængde lange og tynde tavler, hvoraf i alm. flere er stillede indbyrdes omtrent parallelle, den ene bag den anden, dannende paa den maade et större individ. Parallel tavleretningen gaar der en ganske god spaltbarhed og omtrent lodret samme en lidt daarligere, langs hvilken flade tavlerne paa toppen er afskaarne. Udslukningen danner en vinkel mellem 31½° og 37°, middel altsaa ca. 34½°, med tavlernes længderetning.

Fig. 13.

Snit af wollastonit, skaaret ⊥ paa orthoaxen. (Fra Högfors, 14:de marts 1874). (½".)

I præparat sleben parallel bladenes længderetning har man efter samme en udmærket god spaltbarhed, som udslukningen i de fleste snit följer med absolut nöjagtighed; i enkelte snit synes udslukningen at danne en vinkel med længdeaxen paa indtil 5°, noget, som rimeligvis kommer deraf, at snittene er lidt skjæve, idet bladene i slaggen kun tilnærmelsevis er parallelle.

Efter de krystallografiske forholde maa mineralet tilhöre enten det monosymetriske eller det asymetriske system; da udslukningen i snit parallel bladenes længderetning följer efter denne og efter spaltbarheden, er det sandsynligt, at mineralet tilhörer det monosymetriske system, og at det er

udtrukket efter orthoaxen. — Vi skal se, at alle vore observationer meget nöjagtig stemmer med wollastonit; denne er som bekjendt næsten altid tavleformig udviklet efter $\infty P \infty$ samt udtrukken efter orthoaxen, hvilket, som netop paavist, ogsaa synes at maatte være tilfælde med vort mineral. Efter *Des-Cloiseaux* danner hos wollastonit den positive bisektrix en vinkel paa 57° 48′ med en normal paa hans flade p (ɔ: NAUMANN-ZIRKELS flade $\infty P \infty$), altsaa en vinkel paa 32° 12′ med selve fladen $\infty P \infty$; hos vort mineral fandt vi vinkel ca. 34½°, altsaa meget nær det samme. — Den i naturen optrædende wollastonit har ifölge NAUMANN-ZIRKEL fuldkommen spaltbarhed efter to flader, nemlig $\infty P \infty$ og OP, og efter de forskjellige iagttagere dels ligesaa god og dels daarligere efter to orthodomer. Vort mineral har en meget god spaltbarhed efter selve tavleretningen ɔ: den for $\infty P \infty$ antagne flade, samt en ikke fuldt saa god efter en flade, som staar omtrent lodret paa den förstnævnte ɔ: efter OP; til de övrige spaltbarheder kan vi ikke mærke noget. — Endelig viser den chemiske sammensætning, at vort mineral maa karakteriseres ved forbindelsen CaO. SiO_2 eller $CaSiO_3$, noget, som maa være det afgjörende kriterium paa, at vi her har med wollastonit at gjöre. Som vi senere skal paavise, optræder der i de sure slagger neppe nogensinde andre mineraler end de forskjellige til pyroxen-gruppen henhörende; vi maa altsaa i den foreliggende slag allerede paa forhaand vente et pyroxenmineral. Som vi har seet, passer beskrivelsen godt paa det, som vi efter den dominerende base kunde vente, men derimod ikke paa noget af de andre.

Hos den her behandlede wollastonit kan man ikke mærke spor af pleochroisme; i snit parallel tavlernes længderetning (orthoaxen) er interferensfarverne matte, i snit lodret samme derimod meget levende. Mellem de enkelte tavler og for en del ogsaa inde i samme i smaa rum, begrænsede af $\infty P \infty$ og OP, ligger der et skiddent graat glas, som udgjör ca. halvparten af den hele masse. I snit ⫩ orthoaxen sees et par smaa individer af augitens udseende og optiske forholde; deres længdeaxe (c'-axen) er parallel med wollastonitens orthoaxe (b'-axen).

Slag fra *Tanså 1852* (analyse no. 18). — Slaggen ligner næsten i enhver henseende den foregaende, kun at bladene her ikke er fuldt saa parallelle, men mere vifteformig eller

negformigt grupperede, og at i de mikroskopiske præparater de enkelte blade efter $\infty P \infty$ kan sees at være forholdsvis længere og tyndere, og at fladen OP med tilhörende spaltbarhed ikke er saa fremtrædende. Mellem de större grupper af nogenlunde parallelle blade ligger der paa flere steder en mængde smaa, böjede og buskformig forgrenede individer, som synes at bestaa af det samme mineral. — Ogsaa i denne slag er der temmelig meget glas.

Analyse af *wollastonit-slagger.*

	Chemiske sammensætning.			Surstofgehalterne i			
	No. 17.	No. 18.		No. 17.		No. 18.	
SiO_2	55,92	53,5	O i SiO_2 ...	29,82		28,53	
Al_2O_3.....	2,35	2,2	» » Al_2O_3 ..	1,10		1,02	
CaO	32,46	35,4	» » CaO ...	9,27		10,11	
MgO	4,43	2,6	» » MgO ...	1,77	11,98	1,04	12,54
MnO	3,04	3,6	» » MnO ...	0,68		0,81	
FeO	1,16	2,6	» » FeO ...	0,26		0,58	
Summa	99,36	99,9	Surstofforh.	1 : 2,28		1 : 2,10	

No. 17. Masovnsslag fra *Högfors, 14 marts 1874*, se tidligere beskrivelse. (Analyseret af J. G. CLASON).

No. 18. Massovnsslag fra *Tansö 1852*, se tidligere beskrivelse. (B. SANTESSON).

Rhodonit

er tidligere lejlighedsvis bleven fundet af WIESER[1]) i stelvæggene i en masovn ved Plons (Frankrige); de erholdte krystaller bestod af trikline prismer samt fladen h, efter DES-CLOISEAUX's stilling ɔ: $\infty \bar{P} \infty$, $\infty \check{P} \infty$, $\infty P'$ og ∞P efter v. KOKSCHAROW's og NAUMANN-ZIRKELS stilling. — M. BOURGEOIS[1]) erholdt rhodonit ved simpelthen at smelte sammen mineralets bestanddele og derpaa afkjöle hurtigt; man kan heraf slutte, at rhodonit er et mineral, som med stor lethed danner sig ved smeltning, og det er derfor meget naturlig, at de mangan-

[1]) Se F. FOUQUE et MICHEL LÉVY. Synthèse des minéraux et des roches 1882.

rige slagger af sammensætning omkring bisilikat individualiserer sig til rhodonit.

De slagger, hvori forf. har fundet rhodonit at indgaa som det eneste eller som det vigtigste mineral, skriver sig dels fra bessemerblæsning af manganrigt rujern og dels fra speiljernsblæsning i masovn. Rhodonit-slag kan neppe, naar rene undtagelses-tilfælder fraregnes, dannes ved andre metallurgiske processer, da man ellers aldrig har manganoxydul som den eneste eller som den karakteriserende base i slaggen, men til gjengjæld danner rhodonit sig saa meget oftere ved bessemerblæsninger.

I Bergskolans samlinger findes en större pragtstuf af rhodonit-krystaller fra *Westanfors* jernværk (blæsning den *24:de sept. 1874*); slaggen blev dannet ved manganens og kiselens oxydation under selve bessemerprocessen; efterat jernet var bleven stöbt ud i kokillerne, lod man slaggen rinde ud i en form for sig. Krystallerne er lidt gjennemsigtige, brune af farve, har undertiden svag metalglans; de sidder i et eller et par större druserum. Krystallernes længde naar op til 2 cm.

I det följende vælges den af DAUBER foreslaaede og af v. KOKSCHAROW (Materialien zur Mineralogie Ruslands, Band 4) og NAUMANN-ZIRKEL vedtagne krystallografiske stilling for rhodoniten, hvorved man opnaar at faa de her omhandlede krystallers længderetning til vertikalaxe og de mest fremtrædende flader til pinakoider. GROTHS stilling, hvorved rhodonitens analogi med de övrige augitmineraler paa den tydeligste maade fremgaar, vilde her ikke være heldig af hensyn til tegningerne. For sammenligningens skyld gjengives de vigtigste former med betegnelserne efter begge opstillingsmaader.

Krystallerne i slaggen fra *Westanfors* ($^{3}/_{9}$ 1874) er udviklede efter a ($\infty \breve{P} \infty$) samt opbyggede efter samme flade, idet hver större krystal bestaar af en hel del mindre individer, som er lagt paa hinanden næsten aldeles parallelt efter denne flade (se fig. 14). Som senere skal omtales, gjentager dette fundament for opbygningen sig ogsaa ved alle de övrige undersögte rhodonit-slagger, hvor mineralet optræder i stænger og ikke i fuldt udviklede krystaller[1]).

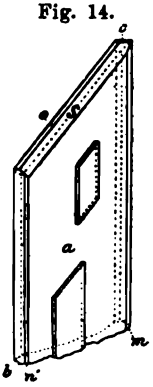
[1]) Det kan her bemærkes, at jeg, efterat manuskriptet var færdigt, ved en rejse til et par svenske bessemmerværk (Sandviken og Domnarfvet) havde anledning til i bessemmer-slaggerne at se en mængde smukke og store rhodonit-krystaller, samtlige udviklede som de her beskrevne.

De optrædende former er (se fig. 14):

	a	b	n′	o	s	c
v. KOKSCHAROW	$\infty\breve{P}\infty$	$\infty\overline{P}\infty$	$\infty,\breve{P}3$	$'\overline{P}'\infty$	$2'\breve{P}2$	OP $12\breve{P}'12(?)$.
GROTH.....	OP	$\infty P,$		$\infty\breve{P}\infty$		$\infty,'P$

De smaa opbygningsdele giver hver for sig i alm. meget gode speil ved maalinger i reflektions-goniometer, men da de forskjellige elementer ikke er ganske parallelle, blir de fleste maalinger temmelig unöjagtige; kun vinkelen $\infty\breve{P}\infty : \infty\overline{P}\infty$ har ladet sig bestemme med fuld paalidelighed. — Vinkelen mellem zonen $\infty\overline{P}\infty : '\overline{P}'\infty$ er dels maalt med anlægs-goniometer og dels under mikroskopet; $\infty,'\breve{P}3$ og $2'\breve{P}2$ gav i reflexions-goniometer daarlige speil, men dog saa pas gode, at fladerne er bestemte med fuld sikkerhed; $12\breve{P}'12(?)$ derimod var saa slet udviklet, at formen ikke er endelig afgjort. Fladen ligger i zonen $\infty\breve{P}\infty : '\overline{P}\infty$ — paa den anden side af $2'\breve{P}2$ —, den maa altsaa have formen $n\breve{P}'n$; coefficienten n maa efter maalingerne ligge mellem 10 og 14. — OP er overalt liden og temmelig utydelig; den karakteriseres derved, at den ligger i zonen $OP : \infty\breve{P}\infty$, og at den staar omtrent lodret paa $\infty\breve{P}\infty$. Fladen kunde tænkes at være et brachydoma, som skjærer makroaxen i meget stor afstand; denne antagelse vilde dog være höjst urimelig, dels fordi spaltbarheden synes at gaa parallel fladen, og dels fordi OP er en af de vanligste former hos rhodoniten.

Fig. 14.



	Maalt.	Beregnet [1]).
$\infty\breve{P}\infty : \infty\overline{P}\infty$	111° 6½′	111° 8′
$\infty\breve{P}\infty : \infty,\breve{P}3$	ca. 151° 27′	150° 53′
$\infty\overline{P}\infty : '\overline{P}'\infty$	129½°—132°	131° 28′
$\infty\breve{P}\infty : 2'\breve{P}2$	136°—139°	138° 43′
$\infty\breve{P}\infty : 12\breve{P}'12$ (?).....	ca. 170°	——
$\infty\breve{P}\infty$: OP (?).....	ca. 87°	87° 38′

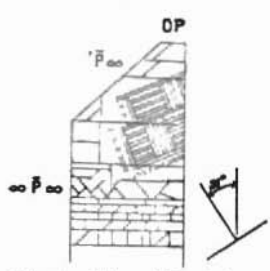
Rhodonitens optiske forholde har endnu ikke været gjenstand for nogen detailleret undersögelse; DES-CLOISEAUX bemærker kun, at de optiske axers plan er omtrent lodret paa OP og danner en vinkel paa ca. 18° med kanten $OP : \infty\overline{P}\infty$. Hertil kan föjes et par suplerende bemærkninger: i et snit

[1]) Efter v. KOKSCHAROW's axeforhold og vinkler.

⊥ c'-axen af stænglig rhodonit (se fig. 16, fra Westanfors bessemmerblæsning 1878) danner udslukningen en vinkel paa ca. 19° med kanten $\infty\bar{P}\infty$: OP og 50° eller 130° (ikke 88° eller 92°) med $\infty\breve{P}\infty$. — I et par orienterede krystalsnit, slebne $\doteq \infty\breve{P}\infty$, danner udslukningan en vinkel paa ca. 31° (eller 59°) med c'-axen; for endelig at angive forholdet kan anföres, at den retning, som danner vinkel 31° med c, samtidig danner vinkel 79½° (eller 100½°), ikke 161½° (eller 18½°), med $'\bar{P}'\infty$. — Bestemt orienterede snit $\doteq \infty\bar{P}\infty$ har jeg ikke kunnet faa.

Rhodoniten viser sig i de mikroskopiske præparater (se fig. 15 & 16) at have en udmærket god spaltbarhed efter OP og en ikke fuldt saa god efter $\infty\bar{P}\infty$; i de fleste snit er der desuden ganske god spaltbarhed efter $'\bar{P}'\infty$, undertiden ogsaa efter $,\bar{P},\infty$ samt muligens efter $3'\bar{P}'\infty$(?) og $\frac{1}{2},\bar{P},\infty$(?). Som tidligere omtalt, er krystallerne altid skalformig opbyggede efter $\infty\breve{P}\infty$; denne flade synes paa de fleste steder desuden at være en temmelig god spaltbarhedsflade.

Fig. 15.



Rhodonitkrystal, sleben $\doteq \infty\breve{P}\infty$, visende spaltbarhed og opbygning. (Fra Westanfors, $\frac{1}{1}$ 1874).

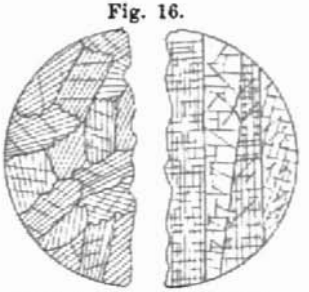
I et par mikroskopiske præparater, slebne $\doteq \infty\breve{P}\infty$, af slaggen fra Westanfors (1874) viser der sig paa flere steder en gitterformig opbygning (se fig. 15), svarende til den, som finder sted hos f. ex. augit og olivin. Bestemmelsen af opbygningsretningerne har ikke kunnet finde sted paa andet maade end ved aflæsninger under mikroskopet i forhold til spaltningsretningerne. Den ene retning maa med næsten fuld sikkerhed antages at være $3,\bar{P},\infty$; dennes vinkel med c'-axen er maalt til ca. 20½°—21° og beregnet til 22° 2'. Den anden retning er sandsynligvis $\frac{1}{2}'\bar{P}'\infty$; dennes vinkel med c'-axen er maalt til ca. 68½° og beregnet til 69° 57½'; havde coefficienten været ⅔, skuldc vinkelen have været 65° 42'. — Det bemærkes, at de to opbygningsretninger staar næsten lodret paa hinanden (danner vinkel 91° 59½' med hinanden).

Et mikroskopisk præparat af den *bessemer-slag*, som förer de vakre rhodonit-krystaller (*Westanfors* $\frac{1}{16}$ *1874*, analyse no. 19), viser den samme stænglige udvikling samt opbygning

efter $\infty \breve{P} \infty$, som vi nöjere skal beskrive ved den næste slag. — Mellem de enkelte, krystallografisk omtrent parallelt ordnede rhodonit-stænger ligger der næsten overalt et stængligt (eller pladeformigt) mineral, som, i modsætning til rhodoniten, viser meget levende interferensfarver. Det nye mineral ligger oftest med sin længdeaxe mellem de lange rhodoniter, men undertiden sidder det ogsaa paavoxet disse; man kan heraf slutte, at först har rhodoniten krystalliseret ud og dernæst det andet mineral. Dette sidste har spaltbarhed langs længderetningen og slukker overalt ud langs samme o: mineralet maa være rhombisk. Man kunde forelöbig tænke paa en rhombisk pyroxen, men for det förste holder slaggen kun spor af MgO, og videre vil moderluden, naar rhodoniten har krystalliseret ud, være bleven saa basisk, at noget nyt pyroxenmineral ikke har kunnet danne sig.

Efter al sandsynlighed maa mineralet være fayalit, med hvilket det ogsaa stemmer i udseende, interferensfarver m. m. Vi skal ved en simpel beregning försöge at anskueliggjöre forholdet: rhodonit, som efter et skjön udgjör ca. $^2/_3$ af hele massen, har först krystalliseret ud og derved optaget i sig MnO og FeO — hvordan forholdet mellem disse to har været, kan væreos omtrent ligegyldig, da Mn og Fe har omtrent samme atomvægt — samt Al_2O_3, den sidste rimeligvis som $Al_2O_3(SiO_2)_2$ eller $Al_2Si_3O_9$. Den resterende trediepart vil, naar rhodoniten er færdig, have faaet et surstofforhold ca 1 : 1,15; baserne vil være FeO med MnO samt spor af CaO. Som vi senere skal se, er det mineral, som under disse omstændigheder krystalliserer ud, altid fayalit. — Hvad der ikke har krystalliseret ud som fayalit, er bleven til glas.

Fig. 16.



Snit ⊥ c. Snit ∓ c.
Stænglig rhodonit.
(Fra Westanfors 1878). ($^3/_1$).

Den förste af mig undersögte og bestemte rhodonit-slag var ogsaa en bessemer-slag fra Westanfors (aar 1878).

Slaggen er rödbrun af farve, lidt gjennemsigtig og er i en typisk grad udviklet med stænglig struktur. Stængerne, som staar lodret paa afkjölingsfladen, har oftest en længde af 5—10 cm. og en bredde af i höjden 0,1 cm. — I snit lodret

stængernes længderetning viser slaggen sig at bestaa af en mængde smaa individ-grupper, hver enkelt sammensat af en hel del næsten parallelle tavler (se fig. 16 a). Hver gruppe er gjennemsat af en fælles, oftest meget god, spaltbarhed, som danner en vinkel paa ca. 67° med sammensætningsplanet; langs det sidste synes der ogsaa paa et par steder at gaa en spaltbarhed. Udslukningsretningen danner vinkel paa ca. 19° med spaltbarheden og ca. 50° med sammensætningsplanet. — I snit langs stængernes længderetning (se fig. 16 b) viser opbygningen sig paa den maade, at de större stænger i alm. bestaar af en hel del næsten parallelt orienterede naale o: projektion af tavlerne. Hver individ-gruppe er gjennemsat af flere fælles spaltbarhedsretninger, en meget god, som danner vinkel ca. 87° eller 93° med længderetningen, en ikke fuldt saa god, som danner vinkel ca. 49° med samme retning samt paa flere steder en symetrisk beliggende mod den sidste i forhold til længderetningen; desuden er der spaltbarhed efter endnu et par skraa retninger, som ikke nöjere er bestemte, samt efter selve længderetningen. Udslukningsvinkelen mod denne varierer mellem 10—15° og 36°. — Efter disse iagttagelser bestemtes mineralet for det förste at være asymetrisk; de forskjellige spalteretninger samt de optiske forholde befandtes at stemme i enhver henseende saa nöjagtig med rhodonit, at mineralet ikke kunde være andet end dette. Stængernes længderetning bestemtes at være c'-axen og sammensætningsplanet at være $\infty \breve{P} \infty$, et resultat, som stemmer særdeles godt med den senere foretagne — her tidligere refererede — undersögelse af de frit udviklede rhodonit-krystaller.

Nogen chemisk analyse af slaggen haves desværre ikke; efter slaggens udseende og efter selve hytteprocessens natur[1]) maa slaggen være meget rig paa MnO, og da der neppe engang er spor af glas tilstede, maa den chemiske sammensætning være meget nær bisilikat.

Masovns-slag fra Hofors (1851), falden ved blæsning af manganrigt tackjern (med 2,16 % Mn). Analyse no. 20 er middel af tre forskjellige analyser, som indbyrdes stemmer meget nöje overens, hver af en af de tre forskjellige dele, hvoraf slaggen bestaar; den ene del er grov-krystallinsk, be-

[1]) Det af masovnen kommende tackjern holdt 4,36 % Mn, bessemerproduktet derimod kun 0,216 % Mn; differancen gik ved blæsningen i slaggen.

staaende af store, graa partier, som indeholder de velkjendte augit-krystaller, med en mörkebrun, krystallinsk mellemmasse; den anden del bestaar af mörkebrunt glas med smaa lyse, krystallinske kugler (diameter 0,3—1 cm.) med radiel struktur, og den tredie del bestaar af grönt glas. — Paa grund af enheden i den chemiske sammensætning kan man slutte, at de forskjellige modifikationer, hvorunder slaggen optræder, maa skyldes differentser af fysisk og ikke af chemisk natur; hermed stemmer ogsaa, at det brune glas findes ved slaggens overflade, medens den krystallinske del danner selve kjærnen.

Under mikroskopet viser de smaa kugler, som ligger i det brune glas, sig at bestaa af et fint, naaleformigt mineral, oftest ordnet i negformige og buskformige grupper. Mellem de enkelte, fine naale ligger der undertiden lidt glas. — Paa enkelte steder er de forskjellige naale samlede til individgrupper, idet de er indbyrdes parallelle og krystallografisk orienterede paa tilnærmelsevis den samme maade. Omtrent lodret paa længde- og sammenvoxningsretningen gaar der en meget god spaltbarhed; videre er der paa mange steder en ikke fuldt saa god spaltbarhed, som danner vinkel ca. 45° med længderetningen, samt flere daarlige, som ikke lader sig nöjere bestemme. — Mineralet slukker altid skjævt ud; vinkelen med længderetningen varierer mellem 10 og 35°.

Fig. 17.

Pyroxen og rhodonit. (Fra Hofors 1851). ($^{1}/_{1}$°).

Efter disse forhold maa mineralet enten være mono- eller asymetrisk; da jeg ikke kunde finde et eneste snit, hvor udslukningen gik parallel med længderetningen, er der störst sandsynlighed for, at det maa være asymetrisk. Efter spaltbarheden kan det ikke være augit, som man efter sammensætningen og de kommende forholde muligens kunde tænke sig. Derimod stemmer egenskaberne i enhver henseende saa nöjagtig med rhodonit, at vi med næsten fuld sikkerhed tör slutte, at vi har dette mineral for os: mineralet er udviklet efter en længderetning (c'-axen) og de enkelte, smaa individer jævnlig sammenvoxede efter en bestemt flade ($\infty \breve{P} \infty$); spaltbarheden er bedst efter en retning (OP), mindre god efter en anden ($\breve{P} \infty$) samt efter andre domer, desuden ogsaa efter

c'-axen; udslukningsvinklerne stemmer desuden ogsaa meget godt. Endelig maa man efter slaggens chemiske sammensætning vente at faa et bisilikat med MnO som karakteriserende base ɔ: rhodonit.

Den grovkrystallinske del, hvor individerne gjerne er udviklede lange og smale, viser sig at bestaa fornemmelig af typisk augit. Paa fig. 17 er indtegnet et meget regelmæssigt snit ⊥ c'-axen, hvor augiten viser sig opbygget fornemmelig efter det ene pinakoid ($\infty \breve{P} \infty$?), mindre efter det andet ($\infty \breve{P} \infty$?) samt efter ∞P, langs hvilken mineralet har en god spaltbarhed; mellem augitstængerne ligger der en glasbasis. I snit ∓ c viser mineralet sig opbygget efter den vanlige lov (efter 5P & ∞P). — Den mellem de graa, grovkrystallinske partier liggende mörkebrune masse bestaar af det samme stænglige mineral, som optræder i de smaa, radierende kugler ɔ: rhodonit. Grænsen mellem augiten og det sidste mineral er meget skarp, se fig. 17; det maa forövrigt bemærkes, at denne tegning er noget idealiseret, idet det tilfældigvis altid var snit af augit ∓ c, som stödte op til rhodoniten, medens jeg for tydelighedens skyld hellere vilde tegne et af de mere typiske snit ⊥ c. — Paa et par steder sees smaa masser af den stænglige rhodonit at ligge i mellemrummene mellem de större augit-individer; da disse beholder sin regelmæssige begrænsning parallel ∞P og $\infty \breve{P} \infty$, $\infty \breve{P} \infty$ lige ind til selve kontakten med rhodoniten, kan man slutte, at her har först augiten krystalliseret ud og senere rhodoniten. Det samme kan ogsaa sluttes af augitens optræden i store kugler, medens mellemrummene mellem samme bestaar af rhodonit.

Analyse af *rhodonit-slagger*.

	Slaggernes chem. sammensætning.			Surstof-gehalterne i			
	No. 19.	No. 20.		No. 19.		No. 20.	
SiO_2	42,85	50,64	O i SiO_2	22,85		27,01	
Al_2O_3	3,94	2,52	» i Al_2O_3	1,84		1,17	
CaO	0,70	16,79	» i CaO	0,20	11,97	4,80	12,77
MgO	spor	7,27	» i MgO	—		2,91	
MnO	36,83	20,11	» i MnO	8,30		4,53	
FeO	15,62	2,38	» i FeO	3,47		0,53	
P_2O_5	0,015	—	Surstofforhold	1 : 1,65		1 : 1,94	
Summa	99,955	97,71					

No. 19. er af den först beskrevne bessemerslag (med de vakre rhodonit-krystaller) fra *Westanfors d. 16 sept. 1874.* (Analyseret af Dr. A. TAMM).

No. 20. Masovnsslag fra *Hofors 1851* (C. E. CARLSSON). Analysen er middeltal af tre med hinanden vel overensstemmende, en af hver af de tre dele, hvoraf slaggen bestaar.

Babingtonit.

For at komplettere rækken af de ved smeltning dannede mineraler af pyroxen-gruppen kan her strax anföres, at i et stykke röstet jernmalm fra *Finspong* (gave af Riksmuseum til Stockholms Högskola) har professor BRÖGGER og jeg fundet *babingtonit*, hvis dannelse paa kunstig vej hidtil ikke har været kjendt. Da mineralet egentlig ikke hörer hjemme i den snevre gruppe, som her behandles, skal kun kortelig anföres de vigtigste kjendetegn, idet jeg haaber lejlighedsvis at kunne give en detailleret beskrivelse med tilhörende analyse.

Babingtoniten sidder i smaa, tynde krystaller (max. af længde 4 mm., max. af tykkelse 1 mm.) paa overfladen af og i druserum inde i den röstede jernmalm. Krystallerne er, hvad ellers ikke plejer at være tilfælde med babingtoniten, udviklede efter augitens typus, idet de er udtrukne efter c'-axen (efter GROTH's stilling, hvorved homomorfien eller morfotropien med de övrige pyroxen-mineraler fremgaar), og idet de i vertikalzonen optrædende flader svarer til pyroxens former ∞P, $\infty \breve{P} \infty$ og $\infty P \infty$. Krystallerne er dels enkelte, dels tvillinger med indspringende vinkler paa topper og med sammenvoxningsplan $\infty \breve{P} \infty$, o: det plan, som hos babingtoniten svarer til $\infty P \infty$ hos augiten.

Af maalingerne, hvoraf flere kunde udföres med meget stor nöjagtighed, fremgaar, at mineralet er en asymetrisk pyroxen.

	$\infty'P : \infty P'$.	$\infty'P : \infty\breve{P}\infty$.	$\infty P' : \infty\breve{P}\infty$.
1:ste krystal.....	87° 22¾′ 87° 22¼′	136° 10′	
2:den krystal.....	87° 15½′)	136° 7′ 136° 8′	136° 24¼′ 136° 25¼′
3:die krystal			136° 26¾′).

[1]) Ikke videre gode maalinger.

Som resultat faar vi, idet der kun tages hensyn til de gode maalinger, $\infty'P : \infty P' = 87° 22\frac{1}{2}'$, hvilket stemmer udmærket godt med söjlevinkel 87° 23' hos naturlig babingtonit, samt $\infty'P : \infty \breve{P} \infty = 136° 8'$ og $\infty P' : \infty \breve{P} \infty = 136° 25'$; differentcen mellem de sidste tal er vistnok ikke særdeles betydelig, men i alle fald saa stor, at man kan skjönne, at den ikke kan være tilfældig, men begrundet i krystallografiske forholde; tilmed gjentager den sig ved samtlige de maalte krystaller.

For at kunne kontrollere krystalsystemet ved hjælp af de optiske forholde blev der slebet krystallografisk orienterede snit af de smaa krystaller, et arbeide, som var meget vanskelig at faa udfört, og som kun tilnærmelsesvis lykkedes.

	Udslukning mod c'-axen.
1) Snit af tvilling, $\mp$ sammenvoxningsplanet, altsaa $\infty \breve{P} \infty$ hos babingtonit, svarende til $\infty P \infty$ hos augit.	44°.
2) » » » » » »	42—43°.
3) » » enkelt krystal, meget skjævt snit, ca. $\mp \infty \breve{P} \infty$	31°.
4) » » tvilling, $\perp$ sammenvoxningsplanet, o: $\mp \frac{1}{2} \infty \breve{P} \infty$ hos babingtonit, $\infty P \infty$ hos augit...	8°.

For sammenlignings skyld blev der slebet et par snit af naturlig babingtonit (fra Arendal). De gav:

1) Snit ca. $\mp$ o, o: $\mp \infty \breve{P} \infty$ hos babingtonit, svarende til $\infty P \infty$ hos augit	44°.
2) » » $\mp$ o, meget skjævt snit	41°.
3) » » $\perp$ o, altsaa $\mp \infty P \infty$ hos babingtonit, $\infty P \infty$ hos augit	31°.

Det eneste, som af disse tal med sikkerhed kan sluttes, er, at vore smaa krystaller er asymetriske, og at i snit $\mp \infty \breve{P} \infty$ (svarende til ortho-pinakoidet hos pyroxen) danner udslukningsretningen hos saavel den naturlige som den kunstige babingtonit en vinkel paa 41—44° med c'-axen. Antagelig er der i enhver henseende fuld overensstemmelse mellem de optiske egenskaber hos de to slags babingtoniter; vi finder saaledes, at begge to har samme pleochroitiske farver (grönt til brungrönt). — Ved blæserör paavistes i den kunstige babingtonit en liden gehalt af MnO ved siden af en större af FeO eller Fe_2O_3 eller begge disse.

Den nöjere diskussion af de forskjellige pyroxen-mineralers chemiske sammensætning og indbyrdes forhold udsættes til senere.

Glimmer.

Artificiel glimmer er, saavidt vides, kun fundet i slagger fra et par svenske kobberværk, nemlig fra Garpenberg og Kafveltorp; de smeltningsperioder, hvorved glimmerslaggene dannedes, fandt væsentlig eller udelukkende sted for meget lang tid siden, ved Garpenberg i aarene ca. 1750, ved Kafveltorp antagelig i begyndelsen af dette aarh., og begge steder varede den tid, da glimmerslag dannedes, kun meget kort. Man kan heraf slutte, at det kun er rent undtagelsesvis, at glimmer dannes i slagger.

Den förste, som gjorde opmærksom paa tilstedeværelsen af glimmer i slagger, var MITSCHERLICH[1]), som blandt andet bemærker, at de af ham fundne glimmerslagger var tagne paa meget gamle slaghouge (ved *Garpenberg*); i disse slagger optraadte glimmeren i indtil tommestore blade, hvis fysikalske egenskaber (spaltbarhed, elastisk böjelighed, haardhed, glans m. m.) ifölge MITSCHERLICH i enhver henseende stemte med dem hos naturlig glimmer. — Saavel glimmerslaggen fra Kafveltorp som den fra Garpenberg er fra sulu-smeltningen (raastenssmeltningen).

Fig 18.

Glimmerkrystal, snit ⊥ OP, visende interpositionsrækker og gitterformig opbygning. (Fra Kafveltorp). $\frac{1}{1}$.

Ved förste öjekast ser den af mig undersögte, typiske glimmerslag (analyse no. 22 (?)) fra *Kafveltorp* ud som en vanlig krystallinsk masse af almindelig lys glimmer; jeg troede endog i begyndelsen, at den saakaldte slag kun var et stykke af en noget ejendommelig grundfjeldsbergart, som tilfældigvis var bleven kastet hen paa en gammel slaghoug og saa senere holdt for en slag. En nöjere undersögelse viser dog, at saa ikke har været tilfælde. — Glimmeren er lys, gjennemsigtig, lader sig let spalte op, er elastisk böjelig. I smaa druserum i slaggen sidder der en mængde tynde glimmerblade, udvik-

[1]) Se Verhandl. der Akademie der Wissensch. zu Berlin 1822—23.

lede til fuldkomne krystaller. Bladene er dog saa tynde (i præparatet er max. af tykkelse 0,08 mm.), at jeg ikke engang har forsögt at foretage goniometermaalinger. Krystallerne viser sig under mikroskopet at bestaa af sexsidige blade med begrænsende vinkler resp. ca. 118½°, 118½° og 123°. Paa siderne er krystallerne dels begrænsede af söjle og pinakoid, dels af dome eller pyramide. I snit ⫩ OP (se fig. 18) viser der sig en hel del sorte, uigjennemsigtige interpositioner, dels linjeformige og dels punktformige, som meget smukt er ordnede i linjer og rækker normalt paa den nærmeste begrænsningsflade. Tilmed viser glimmeren undertiden langs kanterne en fjærformig opbygning efter to retninger, som staar omtrent lodret paa hinanden.

I et mikroskopisk præparat af slaggen (se fig. 19) viser samtlige tversnit af glimmerbladene udslukning efter spalteretningen (OP) o: de optiske axers plan eller den spidse bisektrix staar enten aldeles normalt paa OP eller danner dermed en saa lidet fra 90° afvigende vinkel, at det ikke kan iagttages. I snit ⫩ OP sees, at glimmeren er optisk to-axig samt optisk negativ; vinkelen mellem de optiske axer er ganske liden, nemlig kun et par grader.

Fig. 19.

Præparat af glimmerslag. (Fra Kafveltorp). (¼°).

Efter den chemiske sammensætning (glimmerslaggene fra Kafveltorp analyse no. 22 og 23, MITSCHERLICHS glimmer fra Garpenberg no. 21) kan den i vore slagger optrædende glimmer ikke være nogen kali-, natron- eller lithium-glimmer, men derimod en kalk-magnesiaglimmer. Vi har for os en ægte glimmer og ikke nogen sprödglimmer (clintonit), da bladene er elastisk böjelige. — De optiske forholde hos slaggen fra Kafveltorp stemmer meget godt med meroxenens, men derimod ikke med margaritens egenskaber, idet hos den sidste de optiske axers plan danner en iöjnefaldende vinkel (6—8°) med normalen paa OP, og idet vinkelen mellem de optiske axer plejer at være stor. Som resultat faar vi altsaa, at vor glimmer maa være en kalkrig meroxen.

Vi skal nu gaa over til nöjere at omtale glimmerens optræden i slaggerne. — I et mikroskopisk præparat af den bla-

dige glimmerslag fra Kafveltorp (se fig. 19) viser glimmeren sig for det förste at optræde i större krystaller (blade af længde et par mm., tykkelse i max. 0,08 mm.), som ved förste blik synes at ligge som fuldstændig porfyrisk udskildte krystaller i en grundmasse af meget smaa, böjede og buskformig forgrenede glimmerblade med lidt glasbasis(?). Ved nöjere undersögelse ser man dog hyppig overgang mellem de store og de smaa glimmerkrystaller, bl. a. derved, at enkelte lameller af de större undertiden er böjede, ofte endog i fuldstændig halvcirkel, og forgrenede i en hel del fine glimmerblade. Spaltbarheden er ikke særdeles stærkt fremtrædende, o: de enkelte glimmerlameller er ofte næsten lige saa tykke som den hele krystal. De store krystaller er klare, farvelöse og viser meget levende interferensfarver i snit $\perp$ OP. — Da der er lidet eller intet glas tilstede, repræsenterer analysen omtrent selve glimmerens sammensætning.

En anden slag fra Kafveltorp (analyse no. 23) viser sig makroskopisk at bestaa af en hel del meget tynde, men ofte et par mm. lange og brede blade, som efter udseendet at dömme maa være glimmer. De er ofte ordnede i radierende bundter og ligger i en graa, tilsyneladende tæt grundmasse. Langs afkjölingsfladen har slaggen et emaljagtigt brud. — Under mikroskopet ser man den samme eller en meget lignende glimmer som i den först omtalte slag, men bladene er i alm. meget tyndere end i denne, nemlig sjelden over 0,01 mm. tykke. Paa flere steder sees dannelser af udseende som lange, tynde fjær; midtaxen bestaar af et langt, tyndt glimmerblad, og de smaa faner paa siden synes ogsaa at være glimmer, som er orienteret omtrent lodret paa hovedbladet. — Om der i denne slag ved siden af glimmer ogsaa optræder pyroxen eller andre mineraler, har jeg ikke kunnet afgjöre med sikkerhed.

Analyse af *glimmer-slagger*.

	No. 21.	No. 22	No. 23.
SiO_2	47,31	43,98	45,50
Al_2O_3	5,74	13,66	9,35
FeO	28,91 *)	10,05	8,11
CaO	6,23	18,28	17,94
MgO	10,17	10,07	12,41
MnO	0,48 *)	0,20	0,42
K_2O	1,05	?	?
Cu_2O	—	0,33	0,26
ZnO	—	2,75	1,65
S	—	0,21	?
Summa	99,89	99,53	95,64
Surstofforhold	1 : 1,61	1 : 1,30	1 : 1,46

No. 21 er den af MITSCHERLICH udförte analyse af den af ham undersögte slag fra *Garpenberg;* af hans ord synes det at fremgaa, at analysematerialet har været selve de i druserum optrædende, næsten rene glimmerblade. En liden mængde mekanisk indblandet svovljern er (af M.) fratrukket analysen. *)M. opförer den hele jern- og manganmængde som Fe_2O_3 og Mn_2O_3 (resp. 28,91 % Fe_2O_3 og 0,48 % Mn_2O_3), noget, som af metallurgiske grunde neppe kan være rigtigt, idet i alle fald en ikke ubetydelig del maa optræde som oxydul, da slaggen skriver sig fra en reducerende proces.

No. 22 og 23 er paa Bergskolan udförte analyser (af resp. STEN CARLSWÄRD og C. F. DAVIDSSON) af glimmerslaggerne fra *Kafveltorp*, no. 23 af den sidst beskrevne, no. 22, saavidt vides, af den förste, altsaa af den typiske glimmerslag; der har desværre her været nogen konfusion i etiketterne. — Hele jern- og manganmængden er her, sikkerlig uden nöjere undersögelse, opfört som oxydul; Cu og Zn samt lidt Fe optræder for en del i forbindelse med S som mekanisk indblandet sten (svovlprodukt).

Antagelig er de to her beskrevne slagger de eneste produkter, hvor man med sikkerhed har paavist glimmer dannet paa kunstig vej[1]); man kan heraf slutte, at glimmer, som næsten altid konstitueres af de aller almindeligste baser, ikke let danner sig ved smeltning. En fuldstændig redegjörelse for, hvorfor der i foreliggende tilfælde har dannet sig glimmer og ikke noget mineral af de to vigtige grupper, som næsten altid ellers er repræsenterede i slaggerne, kan man paa det nuværende stadium ikke være istand til at give; vi skal derfor her indskrænke os til kun at give nogle forelöbige bidrag til besvarelsen. — Allerede den bekjendte svenske metallurg BREDBERG[2]) var inde paa den her behandlede opgave; han gjör opmærksom paa, at man i den tid, da glimmerslaggen dannedes ved Garpenberg, havde en meget qvarts- og glimmerrig beskikning, og han antager, at den paasatte glimmer har været det oprindelige ophav til, at det samme mineral har dannet sig i slaggen. Dette synes mig dog af flere grunde at være lidet rimelig; for det förste anföres, at glimmerslaggen fra Garpenberg har været ligesaa letsmeltelig som vanlig kobberslag, men har massen först været fuldt smeltet, saa maa glimmernaturen være ganske borte. Dernæst bestaar slaggen udelukkende eller næsten udelukkende af glimmer, medens beskikningen desuden holdt temmelig meget af andre mineraler (kvarts og kalk)

Den principielle aarsag til glimmerens dannelse maa, at dömme efter analogien med, hvad tilfældet er ved pyroxen- og olivin-grupperne, være den chemiske sammensætning af

---

[1]) I literaturen (se oversigt af K. C. v. LEONHARD »Künstlicher Glimmer» i Neues Jahrb. f. Mineralogie etc. 1854 og af F. FOUQUÉ et MICHEL LÉVY: Synthèse des minéraux et des roches) findes oftere anfört, at man paa kunstig vej har faaet mineraler »med udseende som glimmer», men noget exakt bevis er ikke bleven leveret — FORCHHAMMER anförer (Annalen der Chemie und Physik, bind XC), at han ved smeltning af apatit og kogsalt i digelens övre del — i det smeltede kogsalt — fik en substans med udseende som glimmer; mineralet holdt Si, Al, Mg, K, Fl og O. — For at faa zinnwaldíten let oplöselig, saa lithium-forbindelser bekvemt kan udvindes, har man lejlighedsvis omsmeltet mineralet i flammeovn, hvorved man i produktet paa visse steder har faaet krystallinsk brud med smaa, »bladige» dele, som ifölge K. C. v. LEONHARD antagelig bestod af glimmer, nemlig af den samme som den oprindelig nedsmeltede. — Den samme forf. anföres at have iagttaget, at lersandsten, som var bleven anvendt til stelmateriel i masovn, lejlighedsvis er bleven »omvandlet til en askegraa, bladig, perlemor-glinsende substans, som har stor lighed med glimmer».

[2]) se Jernkontorets Annaler 1826.

slaggen, efterat denne har optaget i sig de forskjellige beskikningsdele; selve hytteprocessens natur og de lokale forholde, f. ex. en lav eller höj temperatur, kan dernæst ogsaa have havt en mer eller mindre væsentlig indflydelse, som dog antagelig kun kan være af sekundær betydning. — Naar Al_2O_3 regnes som base, faaes surstofforholdet i de tre slagger at være resp. 1 : 1,61, 1 : 1,30 og 1 : 1,46; efter dette skulde man (se den senere udvikling) kunne vente dels en »overgangsslag», hvor antagelig olivin skulde krystallisere först ud, og dels vanlige olivin-slagger. — I sin almindelighed betragtet maa man kunne gaa ud fra, at en smeltet masse foretrækker at konstituere sig som et mineral, den i chemisk sammensætning staar nær, end som et, den betydelig fjerner sig fra; det synes derfor at være temmelig naturlig, at man i den förste slag (surstofforhold 1 : 1,61) har faaet glimmer og ikke olivin, om det end skal erindres, at det netop er det sidste mineral, som næsten altid, selv i saa sure forbindelser, danner sig. — Hvad de to andre slagger angaar, saa maa for det förste den store Al_2O_3-gehalt (resp. 13,66 og 9,35 %) have modvirket dannelse af noget mineral af olivingruppen. Videre staar begge slagger omtrent paa grænsen mellem de forhold, hvorefter singulosilikatet i det ene tilfælde skulde have krystalliseret ud efter melilith-typen og i det andet efter olivin- og fayalit-typen; dette kan ogsaa have bidraget til, at noget singulosilikat ikke har dannet sig.

I tabellen over vore olivinslagger finder vi flere analyser, som forelöbig synes at have stor lighed med analyserne af glimmerslaggerne. Vi har for det förste analyse af stivslag fra Kongsberg 1880 (analyse no. 28); denne har ogsaa en stor Al_2O_3-gehalt, men paa den anden side er der saa meget FeO tilstede, at slaggen med lethed maa have kunnet udsondre olivin eller fayalit med FeO som karakteriserende base. Videre har vi slaggerne fra Lindefors 1867 (analyse no. 32) og Sunnemo (analyse no. 35) med resp. 7,34 % og 7,84 % Al_2O_3, men hver af disse har ogsaa en bestemt base i en saa overvejende mængde (resp. 26,90 % MgO og 35,65 % MnO), at det til basen svarende olivinmineral let er bleven dannet. De to lerjordsrige, basiske glasser indeholder saa meget Al_2O_3, at udkrystallisationen, som senere skal sees, er bleven hæmmet. Ved de to suluugns-smeltninger, hvorved vore glimmerslagger blev dannede, har temperaturen været temmelig liden i for-

hold til den, som vi har i vanlige masovne; antagelig har ovnens reduktionskraft ogsaa været liden, saa vi muligens kan have noget Fe_2O_3 ved siden af FeO. Disse momenter kan muligens ogsaa paa en eller anden vis have bidraget till dannelsen af glimmer.

Den anden mineralgruppe, som ved siden af augitgruppen spiller den vigtigste rolle i slaggerne, er, som allerede tidligere nævnt,

Olivingruppen.

(Egentlig olivin, fayalit og tephroit).

Som bekjendt er olivinmineralerne isomorfe og karakteriseres ved följende chemiske sammensætning og axeforhold:

		a : b : c.
Egentlig olivin	Mg_2SiO_4	0,4658 : 1 : 0,5866 [1]).
Fayalit	Fe_2SiO_4	0,4596 : 1 : 0,5807 [2]).
Tephroit	Mn_2SiO_4	0,4660 : 1 : 0,5937 [3]).
Monticellit	Ca_2SiO_4	0,4336 : 1 : 0,5757.

Egentlig olivin og fayalit.

I Bergsskolans samlinger findes en liden gruppe udmærket vel udviklede krystaller af fayalit, afsatte i eller paa en» suluugnsnas» (ɔ: jernsu fra raastens-smeltning) i en liden skaktovn ved Fahlun kobberværk (aar 1866). Analyse no. 24 viser den chemiske sammensætning af den masse, hvorpaa krystallerne sidder; i analysen er samtlige metaller opförte som oxyder, men

Analyse no. 24.

SiO_2	23,81 %.
FeO [4])	70,14 »
MnO	0,54 »
CaO	0,68 »
CuO	3,18 »
CoO	0,15 »
	100,70 %.

Uren fayalit, Fahlun Sept. 1866. (Analyseret af H. LUNDBORG.)

---

[1]) Ifölge KOCKSCHAROW's maaling af olivinen i pallas-jernet. De af EBELMAN fremstillede kunstige oliviner med kun MgO til base var udviklede efter den vanlige type for de ved smeltning dannede oliviner (med fladerne $\infty\breve{P}\infty$, ∞P og $2\breve{P}\infty$), men de havde axeforholdet 0,4668 : 1 : 0,5786.

[2]) Efter maaling af forf., se denne afhandling.

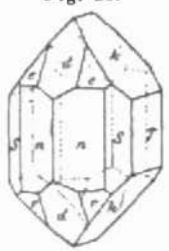
[3]) Efter HJ. SJÖGRENS maaling, se Sv. Geol. för. förh., Band VI, 1883.

[4]) med noget Al_2O_3.

rimeligvis har den allerstörste del af kobberet og kobolten samt en liden del af jernet optraadt dels i metallisk form og dels i forbindelse med svovl; naar man tager hensyn hertil, sees det, at resten faar sammensætning omtrent af singulosilikat med jernoxydul som hovedbase.

Da disse fayalit-krystaller rimeligvis er omtrent de smukkest udviklede, som overhovedet findes, har jeg foretaget en nöjagtig maaling af dem og deraf beregnet axeforholdet. — Krystallerne er indtil 4 mm. lange, gjennemsigtige, brune med svagt grönligt skjær; som fig. 20 viser, er de udtrukne efter c'-axen.

Fig. 20.



Fayalit-krystal. $T = \infty\breve{P}\infty$, $n = \infty P$, $s = \infty\breve{P}2$, $d = \breve{P}\infty$, $k = 2\breve{P}\infty$, $e = P$.

De optrædende former er: ∞P, $\infty\breve{P}2$, $\infty\breve{P}\infty$, $\breve{P}\infty$, $2\breve{P}\infty$ og P. — De to bedste maalinger, nemlig $\breve{P}\infty : \breve{P}\infty = 76° 42\frac{1}{8}'$ og $2\breve{P}\infty : 2\breve{P}\infty = 81° 27\frac{1}{2}'$ er lagt til grund for beregningen af axeforholdet. $\infty P : \infty P$ samt et sted $\infty P : \infty\breve{P}2$ og $P : P\infty$ lod sig ogsaa maale temmelig nöjagtig, men ikke saa godt som de förstnævnte; $\infty\breve{P}2 : \infty\breve{P}2$ derimod kunde ikke maales med större nöjagtighed end ca. $\frac{1}{4}°$, da de fleste flader af dette prisma var opbygget af en hel del, ikke ganske parallelle smaa-flader; det samme var ogsaa tilfælde med $\infty\breve{P}\infty$.

Det af de to förste maalinger beregnede axeforhold er:

$$a : b : c = 0{,}4596 : 1 : 0{,}5807\ ^{1}).$$

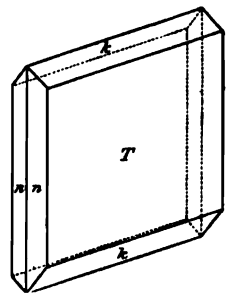
	Maalt.	Beregnet.	
$\breve{P}\infty : \breve{P}\infty$	76° 42⅛′	76° 42⅛′	Grundlag for axeforholdet.
$2\breve{P}\infty : 2\breve{P}\infty$	81° 27½′	81° 27½′	
$\infty P : \infty P$	130° 35¼′	130° 38′	Kontrol-maalinger.
$\infty\breve{P}2 : \infty\breve{P}2$	(ca. 94° 35′)	94° 49½′	
$\infty P : \infty\breve{P}2$	162° 8′	162° 5⅞′	
$P : \breve{P}\infty$	160° 12½′	160° 11′	

---

[1]) Det i NAUMANN-ZIRKELS Mineralogie angivne axeforhold er 0,4623 : 1 : 0,5815.
Dette er rimeligvis taget af MILLERS maalinger (se PERCY and MILLER: Report on crystalline slags, Transactions of the phil. soc. of Cambridge), men der maa have indsneget sig en trykfeil, idet MILLER angiver forholdet
0,4613 : 1 : 0,5813.

Frit udviklede krystaller af de to förste olivin-mineraler (den egentlige olivin og fayalit) har jeg havt anledning til at undersöge i en mængde forskjellige slagger (vanlige masovnsslagger, vällovnsslagger, bessemerslagger, slagger fra kobber- og nikkel-smeltninger, kokslagger fra masovn, o. s. v.), og overalt har krystallerne været udviklede paa en og samme maade, nemlig som rektangulære, ofte temmelig tynde, tavler, som paa siderne har været begrænsede af prisme og doma, undertiden desuden af pinakoid og basis. Overalt, hvor jeg har kunnet kontrollere det, har den flade, hvorefter krystallen har været tavleformig udviklet, været $\infty \breve{P} \infty$ og det begrænsende doma $2\breve{P}\infty$; prismet har det ikke lykkes mig at faa bestemt nöjagtig, men det er rimeligvis altid ∞P. I den ældre literatur (af MITSCHERLICH, HAUSMANN, LEONHARD med flere) angives ogsaa bestandig den samme type, som vi, hvad den kommende undersögelse vil vise, ogsaa altid finder i de mikroskopiske præparater af olivinslagger. — Vi maa heraf kunne slutte, at vi her staar ligeovenfor en næsten fast naturlov, saalydende, at naar olivin og fayalit danner sig paa almindelig vis af smeltemasser, blir krystallerne tavleformige efter $\infty \breve{P} \infty$ og forövrigt begrænsede af $2\breve{P}\infty$ og ∞P (se fig. 21), undertiden ogsaa af $\infty \overline{P} \infty$ og OP[1]). De enkelte tavler efter $\infty \breve{P} \infty$ har jævnlig stillet sig omtrent parallelt ind, den ene bag den anden, efter $\infty \breve{P} \infty$ og derved begyndt at danne större eller tykkere krystaller.

Fig. 21.



Mangan-olivinen (tephroiten) har i de faa slagger (fornemmelig bessemerslagger), hvor jeg har truffet den, tilhört samme krystaltype som den egentlige olivin og fayaliten.

Fayalit fra Muldener Hütte, Freiberg (Gave af prof. ROSENBUSCH til Stockholms Högskola). — Slaggen bestaar af et netværk af tynde, grönbrune, lidt gjennemsigtige, rektangulære, pladeformigt udviklede krystaller. Tavlen er $\infty \breve{P} \infty$, begræns-

[1]) Det bemærkes, at de maalte fayalit-krystaller (fig. 20) ikke er fremkomne ved hurtig afkjöling af en slag, men er afsatte i eller paa en jernsu, som antagelig er forbleven inde i ovnen under nedblæsningen, og som saaledes har havt længere tid til afkjölingen.

ningen paa siderne dels $2\breve{P}\infty$ og OP, dels en söjle, rimeligvis ∞P, og $\infty \bar{P} \infty$; — $2\breve{P}\infty : \infty \breve{P} \infty$ lod sig maale med ca. $\frac{1}{4}°$ nöjagtighed, resultat 139° 33½′ og 139° 38½′; hertil skulde svare $2\breve{P}\infty : 2\breve{P}\infty = 80° 53'$ og 80° 43′. — Den maalte krystal bestaar egentlig af to individer, som er sammenvoxede efter $\infty \breve{P} \infty$, og som er næsten parallelle, idet de kun danner vinkel af 0° 42½′ med hinanden.

Om opbygningen se senere (se fig. 24).

Raastens-slag fra Fahlun (analyse no. 30 og 31). — Ved at gaa omkring paa de gamle [1]) slaghouge ved Fahlun kobberværk blir man strax opmærksom paa, at paa de fleste af de steder, hvor raastens-slaggen ligger, indeholder hvert eneste slagstykke en mængde, hyppig over cm.-store, fayalitkrystaller. Man lod her raaslaggen næsten altid störkne i tynde kager; disse dannede i midten ved afkjölingen (paa grund af kontraktionen) et större hulerum med store dimensioner i horizontal-retningerne, og inde i disse aabne rum kunde fayaliten krystallisere frit ud og danne gode krystaller. — Paa disse gamle slaghouge, som allerede siden MITSCHERLICHS tid har været bekjendte for sine gode fayalitkrystaller, kan man muligens bedre end noget andet sted overbevise sig om, at det er en almengyldig regel og ikke nogen tilfældig undtagelse, at der i slaggerne krystalliserer ud visse mineraler.

Fayalitkrystallerne fra Fahlun er med en paafaldende regelmæssighed altid udviklede paa en og samme maade, nemlig tavleformige med rektangulær begrænsning; efter de af tidligere forskere udförte maalinger er tavlen altid efter $\infty \breve{P} \infty$. — Paa denne flade kan man meget jævnlig se opbygningslinjer i retninger, som efter öjemaal at dömme svarer til det doma ($\frac{1}{3}\bar{P}\infty$), hvilket, efter hvad vi skal se, spiller en saa fremtrædende rolle hos olivinen.

Vällovns- (ɔ: sveisovns-)slag fra Kloster, 1851. — Slaggen er jernsort med brogede anlöbsfarver, lidet gjennemsigtig, tung og stærkt magnetisk. Haandstykket viser store, rektangulære, gruppevis parallelle tavler, hvis store flade, efter hvad vi i det följende skal udvikle, maa være $\infty \breve{P} \infty$.

---

[1]) Nu har man ved Fahlun ombyttet smeltningerne med udvinding paa vaad vej.

En mikroskopisk undersögelse af snit, skaarne parallelt med og lodret paa tavleretningen, viser, at udslukningen overalt følger tavlerne o: disse maa være udviklede efter en af de tre flader $\infty \breve{P} \infty$, $\infty \bar{P} \infty$ og OP. I snit parallel tavlerne viser de optiske axers plan sig at staa lodret præparatet; da de optiske axer hos olivinen ligger i basis (OP), indskrænkes valget til de to flader $\infty \breve{P} \infty$ og $\infty \bar{P} \infty$. — Den simpleste maade at faa en endelig afgjörelse vilde være ved at faa en maaling af vinkelen mellem de optiske axer, saa man kunde se, om snittet stod lodret paa den spidse eller paa den stumpe bissektrix, men desværre er vinkelen saa stor (nemlig 87° 46′), at axerne i et mikroskopisk præparat træder ud udenfor synsfeltet.

Vi kan saaledes ved enkle observationer ikke faa fladens beliggenhed endelig bestemt, hvorfor vi henvises til sammenligning med andre olivin-slagger. Vi har allerede tidligere gjort opmærksom paa, at olivin-krystallerne i slagger altid, hvor vi kan kontrollere det, er udviklede tavleformig efter $\infty \breve{P} \infty$ samt parallelt sammensatte efter samme flade; det er derfor sandsynligt, at den samme lov ogsaa har gjort sig gjældende i den her behandlede slag. Videre: opbygningen af olivin-krystallerne har i de pladeformige snit altid i de mange slagger, jeg har undersögt, fundet sted efter et doma, som med basis danner en vinkel paa 50°—60°; den mulighed kunde vistnok tænkes, at vi her staar ligeover for to aldeles forskjellige love, som leverer lignende enderesultater, nemlig at krystallerne i enkelte slagger er tavleformige efter $\infty \breve{P} \infty$ og opbyggede efter et n $\bar{P} \infty$, og at de i andre slagger er tavleformige efter $\infty \bar{P} \infty$ og opbyggede efter et n′ $\breve{P} \infty$. En saadan tvedeling af den samme lov vilde dog være höjst unaturlig og ikke stemmende med den enhed og simpelhed i opbygningsforholdene, som vi ellers har truffet hos de i slaggerne optrædende mineraler. — Vi gaar derfor ud fra kun at antage det ene princip for opbygningen, og da vi paa mange steder med sikkerhed kan bevise, at vi har at gjöre med fladerne $\infty \breve{P} \infty$ og n $\bar{P} \infty$, antager vi, at det er disse, som altid har gjort sig gjældende.

Fig. 22 (snit $\mp \infty \breve{P} \infty$, af slaggen fra Kloster 1851) giver idé om opbygningen af selve fladen $\infty \breve{P} \infty$. Overalt, hvor fayaliten stöder op mod glas, er den regelmæssig begrænset af flader i OP og $\infty \bar{P} \infty$-zonerne. I to retninger, symetrisk beliggende mod OP og $\infty \bar{P} \infty$, sees en hel del linjer af fayalit, dels skarpt begrænsede mod den omgivende masse, ligegyldigt

om denne er glas eller fayalit, og dels gradvis gaaende over i eller tabende sig i den vanlige fayalit. Ved maalinger af disse linjers retning i forhold til $\infty\bar{P}\infty$ og OP kan man overbevise sig om, at retningen er konstant, ɔ: at den er begrundet i visse krystallografiske forholde. Vor første opgave blir efter dette at bestemme den domatiske opbygningsretning. — Vi finder for det første i det her omhandlede snit, at de vinkler, som dannes med spaltbarheden og udslukningsretningen, er resp. 59—60° og 31—30°; det næste, vi har at gjöre, er at bestemme, i hvilken retning OP gaar og i hvilken $\infty\bar{P}\infty$. — Som tidligere omtalt, er de optiske axers vinkel saa stor, at axerne ikke træder ud i synsfeltet; en endelig afgjörelse ved hjælp af bestemmelse af selve de optiske axers udtræden staar saaledes ikke til vor dispo-

Fig. 22.

Snit $\doteqdot \infty\bar{P}\infty$.

Fig. 23.

Snit $\perp \infty\bar{P}\infty$.

Snit af fayalit med magnetit fra vällovnsslag (Kloster 1851). ($\frac{5}{1}$).

sition. Derimod kan vi faa bestemt axernes plan (ɔ: beliggenheden af OP) ved først under konvergent-polariseret lys og krydsede nikols at indstille spaltbarheden parallel svingningsretningerne, saa man faar et kors (ɔ: to hjælker af ulige værdighed), og senere ved at dreje præparatet iagttage, til hvilken side hjælkerne begynder af formere sig til hyperbler.

Det er paa denne maade med sikkerhed bleven afgjort, at i slaggen fra Kloster danner opbygnings-domaet en vinkel paa 59°—60° (eller 121—120°) med OP og ikke med $\infty\bar{P}\infty$. Denne retning skulde svare til domaet $\frac{1}{3}\bar{P}\infty$, som med OP danne ren vinkel paa 59° 18' [1]).

Ogsaa langs retningerne $\infty\bar{P}\infty$ og OP har der fundet en opbygning sted, hvilket dels viser sig derved, at mange krystaller

[1]) Det snit, hvori den her refererede maaling er foretaget, er ikke skaaret absolut $\doteqdot \infty\bar{P}\infty$; vinkelen mellem opbygnings-retningerne og OP viser sig derfor större, end den i virkeligheden er. — Senere skal paavises, at kors-retningerne sandsynligvis svarer til $\bar{P}\infty$ og ikke til $\frac{1}{3}\bar{P}\infty$.

ender med linjer efter de tre opbygningsretninger ($\frac{1}{2}\breve{P}\infty(?)$, OP og $\infty\bar{P}\infty$) og dels derved, at der inde i selve fayalitkrystallen meget jævnlig er lange lister af glas efter OP og $\infty\bar{P}\infty$.

De enkelte tavler efter $\infty\breve{P}\infty$, som i den her omhandlede slag kan have en fladeudstrækning af flere cm², viser sig i snit $\perp \infty\breve{P}\infty$ i alm. kun at være ca. 0,2 mm. tykke. Som fig. 23 viser, ligger de ordnede bag hinanden i den samme krystallografiske stilling; mellem de enkelte tavler er der glas og magnetit (om denne sidste se senere). Paa toppen er listerne begrænsede af et doma eller prisma (i præparatet rimeligvis $\infty\bar{P}$), langs hvilket opbygningen $\perp \infty\breve{P}\infty$ for en del har fundet sted.

Snit $\mp \infty\breve{P}\infty$ viser spaltbarhed $+OP$ og $\mp \infty P\infty$, snit $\perp \infty\breve{P}\infty$ viser spaltbarhed $+\infty\bar{P}\infty$. — Fayaliten er i gjennemfaldende lys svagt grøngul; i snit $\mp \infty\breve{P}\infty$ er mineralet noget pleochroitisk og viser matte interferensfarver, i snit $\perp \infty\breve{P}\infty$ er pleochroismen svag, men interferensfarverne meget brogede, forholde, som gjentager sig ved de senere kommende oliviner og fayaliter.

Fig. 24.

Snit af fayalit-krystal ($\pm \infty\bar{P}\infty$). (Fra Muldener Hütte). ($\frac{1}{1}$°).

I de nys beskrevne krystaller fra *Muldener Hütte* viser opbygningen (se fig. 24) $\mp P\infty$ sig paa mange steder derved, at i domaets retninger følger paa hinanden smaa, rektangulære tavler af fayalit, begrænsede af OP og $\infty\bar{P}\infty$. Den krystallerne omgivende grundmasse er graagul, kun meget lidet gjennemsigtig, og bestaar af glas, som indeholder en hel del graa og sorte linjer og prikker (spinel? eller magnetit?).

Slag fra *Kragerö nikkelværk (1874)*, om fra raastens- eller fra koncentrationssteins-smeltningen vides ej; rimeligvis er den fra den förste. — Slaggen, som blev udstöbt i store slaggryder (af jern), og som derfor havde anledning til at gjennemgaa en meget langsommere afkjölingsproces end vanligt er, har gjennemgaaende krystallinsk brud, er sort og kun svagt gjennemskinnende ved kanterne. I smaa druserum sees en mængde smaa krystaller af den vanlige olivin- eller fayalit-typus. — I mikroskopisk præparat viser sig en mængde krystaller (max. af

længde 0,5 mm.), som er optisk toaxige, og som efter udslukningsforholdene maa være rhombiske. Man kan dele krystalsnittene i to hovedklasser, nemlig i tavleformige og listeformige, og de sidste kan igjen efter begrænsningsfladerne paa toppen deles i to underafdelinger. Som vi skal se, svarer disse tre slags snit til de tre hovedsnit, som fremkommer, naar olivin eller fayalit af den tidligere beskrevne type skjæres $\mp \infty \breve{P} \infty$, $\infty \bar{P} \infty$ og OP.

De pladeformige, rektangulære snit ($\mp \infty \breve{P} \infty$) viser matte interferensfarver, de övrige derimod brogede, altsaa som ved slaggen fra Kloster. — Tavlerne er opbyggede efter $\infty \bar{P} \infty$ og OP samt efter et doma, som maa være $\bar{P} \infty$. Vinkelen mellem de to krydsende retninger af dette er i de forskjellige, skjæve snit maalt til 102—110°; ved paa den tidligere omtalte methode at opsöge de optiske axers plan viser det sig, at det altid er OP, som halverer den stumpe vinkel; opbygningsretningen efter $\bar{P} \infty$ spiller jævnlig meget större rolle end de efter $\infty \bar{P} \infty$ og OP.

De listeformige snit begrænses paa toppen af flader, som dels danner spids vinkel (75°—85°) og dels stump (130°—140°) med hinanden. De förstnævnte snit viser sig at være skaarne lodret paa en af bissektrixerne, altsaa at være skaarne $\mp \infty \bar{P} \infty$ eller $\mp \infty \breve{P} \infty$. Som tidligere omtalt, er snittene $\mp \infty \breve{P} \infty$ tavleformige; heraf sluttes, at de snit, hvormed vi her beskjæftiger os, er $\mp \infty \bar{P} \infty$. De optiske axers plan (ɔ: OP) staar lodret paa listernes længderetning ɔ: domaet paa toppen danner vinkel 37°—42° med c'-axen; hertil svarer $2\breve{P} \infty$, hvis vinkel med c'-axen er 40° 44'. — De snit, hvor linjerne paa toppen danner stump vinkel med hinanden, viser i konvergent-polariseret lys hverken kors eller hyperbler ɔ: de maa være lodrette paa den optiske normal eller $\mp$ OP. Begrænsningen er altsaa en söjle (∞ Pn), og da vinkelen jævnlig — i de skjævt skaarne snit — er fundet til ca. 130°—140°, maa denne söjle være ∞ P. — I de listeformige snit er der jævnlig glas i midten og fayalit paa siderne ɔ: opbygningen har gaaet pladeformig for sig efter $\infty \breve{P} \infty$.

Mellem de store, porfyrisk udskildte krystaller, som udgjör ⅓—½ af hele massen, ligger der en mörkegul, lidet gjennemsigtig grundmasse, som fornemmelig bestaar af glas, desuden af smaa, sorte, uigjennemsigtige naale samt fine linjer af olivin eller fayalit, som udgaar fra de större krystaller, hvorpaa de

sidder orienterede i den bestemte, krystallografiske stilling; de betegner vækstretningen af krystallen i sidste öjeblik, forinden massen stivnede.

Baade denne og de tidligere beskrevne slagger maa efter hytteprocessens natur have en meget basisk sammensætning og være meget FeO-rige; analyser haves desværre ikke. I slaggen fra Kloster er FeO den eneste base, mineralet er altsaa fayalit; i de to andre slagger har man enten havt en meget jernrig olivin eller en fayalit med noget CaO, MgO o. s. v.

Tyndslag fra Kongsberg sölvværk (fra raastens-röste-smeltning 1882, analyse no. 49) er næsten sort og har gjennemgaaende krystallinsk brud; den viser aldeles de samme forholde som den sidst beskrevne nikkelslag fra Kragerö, kun at fayalit- eller olivin-krystallerne ikke er saa smukt udviklede. Det bemærkes specielt, at i de tavleformige snit, hvor det med sikkerhed kunde afgjöres, at mineralet er optisk to-axigt, viser der sig jævnlig opbygning efter domaet $\bar{P}\infty$; vinkelen mellem de to kors-retninger maaltes et sted til ca. 124°, og de optiske axers plan (ɔ: OP) halverer den stumpe vinkel. Meget hyppig ligger flere listeformige snit parallelt ved hinanden, danner altsaa derved en större krystal, som er tavleformig sammensat efter $\infty\bar{P}\infty$. — Mellem krystallerne, som udgjör ca. halvparten af slaggen, ligger den samme slags grundmasse som i den foregaaende slag. Paa enkelte steder kan man ikke se nogen skarp grænse mellem krystallerne og glasset, idet der lige ved de större krystaller ligger en fin blanding af glas og olivin-partier, orienterede som den nærmeste krystal.

Stigslag fra Kongsberg sölvværk (fra raastens-smeltning 1883, analyse no. 48) er mörk, har ikke krystallinsk, men glasagtigt brud. — Det mikroskopiske præparat, som stod til min raadighed, var paa de fleste steder næsten aldeles uigjennemsigtigt, endskjönt det var meget tyndt; kun paa et par steder kunde forholdene nöjere studeres. — Man ser her dels listeformige og dels tavleformige krystalsnit, som efter udslukningsforholdene maa være rhombiske; de tavleformige snit er opbyggede af gitterværk i to lodret paa hinanden staaende retninger, og de listeformige, hvis vanlige tykkelse er 0,010—0,012 mm., af fine, parallelle stænger. Dette mineral ligner baade i udseende, udslukningsforholde, interferensfarver og for en del ogsaa i opbygningen de som olivin bestemte krystaller i de foregaaende slagger, navnlig i den sidste, og det er derfor

höjst sandsynligt, at vi ogsaa her har med olivin at bestille; noget absolut afgjörende kriterium har vi dog ikke. — Mellem krystallerne ligger der et gult, skiddent glas med mange mörke, punktformige interpositioner; der er meget mere glas end krystalmasse.

Hytteprocesserne paa Kongsberg foregaar altid med omtrent de samme beskikningsforholde, og slaggernes sammensætning varierer fra aar til aar kun inden meget snevre grænser (se sammenstilling af analyser i Norsk teknisk tidsskrift 1883, af I. H. L. Vogt). — Der er derfor al sandsynlighed for, at de to sidstnævnte slagger i det hele og store taget har havt den vanlige sammensætning, og vi opförer derfor et par analyser, udförte (af forf.) paa gjennemsnitspröver af de to slags slagger fra smeltningsaaret 1879—80.

Slag fra Tobo masovn (pr. Dannemora) *1865;* (analyse no. 40). — Slaggen er meget finkrystallinsk, i regelen graa, paa et par steder derimod lysegrön; paa overfladen er der en manganhinde (slaggen holder 2,88 % MnO). I hulerum sees smaa, tavleformige krystaller af den vanlige olivintype. — Slaggen bestaar næsten udelukkende af smaa, vandklare krystaller (max. af bredde 0,25 mm., den vanlige bredde kun 0,05 mm. og derunder), som i alm. stöder umiddelbart op til hinanden, og som kun paa enkelte steder er adskildte ved lidt glasbasis. — Krystallerne kan med sikkerhed paavises at være optisk to-axige; videre er udslukningen altid parallel krystallernes længde- samt spalteretninger, saa mineralet maa være rhombisk. Man kan ogsaa her adskille tre slags snit, nemlig pladeformige — som staar lodret paa en bissektrix — og listeformige med dels spids og dels stump begrænsning paa toppen. Et listeformigt snit med spids begrænsning paa toppen viste sig at have de optiske axers plan (ɔ: OP) lodret længderetningen; begrænsningen maa altsaa efter al sandsynlighed være $2\breve{P}\infty$. — Interferensfarverne er meget livlige.

Disse egenskaber stemmer i enhver henseende med olivinens; der er kun et kjendetegn paa denne, nemlig opbygningen efter $\breve{P}\infty$, som mangler, men dette har sin meget naturlige grund deri, at krystallerne i slaggen fra Tobo optræder fuldt udviklede og ikke kun som krystalskelet. — Den chemiske sammensætning er lidt surere end singulosilikat; kalk og magnesia optræder i omtrent lige mængde.

Slag fra *Lindefors masovn, Småland 1867*, (analyse no. 43). — Slaggen, som holder 8,55 % TiO_2 og 0,25 % V_2O_5, er mörkebrun, næsten uigjennemsigtig, har krystallinsk brud. I hulerum sidder der de vanlige smaa, rektangulære, tavleformige krystaller af olivinens typus. — Under mikroskopet viser der sig en mængde temmelig store (den vanlige længde 0,5 mm.) og ualmindelig smukt udviklede krystaller af olivin; som fig. 25 viser, kan man ogsaa her meget let adskille de tre, tidligere beskrevne hovedsnit efter $\infty\bar{P}\infty$, $\infty\breve{P}\infty$ og OP. De optrædende former er $\infty\breve{P}\infty$, $2\breve{P}\infty$ og ∞P; krystallerne bestaar her i endnu större grad end nogensinde ellers kun af krystalskelet.

Mellem de store, porfyrisk udskildte krystaller, som udgjör ca. en trediedel af hele massen, er der en brun, ikke meget gjennemsigtig grundmasse, som udelukkende eller næsten udelukkende bestaar af smaa, brune krystalnaale, der paa flere steder kan sees at udgaa fra de större olivinkrystaller, i forhold til hvilke de er ordnede i bestemt krystallografisk stilling. Paa disse steder kan man være sikker paa, at de smaa krystaller er olivin. Paa andre steder derimod kan det kun afgjöres, at de smaa krystaller er rhombiske, og at de ser ud som olivin, uden at man kan bevise, at de er det; men paa grund af mellemleddene maa man dog med temmelig stor sikkerhed kunne gaa ud fra, at krystallerne ogsaa her bestaar af det samme mineral. Af glas er der kun meget lidet tilstede i slaggen.

Fig. 25.

Snit af titanholdig olivin. (Fra Lindefors 1865). ($^4/_9$).

Af sidste faktum maa efter al sandsynlighed fremgaa, at i alle fald en meget væsentlig del af den store titanmængde (8,55 % TiO_2) maa indgaa i krystallerne o: i olivinen; vi skal i det följende försöge at afgjöre paa hvad maade [1]). — Blandt de i naturen optrædende oliviner har man en saakaldet »titanolivin» fra Pfunders, Tyrol, som efter de forskjellige analyser holder 3,51 % og 5,30 % TiO_2. Ifölge analyserne kan denne meget godt indgaa i selve olivinen som TiO_2, erstattende SiO_2, men ifölge *Rammelsbergs* fremstilling (se Mineralchemi) skal titan-

[1]) Titanmængden er i analysen vejet og beregnet som TiO_2, men heri ligger ikke, at det netop skal være forbindelsen TiO_2, som indgaar i slaggen.

mængden rimeligvis skrive sig fra mekanisk indblandet titanjern. Vi kjender altsaa fra mineralogien ikke noget til titanets optræden i olivinerne og kan saaledes herigjennem ikke faa nogen ledetraad til lösningen af vort problem.

I sin almindelighed indgaar titan i mineralerne dels som TiO_2 (svarende til SiO_2, f. ex. i titanit og yttrotitanit, samt til SiO_2, ZnO_2 og SnO_2, f. ex. i rutil) eller som Ti_2O_3 (undertiden skrevet som $TiTiO_3$ eller $TiO.\ TiO_2$), ekvivalerende Fe_2O_3, med hvilken den er isomorf; derimod kjendes i naturen ikke noget titanoxidul (TiO), som i isomorfe mineraler skulde kunne erstatte FeO, MgO, CaO o. s. v. — En saadan forbindelse kan dog af chemiske grunde meget let kunne tænkes, da tin, som staar titan meget nær [1]), har de to oxyder SnO_2 og SnO.

Den her behandlede slag er fra en masovn, som har smeltet den bekjendte, titanholdige Tabergs-malm (fra Småland). Enten malmen har bestaaet af titanholdig magnetit (efter GROTH af formel $Fe\,(Fe, Ti)_2\,O_4$) eller af en mekanisk blanding af magnetit og titanjern (den sidste efter GROTH af formel $(Fe, Ti)_2\,O_3$), har titanet i malmen i begge fald optraadt som $Ti_2\,O_3$ og ikke som TiO_2. — Ved selve masovnsprocessen har denne $Ti_2\,O_3$ ikke kunnet have anledning til at oxydere sig til TiO_2, tvertom, om man oprindelig havde havt TiO_2, vilde denne snarere være bleven reduceret. Vi maa altsaa med sikkerhed kunne gaa ud fra, at i vor slag (eller i vore oliviner?) optræder titanet ikke som TiO_2. — Vi ved videre af metallurgien, at titanoxyderne næsten ikke lader sig reducere til metallisk titan i masovn; rujernet fra de Taberg'ske malme holder ikke engang spor af titan. Paa den anden side har man vistnok de bekjendte titan-kvælstof-krystaller, hvor Ti er i forbindelse med C og N; det oprindelig titanoxyd er her bleven spaltet ɔ: reduceret. Men om end titanoxyderne vanskelig lader sig drive ned til metallisk titan, maa man dog vente, at de i den stærkt reducerende masovnsprocess vil blive bragt ned til den laveste oxydationsgrad, som overhovedet kan existere ɔ: til TiO(?).

Dette resultat vilde meget godt stemme med slaggens chemiske sammensætning. — Som omtalt bestaar nemlig slaggen rimeligvis næsten udelukkende af olivin ɔ: slaggen maa meget stærkt nærme sig til singulosilikatet. Hvis titanet indgaar som TiO_2, erstattende SiO_2, blir surstofforholdet (lerjorden

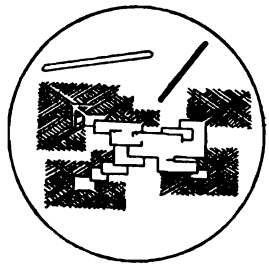
[1]) Det erindres, at tinsten ($Sn\,O_2$) og rutil ($Ti\,O_2$) er isomorfe.

som base) 1 : 1,33; hvis det derimod indgaar som TiO, erstattende FeO, MgO o. s. v., blir det 1 : 1,05. Heraf maa man kunne uddrage som den sandsynlige slutning, at titanet optræder som TiO, noget, man af mineralogiske grunde paa forhand ikke skulde være tilböjelig til at tro. Den endelige afgjörelse af dette dunkle punkt maa udskydes til fremtiden.

Slag fra *Westanfors masovn* 1879 (analyse no. 32). — Slaggen er graa, har finkrystallinsk kjærne og et skal af glas paa de mod afkjölingsfladerne vendende sider; i hulerum sidder smaa krystaller af den vanlige olivintype. Paa overfladen er slaggen overdraget med en lys manganhinde (slaggen holder 11,16 % MnO).

I præparat af den glasagtige del sees en mængde, ualmindelig vakre olivin-mikroliter, opbyggede efter den vanlige lov. — I de tavleformige snit ($\mp \infty \breve{P} \infty$) er der gjerne en kompakt kjærne af olivin med spaltbarhed efter 0P og $\infty \bar{P} \infty$ samt begrænsede af flader i samme retninger; ved den störste mikrolit i præparatet (se fig. 26) kunde det med lethed afgjöres, at krystalmassen var optisk to-axig, samt at udslukningen fulgte spaltbarheden o: at mineralet er rhombisk. — Videre staar en af bissektrixerne lodret paa fladen o: denne er enten $\mp \infty \breve{P} \infty$ eller $\mp \infty \bar{P} \infty$. — Fra hjörnerne af den indre kjærne udgaar der et meget fint og ualmindelig vakkert netværk af olivin efter retningerne $\bar{P} \infty$; paa tegningen har jeg maattet indskrænke mig til at gjengive det förste, grundlæggende »stamkors» efter $\bar{P} \infty$ samt de fra dette udgaaende grene; den finere netværks-opbygning af 3:die og 4:de orden derimod har jeg ikke kunnet indtegne. — Snit i de andre retninger er altid meget lange og tynde, f. ex. en mikrolit 0,350 mm. lang og 0,006 mm. bred; meget hyppig ligger flere saadanne tynde stave lige ved siden af hinanden og indbyrdes parallelle o: en större krystal har begyndt tavleformig at sætte sig sammen efter $\infty \breve{P} \infty$. — I glasset sees der foruden olivinerne, som neppe udgjör saa meget som $\frac{1}{100}$ af hele massen, ingen andre udsondringer.

Fig. 26.



Olivin-mikroliter. (Fra Westanfors 1879). Den store mikrolit er 0,7 mm lang.

I den krystallinske del ser man for det første smaa, aldeles utvivlsomme krystaller af olivin, nemlig de vel kjendte tavler efter $\infty \breve{P} \infty$ med opbygning efter $\bar{P} \infty$ samt de tynde snit efter de andre retninger. Desuden er der en hel del krystaller med meget brogede interferensfarver, opbyggede af gitterværk dels af to lodret paa hinanden staaende retninger og dels af disse to og to dermed symetriske. Efter de optiske forholdene maa mineralet være rhombisk. — Paa flere steder udgaar gittersystemet fra en kjærne af vanlig olivin; substansen i dette kan da sees at være absolut den samme som den i de færdige krystaller ɔ: selve gittersystemet bestaar af olivin. — Opbygningen har fundet sted efter $\infty \breve{P} \infty$, $\infty P \infty$ og OP samt efter et doma eller prisma, rimeligvis efter $\breve{P} \infty$. Man kunde paa forhaand tro, at det skulde være meget let at adskille de to slags netværk, som dannes af olivin og af augit, fra hinanden, men saa er ikke tilfælde, da det er saa sjelden at faa se snit i de fundamentale krystallografiske retninger.

Slag fra *Söderfors 1883* — er graa, finkrystallinsk med en tynd glashinde. I druserum sidder en mængde typiske olivinkrystaller af den bekjendte form. — Glasset viser fuldstændig de samme olivin-mikroliter og den krystallinske del den samme gitterformige opbygning som den foregaaende slag.

Denne slag holder et par % MnO, den fra Westanfors derimod 11,16 % MnO; olivinens opbygning er begge steder den samme ɔ: en MnO-mængde af 11,16 % kan ikke paa nogen mærkbar maade forandre olivinens habitus.

Tephroit (knebelit).

Slag fra *Sunnemo 185?* (analyse no. 44). — Slaggen bestaar af et gjennemsigtigt, mörkebrunt glas, hvori der ligger udskildt hvide, kugleformige partier, oftest med radierende struktur. — De hvide partier bestaar af et mineral, som i de forskjellige snit dels viser sig som lange stænger, hvoraf i alm. flere ligger parallelt lige ved hinanden, og dels som flader, opbyggede af to lodret paa hinanden staaende retninger. I de sidste snit kan det med lethed afgjöres, at mineralet er optisk to-axigt; udslukningen følger altid efter opbygningen ɔ: mineralet maa rimeligvis være rhombisk. — Interferensfarverne er i de listeformige snit levende, i de pladeformige, saavidt det kan afgjöres, derimod matte.

Saavel efter krystalsystemet, opbygningsforholdene som efter den chemiske sammensætning maa formodes, at mineralet hörer til olivingruppen; da MnO er saa overvejende i forhold til de andre baser, blir det i tilfælde at kalde tephroit.

Mellem de forskjellige stænger ligger der temmelig meget glas.

Den ved *Domnarfvet* faldende bessemerslag krystalliserer efter surhedsgraden dels ud som rhodonit og dels som et olivinmineral med samme krystallografiske typus som egentlig olivin og fayalit. Da MnO i de surere slagger (rhodonit-slaggerne) indgaar i en saadan mængde, at den blir den karakteriserende base i det dannede mineral, kan man slutte, at den ogsaa i olivin-mineralet maa spille en fremtrædende rolle, om der end her er relativt mere FeO end i de sure slagger. — Den her optrædende MnO-rige olivin er brun, ikke sort som fayaliten; om man vil kalde mineralet en FeO-rig tephroit eller en MnO-rig fayalit, blir en smagssag.

Anm.[1]) De kalkrige, basiske slagger gjöres her ikke til gjenstand for nogen indgaaende undersögelse og beskrivelse, idet der den gang, da dette arbejde blev skrevet, ikke stod til min disposition noget fuldstændigt material af stærkt basiske masovns-slagger. — Som af tidligere undersögelser bekjendt, er det *melilith*, bestaaende af $(RO)_9$ $(R_2O_3)_2$, $(SiO_3)_9$, hvor RO er CaO med Na_2O, MnO, MgO, FeO o. s. v., som i de hidhörende smelteprodukter spiller hovedrollen. Saavidt det af en af forf. sammenstillet analyse-række over melilith-slagger kan sluttes, fordrer melilithen til sin dannelse, at der i smeltemassen ikke er mere SiO_2 tilstede, end surstofforhold 1 : ca. 1.4 (lerjorden som base) angiver; videre maa CaO' gehalten være meget betydelig (mindst 25—30 %). MnO synes at lette melilithdannelsen (idet der uden vanskelighed krystalliserer ud MnO' rige melilither), medens derimod MgO og FeO modarbejder samme (idet de, naar de er tilstede i nogenlunde rigelig mængde i forhold til CaO, giver anledning til dannelse af olivin). I de CaO' rige, basiske masovns-slagger (fornemmelig fra cokesmasovne) er der altid saa pas meget Al_2O_3 tilstede, at melilith

[1]) Tilföjet ved korrektur-læsningen, nov. 1884.

kan konstitueres. — I slagger af sammensætning 46—55 % SiO_2, 4—12 % Al_2O_3, 30—38 % CaO og kun et par % MgO, MnO, og FeO o. s. v. tilsammen danner der sig ikke sjelden (muligens dog kun i slagger fra trækuls-masovne o: ved relativt lav temperatur) et hexagonalt, optiskt positivt mineral, som temmelig jævnlig optræder i cm' lange krystaller. En hermed identisk forbindelse kjendes ikke i naturen; vort mineral blir altsaa at indföre som nyt species. — I SiO_2' fattige og meget Al_2O_3' rige slagger findes der undertiden lidt spinel; det synes, at en særdeles höj temp. er en uafviselig betingelse for spinellens dannelse (naar der ikke er andre baser end CaO, MgO og MnO tilstede; zinkspinel $ZnO.Al_2O_3$) danner sig temmelig let, cfr. A. STELZNER's arbejder herover). — Basiske smeltemasser har en ejendommelig tendens til at smelte sammen med eller oplöse i sig enkle sulfider af de ordinære baser (ZnS, MnS, FeS, CaS og MgS); disse substanser, som synes i alm. at optræde i smaa, uregelmæssige, ofte buskformig forgrenede traade og traadknipper, besværliggjör jævnlig det mikroskopiske studium af de basiske slagger.

Om olivinmineralernes axeforholde, CaO's stilling inden olivingruppen, m. m.[1])

De nöjagtigste undersögelser over axeforholdet hos den i naturen optrædende MgO-olivin er udförte af N. v. KOKSCHAROW[2]), som först (i 1866) foretog omhyggelige maalinger af en del (nemlig 4) udmærket gode og klare, antagelig temmelig FeO-fattige, olivinkrystaller[3]), og som senere (i 1870) gjorde olivinen i Pallas-jernet til gjenstand for detailleret studium.

De förste krystaller opföres med axeforhold

$$0.46603 : 1 : 0.58666$$

og de sidste med

$$0.46575 : 1 : 0.58650.$$

Forskjellen mellem disse tal er begrundet i en maalingsdifferents paa kun ca. 1 minut, — Overhovedet viser det sig gjennemgaaende, at alle de naturlige MgO-oliviner har næsten

[1]) Tilföjet, efter at den störste del af dette arbejde var skrevet færdig og begyndelsen ogsaa trykt.

[2]) Det förste arbejde findes i Materialien zur Mineralogie Ruslands, 5:te bind, 1866, det andet i samme publikations-serie, 6:te bind, 1870.

[3]) Oprindelig antog N. v. K., at disse krystaller stammede fra Brasilien, men senere meddeles, at de formentlig var fra Egypten.

absolut samme vinkelforholde, et faktum, som N. v. KOKSCHAROW udtrykker i följende sats: »Die Vergleichung der Resultate, welche MOHS, v. HAIDINGER, SCACCHI og ich (ɔ: N. v. K.) durch Messungen an Olivin- (Chrysolith) Krystallen aus anderen Fundorten erhalten haben, zeigt, dass zwischen den Winkeln aller dieser Chrysolithe fast kein Unterschied statt findet». — Det kan ikke forudsættes, at alle de af saa mange forskjellige krystallografer maalte oliviner har havt nöjagtig samme forhold mellem MgO og FeO. Pallas-olivinen bestaar, efter de af N. v. K. meddelte analyser, af ca. 84 % MgO-olivin mod ca. 16 % FeO-olivin, indeholder altsaa ganske betydelige mængder af jernoxydul, medens de klare chrysolither —, som antagelig fornemmelig har været gjort til gjenstand for de krystallografiske undersögelser —, i alm. holder relativt mere magnesia. Vi faar altsaa heraf som resultat, at de hidtil maalte naturlige oliviner har omtrent nöjagtig samme axeforhold, om end den indbyrdes proportion mellem FeO og MgO har varieret noget.

Hidtil foreligger kun en eneste krystallografisk undersögelse over nogenlunde ren MnO-olivin, nemlig HJ. SJÖGRENS maaling (se A. SJÖGREN, Om tephroit [1]). Den undersögte krystal, som bestod af næsten ren MnO-olivin, nemlig af ca. 92 % MnO-olivin mod kun ca. 8 % MgO-olivin, befandtes at have axeforhold

$$0.4600 : 1 : 0.5937.$$

Over FeO-olivin eller fayalit, dannet i jernoxydul-rige slagger, er i tidernes löb gjort en hel svite undersögelser, hvis resultater gjengives i nedenstaaende tabel, som er sammenstillet af H. LASPEYRES [2]) (heri ikke medtaget mine egne undersögelser).

Efter	∞P : ∞P.	2P̆∞ : 2P̆∞.	a : b : c.	MnO-gehalt.
Mitscherlich [1]).....	130° 28′	81° 17′	0.46140 : 1 : 0.58250	?
Brooke & Miller [2])	130° 24′	81° 38′	0.46206 : 1 : 0.57892	1.30—2.65 %
Bothe [3])	130° 30′	81° 36′	0.46101 : 1 : 0.57925	Spor
G. vom Rath [4]).....	131° 10′	81° 30′	0.45397 : 1 : 0.58028	9.16
Sokolow [5])	130° 25′	81° 30′	0.46188 : 1 : 0.58028	?
Ermann [6])	131° 0′	?	0.45579 : 1 : ?	?

[1]) Geol. för. förh., 6:te bind, 1883, pag. 538.
[2]) Se Zeits. f. Kryst. und. Min., B. 7, aar 1883.

Anm.

[1]) QUENSTEDT, Mineralogie 1877. Jahrb. f. Min. 1860, pag. 668.
[2]) BROOKE & MILLER, Mineralogy 1852, pag. 319.
[3]) Journ. f. prakt. Chemie 1859, B. 78, pag. 225.
[4]) KOSSMANN. Pogg. Ann. 1869, B. 137, pag 136.
[5]) Archiv für die wissenschaftliche Kunde Russlands, 1860, pag. 145.
[6]) Sammesteds, 1860, pag. 201.

MITSCHERLICHS, MILLERS, BOTHES og SOKOLOWS maalinger stemmer ganske godt; de giver i middel

130° 27′ 81° 30′ 0.46153 : 1 : 0.58028.

ERMANNS og G. v. RATHS [1]) bestemmelse af ∞P afviger saa stærkt fra de övrige, at vi ikke tager noget hensyn til dem. — Det fundne middel differerer kun om et par minuter (resp. 8¼′ og 2½′) fra mine egne maalinger; det kan saaledes med fuld sikkerhed sluttes, at de her anförte bestemmelser for fayalitens vinkler og axeforhold maa være temmelig nöjagtige, og specielt kan det fremholdes, at FeO giver forbindelsen $(RO)_2 SiO_2$ ganske andre krystallografiske konstanter, end MgO gjör. — Da de fayalit-krystaller, jeg selv har maalt, er udmærket gode, og da alle de fundne vinkler stemmer meget nöje med de beregnede, opföres i det följende det af mig her tidligere refererede axeforhold (se pag 46).

Ren kalk-olivin, af sammensætning $(CaO)_2 SiO_2$, kjendes til dato ikke i naturen; derimod har man mineralet monticellit, som, efter de af RAMMELSBERG (se Mineralchemie) sammenstillede analyser, altid bestaar af 1 del $(CaO)_2 SiO_2$ til 1 del $(RO)_2 SiO_2$, hvor RO = MgO med lidt FeO. — Monticellit blev i aaret 1831 opstillet af BROOKE som eget species; det udsondredes fra olivin paa grund af de ikke ubetydelige vinkeldifferentser. I PHILLIPS og MILLERS lærebog i mineralogi blov monticellit fremdeles holdt ud som særskildt mineral, men derpaa blev det i en aarrække [2]) uden videre slaaet sammen med olivin (efter angivelse af SCACCHI, optaget af DUFRÉNOY, DES CLOISEAUX, DANA o. s. v., og

[1]) KOSSMANN gjör opmærksom paa, at de af G. v. RATH undersögte fayaliter ikke tillod særdeles nöjagtige maalinger.
[2]) Se udvikling af G. v. RATH. (Ann. d. Physik und Chemie, Pogg. Ergänzungsbind, Bd. V, aar 1871).

begrundet i, at SCACCHI havde foretaget maaling af monticellitlignende olivin, som forvekseledes med virkelig monticellit). Först i 1871 foretoges, af G. vom RATH, en reviderende undersögelse over mineralet; det viste sig herved, at den oprindelig af BROOKE paapegede vinkeldifferents, som gaar op til ikke mindre end tre grader, var ganske korrekt. Med hensyn til forholdet ligeover for olivin ytrer G. vom RATH: »Ueberdiess darf man nicht ausser Acht lassen, dass der Olivin zu den in Bezug auf die Kantenwinkel constantesten unter allen Mineralien gehört, gegenüber welcher Thatsache offenbar eine Differance von 3° um so schwerer in's Gewicht fällt» —, i hvilken anledning det fremholdes, at de to her omhandlede mineraler bör holdes ud fra hinanden. I et senere arbejde [1]) udtaler den samme forsker, at »Ca und Mg zeigen sich in der Olivingruppe weniger isomorph, als es bei den rhomboedrischen Carbonaten der Fall ist».

Efter denne fremstilling faar man det indtryk, at basen CaO eller forbindelsen $(CaO)_2 SiO_2$ skal indtage en fuldstændig særstilling i eller ligeover for olivingruppen, og dette er, som den senere kritik af krystallisations-forholdene i smeltemasser udviser, ogsaa for en del berettiget; det er dog, som det her skal vises, ikke begrundet i krystallografiske forholde, idet CaO og MgO i olivingruppen i virkeligheden er isomorfe (eller, med det mere korrekte udtryk, homöomorfe), men derimod i affinitetsforholdene mellem SiO_2, Al_2O_3 paa den ene side og de enatomige baser paa den anden.

Forinden vi gaar videre, skal sammenstilles i oversigt de forskjellige olivinmineralers krystallografiske konstanter:

	∞P : ∞P.	$2\breve{P}\infty$: $2\breve{P}\infty$.	a : b : c.
Egentlig olivin $(MgO)_2 SiO_2$	130° 3′	80° 54′	0.46575 : 1 : 0.58650
Fayalit $(FeO)_2 SiO_2$	130° 35¼′	81° 27½′	0.4596 : 1 : 0.5807
Tephroit $(MnO)_2 SiO_2$	130° 36′	80° 12½′	0.4600 : 1 : 0.5937
Monticellit (CaO. MgO) SiO_2	133° 6½′	81° 57′	0.4336 : 1 : 0.5757

(efter maalinger af N. v. KOKSCHAROW, forf., HJ. SJÖGREN og G. v. RATH [2]).

[1]) Pseudomorphe Monticellite von Pesmeda am Monzoni (Pogg. Ann. Bd. 155. aar 1875).

[2]) EBELMEN anförer (se Comptes rendues. tome XXXII. pag. 710—173, Annales de chim. et phys. III, série, XXXIII. pag. 34), at de af ham

Ved opförelsen af de chemiske formler er her ikke taget hensyn til et par procent iblanding af anden slags olivinmineral.

Af denne oversigt sees, at de forskjellige baser i almindelighed giver $(RO)_2 SiO_2$ forskjellige krystallografiske konstanter, som i det hele og store differerer i ikke uvæsentlig grad fra hinanden. Kun hos to af de fire led, nemlig hos fayalit og tephroit, er der overensstemmelse med hensyn til en enkelt af værdierne, nemlig c-axen eller vertikalzonens vinkler, medens derimod den anden zone har ganske forskjellige vinkler. — CaO giver i begge zoner de mindste værdier for axerne; monticellitens a-axe er temmelig forskjellig fra de andres; dens c-axe derimod staar meget nærmere FeO- og MgO-olivinernes, end tilfældet er med MnO-olivinens c-axe.

Naar samtlige olivinmineraler betragtes under et, kan ingen særskildt af dem paapeges i krystallografisk henseende at skulle indtage en abnorm stilling ligeover for de övrige, og G. vom Raths udtryk om, at CaO og MgO her skulde være »weniger isomorph«, passer ikke længere.

I de i naturen optrædende egentlige oliviner (med MgO som hovedbase) indgaar CaO enten absolut ikke eller kun i yderst ringe mængde. Af de i *Rammelsbergs* Mineralchemie (aar 1875) opförte 10 analyser af egentlig olivin holder saaledes de 8 ikke engang spor af CaO; kun i de to resterende er der resp. 0.21 og 3.07 % CaO tilstede. Om disse to analyser er dog at bemærke, at de samtidig förer en del Al_2O_3, nemlig resp. 0.16 og 1.21 %, saa det maa formodes, at analyse-

ved smeltning af MgO og SiO_2 i kulsurt kali eller borsyre erholdte oliviner, som var udviklede efter den ordinære type, havde vinkler:

$\infty P : \infty P = 130^\circ$ og $2\breve{P}\infty : \infty\breve{P}\infty = 40^\circ\ 50'$, hvoraf beregnes

$a : b : c = 0.4663 : 1 : 0.5786$.

Da krystallerne sandsynligvis ikke har været særdeles gode, og da c-axen kun er bestemt ved en enkelt maaling mellem dome og pinakoid, kan vi ikke tage noget hensyn til det refererede resultat, som differerer i ikke uvæsentlig grad fra alle andre bestemmelser af c-axen hos MgO-olivin. — Man maa af Ebelmens maaling ikke ledes til den forestilling, at $(RO)_2 SiO_2$ skal have andre konstanter, naar den fremstilles kunstig, end naar den er dannet i naturen; af P. V. von Jeremejews undersögelse fremgaar nemlig, at slag-olivin med MgO som hovedbase har nöjagtig samme vinkler som den naturlige, egentlige olivinen.

Om ZnO-förende olivin, se senere.

materialet var urent. Resultatet er, at de her omhandlede oliviner synes at være absolut CaO-fri. — Skulde overhovedet nogen af de naturlige, egentlige oliviner være CaO-förende, maatte det i særlig grad formodes at være tilfælde med dem, som krystalliserer ud af særdeles CaO-rige og basiske smeltemasser, altsaa med f. ex. melilithbasalternes olivin; vi finder dog, at der i den af den velkjendte chemiker Dr. A. SCHERTEL udförte analyse[1]) af ren olivin, isoleret af melilithbasalt fra Hochbohl, ikke indgaar spor af CaO.

K. OEBBEKE (i Würzburg) anförer i »Beiträge zur Kenntniss des Paläopikrits und seiner Umwandlungs-Producte, Würzburg 1877» analyse af en formodet kalkförende olivin; som middel af to analyser, hver udfört paa kun $\frac{1}{50}$ gram (ɔ: 20 mgr), angives:

Analyse no. 25.

		Surstofmængderne.	
SiO_2	42.53	22.68	
MgO	35.68	14.27	19.74
CaO	14.09	4.03	
FeO	6.48	1.44	
	Sum 98.78		

ɔ: der er 1 del surstof i baserne til 1.15 i kiselsyren.

Da analysen differerer i ikke uvæsentlig grad fra olivinens sammensætning, og da analysematerialet desuden var saa yderst lidet, at allerede et par mgr. iblanding af f. ex. augit var nok til at fremkalde saa stor CaO-gehalt som den angivne, kan det ikke indrömmes, at det her omhandlede mineral med sikkerhed kan opföres som kalkholdig olivin.

I RAMMELSBERGS Mineralchemie (pag. 429) og A. SJÖGRENS arbejde om tephroit (Geol. för. förh. B. 6, pag. 538) meddeles tilsammen 15 analyser af MnO-olivin (tephroit eller knebelit); af disse holder 8[2]) absolut intet CaO, 3 mellem 0.18 og 0.57 % CaO, 3 mellem 1.04 og 2.71 % CaO og kun den resterende, nemlig analyse af en graa tephroit fra Långban, en större CaO-gehalt, nemlig 9.80 %. De fleste analyser viser en hel del MgO og FeO, i meget vekslende mængder.

Som hovedresultat af alle disse undersögelser fremgaar, at i de egentlige oliviner indgaar der neppe nogensinde saa me-

[1]) Meddelt af A. STELZNER, Neues Jahrb. 1884, I.
[2]) Herunder hörer analyse af den eneste hidtil kjendte tephroit, som optræder i gode krystaller.

get som spor af CaO, medens det derimod synes, at MnO-olivinen hist og her indeholder et par procent CaO. Da det dog ikke kan ansees for absolut givet, at analysematerialet i de sidstnævnte fald har været rent, kan af de hidtil refererede analyseserier ikke med fuld sikkerhed sluttes, at CaO i olivinrækken skal være isomorf (eller homöomorf) med MgO, MnO og FeO. — Den eneste fra naturen kjendte omstændighed, som skulde antyde dette, bestaar efter denne udvikling i, at der findes et CaO-rigt mineral, nemlig monticellit[1]), med vinkler nogenlunde svarende til dem, som karakteriserer MgO-, MnO- og FeO-olivinerne; heller ikke heraf kan dog uden videre drages den slutning, at CaO i sin almindelighed er homöomorf med MgO o. s. v. i olivinrækken, og at den i vilkaarligt forhold kan erstatte de andre baser, idet det nemlig har vist sig, at monticellit altid er sammensat af 1 del $(CaO)_2 SiO_2$ til en del $(RO)_2 SiO_2$, hvor RO = MgO med lidt FeO. Længere kommer man ikke med det material, som hidtil staar til vor disposition. — Heldigvis kan her meddeles resultat af nogle undersögelser, som til en vis grad kan opklare det her omhandlede forhold.

I Stockholms Bergskolas samlinger findes et stykke saakaldet »slagdalk» o: en ikke ganske gjennemsmeltet masse, afsat paa en form eller lignende, fra Gässjö masovn, aar 1859. I druserum sidder et sted nogle ganske gode krystaller, som lader sig maale med et par minutters nöjagtighed. Krystallerne, som er klare, svagt brunfarvede, er udviklede efter olivinens typus, med fladerne ∞P, $2\breve{P}\infty$ og $\infty\breve{P}\infty$; de er lang söjleformige efter $2\breve{P}\infty$, paa toppen begrænsede af ∞P; $\infty\breve{P}\infty$ er kun ganske smal.

Den bedste krystal, no. 1, gav:

	1:ste gangs maaling.	2:den gangs maaling.
$\infty P : \infty P$	132° 48½′	132° 48½′
$\infty P : \infty\breve{P}\infty$	66° 25½′	66° 26′
$\infty P : \infty\breve{P}\infty$	180 ÷ 66° 22½′	180 ÷ 66° 22½′
$2\breve{P}\infty : 2\breve{P}\infty$	81° 41½′	81° 41½′
$2\breve{P}\infty : \infty\breve{P}\infty$	40° 51′	40° 49½′
$2\breve{P}\infty : \infty\breve{P}\infty$	180 ÷ 40° 50½′	180 ÷ 40° 51′

[1]) Kun kjendt fra Monte Somma, Vesuv og Fassathal, begge steder dannet som sekundært mineral i metamorfoseret kalksten.

Krystal no. 2, ikke fuldt saa god, gav:

$\infty P : \infty P$	132° 51′
$\infty P : \infty \breve{P} \infty$	66° 25½′
$2\breve{P} \infty : 2\breve{P} \infty$	81° 40½′
$2\breve{P} \infty : 2\breve{P} \infty$	180°—81° 40′

Som det sandsynlige resultat af disse gjennemgaaende meget vel overensstemmende maalinger faaes, idet der fornemmelig tages hensyn til de gode flader:

$$\infty P : \infty P = 132° 49\tfrac{1}{2}$$
$$2\breve{P} \infty : 2\breve{P} \infty = 81° 41\tfrac{1}{2},$$

hvoraf beregnes axeforhold:

$$a : b : c = 0.43663 : 1 : 0.57832$$ [1])

Af vinkelværdierne og krystaltypen samt slaggens chemiske sammensætning (se herom i det följende) sluttes, at mineralet er en slags olivin; da CaO og FeO er dominerende, maa det være at betegne som en CaO-FeO-olivin.

Efter en af D. A. KRUHS (aar 1860) udfört analyse bestaar den slagmasse, hvori krystallerne sidder, af:

Analyse no. 26.

		Surstofmængderne.	
SiO_2	34.30	18.29	
Al_2O_3	0.78	0.36	
CaO	33.72	9.63	17.39
MgO	4.68	1.87	
MnO	0.86	0.19	
FeO	25.64	5.70	
	Sum 99.98	Surstofforhold 1 : 1.03.	

I mikroskopisk præparat af slaggen sees 1) store krystaller, identiske med de maalte, udgjörende mindst ca. 80 % af den hele masse, 2) magnetit, i smaa, sorte, uigjennemsigtige oktaedere, i krans langs kanten af CaO-FeO-olivinen, udgjörende ca. 1—2 % af hele massen, og 3) et lysegult, temmelig stærkt pleochroitisk (med farver lys brungult og intensiv sisik-

[1]) Af de her refererede maalinger fremgaar, at vinklerne rimeligvis maa ligge mellem ydergrænserne 132° 51′ & 132° 47′ og 81° 43′ & 81° 40′, hvoraf följer, at a-axen maa ligge mellem 0.43637 & 0.43706 og c-axen mellem 0.57858 & 0.57806.

gult) mineral med 2 eller 3 ca. lodret paa hinanden staaende spalteretninger, parallel hvilke mineralet slukker ud (ved krydsede nikols). Dette mineral, som antagelig er en slags fayalit, dog ikke nogen ren FeO-olivin, da det ikke har farve og udseende som denne, indtager mellemrummene mellem de store krystaller. — Næsten den hele magnetit-mængde en krystalliseret ud i et bestemt öjeblik under den sidste del af CaO-FeO-olivinens dannelses-periode; de store krystaller har nemlig en indre kjærne, som er aldeles fri for magnetit-oktaedere, og som har en skarp krystallografisk begrænsning mod randzonen, som fornemmelig bestaar af olivin, krystallografisk orienteret som individets midtre del, med en hel del magnetit-oktaedere.

Naar 0.78 % Al_2O_3 + 0.54 % FeO fraregnes, bestaar resten af ca. 53.5 % $(CaO)_2 SiO_2$, 37.7 % $(FeO)_2 SiO_2$ og 8.8 % $(MgO)_2 SiO_2$; den lille forhaandenværende mængde MnO er regnet sammen med FeO.

Olivin, identisk med den krystallografisk undersögte, udgjör ca. 80 % af den hele masse; dens sammensætning maa derfor ligge mellem grænserne

$$\text{ca. } 2\ (CaO)_2 SiO_2 : 1\ (RO)_2 SiO_2$$
$$\text{og ca. } 1\ (CaO)_2 SiO_2 : 1.5\ (RO)_2 SiO_2,$$

naar vi med RO sammenfatter FeO og MgO. I förste fald maatte det silikat, som indtager mellemrummet mellem de store krystaller, være rent RO-silikat, i andet fald derimod rent CaO-silikat. Det kan skjönnes, at i virkeligheden indtræffer ikke noget af de nævnte grænse-tilfælder, idet det tilslut dannede mineral er stærkt gul-farvet og meget pleochroitisk, maa altsaa indeholde en del FeO, medens det paa den anden side ikke bestaar af absolut rent FeO-silikat (eller ren fayalit), da det ikke har udseende nöjagtig som dette. — Da de store krystaller kun er ganske svagt farvede, medens det tilslut dannede mineral er intensiv brungult (farvet af FeO), er det sandsynlig, at det sidstnævnte holder mere FeO, end tilfældet er med vor CaO-FeO-olivin. Som resultat heraf faaes, at de maalte krystaller sandsynligvis har en sammensætning af ca.

$$1.25 \text{ del } (CaO)_2 SiO_2 : 1 \text{ del } (RO)_2 SiO_2.$$

Vort mineral afviger saavel i chemisk som krystallografisk henseende fra monticellit, idet det for det förste foruden basen CaO har en hel del FeO, men kun lidet MgO, medens monticellit altid förer 1 del CaO : 1 del RO, hvor RO er MgO med

kun et par procent FeO, — idet dernæst ingen omstændighed antyder, at mineralet netop skal bestaa af 1 del CaO-silikat til 1 del RO-silikat —, og idet der endelig er betydelige vinkeldifferentser (resp. 43′ og 15½′) mellem det her omhandlede mineral og monticellit. — Som resultat faaes, at de undersögte krystaller tilhörer en virkelig olivin, der konstitueres af baserne CaO, FeO og MgO i et vilkaarligt, ganske tilfældigt forhold; CaO er dominerende.

Heraf igen drages den generelle slutning, at CaO i sin almindelighed maa kunne indgaa i olivinmineralerne, paa homöomorf vis erstattende MgO, FeO og MnO. — Den omstændighed, at den eneste i naturen kjendte CaO-förende olivin netop bestaar af 1 del CaO-silikat til 1 del MgO-silikat, bliver efter dette at sammenligne med, at der selv inden saa typiske mineralgrupper som f. ex. de rhomboedriske karbonater eller de rhombiske sulfater (af PbO, BaO og SrO) sjelden danner sig homöomorfe blandinger i ganske vilkaarlige forhold, idet mellemledene i almindelighed bestaar af konstante og enkle blandinger.

I det följende skal refereres de vistnok yderst faa hidtil foretagne undersögelser over oliviner, som er bestaaende af homöomorfe blandinger i vilkaarligt forhold af de forskjellige rene RO-silikater. Det skal blive paavist, at i de foreliggende tilfælder ligger mellemleddenes axeforhold mellem de værdier, som er karakteriserende for de enkelte konstituenter; i et tilfælde er blanding-olivinens axeforhold i alle fald tilnærmelsesvis middel af de enkelte olivin-leds konstanter.

Vi vil först undersöge, hvorledes forholdet er ved den nys omhandlede CaO-FeO-olivin. — Da ren CaO-olivin til dato ikke er kjendt, vil vi, rent hypothetisk, gaa ud fra den forudsætning, at monticellitens axeforhold skal danne det arithmetiske middeltal mellem axernes værdier hos ren MgO-olivin paa den ene side og eventuel ren CaO-olivin paa den anden; heraf faaes, at den sidste forbindelse skal have axeforhold

$$a : b : c = 0.4012 : 1 : 0.5647.$$

Som hosstaaende tabel viser, ligger de geometriske konstanter hos vor CaO-FeO-olivin nogenlunde midt mellem yderleddenes axeforhold.

	a : b : c
$(FeO)_2 SiO_2$	0.4596 : 1 : 0.5807 [1])
CaO-FeO-olivin	0.4366 : 1 : 0.5783
Hypothetisk $(CaO)_2 SiO_2$	0.4012 : 1 : 0.5647.

Længere kan vi her ikke komme, idet vi ikke med fuld sikkerhed kan angive det procentiske forhold mellem CaO, FeO og MgO i vor olivin.

Saavel montecellit som CaO-FeO-olivinen giver i krystallografisk henseende som fælles resultat, at, naar CaO indgaar i $(RO)_2 SiO_2$, saa formindskes a- og c-axerne — eller foröges b-axen — i ganske væsentlig grad.

H. LASPEYRES [2]) har undersögt en ferskslag fra Milspe pr. Schwelm, hvori sad MnO-rige fayaliter af följende chemiske sammensætning:

Analyse no. 27. [3]) (Analyseret af R. PIERRE.)

SiO_2	30.36
FeO	52.98
MnO	16.66
Sum	100.00.

Hertil svarer temmelig nöje en olivin af formel

$$(MnO)_2 SiO_2 + 3\ (FeO)_2 SiO_2.$$

Krystallerne, der som vanligt var tavleformige efter $\infty \breve{P} \infty$ og forövrigt begrænsede af ∞P og $2\breve{P}\infty$, lod sig maale med nogle minutters nöjagtighed. De gav

$$\infty P : \infty \breve{P} \infty = 65° 30'$$
$$2\breve{P}\infty : 2\breve{P}\infty = 99° 22', \text{ hvoraf beregnes}$$
$$a : b : c = 0.4559 : 1 : 0.5893.$$

Om disse talværdier er at bemærke, at a-axen er fremgaaet ved beregning af det sandsynlige middel af maalinger, der differerede indtil 9′ indbyrdes, mellem fladerne ∞P og $\infty \breve{P} \infty$; vinkel $\infty P : \infty P$ kan saaledes ikke bestemmes nöjere end inden

[1]) Det bemærkes, at der i den her omhandlede olivin indgaar en hel del $(MgO)_2 SiO_2$, som har betydelig större c-axe, end tilfældet er med $(FeO)_2 SiO_2$.

[2]) Künstliche Krystalle von Mangan-Eisen-Olivin. Zeits. f. Kryst. und Min. Bind 7, aar 1883.

[3]) Analysen reduceret til 100 %, efter at mekanisk iblandet kvarts og jern er fradraget.

et raaderum af 18′, hvoraf sluttes, at bestemmelsen af a-axen ikke kan tillægges stor vægt. — De forskjellige værdier for $2\breve{P}\infty : 2\breve{P}\infty$ derimod differerede ikke mere end 4′ indbyrdes, saa c-axen er temmelig nöjagtig angivet.

Tidligere er omtalt, at FeO og MnO giver olivinen næsten nöjagtig samme a-axe; det skulde derfor formodes, at denne ogsaa blir beholdt uforandret ved blandinger mellem de to nævnte baser. Sikker oplysning herom kan ikke faaes, da Laspeyres's maaling ikke er tilstrækkelig god; det synes, at de undersögte krystaller maa have havt lidt mindre a-axe, end det skulde ventes —. c-axen for forbindelsen

$$(MnO)_2\,SiO_2 + 3\,(FeO)_2\,SiO_2$$

ligger mellem yderleddenes c, lidt nærmere til MnO-olivinens c end til FeO-olivinens ɔ: blanding-olivinens c er fremgaaet som middel, om end ikke netop som det direkte arithmetiske, mellem de konstituerende bestanddeles c-axer.

		a : b : c
$(FeO)_2\,SiO_2$		0.4596 : 1 : 0.5807
3 $(FeO)_2\,SiO_2$: 1 $(MnO)_2\,SiO_2$	beregnet [1])	0.4597 : 1 : 0.5840
	fundet	(0.4559?) : 1 : 0.5893
$(MnO)_2\,SiO$		0.4600 : 1 : 0.5937

Tidligere er omtalt, at de i naturen optrædende MgO-oliviner —, som holder en vekslende, altid dog temmelig liden, FeO-gehalt —, bestandig har omtrent nöjagtig samme axeforhold, af hvilken omstændighed sluttes, at smaa mængder FeO-olivin ikke forandrer MgO-olivinens vinkler.

I masovnsslagger danner der sig, som i denne afhandling paavist, altid olivin, naar smeltemassen er tilstrækkelig basisk, og naar der er tilstede tilstrækkelig meget MgO med MnO og FeO i forhold til CaO. Medens de övrige i slagger optrædende mineraler jævnlig viser sig i store, frit udviklede krystaller, der ofte har godt spejlende flader, er det kun yderst sjelden at faa nogenlunde maalbare krystaller af MgO-olivin; store individer optræder neppe nogensinde. — Af denne grund er i den ældre literatur, som er saa overmaade rig paa arbejder

[1]) Efter forudsætning af arithmetisk proportionalitet.

over augit, fayalit, o. s. v., kun en eneste gang, saavidt vides, meddelt undersögelse over MgO-olivin i slagger; dette ene arbejde, hvortil her sigtes, er af P. W. von Jeremejew[1]). De af ham undersögte krystaller var tavleformige efter $\infty \breve{P} \infty$ og ellers begrænsede af ∞P og $2\breve{P}\infty$, altsaa udviklede efter den vanlige type; de gav följende vinkel-værdier:

	Oliviner i slag fra	
	Nížnij-Tagíl	Dalsbruk pr. Åbo
$\infty P : \infty P$	$= 130° 7'$	$130° 5'$
$2\breve{P}\infty : 2\breve{P}\infty$	$= 86° 56'$	$80° 54'$

Disse værdier stemmer paa et par minutter (resp. 4', 2'—2' og 0') med vinklerne paa de af N. v. Kokscharow undersögte oliviner; slag-mineralerne er altsaa i krystallografisk henseende identiske med disse. Heraf sluttes, at de rimeligvis bestaar af ren MgO-olivin, uden spor af CaO-olivin; det erindres, at det nys er paavist, at CaO har en let mærkbar indflydelse paa olivinens vinkler.

I den aller CaO-rigeste olivinslag, som jeg har havt anledning til at undersöge, nemlig en slag fra Tobo pr. Dannemora (analyse no. 40, med surstofforhold 1 : 1.14, med 5.12 O i CaO til 4.88 O i MgO med MnO og FeO) sidder der druser af ganske smaa olivinkrystaller, udviklede efter den vanlige type. Krystallerne er ikke saa gode, at de lader sig maale med absolut sikkerhed; de giver kun værdier, som formodes at være nöjagtige på ca. ½°. —

De fundne vinkler var:

$\infty P : \infty P = 130° 27'$
$2\breve{P}\infty : 2\breve{P}\infty = 81° 5'$
$2\breve{P}\infty : \infty P\infty = (180°—40° 33')$ og $(180°—40° 32')$.

Da disse værdier differerer ganske betydelig (resp. 2° 49½' og 52') fra monticellitens vinkler, sluttes med fuld sikkerhed, at de foreliggende krystaller ikke bestaar af 1 del $(MgO)_2 SiO_2$ til 1 del $(CaO)_2 SiO_2$, om end den smeltemasse, hvoraf mineralet har krystalliseret ud, indeholder endnu mere CaO, end det nævnte

[1]) Künstlicher Olivin, Verh. d. k. russ. min. Ges. St. Petersburg, Bind 15, aar 1879; referat i Zeits. f. Kryst. und Min., Bind 4, aar 1880, pag. 638.

forhold angiver[1]). — Paa den anden side synes værdierne heller ikke at svare absolut til MgO-olivinens, idet der er differentser paa resp. 24′ og 9′; dette skulde antyde, at der her i forbindelsen $(RO)_2 SiO_2$ ogsaa indgaar lidt CaO.

Mere material af ren krystallografisk natur staar ikke til min disposition; kalkbasens forhold til $(RO)_2 SiO_2$ kan saaledes nu ikke nöjere detailleres. —

Af de mikroskopiske undersögelser over CaO-rige olivinslagger synes at fremgaa, at der i alle fald undertiden indgaar ikke saa lidet CaO i olivinen; herom udförligere beretning ved en anden anledning.

ZnO-förende olivin. — Det har i længere tid været bekjendt, at der i olivin kan indgaa lidt ZnO; den saakaldte »stirlingit» (fra Stirling Hill, Sussex Co., N. Jersey), som ifölge krystallografiske undersögelser[2]) danner et led i olivinmineralernes række, bestaar saaledes, efter en i RAMMELSBERGS Mineralchemie (aar 1875) meddelt analyse[2]) af

$$3\,(ZnO)_2 SiO_2 \text{ til } 22\,(RO)_2 SiO_2,$$

hvor RO = FeO med en del MnO og MgO. — Ogsaa i slagolivinerne spiller ZnO en vis rolle, som det vil fremgaa af det följende.

Ved Muldener og Halzbrückner hytter fr. Freiberg, Sachsen, hvor der fornemmelig forsmeltes stærkt rostede (oxyderede), zinkrige blyertser, falder en slag, som, i henhold til egne og andres undersögelser, altid er gjennemgaaende krystallinsk og förende en vrimmel af store fayalit-krystaller. Af de mangfoldige analyser af disse slagger, som er stærkt basiske, med meget FeO, 10—20 % ZnO, en del CaO, lidt MgO, o. s. v.,

[1]) I mikroskopisk præparat af slaggen sees, at olivin, identisk med den i druserum optrædende, kun udgjör en liden del, efter skjön ca. en tiendedel, af den hele masse. De nys anförte bemærkninger gjælder saaledes udelukkende det först udkrystalliserede olivinmineral — Det resterende formodes at være en kalkholdig olivin, altsaa en slags monticellit (idet angjældende mineral, som udgjör den allerstörste del af præparatet, og som saaledes maa have en sammensætning temmelig nöje svarende til selve slaggens, altsaa til analyse no. 40, synes at være rhombisk og paa enkelte steder sammenvoxet med og gaaende over til olivin, identisk med den krystallografisk undersögte.

[2]) Original-beskrivelsen af »stirlingit» er foretaget af professor W. T. ROEPPER, se Amer. Journ. of Science & Arts (Silliman's Journ.), 2:den serie, bind 50, aar 1870. — Den af RAMMELSBERG meddelte analyse er middel af 5 vel overensstemmende analyser, publicerede ved ROEPPER.

meddeles her for simpelheds skyld kun to, begge tagne af A. STELZNERS arbejde om »Zinkspinell-haltige Fayalitschlacken der Freiberger Hüttenwerke». [1])

Analyse no. 28 er af den ordinære, krystallinske slagmasse, no. 29 derimod af selve fayalit-tavlerne (udplukkede og rensede saa vel, som det makroskopisk lader sig gjöre; analysen udfört af Dr. A. SCHERTEL).

	No. 28.	No. 29.
SiO_2	20.7	28.45
SnO_2	—	0.75
FeO	48.8	41.98
ZnO	14.4	18.55
MnO	1.4	—
MgO	1.2	0.84
CaO	3.9	3.00
Al_2O_3	2.5	1.31
PbO	3.9	2.50
BaO	0.3	1.80
CuO	1.2	0.60
S	4.1	1.70
Afdrag for S	2.0	0.85
Sum	100.4	100.63.

Ved mikroskopisk undersögelse viser disse slagger sig (cfr. bl. a. A. STELZNER'S arbejde) næsten udelukkende at bestaa af fayalit, der kun har et par procents iblanding af magnetit, zink-spinel, sulfid, mekanisk medrevet blysten, spor af glas, o. s. v. For at faa selve fayalitens sammensætning fraregnes de forurenende bestanddele. — Til grundlag for en saadan beregning vælger vi slag no. 29, som, at dömme efter et mikroskopisk præparat, der staar til min disposition, holder ca. 2 % zinkspinel og magnetit (eller FeO. Al_2O_3?) tilsammen og kun spor af glas. Cu, Pb og Ba antages i sin helhed at være i forbindelse med S, dels som mekanisk indblandet sten, dels som sulfid, oplöst i smeltemassen; den resterende del S, nemlig 0.75 %, regnes i forbindelse med lige meget Fe og Zn. — Selve silikatet faar paa denne maade en sammensætning, reduceret til 100 %, af:

[1]) Neues Jahrb. f. Min., Geol. und Pal. 1882, I, pag. 170.

Analyse no. 29 b.

		Surstofmængderne.	
SiO_2	31.22	16.65	16.89.
SnO_2	0.82	0.24	
FeO	44.44	9.88	15.05.
ZnO	19.29	3.86	
MgO	0.93	0.37	
CaO	3.30	0.94	
Sum	100.00	Surstofforhold 1 : 1.15.	

At surstofforholdet ikke er netop 1 : 1.00 betyder, dels at vi til spinellerne kan have bortregnet vel meget base, og dels at fayaliten er forurenet med lidt glas.

Som det endelige resultatet faaes, at den her omhandlede fayalit bestaar af

$$1\ (ZnO)_2\ SiO_2 + \text{ca. } 2{,}9\ (RO)_2\ SiO_2,$$

hvor RO er FeO med lidt CaO og spor af MgO.

Ren $(ZnO)_2\ SiO_2$ krystalliserer, saavidt hidtil vides, aldrig i det rhombiske system, homöomorf med olivinmineralerne, men derimod i det hexagonale, nemlig som willemit, homöomorf med troostit, phenakit og dioptas(?). Det bemærkes specielt, at willemit med lethed danner sig paa kunstig vej, ved simpel smeltning [1]), saa grunden til, at den samme forbindelse kan optræde i to krystalsystemer, ikke er at söge i forskjellige dannelses-methoder. — I den egentlige willemit indgaar kun spor af $(FeO)_2\ SiO_2$; derimod kan troostit, som kun er at opfatte som en MnO-, FeO- og MgO-holdig willemit, ifölge de i *Rammelsbergs* Mineralchemie (aar 1875) meddelte analyser, före ikke mindre end

$$1\ (RO)_2\ SiO_2 \text{ til } 4\ (ZnO)_2\ SiO_2,$$

hvor RO er dels MnO alene, dels MnO med temmelig meget FeO og MgO.

Vi slutter heraf, at i de smeltemasser, som holder meget $(ZnO)_2\ SiO_2$ i forhold til $(RO)_2\ SiO_2$, er $(ZnO)_2\ SiO_2$ saa stærk, at den kan tvinge den anden forbindelse med sig ind i det

[1]) Willemit blev allerede for mange aar siden fremstillet kunstig af DAUBRÉE og af ST. CLAIRE-DEVILLE; A. STELZNER og H. SCHULZE fandt mineralet, dannet ved sammenstöd af ZnO og SiO_2, i muffler ved zinkovne (se N. Jahrb. f. Min. Geol. & Pal. 1881, I.). Selv har jeg fundet det samme mineral, udviklet i ganske gode krystaller, i slag, fremgaaet ved almindelig smeltning (material til denne undersögelse blev mig velvillig overladt af A. STELZNER).

hexagonale system; er der omvendt lidet $(ZnO)_2 SiO_2$ tilstede, saa maa den følge med $(RO)_2 SiO_2$ til det rhombiske system.

Grænsen for de blandings-forholde, ved hvilke det sig dannende mineral i det ene tilfælde krystalliserer ud i det hexagonale system, i det andet derimod i det rhombiske, kan endnu ikke drages fuldstændig op; vi vil dog ganske schematisk meddele de vundne resultater:

Ren $(RO)_2 SiO_2$ .....
12 % $(ZnO)_2 SiO_2$: 88 % $(RO)_2 SiO_2$ ... } krystalliserer rhombisk, som olivin.
26 % $(ZnO)_2 SiO_2$: 74 % $(RO)_2 SiO_2$ ... }

Ren $(ZnO)_2 SiO_2$ ..... } krystalliserer hexagonalt, som willemit.
80 % $(ZnO)_2 SiO_2$: 20 % $(RO)_2 SiO_2$ ... }

Anm. Dioptas, som hører med til willemit-gruppen, kan føre en ringe mængde jernoxydul (i alle fald indtil 2 %); af denne grund og i anledning af dioptasens analogi med willemit kan det tænkes, at ogsaa lidt kobberoxyd lejlighedsvis kan indgaa i olivinmineralerne. Dette forhold kan have metallurgisk interesse, og jeg har derfor ikke villet udlade at omtale det.

Paa det nuværende stadium lader det sig ikke gjöre med nöjagtighed at paavise den indflydelse, som ZnO udöver paa olivinernes axeforhold. — Af den saakaldte »stirlingit» gives der, efter W. T. Roepper (l. c.), vistnok store krystaller, men endnu ikke har man faaet individer med gode, maalbare flader; heller ikke den ZnO-rige fayalit kan levere fuldt paalidelige maalinger, men jeg vil dog referere de af mig foretagne krystallografiske undersögelser. — Mineralet er altid udviklet i tynde tavler, som ved maaling er fundet at være $\mp \infty \breve{P} \infty$ [1]); krystallerne er forövrigt begrænsede af ∞P, $2\breve{P}\infty$, $\infty \bar{P} \infty$ og OP(?), altsaa dannede efter den ordinære olivin-type. Följende vinkler bestemtes (approximativt):

$\infty P : \infty \breve{P} \infty = 64° 55'$, hvoraf $\infty P : \infty P = 129° 50'$
$2\breve{P}\infty : \infty \breve{P} \infty = 139° 38\frac{1}{2}'$ og $139° 33\frac{1}{2}'$, middel $139° 36'$, hvoraf
$2\breve{P}\infty : 2\breve{P}\infty = 80° 48'$.

---

[1]) Dette betones specielt, da krystallernes store tavle staar lodret paa den spidse bissektrix, som hos MgO-olivinen er parallel med brachydiagonalen, medens den hos ZnO-fayaliten maa være parallel med makrodiagonalen.

Om olivinmineralernes makrodomatiske vækstretning. — Paa de $\mp \infty \breve{P} \infty$ udviklede olivintavler sees i regelen eller altid, som for en del tidligere omtalt, enten et sæt diagonal-linjer[1]) eller en gjennemgaaende korsvis stribning, og et ganske analogt forhold möder vi hos de mikroskopiske olivin-krystaller og mikrolither, ja, her er kors-retningerne i alm. endog meget mere udprægede end hos de store, frit udviklede krystaller. Grunden til dette saa gjennemgribende forhold er at söge i, at olivinsubstansen ved mineralets dannelse fortrinsvis voxede frem eller byggede sig op efter visse retninger (se fig. 22—26). — Ved en svite undersögelser, hvoraf de fleste allerede er blevne refererede, har det vist sig 1) at vækstretningerne altid svarer til et makrodoma, 2) at OP halvverer den stumpe vinkel mellem retningerne, og at 3) disse altid danner samme vinkel med hinanden. Heraf sluttes, at vækstretningerne svarer til en bestemt krystallografisk flade, nemlig til et makrodoma, $n\breve{P}\infty$.

I et snit, nogenlunde $\mp \infty \breve{P} \infty$, af fayalitslaggen fra Kloster (aar 1853) er maalt, at de to kors-retninger skal danne vinkel 59°—60° med OP, og heraf er beregnet, at n skal være $\frac{1}{3}$. Herom er at bemærke, at det omhandlede snit ikke er skaaret absolut $\mp \infty P \infty$, saa den angivne vinkel er bleven for stor; bestemmelsen af n blir altsaa ikke paalidelig.

For at faa en aldeles sikker maaling udplukkedes nogle tynde, tavleformige fayalit-krystaller fra Freiberg (af den ZnO-rige varietet, hvoraf jeg först fik godt material, efter at den största del af dette arbejde var færdigt) og lagdes ganske fladt paa præparat-glas. Under mikroskop maaltes följende vinkler mellem vækstretningerne og den af spaltbarhederne, som er parallel med de optiske axers plan ɔ: OP: ved 1:ste krystal ... 49°, 48½°, 50°; ved 2:den krystal ... 50½°, 51°; ved 3:die krystal... 50°.

Heraf sluttes, at den tidligere angivne vinkel 59°—60° er for stor, begrundet i, at den er aflæst i skjævt snit.

Ved en del i glas liggende olivinmikrolither maaltes den halve stumpe vinkel mellem opbygnings-retningerne at være: I slag fra Westanfors 1879... 57½°, 51°, 53°, 54½°, 51°, 51½°, — og i slag fra Söderfors 1883... 58½°, 51½°, 55½°, 53½° og 51°. — Af denne serie sluttes, idet det erindres, at de fleste af de maalte snit ikke ligger nöjagtig $\mp \infty \breve{P} \infty$, at vinkelen i virke-

[1]) Hvorved olivinkrystallerne faar udseende som bagsiden af vanlige brev-konvoluter.

ligheden er ca. 51° ɔ: saa stor som i Freiberger-slaggen. — De optiske axers plan ɔ: OP halverer den stumpe vinkel.

I det tidligere citerede arbejde af P. W. von JEREMÉJEW (om kunstig MgO-olivin) er anført, at der paa fladen $\infty\breve{P}\infty$ optræder to striberetninger, som danner vinkel 76° 50′ med hinanden, altsaa enten 51° 35′ eller 38° 25′ med OP. Hertil svarer en dome-retning $n\bar{P}\infty$, hvor n enten er = 1.0013, ɔ: 1, eller = 0.62991. Da vinkel 51° 35′ med OP for det første giver en enkel form, og da den dernæst temmelig nöjagtig svarer til de tidligere anførte værdier fra vore slagger, sluttes, at vækstretningen hos olivin baade i foreliggende tilfælde og i sin almindelighed har gaaet for sig efter domet $\bar{P}\infty$. — Hos MgO-olivinen danner dette dome en vinkel paa 51° 33′ med OP, hos FeO-olivin 51° 38½′.

Til støtte for rigtigheden af den nys foretagne bestemmelse kan meddeles, at DONDORFF i »Beitrag zur Kenntniss der Puddelschlacke»[1]), hvor bl. a. leveres en udförlig detailbeskrivelse af de i de FeO-rige smelteprodukter ordinære fayalit-krystallers habitus, angiver, at de korsvise retninger paa $\infty\breve{P}\infty$-tavlerne danner en vinkel paa 76° 46′ med hinanden.

Notitser om olivinmineralernes optiske egenskaber. — Den i MnO- og FeO-fattige masovnsslagger optrædende MgO-olivin er altid ganske farvelös og uden spor af pleochroisme. Olivin, bestaaende af MgO med nogle procent MnO, viser sig heller ikke at have nogen mærkbar farvenuance eller pleochroisme; vi vil specielt betone, at den krystallinske del af en næsten FeO-fri olivinslag med saa meget som 11.16 % MnO er ren lysegraa, uden brun eller grön farvetone, ja, endog de krystallinske kugler i den basiske, FeO-fattige masovnsslag (analyse no. 44) med ikke mindre end 35.65 % MnO er ganske farvelöse. Indeholder olivinslaggerne derimod foruden MnO ogsaa en eller et par procent FeO, saa blir de strax lidt gulfarvede.

Ren FeO-olivin er i gjennemfaldende lys svag gul med lidt brun, men uden mærkbar grön nuance; mineralet viser sig at være lidt pleochroitisk. I krystalsnit, skaarne $\mp\infty\breve{P}\infty$, er straale, svingende $\perp$ OP, lys brungul, med spor af grön

[1]) Se Jahrb. f. Min., Geol. & Pal, aar 1868. pag. 668.

nuance, og straale, svingende ∓ OP, ganske svag gul. — Næsten aldeles lignende forholde viser den ZnO-rige fayalit fra Freiberg, kun er den endnu svagere farvet end den rene FeO-olivin.

De optiske axers plan hos den i naturen optrædende olivin ligger i basis; det samme finder ogsaa sted hos alle de forskjellige FeO-, FeO & MnO-, FeO & ZnO-oliviner, som jeg har havt anledning til at undersöge, hvoraf sandsynligvis maa kunne sluttes, at det er en almengyldig regel for samtlige olivinmineraler. — Hos MgO-olivin er den spidse bissektrix parallel med brachydiagonalen; det samme synes ogsaa, at dömme efter snit ∓ ∞ P̆ ∞, at være tilfælde med den rene FeO-olivin, derimod forholder det sig ikke saaledes med den ZnO-förende FeO-olivin fra Freiberg (analyse no. 29 b). Krystaller, tavleformige efter ∞ P̆ ∞, af dette mineral viser nemlig axebillede ved konvergent-polariseret lys og krydsede nikols; af de optiske axers udtræden sluttes, at vinkelen mellem samme er stor (men dog under 90°). — Hos MgO-olivin danner de optiske axer en vinkel paa 87° 46′ med hinanden; indgaar istedenfor MgO en af de andre baser, saa maa det forudsættes, at vinkelen i sin almindelighed vil variere. Da den hos MgO-olivinen kun mangler et par grader paa at være ret, skal der ikke stor forandring til, forinden den spidse bissektrix gaar over fra at være parallel brachydiagonalen til at være parallel makrodiagonalen.

Analyse af *olivin-slagger*.
Masovnsslagger, olivin med MgO som hovedbase.

	No. 30.	No. 31.	No. 32.	No. 33.	No. 34.
SiO_2	48,95	47,00	46,72	47,16	44,40
Al_2O_3	7,75	2,40	4,86	5,88	8,92
CaO	21,55	26,75	19,10	21,79	24,35
MgO	18,18	18,10	18,37	22,18	11,41
MnO	0,91	4,46	11,16	2,14	8,59
FeO	0,77	0,45	0,70	0,77	1,03
K_2O	—	0,62	—	—	—
Na_2O	—	0,41	—	—	—
Sum	98,11	100,20	100,41	99,87	98,70

Surstofmængderne i

	No. 30.		No. 31.		No. 32.		No. 33.		No. 34.	
O i SiO_2	26,10		25,07		24,92		25,15		23,68	
» » Al_2O_3	3,61		1,12		2.03		2,72		4,15	
» » CaO	6,16	13,80	7,64	16,20	5,46	15,47	6,23	15,75	6,96	13,69
» » MgO	7,27		7,23		7,84		8,87		4,56	
» » MnO	0,20		1,01		2,51		0,48		1,94	
» » FeO	0,17		0,10		0,16		0,17		0,23	
» » Alk.....	—		0,22		—		—		—	
Surstofforhold [1])	1 : 1,50		1 : 1,45		1 : 1,43		1 : 1,36		1 : 1,33	

	No. 35.	No. 36.	No. 37.	No. 38.	No. 39.
SiO_2	43,78	44,68	43,99	42,83	43,80
Al_2O_3	3,71	3,99	3,91	3,84	5,92
CaO	24,17	27,39	24,06	28,80	27.27
MgO.....	16,11	17,86	21,76	17,45	20,70
MnO	9,11	5,62	4,90	5,44	2,00
FeO	2.44	0,43	1,30	1,48	0,52
CaS.....	0,09	—	—	—	0,056
P_2O_5.....	—	—	—	—	0,013
Sum	99,41	99,97	99,92	99,84	100,28

Surstofmængderne i

	No. 35.		No. 36.		No. 37.		No. 38.		No. 39.	
O i SiO_2	23,35		23,83		23,46		22,84		23,36	
» » Al_2O_3	1,73		1,86		1,82		1,79		2,76	
» » CaO	6,91	15,94	7,83	16,34	6,87	16,96	8,23	16,76	7,79	16,63
» » MgO	6,44		7,14		8,70		6,97		8,27	
» » MnO	2,05		1,27		1,10		1,23		0,45	
» » FeO	0,54		0,10		0,29		0,33		0,12	
Surstofforhold ..	1 : 1,32		1 : 1,31		1 : 1,25		1 : 1,23		1 : 1,20	

[1]) Al_2O_3 regnet som base.

	Almindelige masovnsslagger.		Titanrige masovns-slagger.		Tephroit-slag.	Slag med lidt olivin, først udkrystalliseret.
	No. 40.	No. 41.	No. 42.	No. 43.	No. 44.	No. 45.
TiO_2 ..	—	—	2,40 *)	8,55	—	—
Va_2O_5 ..	—	—	—	0,25	—	—
SiO_2	41,45	41,20	46,11	40,25	40,91	52,10
Al_2O_3 ..	3,69	4,48	4,80	7,34	7,84	5,74
CaO	31,60	28,79	22,71	12,91	8,43	13,40
MgO ..	19,96	22,02	19,98	26,90	2,67	23,34
MnO ..	2,30	2,88	1,34	1,43	35,65	2,76
FeO ..	0,40	0,47	2,25	2,40	0,50	1,16
K_2O ..	—	—	—	—	2,80	—
Na_2O ..	—	—	—	—	0,60	—
BaO ..	—	—	—	—	1,40	—
Sum	99,40	99,84	99,59	100,03	100,80	98,50

Surstofmængderne i

	No. 40.	No. 41.	No. 42.	No. 43.	No. 44.	No. 45.
O i TiO_2 ..	—	—	0,94	3,34	—	—
" " Va_2O_5 ..	—	—	—	0,11	—	—
" " SiO_2 ..	22,11	21,97	24,59	21,47	21,82	27,78
" " Al_2O_3 ..	1,72	2,09	2,24	3,42	3,65	2,68
" " CaO ..	9,03	8,23	7,49	3,39	2,41	3,83
" " MgO ..	7,98	8,80	7,99	10,75	1,07	9,34
" MnO ..	0,52	0,65	0,32	0,32	8,03	0,61
" " FeO ..	0,10	0,10	0,50	0,53	0,11	0,26
" " alk&BaO	—	—	—	—	0,78	—
	17,63	17,78	16,30	15,29	12,40	14,04
Surstofforh.	1 : 1,11	1 : 1,11	—	—	1 : 1,36	1 : 1,55

Analyse af *fayalit-slagger*.

	No. 46.	No. 47.	No. 48 (?).	No. 49.	No. 50.
SiO_2 ..	24,40	26,40	50,56	33,39	37,3
Al_2O_3 ..	4,90	7,50	13,35	7,89	4,6
CaO ..	0,53	1,50	7,03	7,09	0,4
MgO ..	spor	—	4,78	2,35	1,4
MnO ..	0,13	—	0,78 [4])	1.14 [6])	0,3
FeO ..	66,94	62,55	20,64	44,58	54,1
alk ..	— [1])	— [3])	— [5])	[7])	—
Sum	99,78	100,57	97,48	97,06	98,1

Surstofmængderne i

	No. 46.	No. 47.	No. 48(?)	No. 49.	No. 50.
O i SiO_2	12,67	13,70	26,97	16,15	19,9
» » Al_2O_3	2,29	3,56	6,22	3,68	2,1
» » CaO	0,15	0,43	2,01	2,02	0,1
» » MgO	spor	0,14	1,91	0,94	0,6
» » MnO	0,03	—	0,17	0,25	0,1
» » FeO	14,86	13,88	4,59	9,91	12,0
» » alk	[2])0,36	—	ca. 1,00	ca. 0,60	—
Surstofforhold	1 : 0,72	1 : 0,76	1 : 1,69	1 : 0,93	1 : 1,34

Fayalit-analyser, tagne af literaturen.

	No. 51.	No. 52.	No. 53.	No. 54.	No. 55.	No. 56.
SiO_2	31,16	32,96	32,85	30,93	32,4	29,60
Al_2O_3	—	1,56	1,02	—	2,0	1,28
CaO	—	—	—	—	0,9	0,47
MgO	0,65	1,89	1,40	—	1,0	0,35
MnO	—	1,30	2,65	—	2,4	1,13
FeO	67,94	61,24 [8])	62,04 [9])	69,07	60,2	64.61
Sum	99,05	99,16	99,77	100,00	98,9	98,82

Analyse af *olivin-slagger*, som i chemisk henseende ligger ved grænsen mod de andre slag-grupper.

	No. 57.	No. 58.	No. 59.	No. 60.
SiO_2	48,50	42,90	36,86	36,5
Al_2O_3	3,40	9,97	9,85	3,5
CaO	20,14	26,85	29,45	31,4
MgO	23,79	12,26	20,24	10,0
MnO	0,85	7,32	0,43	14,5
FeO	2,60	0,77	0,49	0.5
K_2O	—	—	0,20	—
Na_2O	—	—	0,72	—
CaS	—	—	1,32	3,1
Sum	99,28	99,57	99,56	98,5

Surstofmængderne i

	No. 57.	No. 58.	No. 59.	No. 60.
O i SiO_2	25,87	22,58	19,66	19,5
» » Al_2O_3	1,58	4,64	4,59	1,6
» » CaO	5,75	7,53	8,42	9,0
» » MgO	9,51 16,03	4,90 14,25	8,09 16,93	4,0 16,4
» » MnO	0,19	1,65	0,09	3,3
» » FeO	0,58	0,17	0,11	0,1
» » alk	—	—	0,22	—
Surstofforhold	1 : 1,47	1 : 1,21	1 : 0,91	1 : 1,08

Til sammenligning meddeles ogsaa de rene olivinmineralers chemiske sammensætning.

	MgO-olivin.	FeO-olivin.	MnO-olivin.	CaO-olivin.
SiO_2	42,86	29,41	29,70	34,88
RO	57,14	70,59	70,30	65,12
Sum	100,00	100,00	100,00	100,00

Olivin-slagger [1]).

Af masovnsslaggerne er no. 32, 41, 43 og 44 omtalte i hovedtexten (pag. 45—60); no. 40 er omtalt i tillægget (pag. 72).

No. 30. Fra *Hammarby, 1879* (analyseret af C. G. Särnström). Lyst blaagrönt glas med en del krystaludsondringer; mikroskopisk præparat af glasset viser typiske olivinmikrolither (som paa fig. 26).

No. 31 og no. 32. Fra *Westanfors*, no. 31 fra $^{16}/_{9}$ 1874 (analyseret af Dr. A. Tamm), no. 32 fra 1879 (C. G. Dahlerus). No. 31 er lysegraa med svagt grönt skjær, krystallinsk, altid med smaa individer; i druserum sees smaa olivinkrystaller af den vanlige typus. — No. 32 er mikroskopisk undersögt, viser olivin (se tidligere beskrivelse).

[1]) De hidhörende analyser er samtlige udförte paa Stockholms Bergskola.

No. 33. Fra *Nykroppa*, *1879* (C. G. DAHLERUS). Finkrystallinsk, med smaa olivinkrystaller.

No. 34. Fra *Vordernhyttan*, *Steyermark*, *1884* (C. G. SÄRNSTRÖM). Lysegrönt glas med masser af olivinmikrolither.

No. 35. Fra *Flicken*, *febr. 1877* (C. SANDAHL). Lys blaagrönt glas, med olivinmikrolither og næsten færdige olivinkrystaller, liggende i glasbasis; mikroskopisk undersögt.

No. 36. Fra *Söderfors* övningsmasovn, *1877* (middel af to gode analyser, udförte af R. BERGVALL). Finkrystallinsk, med smaa olivinkrystaller. Tilsvarende slag, fra aar 1883, er mikroskopisk undersögt.

No. 37. Fra *Tobo*, *1864* (G. BERGH, *1865*). Med smaa olivinkrystaller, udseende som de andre slagger fra Tobo (no. 40 og 41).

No. 38. Fra *Söderfors* övningsmasovn, *1877* (middel af to gode analyser, udförte af PH. W. MOEN). Aldeles som no. 35.

No. 39. Fra *Carlsdal*, *1862*. (I. F. LUNDBERG, *1862*). Finkrystallinsk, med olivinslaggernes typus, i druserum sidder tvivlsomme olivinkrystaller.

No. 40 og 41. Fra *Tobo*, no. 40 fra aar *1865* (K. R. WINQVIST). Om no. 41 se tidligere (pag. 54); den lysegraa del bestaar af olivinkrystaller med kun meget lidet glas; den lysegrönne del bestaar kun for halvparten eller tredieparten af olivinkrystaller; resten er glas med tynde tavler, efter udseende og udslukningsforholdene melilith. — Slag no. 40 holder de paa pag. 72 omhandlede olivinkrystaller; hovedmassen i præparatet udgjöres antagelig af CaO-rig olivin.

No. 42. Fra *Bollsta* masovn, *1872*, da der smeltedes Ulsömalm (analyseret af O. MAGNI; *) TiO_2-gehalten er middel af 3 analyser, visende 2.18, 2.31 og 2.71 % TiO_2, udförte af resp. O. MAGNI, J. A. LINDGREN og A. ISÆUS). — Slaggen har graa, krystallinsk kjærne, hvori sidder smaa olivinkrystaller af den vanlige type, med mörkegraat overfladeglas.

No. 43. Fra *Lindefors* masovn, *Smaaland*, 1867, ved smeltning af Tabergs titanrige jernmalm. Se tidligere beskrivelse (fig. 25).

No. 44. Fra *Sunnemo, Wermland*, (analyseret af AXEL PIHLGREN). Se tidligere beskrivelse.

No. 45. Fra *Svartnæs, 1867* (C. G. SÄRNSTRÖM). Indeholder ca. 10 % olivin, ofte i gode krystaller, som er den i massen først dannede bestanddel; resten er glas og et mineral, som ikke er bestemt med sikkerhed, er rimeligvis augit eller enstatit.

Fayalit-slagger.

No. 46 og 47. Raastensslagger fra *Fahlun kobberværk*, förende store fayalit-tavler (analyserede af resp. H. LUNDBORG og B. LITTORIN). Se tidligere beskrivelse.

[1]) samt 0,88 % CuO, 0,90 % ZnO og 0,10 % CoO, metallerne delvis i forbindelse med S.

[2]) O i de samme oxyder er tillsammen 0,36.

[3]) samt 0,60 % Cu, 1,66 % S.

No. 48. Raastensslag (stivslag) fra *Kongsberg sölvværk, 1880.* (I. H. L. VOGT). Se tidligere beskrivelse, förer sandsynligvis fayalit.

[4]) med lidt NiO og ZnO.

[5]) samt 0,29 % Cu_2O, 0,004 % Ag, begge metaller som mekanisk indblandet sten, og ca. 2 % K_2O og Na_2O.

No. 49. Raastens-rösteslag (tyndslag) fra *Kongsberg sölvværk, 1880.* (I. H. L. VOGT). Se tidligere beskrivelse.

[6]) med lidt NiO og ZnO.

[7]) samt 0,57 % Cu_2O, 0,05 % Ag, begge metaller som mekanisk indblandet sten, og ca. 2 % K_2O og Na_2O.

No. 50. Fra *Långbanshyttan, 1849.* (A. J. WATHÉN, *1850*). Bestaar af fayalit, i de ordinære, tavleformige krystaller, med flader $\infty\breve{P}\infty$, $2\breve{P}\infty$ og ∞P.

No. 51—56 er tagne af den ældre literatur; flere fayalit-analyser medtages ikke, da de i alm. er meget enformige. — No. 51. Fersksslag, efter MITSCHERLICH. No. 52. Fersksslag, fra Dax i Pyrenæerne, efter WALCHNER. [8]) indeholder desuden 0.20 % K_2O. No. 53. Fersksslag, fra Badenhausen, efter WALCHNER. [9]) indeholder desuden 0.29 % K_2O. No. 54. Sortkobberslag fra Fahlun, efter MITSCHERLICH. No. 55. Friskslag, fra

Silbernaaler friskhytte pr. Clausthal, efter METZGER.
No. 56. Engelsk puddelslag, efter PERCY og MILLER.

Olivin-slagger, liggende paa grænsen mod de andre slag-grupper.

No. 57. Fra *Carlsdal, 1871* (analyseret af C. A. THORILD). Finkrystallinsk masse, hvori makroskopisk sees nogle daarlige olivintavler; under mikroskopet viser det sig, at olivin, udgjörende ca. 25 % af den hele masse, er det mineral, som först har dannet sig; resten er rimeligvis augit.

No. 58 Fra *Vordernhyttan, Steyermark, 1884* (C. G. SÄRNSTRÖM, 1884, cfr. no. 34). — Slaggen er finkrystallinsk, lysegul, viser under mikroskopet halvveis opbyggede olivinkrystaller.

No. 59. Fra *Bethlehem, Pennsylvanien*, 1876 (W. HESSLIN). — Slaggen er graa, meget finkrystallinsk, viser under mikroskopet store, næsten færdig opbyggede olivinkrystaller (udgjörende ca. 40 % af den hele masse) samt spinel og regulære mikrolither af CaS (om de to sidste se senere); desuden er der en hel del glas tilstede.

No. 60. Fra *Schisshyttan, Dalarne, 1869*, ved blæsning af speiljern (J. W. SEVERT). — Bestaar i alm. fornemmelig af en CaO- MnO- MgO-olivin, indeholder desuden et sted en hel del melilith; nöjere beskrivelse findes under afsnittet om mililith-slagger.

Hexagonalt kalksilikat.

Literatur:

KOCH. Beiträge zur Kenntniss krystallinischer Hüttenproducte. Göttingen, 1822, pag. 40—81.

I. FR. L. HAUSMANN. Beiträge zur Kenntniss der Eisenhohofen-Schlacken (»Kieselschmelz», pag. 323—337). Studien des Göttingischen Vereins Bergmännischer Freunde, 6:ten Bandes 3:tes Heft. 1854.

Dr. C. SCHNABEL. Untersuchung einer krystallisirten Schlacke von der Sayner Hütte. Pogg. Ann. Band 84, aar 1851, pag. 158.

Efter at störsteparten af det her foreliggende arbejde var skrevet færdig og indleveret til trykning, har jeg havt anledning til at studere et mere fuldstændigt material end det, som oprindelig stod til min disposition. Under disse fortsatte undersögelser har det bl. a. vist sig, at et hexagonalt kalksilikat, som ikke svarer til noget af de i naturen hidtil kjendte mineraler, spiller en principiel rolle i de kalkrige slagger af surhedsgrad mellem ca. 1 : 1.50 og ca. 1 : 2.00.

Frist udviklede krystaller af det her omhandlede mineral viser sig begrænset af ∞ P. OP; andre flader har jeg ikke seet[1]). Krystallerne er oftest kort söjleformige, undertiden endog rent tavleformige; lang söjleformige krystaller har jeg kun truffet i et par stuffer. — Lejlighedsvis kan krystallerne antage ganske betydelige dimensioner; i Berliner Bergakademies samlinger findes saaledes (under etikette »kalk-nefelin?») hexagonale krystaller af 1.5—2 cm's længde og 1—1.5 cm's bredde; det ordinære er, at krystallerne er ca. 0.5 cm. lange eller brede. — Det fremgaar heraf, at det foreliggende mineral ikke kun viser sig i mikroskopiske krystaller.

I snit ∓ OP af krystaller fra forskjellige lokaliteter (f. ex. Sayner Hütte ved Rhinen, Edsken, Söderfors og Forsbacka i Sverige) er det med fuld sikkerhed bleven afgjort, at mineralet er *optisk enaxigt* (idet man ved konvergent-polariseret lys og krydsede nikols faar kors under fuld omdrejning); da mineralet altid, saavel i de frit udviklede krystaller som inde i slagmasserne, viser sekssidig begrænsning eller opbygning, sluttes, at mineralet er hexagonalt, ikke kvadratisk. I snit ∓ OP sees endvidere, at mineralet er *optisk positivt*. — Dobbeltbrydningen er i alle fald saa stor, at man i mikroskopiske præparater af ordinær tykkelse i konvergent-polariseret lys ved snit ∓ OP kan afgjöre ved brugen af ¼' bölgelængdes glimmerblad, om mineralet er optisk positivt eller negativt.

For at det kan være indlysende, at det her omhandlede mineral ikke maa opfattes som en ren undtagelsesvis, ganske »tilfældig» dannelse, men derimod som et i de kalkrige slagger af den tidligere nævnte surhedsgrad jævnlig eller altid optrædende mineral, skal her opregnes de slagger, hvor jeg har havt anledning til at iagttage hexagonale krystaller.

[1]) Koch anförer paa sin hexagonale »Kieselschmelz» lejlighedsvis at have fundet en pyramide, som med söjlefladen danner en vinkel paa 103° 16'.

Svenske slagger [1]). Fra Edsken (analyse no. 63), Söderfors, 1880 (analyse no. 62) og Forsbacka, dec. 1871 (analyse no. 61). I alle tre slagger sees makroskopiske krystaller, som vistnok er meget daarlige; mikroskopiske præparater godtgjör, at det optrædende mineral er hexagonalt og identisk med det i de övrige slagger.

Tyske slagger. Fra Sayner Hütte pr. Rhin, aar ca. 1850 (Dr. C. SCHNABELS original-material [2]), analyse no. 64, a & b). Borbeck i Westphalen, aar 1853 (analyse no. 65, paafæstet etikette i Freiberger Bergakademies samlinger). Videre i samme samling: flere slagger med store, hexagonale tavler, fra Ilsenburg, 1849, og flere fra Sayner Hütte ved Bernsdorf og Mühlhofen ved Sayn. — I Clausthaler Bergakademies metallurgiske samlinger: fra Rothe Hütte, Lerbacher Hütte og flere andre paa Harz; i Berliner Bergsakademies samlinger: adskillige stykker fra »Mühlhofen ved Sayn» og fra »Sayner Hütte», flere fra Königshütte, Schlesien.

Endvidere findes i den rent praktisk-metallurgiske literatur hist og her anfört chemiske analyser af slagger, som opgives at krystallisere i hexagonale söjler eller tavler; da analyserne fuldstændig stemmer overens med de övrige her meddelte, hvor jeg selv har kunnet undersöge materialet, kan de her uden videre medtages. — I RAMMELSBERGS Chemische Metallurgie omtales »slag i sekssidige tavler, fra Charleroy», analyseret af BERTHIER (analyse no. 67); KERPELY beskriver i Berg- und Hüttenm. Zeit., aar 1864, pag. 146 »slag med smaa druser af fuldkommen udviklede rhomboedriske krystaller», fra Anina i Banatet (Sp. v. 2.919, 2.920, analyse no. 66).

Allerede i et af de ældste arbejder, som overhovedet findes, over krystalliserede hytteprodukter, nemlig KOCHS (i aaret 1822) omhandles slagger, der förer hexagonale söjler og tavler. For dette mineral indförte KOCH benævnelsen »*Kieselschmelz*», hvilket navn han forövrigt ogsaa anvendte for at betegne kunstig augit eller diopsid; paa grund af denne konfusion medtages ingen af KOCHS analyser her. — I. FR. L. HAUSMANN foreslog (i 1854, se lit.) at beholde navnet »Kieselschmelz» for det hexagonale mineral alene. De analyser, som H. meddeler for de

[1]) Hvilke som bekjendt i regelen udmærker sig ved relativt liden kalkgehalt, derimod stor MgO-gehalt.

[2]) Dette opbevares i Freiberger Bergakademies samlinger; gjennem director RICHTER har jeg heraf faaet material til optisk undersögelse.

hexagonale krystaller, udplukkede og rensede saa nöjagtig, som det makroskopisk lod sig gjöre, stemmer temmelig nöje med de, som her er anförte for det af mig selv undersögte hexagonale mineral; vi slutter heraf, at KOCHS og HAUSMANNS »Kieselschmelz»[1]) er identisk med vort her omhandlede kalksilikat.

I den nys citerede literatur findes angivet, at hexagonale slag-krystaller optræder temmelig almindelig, noget, som ogsaa fremgaar af mine egne undersögelser. Det er derfor paafaldende, at mineralet i de senere aar neppe en eneste gang har været paaagtet eller omtalt i literaturen (ikke engang i C. W. C. FUCHS's og F. FOUQUÉ ET M. LÉVY's oversigtsarbejder). Grunden hertil maa være at söge i, at i udlandet (Tyskland, England, Frankrige m. m.) holder man i almindelighed nu med flid masovnsslaggerne saa basiske og kalkrige som mulig, saa der istedenfor det hexagonale kalksilikat krystalliserer ud melilith (se oversigtstabellen); som tidligere omtalt, er de svenske slagger i regelen relativt CaO-fattige og MgO-rige, saa der i almindelighed danner sig pyroxen eller olivin. I de tre svenske slagger, hvori er fundet vort hexagonale kalksilikat, er MgO-gehalten forholdsvis betydelig, noget, som muligens er grunden til, at slaggerne ikke förer store krystaller.

Tidligere er omtalt, at de övrige i silikat-slaggerne optrædende mineraler samtlige svarer til forbindelser, som ogsaa findes i naturen, tilmed til saadanne, som hörer med blandt de mest almindelige, bergartdannende mineraler. Man skulde derfor paa forhaand vente, at ogsaa vort hexagonale kalksilikat skulde være identisk med et fra naturen tidligere kjendt mineral, men saa er dog ikke tilfælde. — Man vil muligens forestille sig, at vi egentlig her har at gjöre med en slags nefelin; paa grund af slaggernes chemiske sammensætning maatte denne i tilfælde have kalk som karakteriserende base (istedenfor natron), altsaa være en kalk-nefelin[2]). — Ordinær nefelin bestaar, ifölge den af RAUFF (se Zeits. f. Kryst. II, 1878, pag. 345) opstillede formel, af

$$4\ R_2O.\ 4\ Al_2O_3.\ 9\ SiO_2.$$

[1]) I Berliner Bergakademies samling har jeg seet et par slagger fra Sayner Hütte (eller »Mühlhofen bei Sayn»), med HAUSMANNS egen haandskrift mærket »Kieselschmelz»; disse krystaller havde udseende aldeles som f. ex. de af Dr. SCHNABEL undersögte (analyse no. 64, a & b) og slag fra Borbeck (analyse no 65).

[2]) I den ordinære nephelin indgaar der gjerne indtil et par procent CaO; heraf kan vistnok ikke sluttes, at ren kalk-nephelin skal kunne existere.

Eventuel kalk-nefelin maa efter dette karakteriseres ved

$$4\ CaO.\ 4\ Al_2O_3.\ 9\ SiO_2$$

o: 45.06 % SiO_2, 35.04 % Al_2O_3 og 19.90 % CaO.

Ved sammenligning med vore analyser sees, at disse afviger i ganske principiel grad fra den her anförte sammensætning. 1) Nefelinerne har efter RAUFF surstofforhold 1 : 1.125 (efter RAMMELSBERGS 1 : 1.167 og efter den tidligere formel 1 : 1.00), medens vore hexagonal-slagger har surstofforhold resp. 1 : 1.426, 1.441, 1.53, 1.53, 1.58, 1.64, 1.68 og 1.73, hvortil kommer HAUSMANN'S »Kieselschmelz» med resp. 1 : 1.92, 1.96, 1.97, 2.19 (og 2.67?). 2) Eventuel kalk-nefelin skulde holde 35.04 % Al_2O_3, medens vore slagger gjennemgaaende kun förer temmelig liden Al_2O_3-gehalt, nemlig resp. 14.78, 12.25, 13.0 — 8.41, 7.93, — 5.37, 4.47 og 3.83, samt »Kieselschmelz» med resp. 15.43, 15.28, 11.52, 9.40 og 5.51 % Al_2O_3. — Som senere skal omtales, indgaar i vort mineral antagelig ikke engang spor af Al_2O_3[1]).

Som en videre forskjel kan anföres, at vort mineral er optisk positivt, nefelin derimod optisk negativ.[2])

Paa det nuværende stadium lader det sig ikke gjöre med absolut sikkerhed at opstille chemisk formel for vort kalksilikat, idet nemlig de analyser, som foreligger, dels kun viser det raaderum, hvori mineralet krystalliserer ud (cfr. oversigtstabellen), og dels repræsenterer krystallerne med forurening af den ordinære slagmasse. — For nöjere at klargöre forholdet vil vi tænke os, at f. ex. augitens chemiske sammensætning ikke var kjendt fra mineralogien; skulde dens formel da udledes af vore slag-

[1]) HAUSMANN holdt sin »Kieselschmelz» for at være en kalk-beryl (altsaa beryl, hvor CaO erstatter BeO); men dette synes mig af flere grunde ikke at kunne være tilfælde. 1) Den naturlige beryl holder aldrig meget CaO, saa det er höjst usikkert, om overhovedet kalkberyl kan existere. 2) Dette mineral maatte i tilfælde bestaa af: 57.04 % SiO_2, 16.32 % Al_2O_3 og 26.64 % CaO, hvilken sammensætning i væsentlig grad afviger fra vore slag-analyser; navnlig er Al_2O_3-gehalten altfor höj. 3) Beryl er optisk negativ, vort kalksilikat derimod optisk positivt.

[2]) I petrografiske beskrivelser har man jævnlig, i alle fald tidligere, opfört omtrent uden nöjere undersögelse alle kort- söjleformige, hexagonale mineraler som nefelin; endog melilith i mange basalter har i alle tider maatte passere som nefelin. Der kunde være grund til at undersöge, om ikke noget af det, som tidligere er bleven holdt for nefelin, i virkeligheden skulde være vort hexagonale kalksilikat. Det bekvemmeste kjendemærke mellem de to mineraler er, at nefelin er optisk negativ, det andet derimod optisk positivt.

analyser, saa maatte vi först og fremst stille os for öje, at vi har augit paa alle mulige mellemstadier mellem surstofforhold 1 : ca. 2.50 og 1 : ca. 1.50. Heraf kan, som nöjere studium af tabellen viser, aflæses det resultat, at augiten maa have et midlere surstofforhold mellem de to yderled, men at det skal være nöjagtig 1 : 2.00, kan ikke sluttes. — Som senere skal omtales, kunde vi finde en ledetraad til lösningen ved det faktum, at i de af vore augit-slagger, som har surstofforhold temmelig nær 1 : 2.00, er den hele masse gaaet over til udkrystalliseret mineral.

Vi skal forsöge, saa vidt det lader sig gjöre, at drage op grænserne for den kiselsyre-mængde, som indgaar i vort hexagonale mineral. — Af oversigtstabellen sees, at i de kalkrige, lerjordsholdige smeltemasser krystalliserer i alm. melilith ud, naar surstofforholdet er under 1 : ca 1.40, derimod det hexagonale mineral ud, naar forholdet er over 1 : ca. 1.40; vi har nemlig paa den ene side melilith-slagger med surstofforhold 1 : 1.435 1,424 og 1.32, paa den anden side hexagonal-slagger med surstofforhold 1 : 1.53, 1.53, 1.441, 1.426[1]). — Af denne omstændighed udledes som resultat — hvis berettigelse senere nöjere skal udvikles —, at vort mineral maa indeholde mere SiO_2, end surstofforhold 1 : 1.40 angiver, og endvidere, at det sandsynligvis ogsaa maa holde mere end 1 : 1.50; thi i modsat fald maatte det ventes, at det hexagonale mineral skulde krystallisere ud i saa basiske smeltemasser som ved surstofforhold 1 : 1.25 eller 1 : 1.30, men saa er ikke tilfælde.

I de stærkt kalkrige smeltemasser af sammensætning bisilikat eller noget derover synes det, at dömme efter det vistnok temmelig ringe material, som har staaet til min disposition, at den forbindelse, som danner sig, altid er identisk med naturens wollastonit. De hidhörende slagger karakteriseres makroskopisk ved grupper af lange blade, hvoraf jævnlig flere nærliggende er indbyrdes nogenlunde parallelt orienterede. Efter HAUSMANNS beskrivelse[2]) er det sandsynligt, at de af ham saakaldte »chytophyllit»- og »chytostilbit»-slagger, som i alm. udmærker sig ved stor CaO-gehalt, i alle fald undertiden har be-

[1]) Heraf maa ikke sluttes, at grænsen skal være netop ved 1.425—1.435: idet for det förste krystallisations-loven, som efter sit væsen principielt afhænger af smeltemassernes chemiske sammensætning, inden visse grænser maa kunne modificieres af de fysiske forholde, se herom senere, — og idet for det andet selve de chemiske analyser ikke kan forudsættes at være absolut nöjagtige.

[2]) Beiträge zur Kenntniss krystallinischer Hüttenproducte. Studien des Göttingischen Vereins Bergmännischer Freunde. 7:te Band, 1856.

staaet af wollastonit. Det anföres paa flere steder af HAUSMANN, at hans »Kieselschmelz» sidder inde i bladige masser (hans chyto-phyllit eller -stilbit), altsaa i formodet wollastonit, — en iagttagelse, som jeg ogsaa selv gjentagne gange har havt anledning til at foretage. Heraf följer, at det neppe eller sandsynligvis absolut ikke lader sig gjöre at opdrage skarpe grænser mellem de tkiselsyreforhold, hvorunder wollastonit danner sig, og det, hvorunder det udkrystalliserende mineral antager det hexagonale kalksilikats natur. — Det synes dog, at vi, paa basis af de hidtil foretagne undersögelser, kan opstille med approximativ sikkerhed den regel, at i kalkrige slagger surere end 1 : ca. 2.10 danner kun wollastonit sig, og at i de, som er mere basiske end 1 : ca. 1.80, danner kun det hexagonale silikat sig, medens begge mineraler kan krystallisere ud i fællesskab ved de mellemliggende surstofforhold. Heraf skulde som det sandsynlige resultat fremgaa, at det hexagonale mineral har surstofforhold 1 : ca. 1.67 eller 1 : ca. 1.75. — Denne opfatning bestyrkes desuden af det faktum, at i den af vore slagger, som har surstofforhold 1 : 1.73 — og som desuden kun holder 3.83 % Al_2O_3 — er paa enkelte steder næsten den hele masse krystalliseret ud til det hexagonale mineral, medens de mere basiske slagger samtlige holder temmelig meget glas.

Da lerjords-gehalten i de her omhandlede slagger i det hele og store er temmelig ringe och desuden stærkt varierende, nemlig mellem 15.43 og 3.83 %, er det ikke sandsynligt, at lerjord indgaar i det udkrystalliserede mineral som karakteriserende bestanddel. Særlig betones, at i slag med kun 3.83 % Al_2O_3 er paa enkelte steder næsten den hele masse gaaet over til mineral.

Af oversigtstabellen sees det, at i smeltemasser af den her omhandlede surhedsgrad danner det hexagonale mineral sig, naar CaO er tilstede i aldeles overvejende masse, medens der derimod ved relativt voxende MgO-gehalt krystalliserer ud augit (i de CaO-rigeste smeltemasser undertiden eller altid i fællesskab med et lyst, stængligt mineral, som endnu ikke er bleven bestemt med sikkerhed).

De relativt CaO-fattigste af vore hexagonal-slagger holder:

Analyse no.	63.	37.76 %	CaO	mod	7.78 %	MgO,	0.37 %	MnO	og	0.73 % FeO.
»	» 62.	39.39 »	»	»	6.22 »	»	1.53 »	»	»	0.64 » »
»	» 68.	29.30 »	»	»	1.15 »	»	0.0 »	»	»	6.58 » »
»	» 61.[1]	38.10 »	»	»	6.82 »	»	0.18 »	»	»	0.17 » »

[1]) I denne slag optræder et par procent augit, som er krystalliseret tidligere ud end det hexagonale mineral; da den kun er tilstede i meget ringe mængde, modificieres derved den chemiske sammensætning af det resterende (»moderluden») ikke i mærkbar grad.

Paa den anden side holder de CaO-rigeste slagger, hvori ikke det hexagonale mineral, men derimod augit (alene eller med det endnu ikke bestemte stænglige mineral) har dannet sig, följende forhold mellem CaO og MgO med MnO og FeO:

Analyse no.	[1]).	32.30	%	CaO	mod	5.34	%	MgO,	2.51	%	MnO	og	0.79 % FeO.
» »	[1]).	30.71	»	»	»	8.47	»	»	5.67	»	»	»	0.54 » »
» »	[1]).	32.26	»	»	»	8.65	»	»	5.06	»	»	»	0.38 » »
» »	82.	37.52	»	»	»	8.73	»	»	1.75	»	»	»	0.50 » »
» »	[1]).	27.60	»	»	»	7.01	»	»	3.16	»	»	»	1.27 » »
» »	[1]).	30.71	»	»	»	9.50	»	»	1.41	»	»	»	0.95 » »
» »	[1]).	29.48	»	»	»	9.82	»	»	1.30	»	»	»	1.48 » »
» »	9.	28.26	»	»	»	8.70	»	»	1.95	»	»	»	2.29 » »

For oversigtens skyld reducerer vi til chemisk valens; vore MgO-rigeste hexagonal-slagger holder, naar vi med RO betegner MgO med noget MnO og FeO:

1 RO til 3.19, 3.79, 4.36 og 3.88[2]) MgO,

medens paa den anden side de MgO-rigere slagger, som ikke förer det hexagonale mineral, holder:

1 RO til 3.22, 1.84, 1.97, 2.73, 2.08, 2.03, 1.86 og 1.82.

Af disse to rækker fremgaar, at der ikke er absolut skarp grænse mellem de MgO : RO-forhold, hvorved det hexagonale mineral krystalliserer ud, og de, hvorved der danner sig andre forbindelser[2]). — Som det sandsynlige resultat udledes, at i smeltemasser, af surhedsgrad liggende mellem ca. 1 : 1.50 og ca. 1 : 2.00, danner det hexagonale mineral sig altid, naar der er mere CaO tilstede, end CaO : RO = ca. 3.7—3.9 angiver, — medens augit (?med et endnu ikke bestemt mineral?) altid danner sig, naar der er mindre CaO tilstede, end CaO : RO = ca. 3.0—3.1; i det mellemliggende rum synes begge mineraler at kunne danne sig.

---

[1]) Se tillægget om augit.

[2]) Se anm. forrige side.

[3]) De analyser, som har givet de to grænseværdier, er udförte af C. G. SÅRNSTRÖM og C. G. DAHLERUS, begge to analytikere af specialitet. — For at faa oversigt over den indflydelse, en liden fejl eller unöjagtighed i bestemmelsen af de forskjellige bestanddele kan udöve paa forholdet MgO : RO, vil vi stille op mod hinanden följende talserier, som ikke afviger mere fra hinanden, end vanligt er ved ikke særdeles samvittighedsfuldt udförte analyser af samme material:

32.30 % CaO mod 5.34 % MgO, 2.51 % MnO og 0.79 % FeO.
32.50 » » » 5.30 » » 2.35 » » » 0.62 » »

Den förste serie giver MgO : RO = 3.22, den anden 3.39 d: i almindelighed kan ikke paaregnes, at vore analyser giver större nöjagtighed for dette forholds vedkommende end om ca. ± 0.10 til ± 0.15.

Det er en selvfölge, at mineraldannelsen ogsaa i dette felt maa gaa for sig efter en bestemt lov eller et bestemt princip. De sekundært virkende omstændigheder, som er grunden til, at den chemiske grænse mellem det hexagonale mineral paa den ene side og augit (med det endnu ikke bestemte?) paa den anden ikke betegnes ved en aldeles urokkeligt MgO : RO-kvotient, kan tænkes at være beroende paa följende, dels fysiske og dels chemiske, forholde: 1) Tilstedeværelse af en större eller mindre Al_2O_3-gehalt. Som senere skal omtales, modarbejder Al_2O_3 augitmineralernes dannelse; hvorledes den stiller sig ligeover for det hexagonale mineral, vides ikke med sikkerhed, kun kan af analyserne aflæses, af den nævnte forbindelse jævnlig, o: med lethed, krystalliserer ud i smeltemassen med 12—15 % Al_2O_3 — en omstændighed, som tyder paa, at Al_2O_3 ikke lægger nogen væsentlig hindring ivejen for mineralets dannelse. Heraf udledes som det ikke usandsynlige resultat, at i smeltemasser, som ligger paa grænsen mellem det hexagonale mineral og augit (med det andet, endnu ikke bestemte?), vil en stor Al_2O_3-gehalt hindre augitmolekylerne i at konstituere sig o: her vil det hexagonale mineral komme til at krystallisere ud, hvis de övrige betingelser er forhaanden. — 2) Indbyrdes variation mellem MgO, MnO og FeO. Detailleret udredning af virkningen af disse baser, hver for sig eller i hvilketsomhelst indbyrdes forhold til hinanden, i den her omhandlede henseende kan ikke leveres, da det ikke vides, hvorledes det hexagonale kalksilikat stiller sig ligeover for hver enkelt af MgO, MnO og FeO. — 3) Större eller mindre surstofforhold (eller SiO_2-gehalt). Hvis det hexagonale mineral har surstofforhold 1 : ca. 1.66 eller 1 : ca. 1.75, vil det sandsynligvis kunne danne sig i smeltemasser med tilsvarende surstofforhold, selv om der er ualmindelig meget RO tilstede, medens augit omvendt i smeltemasser af surstofforhold ca. 1 : 2.00 sandsynligvis vil kunne konstituere sig ved relativ stor CaO-gehalt. — 4) Endelig kan temperaturens höjde, krystallisations-processens varighed og lign. muligens ogsaa modificiere grænsen mellem det hexagonale mineral og augit paa en eller anden maade; da förstnævnte mineral ikke kjendes i naturens eruptive bergarter, — ligesom overhovedet hidtil ikke i noget produkt i naturen —, er det sandsynlig, at molekylernes tendens til at individualisere sig som augit faar overhaand, naar afkjölingen gaar langsomt for sig.

Af den nys refererede udvikling faaes, at det hexagonale kalksilikat rimeligvis har sammensætning

$$(RO)_7 (SiO_2)_4 \text{ eller } (RO)_5 (SiO_2)_3,$$

hvor RO er CaO, sandsynligvis undertiden med noget MgO, MnO eller FeO, i alle fald sikkert undertiden med noget MgO. Om MnO og FeO ved udkrystallisationen följer med ind i det hexagonale mineral, kan ej afgjöres, da der i de slagger, hvoraf jeg har mikroskopiske præparater, altid kun er meget lidet MnO og FeO tilstede. I slag no. 61, med 3.88 CaO mod 1 RO, hvor RO er omtrent MgO alene, er undertiden næsten den hele masse gaaet over til det hexagonale mineral, hvoraf sluttes, at dette ogsaa kan före lidt MgO. — Da mineralet karakteriseres ved CaO, er det sandsynligt, at denne base i sin almindelighed fortrinsvis gaar ind i det sig dannende individ, medens derimod MgO med MnO og FeO fortrinsvis blir tilbage i moderluden; herved faaes, idet der henvises til den foregaaende udvikling, at RO i silikatets formel bestaar af CaO med rimeligvis i maximum saa meget MgO, MnO og FeO, som forhold 1 (MgO, MnO og FeO) til ca. 4 CaO angiver.

Det er mulig, at der i vort mineral kan indgaa lidt af et lerjord-silikat, paa samme maade som forholdet er med augitgruppens mineraler.

I forbindelse med det hexagonale kalksilikat skal omtales en notits i et netop udkommet arbejde af L. Bourgeois, om »Reproduction par voie ignée d'un certain nombre d'espèces minérales appartenant aux familles des silicats, des titanites et des carbonates».[1]) — Bourgeois giver for det förste en kritik over de tidligere forsög angaaende synthetisk fremstilling af wollastonit og kommer herved til det resultat, at et produkt analog med naturens wollastonit endnu ikke er bleven erholdt paa kunstig vej.[2]) Derefter meddeles udfaldet af sammensmeltning af ekvivalente mængder CaO og SiO_2; de erholdte krystaller er langagtige prismer, ofte tvillinger, i tversnit visende sig at være optisk enaxige og optisk positive. Heraf drager Bourgeois den slutning, at $CaO.SiO_2$ er dimorf. — Saavidt det af referatet i Neues Jahrb. f. M. kan skjönnes, er

[1]) Thèse présentée à la faculté des sciences de Paris, 1883. 65 pag. — Jeg har kun havt adgang til at studere referat i Neues Jahrb. f. Min. etc., 1884.

[2]) I tidligere arbejder over slagger findes flere gange anfört wollastonit som dannet paa kunstig vej i smeltemasser, men saavel af beskrivelserne som af de chemiske analyser fremgaar i alle fald ofte, at be-

der ikke bleven leveret noget sikkert bevis for, at de erholdte krystaller i virkeligheden har formel $CaO.SiO_2$; det synes, at man kun har sluttet sig til dette, fordi mineralet fremgik af en smeltemasse af den nævnte sammensætning. — Det her omhandlede mineral er sandsynligvis identisk med vort hexagonale kalksilikat (begge er optisk enaxige og optisk positive, danner sig desuden begge i CaO-rige smeltemasser af surhedsgrad ca. 1 : 2.00). Heri ligger der en antydning til, at det hexagonale mineral i virkeligheden skal have sammensætning $RO.SiO_2$, hvor RO = CaO med lidt MgO o. s. v., medens vi tidligere har fundet, at der rimeligvis er mere RO tilstede.

Til oplysning om det hexagonale kalksilikats opbygningsforholde og overhovedet om den maade, hvorpaa det viser sig under mikroskopet, hidsættes følgende detailbeskrivelser af mikroskopiske præparater, der fører det omhandlede mineral.

Orienterede snit, $\perp$ OP og $\perp \infty$ P, af krystaller fra *Sayner Hütte* (Dr. C. SCHNABELS original-material), se fig. 27, a og b samt fig. 28. — Slagmassen indeholder et i stor mængde optrædende, grönt, uregelmæssig begrænset mineral, altid i meget smaa individer (rimeligvis MnS eller Ca, MnS), hvortil vi i det følgende ikke tager noget hensyn, da det ikke vedrører det hexagonale mineral i og for sig. — I snit $\perp$ OP viser kalksilikatet sig i en zone langs kanterne at være opdelt i seks-sidige tavler, begrundet i, at den store krystal her er sammensat af en hel del nogenlunde parallelle subindivider, medens selve krystallens kjærne er ganske monoton (se fig. 27, b); som tidligere omtalt, sees i dette snit, at mineralet er optisk enaxigt og optisk positivt. — I snit $\perp \infty$ P sees store variationer i de forskjellige dele: I krystallens centrale del, midt mellem de to OP-endeflader og midt mellem de begrænsende ∞ P-flader, findes en större og en hel del smaa lister, bestaaende af mineralsubstans, udtrukket efter OP og delvis begrænset af flader i

---

stemmelsen af wollastonit har beroet paa misforstaaelser. — Derimod fastholdes fremdeles, efter reviderende undersögelse, at det tavleformige mineral i slaggen fra Högfors, 14:de marts 1874, og sandsynligvis ogsaa det fra Tanså, 1852, er identisk med naturlig wollastonit; desuden tilföjes, at i det sidste har jeg ogsaa i andre stærkt CaO-rige slagger af surstofforhold ca. 2.00 fundet tavleformige krystaller, lignende wollastonit; herom mere ved en anden gang.

c-zonen ɔ: paa dette sted har mineralets opbygning gaaet for sig paa den maade, at molekylerne ordnede sig ind parallel basis. I nærheden af de to OP-endeflader derimod viser mineralindividet sig (se fig. 27, a) sammensat af stænger, som er symetrisk beliggende i forhold til c, altsaa svarende til pyramideretninger, og som danner en vinkel paa ca. 37° med hinanden (aflæst under mikroskopet maalingerne 37½°, 37½°, 37°, 37°, 37°, 35½°) ɔ: opbygningen har her gaaet for sig efter P-flader, al-

Fig. 27, a.

Snit ⊣ ∞P.

Fig. 27, b.

Snit ⊣ OP.

Orienterede snit af krystaller af det hexagonale kalksilikat (fra Sayner Hütte, Dr. Schnabels original-material), schematisk visende opbygningsretningerne i krystallernes kjærne og ved enderne. (♀).

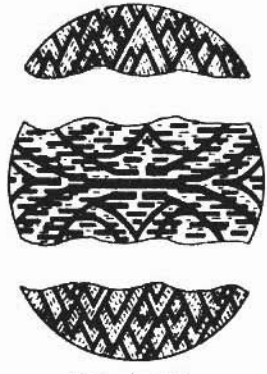
deles som f. ex. ved augit. Paa partiet mellem krystallens endeflader og den centrale del voxer vinkelen mellem de to P-opbygnings-retninger lidt efter lidt, og tilslut gaar de sidste fuldstændig tangentielt over i listerne parallel OP; de nöjere detailler herved studeres bedst paa tegningerne.

Mellem de enkelte opbygnings-stave ligger der i foreliggende tilfælde fornemmelig glas, kun undtagelsesvis mineral-substans, orienteret som den i selve stængerne værende. Senere kommer vi til at omtale tilfælder, hvor mellempartierne indtages dels af glas alene og dels af andre mineraler; forholdene i saa henseende er absolut analoge med dem, som finder sted ved f. ex. augit. — I den centrale del har opbygnings-elementerne gjennemgaaende större dimensioner end i de periferiske partier.

Nöjagtig samme princip for processen ved mineralets dannelse gjenfinder vi ved studium af andre hexagonal-slagger,

f. ex. slag fra *Rothe Hütte* pr. Elbingerode, Harz (se fig. 29). — Forinden vi gaar over til nöjere beskrivelse af denne anmærkes, at i bemeldte slag (som velvillig blev stillet til min disposition ved et besög i Clausthaler Bergakademies samlinger) sees i druserum nogle smaa, hexagonale krystaller; det er under mikroskopet afgjort, at det optrædende mineral er optisk enaxigt, hexagonalt og optisk positivt, og endelig vides, at slaggen har sammensætning omtrent som HAUSMANNS »Kieselschmelz»; vort mineral er altsaa identisk med det i foregaaende slag omhandlede. — De i det mikroskopiske præparat liggende snit ⫩ OP (som kjendes ved, at de viser optisk enaxighed, m. m.) sees at være sammensat af mineral-stænger i tre ligeværdige retninger, som med hinanden danner vinkel 60° (120°), se nederst paa fig. 29; mellem de enkelte stænger ligger lidt glas, men for-

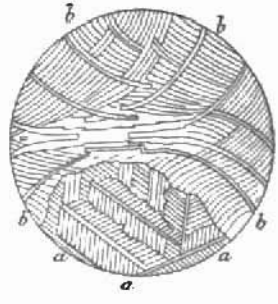
Fig. 28.



Snit ⫩ ∞P.

Fra Sayner Hütte, visende detaillerne ved opbygningen i krystallens kjærne og ved enderne (⅘°).

Fig. 29.



Fra Rothe Hütte. Præparat af selve slagmassen. a—a, snit ⫩ OP. b—b, snit ⊥ OP (⅘°).

övrigt er ikke noget særskildt at anmærke. — Opbygningsforholdene i de ordinære, skjævt skaarne snit kan være meget vanskelig at dechiffrere; vi vil derfor kun holde os til snit, som kan skjönnes at gaa nogenlunde parallel med c-axen. I den centrale del viser disse individer altid en eller et par relativt meget store lister, parallel OP, liggende i et klart glas; fra enderne udgaar tangentielt et par nogenlunde grove opbygnings-stave, som lidt efter lidt böjer sig ind mod c-axen, ind-

til vinkelen mellem to symetrisk mod hinanden liggende retninger blir ca. 38--40°; fra disse primære stave udgaar der igjen sekundære, o. s. v. — aldeles som f. ex. ved de tidligere beskrevne olivin-mikrolither.

I andre af vore hexagonal-slagger har opbygningen omtrent udelukkende fundet sted efter OP, idet kun svage antydninger til P-retningerne kan opdages. — Som typus for disse tilfælder vælger vi en slag fra *Söderfors*, 1880 (analyse no. 62); det anmærkes, at i druserum sees et par, vistnok meget daarlige, hexagonale tavler, og at det i mikroskopisk præparat af slagmassen er afgjort, at mineralet er optisk enaxigt, hexagonalt og optisk positivt. — Snit ∓ OP giver antydningvis tilkjende opbygning i tre retninger, der danner vinkel 60° (120°) med hinanden; mineralet viser sig sammensat af omtrent parallelt orienterede tavler, som i regelen har temmelig skarp hexagonal begrænsning (se fig. 30, individet i tegningens nedre del). — Den största del af præparatet indtages af grupper af negformigt anordnede, rektangulære, oftest temmelig lange og tynde lister, som altid slukker ud parallel længderetningen; hver enkelt list bestaar i almindelighed af en hel del næsten aldeles parallelt orienterede subindivider. Listerne er paa siderne nogenlunde skarpt begrænsede af en krystallografisk flade (som maa være OP); paa enderne er de dels uregelmæssig afrevne, dels normalt afskaarne (af flader i ∞ P-zonen). Da tværsnit er sjeldne, og da de altid viser en stor flade, sluttes, at listerne er udviklede ∓ OP, ikke ∓ c. Den omstændighed, at listerne baade i det her omhandlede præparat og i andre, dermed analoge, altid er indbyrdes negformigt anordnede, kan neppe være ganske tilfældig, men maa være begrundet i et opbygnings-princip hos selve mineral-substansen. Undertiden, om end ikke ofte, sees i præparatet fra Söderfors, 1880, et fuldstændigt »dobbeltknippe», med kun en eller et par lister i midten, men med en hel del ved fælles-gruppens to ender; dette synes at svare til det forhold, at ved de foregaaende

Fig. 30.

Fra Söderfors, 1880. Præparat af selve slagmassen, visende snit ∓ OP og snit ⊥ OP (de sidste bestaar af negformigt anordnede lister) ($\frac{4}{1}$°).

slagger udgaar der fra OP-listen i kjærnepartiet fuldstændig tangentielt opbygnings-stave, som lidt efter lidt gaar over i P-retningerne. — Slag fra *Forsbacka* (analyse no. 61) indeholder et par procent augit, som ligger med nogenlunde god krystallografisk begrænsning inde i det hexagonale mineral, og som følgelig maa være først udkrystalliseret[1]); det kjendes paa følgende egenskaber: udtrukket ∓ c-axen, spaltbarhed ∓ samme, ved enderne med antydning til opbygning efter 5P, udslukningsvinkel i de forskjellige længdesnit vekslende mellem 0° og 40°, oftest ca. 35°; tversnit ca. kvadratisk, med udslukning symetrisk mod ∞P. — Det hexagonale mineral (som karakteriseres ved at være optisk enaxigt, hexagonalt og optisk positivt, samt ved slaggens chemiske sammensætning) viser i en del af præparatet opbygning som i slag fra Sayner og Rothe Hütte (fig. 29), i en anden del derimod som i slag fra Söderfors (fig. 30); i grænsepartiet sees overgang mellem de to slags principer, idet de symetrisk-negformige listegrupper lidt efter lidt antager form som en OP-list i midten med tangentielt udgaaende opbygnings-stave.

I slag fra *Edsken* (analyse no. 63) ligger der paa enkelte steder mellem det hexagonale minerals lister udskildt et lyst, stænglig opbygget mineral (augit?), medens listerne paa andre steder er fuldstændig omsluttede af glas. De førstnævnte partier viser sig makroskopiske hvide, lidet gjennemsigtige, med krystallinsk struktur, medens de sidstnævnte er farvelöse, næsten vandklare og seende ud som næsten ganske rent glas.

Da det har vist sig, at vort kalksilikat undertiden er underkastet en opbygningslov, gjældende for de centrale dele, og en anden, gjældende for de periferiske, vil man muligens tænke sig, at mineral-substansen i og for sig skal være hemimorf, og at vore krystaller er at opfatte som tvillinger efter en flade i ∞P-zonen, sammenvoxede i juxtaposition efter OP. Saaledes forholder det sig dog ikke, idet opbygning ∓ OP i den centrale del kun finder sted i selve kjærnen, midt mellem de begrænsende ∞P-flader, medens den periferiske del ogsaa i snit midt mellem begge OP-endefladerne viser opbygning efter P; der er ingen skarp grænse mellem de to opbygningslove, idet OP- & P-stavene fuldstændig gaar over i hinanden. — Grunden

[1]) Mellem det hexagonale minerals stænger ligger der hist og her, som den senest individualiserede bestanddel, et mineral, som muligens ogsaa er augit.

til de ejendommelige forholde er saaledes ikke at söge i nogen slags hemimorfi.

Som almengyldig regel maa kunne opsættes, at opbygningen af de ved smeltning dannede mineraler har gaaet for sig paa den maade, at först har individets kjærne krystalliseret ud, og derefter har de sig udsondrende mineral-molekyler lidt efter lidt ordnet sig ind til den allerede individualiserede del, saa at væksten har gaaet for sig fra indad til udad. I henhold til dette fundament for udviklingen faaes som det sandsynlige resultat, at det hexagonale minerals molekyler i den allerförste periode af individ-dannelsen udelukkende ordnede sig ind til hinanden efter retninger, parallel OP, saa det förste stadium bestaar i, at der bygges op en tynd list eller tavle ∓ OP; dernæst begyndte molekylerne, naar forholdene tillod det, ogsaa at gruppere sig sammen efter P-retninger, og dette gik for sig med större og större intensivet, eftersom individet ved væksten naaede frem til de periferiske dele; — med andre ord, molekylerne har en medfödt tilböjelighed til fortrinsvis at fæste sig paa hinanden efter retningen af OP og efter retningen af P; i begyndelsen har tendensen til opbygning efter OP været dominerende, paa slutten derimod har forholdet været omvendt. — For nöjere at klargjöre disse ejendommelige fenomæner vil vi kaste et blik paa opbygnings-forholdene hos augit: tidligere er paavist, at augit-molekylerne ved mineralets dannelse fortrinsvis ordnede sig ind efter retningen af c (∞P) og efter retningen af 5P (med 5P∞ & 5P∞?); ingen forskjel kan öjnes mellem krystallernes kjærne og randzone ɔ: det indbyrdes forhold mellem den intensitet, med hvilken molekylerne grupperedes sammen (eller attraheredes sammen) efter ∞P, og den, hvormed de grupperedes sammen efter 5P, har ikke undergaaet nogen væsentlig modifikation under mineral-dannelsens periode. Ved det hexagonale mineral derimod er opbygnings-tendensen en funktion af det stadium, hvorpaa individualisationen befinder sig.

Ikke i noget af præparaterne er der seet antydning til, at det hexagonale mineral skal besidde spaltbarhed efter en eller anden flade; de fine rids, som undertiden sees ∓ OP og ∓ ∞P, er altid kun at opfatte som krystallografiske grænselinjer mellem omtrent parallelt anordnede subindivider. — I snit nogenlunde ∓ OP viser vort mineral yderst matte interferensfarver; i andre snit derimod sees alle mulige brogede farver.

Analyse af slagger, som indeholder det *hexagonale kalksilikat.*

	No. 61.	No. 62.	No. 63.	No. 64 a.	No. 64 b.	No. 65.
SiO_2	50,64	48,16	47,87	48,20	48,87	46,88
Al_2O_3	3,83	4,47	5,87	8,41	7,98	14,78
CaO	38,10	39,39	37,76	37,67	38,12 [1]	32,17
MgO	6,82	6,22	7,78	0,74	0,40	1,48
MnO	0,18	1,58	0,37	2,23	3,26	2,56
FeO	0,17	0,64	0,72	0,97	0,91	0,63
CaS	0,33	—	—	0,88	?	—
S	—	—	—	—	—	0,68
Sum	100,07	100,41	99,87	99,05	99,49	99,18

Surstofmængderne i

	No. 61.	No. 62.	No. 63.	No. 64 a.	No. 64 b.	No. 65.
O i SiO_2	27,01	25,69	25,53	27,71	26,06	25,00
» » Al_2O_3	1,78	2,08	2,50	3,92	3,70	6,89
» » CaO	10,89	11,25	10,79	10,75	10,75	9,16
» » MgO	2,73	2,49	3,11	0,30	0,16	0,59
» » MnO	0,04	0,34	0,08	0,50	0,72	0,57
» » FeO	0,04	0,14	0,16	0,22	0,20	0,14
	13,70	14,22	14,14	11,77	11,83	10,46
Surstofforh.*)	1 : 1,73	1 : 1,58	1 : 1,53	1 : 1,64	1 : 1,68	1 : 1,441

Analyser, tagne af literaturen.

	No. 66.	No. 67.
SiO_2	48,06	45,0
Al_2O_3	12,35	13,0
CaO	36,08	34,0 [1]
MgO	1,01	0,3
MnO	spor	3,5
FeO	ca. 1,00	2,0
CaS	ca. 1,50	—
S	—	0,8
Sum	100,00	98,6

	Surstofmængderne i	
	No. 66.	No. 67.
O i SiO_2	25,63	24,00
» i Al_2O_3	5,76	6,06
» i CaO	10,31	9,43
» i MgO	0,40	0,12
» i MnO	—	0,78
» i FeO	0,22	0,44
	10,93	10,77
Surstofforhold.	1 : 1,53	1 : 1,426

*) Al_2O_3 regnet som base.

Analyser af saakaldet »*Kieselschmelz*».

	No. 68.	No. 69.	No. 70 a.	No. 70 b.	No. 71.
SiO_2	54,27	55,41	55,78	59,45	59,65
Al_2O_3	9,40	11,52	15,28	15,43	5,51
CaO	29,30	28,10	29,21	25,12	27,79
MgO	1,15	1,89	—	—	1,09
MnO	—	spor	—	—	0,99
FeO	6,58	3,08	—	—	2,64
Sum	100,70	100,00	100,27	100,00	97,70

Surstofmængderne i

	No. 68.	No. 69.	No. 70 a.	No. 70 b.	No. 71.
O i SiO_2	28,75	29,20	29,75	31,50	31,61
» » Al_2O_3	4,39	5,38	7,14	7,21	2,64
» » CaO	8,37	8,03	8,35	7,18	7,94
» » MgO	0,46 → 10,29	0,76 → 9,47	—	—	0,44 → 9,19
» » MnO	—	—	—	—	0,22
» » FeO	1,46	0,68	—	—	0,59
Surstofforhold...	1 : 1,96	1 : 1,97	1 : 1,92	1 : 2,19	1 : 2,67

No. 61. Masovnsslag fra *Forsbacka, dec. 1871* (analyseret af O. ALSTRÖMER).

No. 62. Masovnsslag fra *Söderfors, 1880* (N. P. CURTZ).

No. 63. Masovnsslag fra *Edsken* (middel af to vel overensstemmende analyser, udförte af C. G. DAHLERUS).

Af disse tre svenske slagger har no. 61 og 62 gjennemgaaende krystallinsk udseende; no. 63 derimod synes makroskopisk at bestaa af glas med enkelte krystallinsk udsondrede kugler. De to sidste viser i druserum hexagonale krystaller, som vistnok er smaa og temmelig utydelige. Paa krystal fra Edsken maaltes OP : ∞P = ca. 90°, ∞P : ∞P = 120; andre flader optræder ikke. Orienteret snit ⊣ basis viser, at mineralet er enaxigt og optisk positivt. —

Mikroskopiske præparater af slagmassen godtgjör, at mineralet er hexagonalt og identisk med det fra de andre slagger, se forövrigt den tidligere beskrivelse.

No. 64, a og b. Masovnsslag fra *Sayner Hütte*, aar ca. 1850 (analyseret af Dr. C. Schnabel, Pogg. Ann. 84, pag. 158). Slaggerne indeholder spor af alkalier, navnlig af K_2O. Sp. v. 2.89. — Se tidligere beskrivelse.

[1]) I no. 64 b er S-gehalten ikke opgivet; den er her forudsat at være saa stor som i no. 64 a, hvortil er taget hensyn ved beregning af O i CaO.

No. 65. Masovnsslag fra *Borbeck* i *Westphalen*, *1853* (analysen paaskrevet etikette i Berliner Bergakademies samlinger). Inde i en bladig masse (Hausmanns chytophyllit?) sidder hexagonale krystaller, se tidligere beskrivelse.

No. 66 og 67, analyser tagne af literaturen; slaggerne förer efter opgivende hexagonale krystaller. No. 66 fra *Anina* i Banatet, analyse meddelt af Kerpely (Berg- und Hüttem. Zeit. 1864, pag. 146. Sp. v. 2.9186 & 2.9202). No. 67 fra *Charleroy*, analyse meddelt af Berthier (Rammelbergs Chem. Metallurgie).

No. 68—70 er de af Hausmann meddelte analyser af »Kieselschmelz». De undersögte slagger er samtlige fra Harz; nöjere lokalitet angives kun for no. 69, som er fra *Neuwerk* masovn. Analyse-materialet har ikke været den egentlige slagmasse, men selve de frit udviklede krystaller, rensede saa nöje som det makroskopisk lod sig gjöre. No. 70, a og b, gjengiver sammensætningen af forskjellige krystaller, hörende til en og samme stuf; den ikke uvæsentlige differance mellem analyserne skyldes, efter Hausmann, formentlig, at krystallerne var forurenede med lidt af slagmassen. Lidt MgO, MnO og FeO har utvivlsomt i virkeligheden været forhaanden i slaggerne, hvoraf resulterer, at det her opförte surstofforhold maa være noget for højt; da de to analyser desuden afviger vel stærkt fra hinanden, maa de ikke tillægges særdeles stor betydning. Analyse no. 69, 70, a og b, er udförte af Dr. Adolph Knop, no. 68 af Limpricht.

No. 71 er taget af et arbeide af C. RAMMELSBERG om »Beiträge zur Kenntniss der Eisenhohofen-Schlacken», (Pogg. Ann. Bind 74, aar 1849, pag. 95). Analysen, som er udfört af DR. WOLCOTT GIBBS, repræsenterer sammensætningen af den glasagtige del af en masovnsslag (fra *Ilsenburg*, Harz), hvori der undertiden sidder seksidige tavler med afstumpede kanter. — RAMMELSBERG antager, at denne slag, paa grund af nogenlunde overensstemmelse i chemisk henseende, skal være identisk med den KOCH'ske »Kieselschmelz». I det foregaaende er der ikke taget hensyn til denne analyse, for det förste fordi den viser et ikke ganske uvæsentligt tab, dernæst, fordi den ikke er udfört paa den krystallinske del, men paa glas, hvori kun nu og da optræder hexagonale krystaller, og endelig, fordi den afviger i betydelig grad fra de övrige analyser, hvori er fundet det her omhandlede mineral. Analysen er neppe ganske rigtig, idet, efter min erfaring (se under emaljslagger) alle slagger, som indeholder mere SiO_2, end surstofforhold ca. 1 : ca. 2.55 angiver, blir emaljagtige.

Melilith[1]).

(Med *gehlenit* og et nyt, *CaO- og SiO_2-rigt, tetragonalt mineral.*)

Literatur.

JOHN PEREY[2]). Report on the crystalline slags. Report of the 16:th meeting of the British association for the advancement of science. London, 1847.

DAVID FORBES. Chemisk undersögelse af nogle ved jernfabrikationen frembragte krystallinske slagger. Nyt mag. f. naturv. B. 5. 1848.

F. BOTHE. Journ. f. pract. Chemie. B. 78. pag. 222. Referat i *Kenngott,* »Uebers. d. Resultate mineral. Forschungen», 1859, pag, 73.

Videre en mængde mindre notitser i forskjellige tidsskrifter.

Specielt om *gehlenit* i slagger:

---

[1]) I sin helhed tilföjet under korrektur-læsningen.

[2]) Med assistance for den krystallografiske dels vedkommende af MILLER og for den chemiske dels af DAVID FORBES.

I. Fr. L. Hausmann. Beiträge zur Kenntniss der Eisenhohofen-Schlacken. Studien des Göttingischen Vereins Bergmännischer Freunde. 6:tes B:s 3:tes Heft. 1854. pag. 337.

I det følgende leveres rent resumé-mæssig en del undersögelser vedrörende i slagger optrædende mineraler, hörende til melilith-skapolith-gruppen; et indgaaende, detailleret studium har ikke kunnet finde sted, fordi jeg ikke har havt tilstrækkeligt material til min disposition. Forövrigt kan bemærkes, at en nöjere granskning ikke med tilstrækkelig fordel kan gaa for sig paa det nuværende stadium, idet det fra naturen hentede kjendskab til de mange forskjellige mineraler inden den nævnte gruppe endnu kun er temmelig ringe.

Da der mellem de forskjellige forskere ikke hersker fuld overensstemmelse angaaende grupperingen af de her omhandlede mineraler, skal vi referere den ordning, som i de vigtigste mineralogiske læreböger og tabellariske oversigter er anvendt.

Naumann-Zirkel (1883) opförer en »mejonit-gruppe» med mineraler sarkolith, mejonit, missonit, skapolith, melilith og gehlenit.

F. A. Quenstedt (Handbuch der Mineralogie, 1877) stiller sammen under fælles hoved-overskrift skapolith følgende: mejonit med missonit, melilith og sarkolith, videre skapolith med gehlenit.

I. D. Dana (A system of mineralogy, 1881) har en egentlig skapolith-gruppe (med sarkolith, missonit, dipyr, mejonit o. s. v.), stiller melilith sammen med vesuvian og holder gehlenit ud for sig alene.

Des Cloiseaux (Manuel de Minéralogie, 1862) lader gehlenit og melilith følges ad og opförer de egentlige skapolith-mineraler for sig.

P. Groth (Tabellarische Uebersicht der Mineralien nach ihren krystallografisch-chemischen Beziehungen, 1882) stiller gehlenit under basiske silikater, medens melilith med skapolith og sarkolith stilles i gruppe for sig under orthokiselsure salte.

At skille fra hinanden to saa nærstaaende mineraler som melilith og gehlenit, blot fordi den ene holder lidt mindre SiO_2 end den anden, kan neppe være berettiget; vi holder dem derfor sammen; i overensstemmelse med Naumann-Zirkel anser vi dem i fællesskab med de egentlige skapolither at danne en naturlig mineral-familie.

De forskjellige led i denne er 1) tetragonale, 2) har nogenlunde overensstemmende axeforholde, er altsaa homöomorfe;

midtkantvinkelen hos melilith, missonit, mejonit, skapolith og gehlenit er resp. 65° 30′, 64° 0′, 63° 42′, 63° 42′ og 59° 0′. 3) De i naturen optrædende varieteter er, med undtagelse af sarkolith, optisk negative [1]). 4) Samtlige er relativt SiO_2-fattige silikater, karakteriserede af Al_2O_3 og RO, hvor RO fornemmelig er CaO med en del Na_2O. 5) I geologisk henseende optræder de forskjellige mineraler i det hele og store på samme maade.

Der er meget faa mineraler, som i den grad har ligget under for dekomposition som netop de fleste af vore her omhandlede, og derfor er kjendskaben til de forskjellige leds chemiske sammensætning ikke tilstrækkelig indgaaende. — P. GROTH (Tabellarische Uebersicht, 1882) opförer skapolith (med mejonit), melilith og sarkolith med följende chemiske formler:

Skapolith (wernerit, mejonit)	Melilith	Sarkolith
$6\,RO.\ 4\,Al_2O_3.\ 9\,SiO_2$,	$12\,RO.\ 2\,Al_2O_3.\ 9\,SiO_2$.	$3\,RO.\ Al_2O_3.\ SiO_2$,

hvilke ogsaa kan skrives paa följende maade:

$3\,(RO)_2\ SiO_2 +$ $2\,(Al_2O_3)_2\ (SiO_2)_6$	$6\,(RO)_2\ SiO_2 +$ $(Al_2O_3)_2\ (SiO_2)_3$	$3\,(RO)_2\ SiO_2 +$ $(Al_2O_3)_2\ (SiO_2)_3$

o: mineralerne kan opfattes som vekslende blandinger af de to konstituerende hovedled

$$(RO)_2\ SiO_2 \text{ og } (Al_2O_3)_2\ (SiO_2)_6,$$

om hvilke her specielt betones, at de begge er singulosilikater.

Gehlenit bestaar, ifölge RAMMELSBERGS Mineralchemie (1875), af

$$3\,RO.\ Al_2O_3.\ 2\,SiO_2.$$

Denne indeholder mindre SiO_2 end tilfældet er med de nys anförte mineraler.

Om den egentlige skapolith er at bemærke, at mange analyser, udförte paa material, som opgives at være aldeles udekomponeret, ikke stemmer med den af GROTH angivne formel; vi vil derfor gjennemgaa nogle detailarbejder.

L. SIPÖCZ [2]) (i Karlsbad) meddeler nogle analyser af usædvanlig frisk skapolith fra forskjellige findesteder (no. 72 fra

---

[1]) Det paa kunstig vej ved smeltning fremstillede melilith-mineral har i de fleste af de af mig undersögte stuffer vist sig at være optisk positivt; se herom mere senere. — Kunstig gehlenit synes at være optisk negativ, som den naturlige.

[2]) TSCHERMAKS Mineral. Mitth. B. 4, aar 1882, pag. 265.

Malsjö, no. 73 fra Arendal, no 74 fra Gouverneur; no. 72 og 74 stemmer nöje med analyser af skapolith fra de samme findesteder, udförte af G. VOM RATH); videre medtages to analyser (no. 75 og 76, udförte af resp. I. H. L. VOGT og S. WLEUGEL) af den i skapolith- hornblende-felsen fra Ödegaardens apatitgrube, Norge, optrædende skapolith, som udmærker sig ved sin friskhed.

	No. 72.	No. 73.	No. 74.	No. 75.	No. 76.
SiO_2	52,48	52,57	52,65	55,50	54,00
Al_2O_3	25,56	24,24	25,32	23,55	24,13
FeO	0,39	0,26	0,11	—	—
CaO	12,44	11,57	11,80	7,50	7,89
MgO	—	—	0,23	0,25	0,95
Na_2O	6,52	7,19	6,64	10,22	—
K_2O	0,79	0,42	1,58	0,15	—
SO_3	0,58	0,90	0,14	—	—
Cl	0,27	0,28	0,33	—	—
CO_2	0,14	0,39	-	—	—
H_2O	0,61	0,69	0,42	1,91	1,22
Sum	99,78	98,46	98,72	99,08	—
O, ekvivalerende Cl	0,06	0,05	0,07		
Sum	99,72	98,41	98,65		

For at faa bestemt selve silikatets formel gaar vi ud fra, at i de tre förste analyser optræder CO_2, SO_3 og Cl som resp. $CaCO_3$, $CaSO_4$ og $CaCl_2$. — I det resterende er forholdet:

O i SiO_2 : O i Al_2O_3 : O i RO = resp. 1 : 0.425 : 0.188, 1 : 0.403 : 0.176, 1 : 0.420 : 0.188, 1 : 0.371 : 0.166, 1 : 0.390 : ? .

Heraf sees for det förste, at de her omhandlede skapolither paa langt nær ikke er singulosilikater[1]) (surstofforholdet, beregnet paa vanlig vis, er resp. 1.63, 1.73, 1.66, 1.86 og ? ,

[1]) Det samme er ogsaa tilfælde med en mængde af de i RAMMELSBERGS Mineralchemie (1875) opförte analyser.

hvoraf som det sandsynlige middel fremgaar 1.667 eller $\frac{5}{3}$). Dernæst udledes, at samtlige analyser tilnærmelsesvis udtrykkes ved forholdet

1 : 0.400 : 0.200, o: ved formel 6 RO. 4 Al_2O_3. 15 SiO_2.

G. v. RATH opförer som normal-sammensætning for skapolith följende formel:

3 RO. 2 Al_2O_3. 6 SiO_2.

Paa hosstaaende tabel, hvor paa ordinataxen er afsat forholdet mellem O i SiO_2 og O i RO og Al_2O_3 tilsammen og paa abscisseaxen forholdet mellem O i RO og O i Al_2O_3 indbyrdes, gives rent grafisk en oversigt over de vigtigste af de hidtil kjendte led inden den her omhandlede gruppe[2]). Det

Surstofforholdet	O i RO : O i Al_2O_3 1 : 2	1 : 1	2 : 1	
1 : 1.667	Skap.			
1 : 1.333	(Skap.)			!1)
1 : 1.000	Mejon.	Sark.	Melil.	
1 : 0.667		Gehl.		

sees heraf, at mineralerne ikke danner en enkelt kontinuerlig række, idet surstofforholdet ikke er en funktion af RO : Al_2O_3. Sandsynligvis lader skapolith-melilith-gruppen sig derivere i chemisk henseende efter nogle fundamentale grundled, nogenlunde paa samme maade som tilfældet er med plagioklaserne, cfr. den Tschermak'ske theori. Hos vor gruppe maa vi dog komme til at faa ikke mindre end 4 yderled, repræsenterende minimum og maximum i surstofforholdet paa den ene side og forholdet RO : Al_2O_3 paa den anden. Nöjere i detail kan vi paa det nuværende stadium ikke komme. — Denne temmelig vidtlöftige udvikling har været nödvendig, idet det i det följende skal paavises, at der i slagger ved siden af melilith og gehlenit ogsaa optræder et andet tetragonalt mineral, sandsynligvis tilhörende den samme mineralgruppe, men ikke stem-

[1]) Herom se senere.

[2]) Skap., betydende skapolith, er opfört med den nys beregnede formel: med (skap.) er betegnet G. v. RATH's formel for det samme mineral. — De övrige led inden gruppen er opförte med de tidligere refererede sammensætninger.

mende med noget af de tidligere kjendte led; den plads, det synes at indtage i den grafiske oversigt, er anmærket med et udraabstegn (!).

Efter at J. Percy og D. Forbes i aaret 1847 havde paavist, at melilith og gehlenit kan dannes i slagger, er de to nævnte mineraler og flere af de övrige led inden den fælles gruppe gjentagne gange blevne synthetisk fremstillede ved smeltning. De vigtigste af de erfaringer, som de franske mineralsynthetikere herunder har erhvervet, er följende [1]):

Melilith, overensstemmende med den naturlige, derunder bl. a. ogsaa iberegnet, at den er optisk negativ, krystalliserer ud, naar man smelter sammen RO, Al_2O_3 og SiO_2 i forhold, som formelen angiver; RO er her fornemmelig CaO. Ifölge Bourgeois skal krystàllisationen lettes, naar lidt CaO erstattes med Na_2O. — En MnO-förende melilith, med RO = 9 CaO, 2 MnO og 1 Na_2O, er bleven fremstillet af Bourgeois; den viste sig at være optisk negativ, altsaa som den naturlige.

Ren *CaO-gehlenit* erholdes let ved smeltning, i smaa krystaller, med levende interferensfarver.

Ved smeltning af 6 RO, 4 Al_2O_3, 9 SiO_2 (*mejonit*-sammensætning), hvor 6 RO = 5 CaO + 1 Na_2O, produceres et tetragonalt, söjleformigt mineral, som har levende interferensfarver, og som i chemisk henseende antages at svare til mejonit, men som afviger fra samme derved, at det er optisk positivt, medens naturlig mejonit er optisk negativ. — Det sidste betones her specielt, da det er analogt med enkelte resultater af mine egne undersögelser. Naar RO = CaO alene, faaes anorthit-mikrolither i en ikke bestembar grundmasse.

Saavidt det kan skjönnes, har der aldrig været foretaget synthetiske experimenter med formaal at fremstille *egentlig skapolith*, heller ikke *sarkolith*.

I de egentlige skapolither indgaar der i regelen kun yderst lidet MgO, nemlig oftest kun 1 % og derunder; melilith derimod kan indeholde en del mere MgO. Af hensyn til de se-

---

[1]) Se F. Fouqué et M. Lévy: Synthèse des minéraux et des roches, og Bourgeois: Bull. Soc. min. 1882, pag. 15.

nere kommende undersögelser er det nödvendigt at studere dette forhold saa nöje, som det lader sig gjöre; vi meddeler derfor de bedste af de til dato kjendte analyser af naturlig melilith.

	No. 77.	No. 78.	No. 79.	No. 80.	No. 81.
SiO_2	43.96	40,60	39,27	38,34	44,76
Al_2O_3	11,20	10,88	6,42	8,61	7,90
Fe_2O_3	—	4,48	10,17	10,02	5,16
FeO	2,32	—	—	—	1,39
CaO	31,96	31,81	32,47	32,05	27,47
MgO	6,10	4,54	6,44	6,71	8,60
Na_2O	4,28	4,43	1,95	2,12	2,65
K_2O	0,38	0,56	1,46	1,51	0,33
H_2O	—	—	—	—	1,42
Sum	100,20	98,35	98,18	99,36	99,68

No. 77 og 78 er melilith (»humboltilith») fra Vesuv, analyserne udförte af resp. KOBELL og DAMOUR; no. 79 og 80 er melilith fra Capo di Bove, analyserne af DAMOUR; no. 81 er melilith, isoleret ved J-K-Hg-vædsken, af melilithbasalt fra Hochbohl ved Owen, analysen udfört af H. SCHULZE[1]). — I analyserne no. 77—80 er FeO og Fe_2O_3 ikke eller neppe holdt ud fra hinanden; melilithens R_2O_3-gehalt er derfor ikke ganske sikkert bestemt. — I samtlige analyser indgaar ikke saa ganske lidet MgO; med sikkerhed kan sluttes, at melilith i alle fald kan holde saa meget MgO som 1 MgO : 2.49 RO, hvor RO er CaO med lidt Na_2O og K_2O; hvor maximums-grænsen ligger, kan ikke siges.

De i slagger optrædende melilither viser sig næsten altid som korte söjler eller endog som ganske tynde tavler, begræn-

[1]) De 4 förste analyser er tagne af RAMMELSBERGS Mineralchemie, den 5:te af A. STELZNERS arbejde »Ueber Melilith und Melilithbasalte» (Neues Jahrb. f. Min. Geol. usw. Beilage-Band 1883).

sede af OP, $\infty P \infty$[1]), temmelig hyppig desuden af ∞P, hvilken sidste oftest er af ganske underordnet betydning. Pyramide-, dome- eller andre söjleflader har jeg aldrig seet, hvoraf sluttes, at de i alle fald ikke kan forekomme hyppig. — Den eneste beskrivelse, som jeg kjender, af nogenlunde fladerige slagmelilither er meddelt af F. Bothe (se lit.), som undersögte melilither fra Bettingen masovn pr. Lebach. Den omhandlede slag, hvis chemiske sammensætning repræsenteres ved analyse no. 114, bestod af indtil 1.5—2 cm.-lange, söjleformige krystaller, som opgives at være »begrænsede af ∞P. OP, med smale lister af $\infty P \infty$, P, $P \infty$ og en söjeflade ∞Pn, hvor n ikke lader sig bestemme. Af pyramidens vinkler afledes axeforhold

$$a : c = 1 : 0.46656.$$

Midtkantvinkelen af P beregnes heraf til 66° 43′ og af $P \infty$ til 49° 27′.»

Den naturlige melilith karakteriseres, ifölge maalinger af Des Cloiseaux (Man. d. Miner, 1862) ved en midtkantvinkel hos grundpyramiden = 65° 30′; heraf beregnes axeforhold

$$a : c = 1 : 0.4548$$[2]).

Af Bothe's maalinger, som antagelig kun har givet approximativt rigtige værdier, udledes det generelle resultat, at kunstig og naturlig melilith har de samme geometriske konstanter. — Af hensyn til de senere udviklinger vil vi specielt betone, at den foreliggende slag i chemisk henseende stemmer meget nöje med melilith, idet den har surstofforhold 1 : 1.05 og $RO : Al_2O_3 = 1 : 1.95$, hvoraf följer, at der her netop maa have dannet sig melilith og ikke noget andet mineral inden den store gruppe.

Den inde i selve slagmasserne optrædende, egentlige melilith karakteriseres ved omtrent de samme egenskaber som den

---

[1]) Hos den naturlige melilith, ligesom overhovedet hos de fleste mineraler inden den her omhandlede gruppe, er $\infty P \infty$ den mest fremtrædende flade i söjlezonen; af denne grund vælger vi at kalde den dominerende söjleflade hos den kunstige melilith for $\infty P \infty$, ikke for ∞P, om end berettigelsen heraf i alm. ikke kan paavises ved kontrol af andre flader.

[2]) Naumann-Zirkel og P. Groth angiver 1 : 0.6429, hvilket maa bero paa regnefeil.

naturlige[1]). Fremfor de fleste af de övrige slag-mineraler udmærker den sig ved i almindelighed at vise sig i næsten fuldt færdige krystaller; melilith-mikrolither og -krystalskelet findes vistnok, men er sjeldne.

I mikroskopiske præparater af slagger optræder vort mineral i tavleformige eller kort-söjleformige krystaller, begrænset af OP. $\infty P \infty$ og meget jævnlig desuden, altid dog kun i rent underordnet grad, af ∞P; lang-söjleformige krystaller i mikroskopiske præparater har jeg ikke seet. Som en generel bemærkning forudskikkes, at samtlige de her omhandlede slag-melilither er aldeles vandklare (i mikroskopiske præparater), og at de ikke viser spor af pleochroisme. — Interferensfarverne hos de forskjellige tetragonale, til melilith-skapolith-gruppen henhörende, slag-mineraler er gjennemgaaende matte; brogede, livlige farver sees aldrig. Den varietet, som optræder i slagger, der ligger temmelig nær ved singulosilikat, udmærker sig ved altid at vise intensiv blaa farver eller graa med en tydelig blaalig nuance o: ved at före de samme farvetoner som den naturlige.[2]) Da det mineral, som udgjör den dominerende bestanddel i de relativt SiO_2-rigere slagger, i alle de af mig undersögte tilfælder betegnes ved ren graa farver, uden spor af blaa nuance, vil vi her specielt gjennemgaa farven hos melilith i nogle af de singulosilikat-slagger, som har staaet til min disposition.

No.	Surst.forh.	% Al_2O_3	Interferensfarver.
85	1 : 1.14	10.70	Blaagraa, spor af gult skjær.
86	1 : 1.03	9.10	Intensiv blaa.
87	1 : 0.91	12.11	do. do.
88	1 : 0.81[3])	11.2[3])	do. do.
90	1 : 0.98	24.12	Blaa, undertiden med gult skjær.
60	1 : 1.08	3.5	Intensiv blaa.

Om forholdet ved de mere basiske slagger, se under gehlenit.

Saavel den naturlige som den kunstige melilith har saa svag dobbeltbrydning, at de to punkter, hvori den optiske axe

[1]) Om den sidste se: »Ueber Melilith und Melilithbasalte» af A. STELZNER.
[2]) A. S. omtaler, at kun i en eneste af de af ham undersögte bergarter, nemlig i en hauynophyr fra Vultur, karakteriseres melilith ved gule og röde interferensfarver; skulde her muligens foreligge gehlenit eller et andet led af vor gruppe?
[3]) Efter at spinel er fraregnet.

deler sig ved indskyvelse af ¼-bölgelængdes glimmerblad, træder ud udenfor synsfeltet, naar man opererer med snit, liggende i mikroskopiske præparater af vanlig tykkelse. Man maa derfor have orienterede krystal-præparater for at faa afgjort, om melilith er optisk positiv eller negativ. — Ifölge DES CLOISEAUX er den naturlige melilith optisk negativ; hvorledes det forholder sig med den kunstige, kan ikke bestemmes med fuld sikkerhed, da jeg ikke har kunnet faa orienterede snit af krystaller fra netop de slagger, hvoraf der foreligger chemiske analyser. — Som senere skal omtales, viser det nye, CaO- og SiO_2-rige led inden melilith-skapolith-gruppen sig altid at være optisk positivt; det samme er ogsaa tilfælde med det tetragonale mineral i f.ex. slag fra en kokes-masovn, Pennsylvanien, og i slag fra Königin Maria-Hütte pr. Zwickau, Sachsen (se fig. 33). De kvadratiske tavler i begge disse antog jeg först uden videre for at være identiske med naturlig melilith, men for den förstes vedkommende kan saa neppe være tilfælde, da den har ren graa, ikke blaalige, interferensfarver. Mineralet i den anden slag derimod synes at svare til virkelig melilith, idet det har graa interferensfarver med spor af blaalig nuance, og idet det kun har spaltbarhed efter OP, ikke desuden efter $\infty P \infty$ (∞P?). Vi faar altsaa som det sandsynlige resultat, at artificiel melilith, i alle fald undertiden, er optisk positiv[1]). — Med sikkerhed er afgjort, at det tetragonale mineral — vort nye led — i slagger med surstofforhold 1 : 1.32, 1.42, 1.46 og 1.48 er optisk positiv; paa den anden side synes det tetragonale mineral ved surstofforhold 1 : 0.98 og 1 : 0.75 (gehlenit) at være optisk negativ. — Mere detaillerede undersögelser herover kan paa det nuværende stadium ikke leveres.

Ifölge A. STELZNERS beskrivelse er, næst efter den liste- eller tavleformige optræder og de blaalige interferensfarver, den saakaldte »Pflockstruktur» det bedste kjendemærke paa den i bergarter optrædende melilith. — Et tilsvarende fenomen hos artificiel melilith er ikke vanligt, idet jeg kun har fundet en analog udvikling hos et par af de mange af mig undersögte melilith-slagger, nemlig i en slag fra Staffordshire[2]), England (se fig. 31) og i den nys omtalte slag fra en kokes-masovn,

[1]) Ifölge F. FOUQUÉ & M. LÈVY og BOURGEOIS skal den være optisk negativ.

[2]) Præparat af denne slag blev mig velvillig tilstillet af A. STELZNER, med den oplysning, at melilithen her viste en slags »Pflockstruktur».

Pennsylvanien (det tetragonale mineral i denne er optisk positivt, viser nogenlunde stærk dobbeltbrydning og har ren graa interferensfarver, er derfor neppe egentlig melilith). — Ved mikroskopisk undersögelse afgjöres, at det i tynde, kvadratiske tavler (med OP. ∞P∞) optrædende mineral i slag fra Staffordshire er optisk enaxigt, at det har meget svag dobbeltbrydning, spaltbarhed kun ∓ OP og blaa interferensfarver ɔ: det maa være identisk med melilith. — I snit ca. ⊥ OP sees en utallighed af mörke, enten absolut eller næsten uigjennemsigtige interpositioner, oftest lange og naalformige, med rundt tversnit; de er i alm. anordnede i rækker normalt paa OP; som fig. 31 udviser, oplöser de sorte naale sig ved enderne ofte i punktrækker. Hist og her iagttages, at aldeles tilsvarende dannelser ogsaa er udviklede ∓ OP, ikke ⊥ OP, og i snit ca. ∓ OP kan mere detailleret afgjöres, at de sidstnævnte linjer gaar ∓ ∞P∞. — Der handles her ikke om aabne luftporer, men om et fast legeme, som er anordnet i bestemt krystallografisk stilling i forhold til melilith-individet. Fenomenet har adskillig lighed med den tidligere beskrevne optræden af lovmæssigt orienterede interpositioner i den artificielle glimmer fra Kafveltorp (fig. 18). — Hvoraf de omhandlede interpositioner i foreliggende tilfælde har bestaaet, er ikke afgjort (de kan være glas med sulfid?). Specielt maa betones, at den nys beskrevne struktur ikke maa forveksles med, at melilith jævnlig langs sine krystalkanter indeholder indlejninger af et skiddent farvet mineral nemlig RS, hvor R er Ca med Mn og Fe), som er opdelt i uregelmæssig begrænsede traade, der er, samlede i negformige grupper; disses »rod» er som fig. 31 viser, altid vendt indad mod mineralets kjærne.

Fig. 31.

Melilith-krystaller med »Pflockstruktur» og med busk-formige mikrolither af sulfid ved kanterne. Överst tilhöjre en olivin-mikrolith (seet ∓ ∞P∞); lange sulfid-longuliter; hovedmassen er klart glas. (Fra en masovn i Staffordshire.) (¹⁵⁰).

Det tetragonale mineral i slaggen fra Pennsylvanien viser en mængde lange porer, dels aabne, altsaa luftporer, dels fyldte med en sort masse; de er tilnærmelsesvis cylindriske og

altid udviklede med længderetning ⊥ OP. Jævnlig er melilithsubstansen aldeles kompakt i en tynd zone midt mellem OP-planerne; de lange, tynde »linjer» ligger da i grupper nogenlunde symetrisk paa hver side af midten. — I et temmelig tykt præparat ∓ OP (slebet for at afgjöre dobbeltbrydningens art) af melilith fra Königin Maria-Hütte pr. Zwickau sees en hel mængde aabne, temmelig store, uregelmæssigt pölseformige luftporer, som i det hele og store er anordnede med længderetning ⊥ ∞P∞; i principet svarer de til de i den foregaaende slag omhandlede »linjer». — Efter disse iagttagelser skal vi forsöge at bestemme, hvad aarsagen kan være til melilithens» Querfaserung» og »Pflockstruktur». — For det förste maa betones, at den nævnte struktur viser sig hos aldeles friske, nys dannede individer; den kan altsaa ikke skyldes dekomposition, om den vistnok rimeligvis blir mere fremtrædende og iöjnefaldende, naar mineralet i aartusinders löb har faaet lide under tidens tand. Dernæst ser vi, hvad allerede A. Stelzner gjör opmærksom paa, at de melilith-individer, som holder »Pflockstruktur-linjer», ikke viser spor af aggregat-polarisation o: krystallerne er ikke sammensatte af faserige subindivider. — Det omhandlede fenomen maa herved være reduceret til, at der ved selve krystallisations-processen dannedes aabne rum, der i alm. har længderetning ∓ c, kun undtagelsesvis ∓ kanterne mellem OP og ∞P∞ o: aarsagen er at söge i en lovmæssig kontraktion ved individernes dannelse.

Spaltbarheden synes at være en af de bedste kjendemærker mellem den egentlige melilith (samt gehlenit) og det nye, CaO- og SiO_2-rige led inden vor mineral-familie, og vi skal derfor omhandle den lidt nöjere. — I orienterede præparater af egentlig melilith, slebet ∓ ∞P∞, sees for det förste, at mineralet i regelen har afsondring efter OP o: at det er lagformig opbygget af tavler efter OP; dernæst afgjöres, at mineralet altid har en ganske god spaltbarhed parallel samme flade, men derimod ikke nogen ∓ ∞P∞ (eller ∞P). I overensstemmelse hermed finder vi, at snit ∓ OP ikke viser spor af spaltbarhed (se fig. 33). — Hos vort nye led iagttages altid udmærket god spaltbarhed ∓ ∞P∞ (∞P?), desuden ogsaa spaltbarhed ∓ OP(?), og den kunstige gehlenit synes ligeledes ogsaa at have spaltbarhed saavel efter ∞P∞ som efter OP; herom mere senere.

Vi har allerede tidligere berört, at melilith i större grad end de övrige slag-mineraler viser tendens til at optræde i

nogenlunde fuldt færdige krystaller; dette maa dog ikke opfattes saaledes, at krystallerne altid eller i regelen skal være fuldt normalt udviklede, tvertom, det allersidste stadium i krystallisations-processen er sjelden bleven tilbagelagt. — Studium af mikroskopiske præparater giver tilkjende, at melilithen fornemmelig karakteriseres ved opbygnings-retningerne ∞P[1]) og OP, kun i underordnet grad ved $\infty P \infty$. — De enkelte detailler vedrörende krystallernes konstruktion studeres bedst ved særskilt beskrivelse af de enkelte slagger hver for sig; vi begynder med at omhandle det förste trin paa den embryologiske udviklingsbane, d: med mikrolith-stadiet.

I slag fra en masovn ved *Lake superior* (analyse no. 90, med surstofforhold 1 : 0.98, med 24.12 % Al_2O_3) optræder en hel del temmelig store mikrolither, som bestemmes at tilhöre det tetragonale system, idet mineralet i enkelte snit (nemlig de, der projicerer sig som store kvadrater, se tilvenstre paa fig. 32) ved krydsede nikols er mörkt under en hel omdrejning og ved konvergent-polariseret lys viser kors, ikke hyperbler. Dobbeltbrydningen er saa svag, at i snit, som er skaarne nöjagtig ∓ OP, træder de to punkter, hvori den optiske axe deler sig ved indskyvelse af $\frac{1}{4}$-bölgelængdes glimmerblad, ud udenfor synsfeltet; her kan altsaa ikke uden videre afgjöres, om mineralet er opt. pos. eller neg. I et noget skjævt snit synes substansen at vise sig som optisk negativ. — Da interferensfarverne dels er ren blaa, dels blaa med et gulagtigt skjær, — da mikrolitherne er begrænsede fornemmelig af OP. $\infty P \infty$, — og da mineralet er dannet i en singulosilikatsmeltemasse, det indeholder tilstrækkelig meget CaO og Al_2O_3, maa det være berettiget at slutte, at det er identisk med naturlig melilith.

Fig. 32.

Melilith-mikrolither i en glasrig slag fra Lake superior. ($\frac{3}{1}$°).

I snit nogenlunde ⊣ OP sees for det förste i almindelighed to större, diagonale korsstave, som danner vinkel 90° med hin-

[1]) d: ved diagonal-retningerne hos de kvadratiske tavler.

anden, og som leverer grundlaget for de sekundære opbygningsstave; fra disse igjen udgaar tertiære, o. s. v., idet det hele netværk er færdigt. Mellem de enkelte opbygnings-elementer ligger en del glas, paa samme maade som ved de tidligere beskrevne mikrolither af augit, olivin, m. m. — Hist og her viser selve mikrolithens kjærne ɔ: krydsningspunktet for de primære stave, sig at bestaa af kompakt mineral-substans, samlet i en liden tavle med sider ∓ mikrolithens begrænsningsflader. — Tilnærmelsevis danner mikrolitherne tavler med kvadratisk begrænsning; opfatter vi her, som ellers, sidefladerne som ∞P∞, ikke ∞P, saa faar opbygnings-retningerne tegnet ∞P.

I skjævt skaarne snit viser sig dels kun de nys omhandlede ∞P-stave, dels desuden stave parallel OP; se de övrige paa fig. 32 indtegnede individer.

Grunden til, at det tetragonale mineral i foreliggende tilfælde kun optræder i krystalskelet, maa være at söge i, at krystallisations-processen paa en eller anden maade er bleven hæmmet; dette maa bero paa, at Al_2O_3-gehalten i den her omhandlede slag er usædvanlig stor, se herom senere.

Fra *Königin Maria-Hütte* pr. Zwickau foreligger til undersögelse fire slagger, som repræsenterer resp. aldeles ren masovnsgang og mere og mere uren ɔ: slaggernes FeO-gehalt danner en jævnt voxende serie. Vi skal her mere udförlig kun omhandle en af slaggerne, nemlig den FeO-rigeste. — I druserum sidder tetragonale, omtrent kubiske krystaller, begrænsede af OP. ∞P∞., lidt desuden af ∞P (tegningerne tilvenstre paa fig. 33 gjengiver tyndslebne præparater ∓ OP, de tilhöjre derimod ∓ ∞P∞). Krystallerne indeholder i en noget uregelmæssig zone langs kanterne en hel del mörke indeslutninger (sort masse, nemlig glas med sulfid, etc.), anordnet nogenlunde regelmæssig i partier ∓ OP, ∞P∞ og ∞P. Som allerede tidligere omtalt, förer krystallerne aabne, pölseformige luftporer, hvis længderetning tilnærmelsesvis gaar parallel OP og staar lodret paa ∞P∞. — Mineralet har saavel afsondring som spaltbarhed ∓ OP, derimod ikke nogen spaltbarhed ∓ ∞P∞ eller ∞P; det er *optisk positivt;* interferensfarverne er graa med spor af blaalig nuance. — I præparat af selve slagmassen iagttages et virvar af store, temmelig skarpt begrænsede melilith-krystaller, som tilsammen udgjör ca. 85 % af den hele masse. Mellemrummene mellem krystallerne indtages af en dunkel masse, hvori ligger en mængde, gjerne uregelmæssigt böjede, individer

af et mineral, som vi skal forsöge at bestemme. Dets vigtigste egenskaber er följende: 1) I alm. viser det sig som meget tynde lister; tversnit, som er sjeldne, afgjör, at mineralet ikke er stangformigt, men tynd-bladigt. Individerne er begrænsede af en flade ∥ bladretningen (som vi for simpelheds skyld kalder OP'); paa enderne er de i alm. uregelmæssigt afrevne. 2) ∥ OP gaar en udmærket god spaltbarhed, som endog er mere udpræget end den, der f. ex. karakteriserer glimmeren i slag fra Kafveltorp (se pag. 39—45). 3) I gjennemfaldende lys er mineralet lys brungult. 4) Det er pleochroitisk i usædvanlig stærk grad; straale ∥ OP er farvet intensiv brungul, ⊥ OP derimod svag gul, med spor af grön nuance. 5) Udslukningen gaar enten absolut ∥ OP eller danner med OP saa liden vinkel, at nogen afvigelse ikke kan observeres. 6) Interferensfarverne er temmelig livlige. 7) Mineralets habitus i det hele og store er temmelig nöje som hos den i bergarter optrædende meroxen. 8) Ved etsning i tyndslebet præparat med HCl er fundet, at mineralet oplöses i stærk syre, dog adskillig vanskeligere end melilith.

Fig. 33.

Krystaller, store, af melilith, til venstre snit ∥ OP, til höjre snit ⊥ OP. I mellemrummene sees lange, tynde, blade af glimmer (?); grundmassen er glas med sort sulfid (FeS), se herom senere. (Uren slag fra Königin Maria-Hütte, 1884). ($\frac{5}{1}$).

I de relativt FeO-fattigere slagger sees det samme mineral, men her er det i gjennemfaldende lys næsten farvelöst, med kun svag grön nuance; pleochroismen er svagere, men for övrigt analog med den i den förste slag. Af dette forhold sluttes, at mineralet kun er ganske svagt farvet ved liden FeO-gehalt, derimod stærkere ved relativ stor FeO-gehalt. — Paa grund af fuld overensstemmelse i spaltbarhed, farve, *pleochroisme*, udslukning, habitus og forhold til syre sluttes, at det her omhandlede mineral maa være identisk med en eller anden glimmer (rimeligvis meroxen?).

Da vort mineral sidder paavoxet melilith, maa den sidstnævnte have krystalliseret ud först. Den har da sandsynligvis fortrinsvis lagt beslag paa CaO (og alk.), saa MgO og FeO i det resterende er forholdsvis voxet. Ligeledes har formentlig

ogsaa SiO_2- og Al_2O_3-gehalten voxet, idet nemlig slaggerne fra Königin Maria-Hütte plejer at holde mere SiO_2 og Al_2O_3, end tilfældet er med melilith. MgO-gehalten kan ikke være saa ganske ubetydelig, idet vi nemlig i flere af de FeO-fattigere slagger finder udskildt en del olivin. — Som resultat faaes, at »moderluden», efterat melilith-molekylerne var udskildte af smeltemassen, maa have bestaaet af SiO_2 (i surstofforhold 1 : ca 1.50?) med en hel del Al_2O_3 og MgO samt en del FeO og CaO; under saadanne omstændigheder er det ikke det ringeste usandsynligt, at et glimmer-mineral danner sig [1]).

Den sorte basis bestaar af glas med jernsulfid, se herom senere.

I de to slagger fra lidt uren gang optræder mellem melilith-krystallerne, som allerede berört, en temmelig lys glimmer; i slag fra ren gang sees desuden en hel del olivin (i delvis skeletformige krystaller, lidt længere fremskredne i opbygning end f. ex. de paa fig. 25 angivne).

Af hensyn til de interessante forholde i ren chemisk henseende (se herom senere) skal lidt nöjere omhandles en slag fra *Schisshyttan*, aar 1869 (analyse no. 60). — Overalt i præparatet sees en vrimmel af grönne, ofte udmærket vakre og regelmæssigt opbyggede (Mn, Ca)S-mikrolither, som beskrives ved gjennemgaaelsen af svovl i slagger; her tager vi ikke noget hensyn til dem. — Paa et enkelt sted i præparatet findes en gruppe af vakre melilith-krystaller (i tynde tavler $\perp$OP, optisk enaxige, i snit $\perp$OP visende sig kvadratiske, altsaa tilhörende det tetragonale system; svag dobbeltbrydning; med de höjst karakteristiske blaagraa interferensfarver; skalformig sammensætning $\perp$OP); paa det lille raaderum, hvor de er dominerende, udgjör de ca. en trediedel af den hele masse; resten er glas med de grönne mikrolither.

Den allerstörste del af slaggen indtages af et farvelöst, ikke pleochroitisk mineral, med meget levende interferensfarver, i regelen optrædende i saadan mængde, at individerne

[1]) Artificiel glimmer er tidligere kun kjendt fra de to slagger fra Kafveltorp og Garpenberg (se pag. 39—45); bemærkes bör, at det aldrig er lykkes de franske mineral-synthetikere at fremstille nogen slags glimmer. —

Tillæg: Efter at afsnittet om glimmer var skrevet færdig og allerede trykt, har jeg fundet glimmer i nok en slag, nemlig en MgO-rig bisilikat-slag fra *Svartnæs*, med sammensætning 56,77 % SiO_2, 5,30 % Al_2O_3, 12,20 % CaO, 22,75 % MgO, 1,68 % MnO, 1,66 % FeO; surstofforhold 1 : 1,92.

ikke har kunnet antage nogen lovmæssig ydre begrænsning. Kun hist og her sees gode krystaller, som viser olivinens former, nemlig $2\breve{P}\infty$, $\infty\breve{P}\infty$ og ∞P. — De ordinære tversnit giver tilkjende dome- eller prisme-flader, som danner vinkel ca. 80° med hinanden, samt et fladepar, som afskjærer det stumpe hjörne. Ved undersögelse under konvergent-polariseret lys er afgjort, at snit af den omtalte habitus staar lodret paa en af bissektrixerne, samt at de optiske axers plan, halvverer domets eller prismets stumpe vinkel, altsaa staar normalt paa det begrænsende fladepar. Heraf sluttes, at det sidste maa svare til enten $\infty\breve{P}\infty$ eller $\infty\bar{P}\infty$, ikke til OP, hos olivin, idet de optiske axers plan hos dette mineral falder i basis, endvidere, at det optrædende doma er $2\breve{P}\infty$, idet vinkelen paa toppen er ca. 80°. Krystallerne er i foreliggende tilfælde udtrukne efter a-axen, ikke efter c-axen; som tidligere omtalt, indtræffer det samme ogsaa ved den i afsnittet om olivin (pag. 66) beskrevne CaO-FeO-olivin, som i chemisk henseende er temmelig analog med den her omhandlede. Efter de optiske undersögelser maa mineralet være rhombisk; det synes at have spaltbarhed efter saavel $\infty\breve{P}\infty$, $\infty\bar{P}\infty$ som OP. — Paa de fleste steder indtager vor olivin, naar der ikke tages hensyn til sulfidet (efter skjön ca. 1—2 %) omtrent 90—95 % af den hele masse; heraf följer, at det maa have en chemisk sammensætning meget nær svarende til selve slaggens. I overensstemmelse hermed finder vi, at slaggen for det förste ligger meget nær singulosilikat (idet den har surstofforhold 1 : 1.08), og dernæst, at Al_2O_3-gehalten er meget ringe, nemlig kun 3.5 %. Den störste, muligens endog den hele, del af sidstnævnte base existerer sandsynligvis i glasset mellem olivinkrystallerne; selve RO-baserne maa altsaa omtrent i sin helhed have gaaet ind i silikat-mineralet. Det sidste bestaar altsaa af ca.

$$9\,(CaO)_2\,SiO_2 + 4\,(MgO)_2\,SiO_2 + 3.4\,(MnO)_2\,SiO_2,$$

naar i MnO er medregnet lidt FeO.

Af forholdene paa grænsen mellem det parti, hvor præparatet kun holder melilith, og det, hvor det kun holder olivin, synes at fremgaa, at de to mineraler har dannet sig samtidig; nogen slags difference i krystallisations-tiden kan ikke paavises.

Af övrige melilith-slagger skal vi kun omtale nogle ældgamle slagger fra *Mägdesprung* og *Luisenthal*, idet disse i tid-

ligere dage (af CREDNER, LEONHARD [1]) o. s. v.) antoges at indeholde »Idokras» eller et »Idokras-ähnliches Product». — I Berliner-Bergakademies samlinger fik jeg mig overladt til undersögelse et stykke af en saakaldet »Mägdesprunger-Idokras-Schlacke», mærket med H. C. v. LEONHARDS haandskrift som original til hans egen beskrivelse. Makroskopisk sees lyse, grönbrune krystaller, tilsyneladende kubiske, liggende i et brunt glas (dannende »Porphyr-Schlacke»); saavel af krystalformen som af de tidligere original-beskrivelser fremgaar, at det udkrystalliserede mineral rimeligvis tilhörer melilith-gruppen. — I mikroskopisk præparat afgjöres for det förste, at mineralet er optisk enaxigt; da tversnit ∓ OP er firsidige, ikke sekssidige, sluttes, at det tilhörer det tetragonale system. Dobbeltbrydningen er meget svag; i et temmelig skjævt snit, tilnærmelsesvis ∓ OP, blev afgjort, at mineralet er optisk negativt, i saa henseende altsaa overensstemmende med naturlig melilith. Interferensfarverne er dels rent graa, dels graa med blaaligt skjær. Da hertil kommer, at individerne er tavleformig sammensatte efter OP, og at de viser vækstretning fornemmelig efter ∞P, maa det være berettiget at slutte, at vi har for os et led af melilith-skapolith-gruppen, sandsynligvis egentlig melilith.

Ved Freiberger Bergakademie fik jeg anledning til at undersöge en ældgammel slag fra Luisenthal, efter opgivende og efter vedfæstet etikette netop af den sort, som i 1837 blev omhandlet af CREDNER. — For blotte öje sees porfyrisk udskildte krystaller omtrent af terningform, begrænsede af OP, ∞P∞ med ∞P, liggende i brunt glas; dette svarer nöjagtig til CREDNERS beskrivelse. — Ved en chemisk undersögelse paavistes (ved dannelse af gibs), at krystallerne indeholder meget CaO.

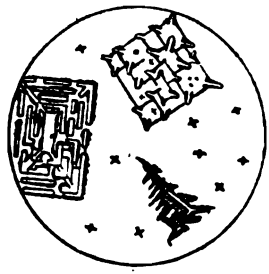
I snit ∓ OP afgjöres, at mineralet er tetragonalt, og at dobbeltbrydningen er svag; interferensfarverne er blaa med gul nuance. CREDNER angiver, at der er ganske god spaltbarhed ∓ OP. — Efter dette sluttes, at vi har med melilith at gjöre.

---

[1]) Se H. CREDNER (sen.). »Beschreibung einer kryst. Blauofenschlacke von Luisenthal». N. Jahrb. f. Min. 1837, pag. 647. — Oversigt over den övrige literatur samt originale bemærkninger i K. C. v. LEONHARD »Hüttenerzeugnisse etc.». 1858, pag. 388.

Som fig. 34 udviser, er mineralet sammensat af en hel del tavler ∓ OP, med begrænsning af ∞P∞ og med udlöbere i hjörnerne efter ∞P (som er den dominerende vækstretning). Krystal överst til venstre paa tegningen er skaaret ∓ OP, de övrige er skjæve, den nederste nogenlunde ⊥ OP. — Saavel i denne slag som i den foregaaende ligger udskilt et yderst fint sulfid-sölv paa mineral-stængerne.

Fig. 34.



Melilith-krystaller, porfyrisk udsondrede, med sulfid-stöv paahæftet mineral-stængerne, liggende i glas. (Fra Luisenthal, ca. 1838). ($\frac{5}{1}$).

Begge slagger udmærker sig ved at före en meget betydelig MnO-gehalt (nemlig mellem 11 og 25 % MnO); da det allerede ved syntheser, (se herom paa pag. 110) er paavist, at MnO med lethed gaar ind i melilith, kan uddrages den slutning, at vi her har for os en MnO-rig melilith. — Efter de af RAMMELSBERG udförte analyser (no. 125—127) har glasset og krystal-udsondringerne nöjagtig samme chemiske sammensætning; den ejendommelighed, at melilithen i de to slagger fortrinsvis optræder i porfyrisk udsondrede krystaller, maa altsaa skyldes faktorer af fysisk, ikke chemisk natur.

Gehlenit.

Dette mineral, som i naturen hidtil kun kjendes fra Monzoni i Tyrol og Oravicza i Banatet, har under mikroskopet temmelig stor lighed med melilith; de vigtigste differencer er, at gehlenit har spaltbarhed saavel efter OP som efter ∞P∞, medens melilith kun har efter OP, — og at gehlenit (fra Monzoni) har lysegraa interferensfarver med en svag, gulblaa nuance, medens melilithens farver som bekjendt er blaa.

I det tidligere citerede arbejde af J. PERRY (udfört med assistence af D. FORBES og H. MILLER) er meddelt chemisk sammensætning (analyse no. 92) af nogle smaa, gjennemsigtige, tetragonale tavler, optrædende i slag fra *Oldbury*, England. Det betones specielt, at analysen ikke repræsenterer slagmassen

i sin helhed, men derimod selve krystallerne, som blev rensede saa vel, som makroskopisk gjörligt er. At det dog ikke er lykkes at faa absolut ren krystal-substans, ligger i sagens natur; det fremgaar desuden bl. a. af, at analysen udviser 3.38 % CaS.

Forholdet mellem O i SiO_2, Al_2O_3 og RO udtrykkes i foreliggende tilfælde ved 1 : 0.748 : 0.846.

Heraf fremgaar, at mineralet i meget væsentlig grad maa afvige fra melilith, idet denne karakteriseres ved forholdet 1 : 0.333 : 0.667. Derimod har det i chemisk henseende meget stor overensstemmelse med gehlenit, idet denne betegnes ved 1 : 0.75 : 0.75.

Da mineralet, i henhold til krystallografiske undersögelser, tilhörer det tetragonale system, og da vi desuden i dette arbejde paaviser, at der i samtlige basiske, CaO- og Al_2O_3-rige slagger altid danner sig et eller andet led af den store melilith-skapolith-gruppe[1]), maa det være berettiget at slutte, at de omhandlede krystaller enten er aldeles identiske med gehlenit eller staar dette mineral overmaade nær. Det förste er det sandsynligste, da det er bleven paavist af en af de franske mineral-synthetikere, nemlig BOURGEOIS, at gehlenit med lethed konstituerer sig i smeltemasser, og da der endvidere kun kjendes et eneste særdeles basisk og Al_2O_3-rigt led inden den store gruppe; dette ene er netop gehlenit.

I. F. L. HAUSMANN meddeler (se lit.) en af BUNSEN udfört analyse (her opfört som no. 93) af en slag[2]), der næsten udelukkende er bestaaende af tetragonale tavler, fra *Holzhausen* i Hessen. Ogsaa denne stemmer i chemisk henseende, hvad H. specielt betoner, temmelig nöje med gehlenit, idet forholdet mellem O i SiO_2, Al_2O_3 og RO er 1 : 0.757 : 0.652.

Selv har jeg havt anledning til at foretage mikroskopiske undersögelser af to stærkt basiske, Al_2O_3- og CaO-rige slagger (no. 94 og 95), som karakteriseres ved forholdet resp. 1 : 0.681 : 0.591 og 1 : 0.621 : 0.779. (No. 94 er fra *Linthorpe* pr. Middlesbro, aar 1866; no. 95 fra *Clarence* pr. Middlesbro, aar 1879). Begge disse indeholder lidt spinel, resp. ca. 2 og ca. 3 % (efter skjön), som er dannet paa et tidligere stadium end silikat-mineralet.

[1]) Naar ikke Al_2O_3-gehalten er altfor höj, thi da maa der, ifölge de franske mineral-synthetikere, dannes anorthit.

[2]) HAUSMANN's undersögelses-methode i sin almindelighed var at plukke ud fritsiddende slag-krystaller og lade dem analysere; det er derfor sandsynligt, at analysen gjælder selve krystal-substansen.

For at faa »moderludens» chemiske sammensætning maa fraregnes den mængde Al_2O_3 og RO, som har medgaaet til spineldannelsen; herved erholdes, at selve silikat-masserne repræsenteres ved

ca. 1 : 0.65 : 0.57 og ca. 1 : 0.56 : 0.78.

Slag fra Clarence bestaar fornemmelig af et tetragonalt mineral, begrænset af OP, $\infty P\infty$, ∞P (den sidste rent underordnet); dets interferensfarver er blaagraa, altsaa lignende melilithens, men paa den anden side dog heller ikke i særdeles væsentlig grad differerende fra den, som karakteriserer gehlenit fra Monzoni. — I snit, som gaar nöjagtig ∓ OP, træder de to punkter, hvori den optiske axe deler sig ved indskyvelse af ¼-bölgelængdes glimmerblad, ud udenfor synsfeltet ɔ: dobbeltbrydningen er svag; i lidt skjævt skaarne snit er afgjort, at mineralet er optisk negativt, altsaa i saa henseende overensstemmende med gehlenit, vistnok ogsaa med naturlig melilith.

I de ordinære, tavleformige snit, nogenlunde ∓ OP, sees meget god spaltbarhed efter OP, desuden daarlig spaltbarhed efter en flade ⊥ OP. Studium af snit ∓ OP udviser, at den sidstnævnte spalteretning gaar parallel med den dominerende sidekant, som vi her, i overensstemmelse med, hvad tidligere er gjort, opfatter som $\infty P\infty$.

Efter den sidste iagttagelse er det sandsynligt, at der her foreligger gehlenit, ikke melilith; denne formodning bekræftes endvidere ved studium af slaggens chemiske sammensætning. — Naar der ikke tages hensyn til den forhaanden-værende mængde spinel og sulfid, indtager det tetragonale mineral, i alle fald paa enkelte steder, mindst 85—90 % af den hele masse; resten er glas. — Selve moderluden (nemlig slaggen ÷ spinellerne) holder lidt over 20 % Al_2O_3, det udkrystalliserede mineral förer rimeligvis en tilsvarende gehalt. I minimum maa det have optaget i sig ca. 16—17 % Al_2O_3, idet det erindres, at den ringe mængde glas, som ligger mellem krystallerne, ikke kan bestaa af Al_2O_3 alene, da det foruden Al_2O_3 maa holde ganske betydelige mængder af SiO_2 og CaO. Som resultat faar vi altsaa, at den forbindelse, som har dannet sig, maa karakteriseres ved en större Al_2O_3-gehalt, end tilfældet er med melilith ɔ: mineralet maa rimeligvis være identisk med gehlenit.

Det i slag fra Linthorpe, 1866, (analyse no. 94) optrædende tetragonale mineral, som er udviklet i tynde tavler ∓ OP, har nöjagtig de samme svagt blaagule interferensfarver som gehleniten fra Monzoni; endvidere synes det foruden spaltbarhed ∓ OP ogsaa at have spaltbarhed ∓ ∞P∞. Da slaggen desuden er starkt basisk (surstofforhold 1 : ca. 0.82, naar spinel er fraregnet), og da Al_2O_3-gehalten er usædvanlig stor, kan det med næsten fuld sikkerhed sluttes, at der her ikke foreligger melilith, men derimod gehlenit. — Efter skjön udgjör dette mineral kun 25—30 % af den hele masse; resten er fornemmelig glas med sulfid og spinel. Et snart i glas fritliggende, snart paa gehlenit paavoxet mineral, som har levende interferensfarver, og som synes at være rhombisk, er antagelig identisk med olivin, da det synes være begrænset af ∞P̆∞, 2P̆∞, ∞P; det optræder altid i saa smaa individer, at sikker bestemmelse ikke kan finde sted.

I vore övrige, stærkt Al_2O_3-rige, CaO-förende slagger, nemlig no. 89 og 90, med resp. 29.31 og 24.12 % Al_2O_3, kan man ikke vente at finde gehlenit, idet surstofforholdet (resp. 1 : 1.05 og 1 : 0.98) angiver, at der her skal danne sig et rent singulosilikat-mineral, altsaa melilith. Gehlenit forudsætter til sin dannelse for det förste en særdeles betydelig Al_2O_3-gehalt og dernæst, at der er lidet SiO_2 tilstede (som ved surstofforhold ca. 1 : 0.50 til ca. 1 : 0.80).

Nyt, CaO- og SiO_2-rigt, tetragonalt mineral (rimeligvis led i *melilith-skapolith*-gruppen).

I en del slagger af surhedsgrad ca. 1 : 1.40, med lidet Al_2O_3 og meget CaO i forhold til MgO (se analyse no. 96—98) optræder et *tetragonalt, optisk positivt* mineral, som ikke er identisk med melilith, skapolith eller noget andet fra naturen tidligere kjendt mineral; det synes at indgaa som nyt led i den store *melilith-skapolith*-gruppe. — Omtrent paa nöjagtig samme maade viser det sig i de tre slagger no. 96—98 (fra resp. *Hofors*, *Löfsjöen* og *Molnebo*, med surstofforhold 1 : 1.48, 1.46 og 1.42, alle med næsten nöjagtig lige meget CaO i forhold til MgO o. s. v.).

Slag fra *Hofors, 1867*, er gjennemskinnelig, lysegraa med svag gulgrön nuance, synes makroskopisk at bestaa af en hel

del store krystaller, som er sammensatte af nogenlunde parallelt ordnede subindivider. — I mikroskopisk præparat af selve slagmassen iagttages et farvelöst, gjennemsigtigt, ikke pleochroitisk mineral, som i gjennemsnit viser sig som lange, tynde lister, hvoraf næsten altid flere ligger indbyrdes omtrent parallelt orienterede, den ene ovenpaa den anden. Under krydsede nikols slukker listerne altid ud parallel længderetningen. Paa enkelte steder findes individer, som ved krydsede nikols forbliver mörke under hel omdrejning; ved konvergent-polariseret lys lader det sig her afgjöre, at vort mineral er *optisk enaxigt* og *optisk positivt;* subindividernes begrænsning samt spaltbarheden angiver, at det er *tetragonalt*, ikke hexagonalt. — Efter symetrien sluttes, att mineralet enten maa være udviklet i stænger, ∓ c, eller i tavler, ∓ OP; for at faa afgjort, hvilken af disse to fald i virkeligheden indtræder, blev slebet orienteret præparat, parallel sammensætningsfladen, af en individ-gruppe, som udsloges af slagmassen. Snittet, som sees at være tavleformigt, staar lodret paa den optiske axe ɔ: mineralet er opbygget af tynde tavler ∓ OP. — I det samme snit observeres endvidere, at hver enkelt af de store tavler egentlig er sammensat af en hel del nogenlunde parallelle subindivider, som viser vel markerede krystalbegrænsningslinjer (efter ∞P∞ og ∞P); desuden giver sig tilkjende for det förste en udmærket god spaltbarhed i to lodret paa hinanden staaende retninger og dernæst et sæt ridslinjer, som ligger diagonalt (symetrisk) mod den udprægede spaltbarhed. Denne gaar parallelt med den flade i vertikal-zonen, som spiller den störste rolle; vælger vi, i overensstemmelse med, hvad tidligere er gjort, at betegne denne med ∞P∞, saa maa samme formel ogsaa gjælde for den gode spaltbarhed. De diagonalt gaaende rids, som efter dette maa betegnes ved ∞P, er rimeligvis at opfatte som glideflader; förövrigt har de stor lighed med ∞P∞-spaltbarheden, kun at de ikke er fuldt saa fremtrædende. — I præparat af slagmassen kan iagttages, at der ogsaa ∓ OP synes at gaa en ganske god spaltbarhed (som ikke maa forveksles med subindividernes sammensætningsflader).

Mineralet har temmelig stærk lys-absorbtion. Interferensfarverne viser sig i præparater af alle tre slagger gjennemgaaende at være ren, monoton graa; ikke engang spor af brogede farver sees nogensinde (i præparat af ordinær tykkelse);

heller ikke mærkes nogen tendens til melilithens typisk blaa nuance. — Vort mineral har adskillig stærkere dobbeltbrydning end melilith, idet nemlig de to punkter, hvori den optiske axe oplöser sig ved indskyvelse af ¼-bölgelængdes glimmerblad, træder ud inde i synsfeltet, om end lige i kanten, ved mikroskopisk præparat af vanlig tykkelse, noget, som aldrig er tilfælde med melilith.

Slag fra *Molnebo i Westmanland, 1866*, bestaar makroskopisk af krystallinsk kjærne med temmelig tykt overfladeglas; inde i det sidste ligger, i krans om det indre, stenagtige parti, en mængde smaa, udmærket vakre krystaller, nemlig tynde, kvadratiske tavler, med fladerne OP, $\infty P\infty$, ∞ P (den sidste i underordnet grad). — Slag fra *Löfsjöen*, ♆ *1876*, har krystallinsk kjærne med tyndt overfladeglas, viser ogsaa allerede makroskopisk kvadratiske tavler.

I mikroskopiske præparater af disse slagger kan gjöres omtrent nöjagtig de samme iagttagelser angaaende det tetragonale mineral som i den först beskrevne slag; kun er mineralet i de to sidste udviklet i mindre individer, saa det mikroskopiske studium er besværligt. — Efter skjön er der i slaggen fra Hofors tilstede ca. 60—65 % udkrystalliseret mineral, i de to andre ca. 50 %; resten er hovedsagelig glas. (I den förstnævnte ligger der hist og her inde i glasset mellem det tetragonale minerals tavler nogle temmelig smaa mikrolither, sandsynligvis af olivin; slag fra Molnebo holder paa enkelte steder krystallinske udsondringer, yngre dannede end det tetragonale mineral, af et mineral med meget levende interferensfarver, augit(?)). — I slag fra Hofors er de enkelte tavler hyppig 3—5 mm. brede (efter OP), men kun ca. 0.1 mm. tykke (efter c); oftest ligger 5—10 tavler ovenpaa hinanden, adskildte ved lidt glas, dannende en krystal-gruppe eller -stok. I de andre slagger er dimensionerne mindre.

Det mineral, som spiller hovedrollen i de tre her omhandlede slagger, er hverken identisk med melilith eller gehlenit paa den ene side eller med skapolith paa den anden. — Allerede flygtigt blik paa analyserne udviser, at vi ikke kan have med gehlenit at gjöre; denne danner sig nemlig kun i stærkt basiske og stærkt Al_2O_3-rige smeltemasser. Derimod

kunde det paa forhaand synes rimeligt, at vi egentlig skulde have for os en melilith, iklædt en lidt extraordinær habitus. Saa kan dog ikke være tilfælde, idet vort mineral saavel krystallografisk som chemisk adskiller sig fra den egentlige melilith. De vigtigste difference-punkter er följende: vort mineral har udmærket god spaltbarhed efter $\infty P\infty$ og glideflader (spaltbarhed?) efter ∞P, desuden ogsaa spaltbarhed efter $0P$(?), medens melilith kun har spaltbarhed efter $0P$; det har meget stærkere dobbeltbrydning end melilith; det har en ren graa interferensfarve, medens melilith altid eller i regelen karakteriseres ved typisk blaa farver. Hertil kommer som det vigtigste moment, at vore tre slagger i chemisk henseende maa staa temmelig fjernt fra melilith. Tidligere er seet, at den sidstnævnte forbindelse vistnok kan krystallisere ud i smeltemasser med kun ca. 3.5 % [1]) Al_2O_3 (cfr. slag fra Schisshyttan, pag. 120, no. 60), men her kan det kun danne sig i ringe mængde, idet den forhaanden-værende Al_2O_3-gehalt snart konsumeres. I vore slagger derimod spiller det tetragonale mineral i kvantitativ henseende en meget væsentlig rolle, idet det udgjör resp. ca. 60—65 % og ca. 50 % af den hele masse. — Ifölge den almindelig antagne formel holder melilith 14.53 % Al_2O_3, noget, som ogsaa stemmer med de paa pag. 137 anförte analyser. En smeltemasse, som förer ca. 60 % melilith, maa altsaa i minimum, d: naar den hele Al_2O_3-gehalt er indgaaet i det sig dannende mineral, före $\frac{14.53 \cdot 100}{60} = 8.72$ % Al_2O_3, medens vi i vore tre slagger kun finder resp. 4.57, 6.92 og 6.50 % Al_2O_3. Af dette rent kvantitative argument sluttes, at vort mineral ikke kan före saa meget Al_2O_3 som melilith d: det kan ikke være identisk med denne. — Medens melilith, med de typiske blaa interferensfarver, kun synes at danne sig i smeltemasser, som ligger singulosilikat meget nær, krystalliserer vort nye mineral, saavidt hidtil vides, gjennemgaaende kun ud i de SiO_2-rigere smeltemasser.

---

[1]) Paa dette enkelte tal maa ikke bygges altfor vidtrækkende slutninger, idet analysen, som kun angiver bestanddelene med et decimaltal, kan være noget unöjagtig, og idet melilith kun er dannet paa et eller et par steder i præparatet, hvor der muligens kunde have været en Al_2O_3-koncentration, medens hovedmassen udgjöres af en CaO-, MnO-, MgO-olivin.

Heraf vil man rimeligvis ledes til den forestilling, at vi skulde have for os egentlig skapolith [1]); denne opfatning vilde förelöbig kunne stöttes ved den omstændighed, at vort mineral, paa samme maade som skapolith, har god spaltbarhed efter $\infty P \infty$ og glideflader (spaltbarhed?) efter ∞P. — Skapolith har formel $(RO)_3 (Al_2O_3)_2 (SiO_2)_{\frac{9}{2}} . n$; eftersom n antages at være = 1.00, 1.33 eller 1.67, blir Al_2O_3-gehalten resp. = 32.0, 28.1 og 25 %. Da de slagger, hvori vort mineral optræder, kun holder 4—7 % Al_2O_3, kan mineralet (cfr. den tidligere udvikling) paa grund af mangel paa Al_2O_3 endnu mindre være skapolith end melilith. — Ogsaa i mineralogisk henseende er der store uligheder mellem skapolith og vort her omhandlede mineral: det förste er altid lang-söjleformigt, det andet derimod altid tynd-tavleformigt; det förste har levende interferensfarver og er optisk negativt, det andet har matte interferensfarver og er optisk positivt.

Det sidstnævnte moment vil vi, paa undersögelsens nuværende stadium, ikke tillægge særdeles stor betydning; de naturlige melilither og skapolither er vistnok, med undtagelse af sarkolith, altid optisk negative, men derimod vides ikke med sikkerhed, om de kunstige forbindelser i denne henseende altid er ganske identiske med de naturlige. Tidligere er omtalt, at det tetragonale mineral (resp. melilith og gehlenit) i slag no. 90 og 95 sandsynligvis er optisk negativt, men paa den anden side er det tetragonale mineral, som efter overensstemmelse i spaltbarhed antages at være identisk med melilith, i slaggerne fra Königin Maria-Hütte og fra en kokes-masovn i Pennsylvanien paavist at være optisk positivt. Hertil kommer, at man, ifölge BOURGEOIS, skal erholde et tetragonalt, optisk *positivt* mineral, naar den i naturen optisk *negative* mejonit omsmeltes. — Da naturlig melilith kun har yderst svag dobbeltbrydning, behöves ikke store variationer i optisk henseende, forinden dobbeltbrydningens art gaar over fra at være negativ til at blive positiv; for analogiens skyld vil vi minde om, at et nogenlunde tilsvarende tilfælde har vi tidligere omtalt under olivin: naar vinkelen mellem de optiske axer hos dette mineral voxer om et par grader, gaar den axe, nemlig brachyaxen, som tidligere svarede til den spidse bissektrix, over til at svare til den stumpe.

[1]). som altid eller jævnlig holder mere SiO_2, end singulosilikatet angiver, se pag. 109.

Af de tre analyser (no. 96—98) aflæses, at 1) vort mineral rimeligvis har surstofforhold 1 : 1.333 eller 1 : 1.500; da det synes, at netop det samme mineral ogsaa optræder i slagger med surstofforhold 1 : 1.32, 1 : 1.36 og 1 : 1.38 (se herom senere), og da desuden augit danner sig i smeltemasserne, strax surstofforholdet voxer over 1 : 1.50, maa vi gaa ud fra, at vort nye tetragonale led sandsynligvis karakteriseres ved surstofforhold 1 : 1.333. 2) CaO er den dominerende RO-base; ved voxende MgO-gehalt krystalliserer nemlig ud olivin (se oversigtstabellen). 3) Al_2O_3 indgaar enten aldeles ikke eller kun i ringe mængde, nemlig i höjden som efter forholdet 1 Al_2O_3 : 4 RO.

Mineralets formel maa följelig sandsynligvis være

$$6\,(RO)\,.\,Al_2O_3\,.\,12\,(SiO_2)\,[1]).$$

Af mange grunde er det naturligt, at vort mineral maa indgaa som led i melilith-skapolith-gruppen: det er tetragonalt, udviklet i tavler efter basis (som melilith), med spaltbarhed efter $\infty P \infty$ og OP(?) (som skapolith paa den ene side, melilith paa den anden), med matte interferensfarver (nogenlunde som melilith); endelig karakteriseres det ved CaO-basen og krystalliserer ud i Al_2O_3-förende, nogenlunde SiO_2-rige smeltemasser. I de mere basiske, CaO-rige slagger danner sig altid et eller andet led af vor gruppe; det vilde derfor være en paafaldende tilfældighed, om det mineral, som konstitueres i lidt surere slagger, skulde være tetragonalt uden at være homöomorft med de övrige, i chemisk henseende nærstaaende, tetragonale slag-mineraler. — Ikke i nogen af vore tre slagger findes frit udviklede krystaller, altsaa heller ikke individer, som viser pyramide- eller dome-flader; det axeforhold, som er bestemmende for vort mineral, kan altsaa ikke angives; i det följende skal dog omtales en iagttagelse, som antyder, at mineralet i geometrisk henseende maa være nogenlunde analogt med melilith.

Fra *Sandviken*, vaaren *1884*, har jeg lejlighedsvis faaet mig tilstillet nogle slagger, som i druserum indeholder i frit udviklede krystaller samtidig i samme stuf saavel augit som et

[1]) Denne forbindelse har samme SiO_2-gehalt som egentlig skapolith efter G. v. RATH's formel.

tetragonalt mineral. Af denne omstændighed fremgaar, at slaggerne i chemisk henseende maa ligge paa grænsen mellem augit- og tetragonal-slaggerne, o: at de maa have surstofforhold ca. 1 : 1.50—1 : 1.55, og at de maa indeholde overvejende meget CaO i forhold til MgO med MnO og FeO [1]). — Augiten, som viser andre opbygningsretninger end de vanlige, omtales senere; her skal vi kun beskjæftige os med det tetragonale mineral.

Dette viser sig hist og her i frit udviklede, kvadratiske tavler, begrænsede af OP . $\infty P\infty$ [2]), med lidt afstumpning paa hjörnerne af ∞P; tavlerne har indtil 2.25 cm. lange sider, men er kun ca. 0.1—0.2 cm. tykke. Paa overfladen er de belagte med smaa augit-skjæl. Mikroskopisk præparat $\perp$ c godtgjör, at de store krystaller er sammensatte af en mængde, yderst tynde subindivider, som ligger nogenlunde parallelt paa hinanden, adskilte ved glas og ved smaa individer af augit(?). I snit parallel OP afgjöres, at mineralet er optisk enaxigt, positivt, samt at dobbeltbrydningen er temmelig stærk; de enkelte subindivider viser sig, aldeles som i slag fra Hofors, meget skarpt begrænsede af $\infty P\infty$. Subindividerne er saa yderst smaa, at nogen spaltbarhed ikke kan iagttages. — Da mineralet er tetragonalt, udviklet i meget tynde tavler, optisk positivt, nogenlunde stærkt dobbeltbrydende, visende ren graa interferensfarver, uden spor af blaa nuance, og da det desuden er dannet i en smeltemasse af surstofforhold temmelig nöje 1 : 1.50, maa det være berettiget at slutte, at det er identisk med vort nye, CaO- og SiO_2-rige led i melilith-skapolithgruppen.

---

[1]) Forholdet mellem CaO og MgO mm. kan mere detailleret bestemmes ved följende to grænser: Der maa være mere MgO end efter proportionen CaO : MgO = ca. 4, thi ellers maatte det hexagonale kalksilikat have krystalliseret ud; paa den anden side maa der være mere CaO end efter proportionen CaO : MgO = ca. 1,25, thi ellers maatte olivin have dannet sig. Vi kan altsaa allerede af de optrædende mineraler temmelig nöje angive slaggens chemiske sammensætning. — Til sammenligning meddeles analyse (no. 83) af en slag fra Sandviken, aar 1870: i et mikroskopisk præparat af denne sees formentlig vort nye, CaO- og SiO_2-rige mineral samt augit, men paalidelig bestemmelse kan ikke finde sted, da individerne er smaa og utydelige. Sikkert er, at det hexagonale mineral ikke optræder.

Analyse no. 83.

SiO_2	47,72.
Al_2O_3	3,37.
CaO	37,52.
MgO	8,78.
MnO	1,75.
FeO	0,50.
Sum	99,59.

[2]) Her som ellers vælger vi at betegne den mest fremtrædende flade i c-zonen med $\infty P\infty$.

I en af slagstufferne sees to meget store krystaller at gjennemvoxe hinanden paa en tilsyneladende lovmæssig maade, formentlig dannende en tvilling (gjennemkrydsnings-tvilling). Skjæringslinjen mellem de to individer er, saavidt det kan sees, nöjagtig parallel med en af kvadraternes sider, altsaa med den formodede $\infty P \infty$. Ifölge en hel del aflæsninger (med anlægs-goniometer) maaltes böjningsvinkelen mellem de to individer at være: $46\frac{1}{2}°$, 47°, 48°, 49°, 49°, 50°; det sandsynlige middel er $48\frac{1}{2}°$, den halve vinkel altsaa $24\frac{1}{4}°$. — Hvis der i virkeligheden foreligger en tvilling og ikke kun en tilfældig sammenvoxning, saa maa tvillingplanet for det förste ligge i zone med den dominerende sidekant, altsaa med den flade, som vi har valgt at betegne med $\infty P \infty$, og dernæst maa det danne vinkel ca. $24\frac{1}{4}°$ (eller $65\frac{3}{4}°$) med OP. Hvis vi gaar ud fra, at vort mineral har samme axeforhold som melilith, erholdes, under de givne forudsætninger, at tvillingplanet maa svare til et doma $nP \infty$, hvor n er = 0.9905 (eller 4.881); da vore maalinger kun er rent approximative, slutter vi, at planet i virkeligheden skal udtrykkes ved $P \infty$. — Da dette er en meget enkel form, bestyrkes den antagelse, at vi har for os en tvilling. Desuden kan vi ogsaa uddrage den slutning, at vort mineral, hvis forudsætningerne er rigtige, i geometrisk henseende maa være homöomorft med de fra naturen kjendte melilith- og skapolith-mineraler.

I det följende skal vi beskrive en del slagger, hvori formentlig det samme nye tetragonale mineral optræder, om end ikke fuldt saa typisk udviklet som i de tre först omhandlede fald.

Slag fra *Domnarfvet, 1879*, (analyse no. 99) sees allerede makroskopisk at indeholde tetragonale tavler; under mikroskopet viser det sig, at disse udgjör mindst ca. 60 % af den hele masse; resten er glas. — Det afgjöres for det förste, at det optrædende mineral er optisk enaxigt (idet det i snit $\pm$ OP viser kors under krydsede nikols og ved konvergentpolariseret lys), tetragonalt og begrænset af OP og $\infty P \infty$; efter disse iagttagelser vilde man tidligere rimeligvis uden videre have indregistreret det under melilith, men vi skal se, at dette ikke kan være berettiget. — For det förste har mineralet ikke melilithens blaa interferensfarver, men derimod de monotone, ren graa farver, som karakteriserer vort nye, CaO- og SiO_2-rige led i gruppen; dernæst iagttages, at det er optisk

positivt, og at i snit ca. ⊥ OP de to punkter, hvori den optiske axe deler sig ved indskyvelse af ¼-bölgelængdes glimmerblad, træder ud inde i synsfeltet, selv naar præparatet er meget tyndt ɔ: dobbeltbrydningen er nogenlunde stærk. Endelig synes mineralet at have spaltbarhed saavel efter OP som $\infty P \infty$; det stemmer altsaa ogsaa i saa henseende med den SiO_2-rige varietet.

Da der til disse rent krystallografiske observationer kommer den omstændighed, at slaggen fra Domnarfvet, 1879, i chemisk sammensætning staar nær de fra Hofors, Löfsjöen og Molnebo, idet den har surstofforhold 1 : 1.32 (altsaa meget nær 1 : 1.333, som antagelig repræsenterer vort nye led), medens den derimod er en del surere end de egentlige melilithslagger, er det berettiget at slutte, at det tetragonale mineral her sandsynligvis maa være identisk med det nye led og ikke med den egentlige melilith.

Slag fra *Forsbacka, juni 1879*, (analyse no. 100) er grön, temmelig grovkrystallinsk, viser sig makroskopisk at holde store blade, tilsyneladende med kvadratisk begrænsning. — Under mikroskopet sees flere mineraler: hovedrollen i kvantitativ henseende spiller et mineral, der i gjennemsnit oftest viser sig i grupper af lange, tynde, rektangulært begrænsede lister; saavel af forholdene i præparatet som af slaggens makroskopiske habitus sluttes, at i virkeligheden er mineralet udviklet i tynde tavler, ikke i lange stave. — Det slukker altid ud nöjagtig parallel længderetningen, maa altsaa tilhöre enten det rhombiske eller et af de optisk enaxige systemer; da det for det förste viser kvadratisk begrænsning, og da det dernæst aldrig lykkedes at finde snit, hvor udslukningen differerede det allerringeste fra at fölge længderetningen, udledes som det sandsynlige resultat, at det i virkeligheden er tetragonalt; i saa fald er det tavleformig efter OP og forövrigt begrænset af $\infty P \infty$ (og ∞P?). Det har spaltbarhed saavel efter OP som efter en flade i vertikal-zonen, rimeligvis $\infty P \infty$; interferensfarverne er altid matte, af den ren graa nuance, som karakteriserer vort nye, CaO- og SiO_2-rige led i melilith-rækken. — Mellem tavlerne af dette mineral, som kan skjönnes at have krystalliseret tidligere ud end de andre, ligger der en del lange krystaller af augit(?) samt tavler af melilith, de sidste med de typiske blaa interferensfarver.

Efter al sandsynlighed er det först beskrevne mineral identisk med det nye, CaO- og SiO_2-rige led i melilith-skapolith-gruppen, idet det synes at være tetragonalt, udviklet i tynde tavler $\mp$ OP, med spaltbarhed $\mp$ OP og $\infty P \infty$ (eller ∞P), og med de samme graa interferensfarver; endelig stemmer slaggens chemiske sammensætning temmelig nöje med no. 96—98. At det ikke er ordinær melilith, sluttes uden videre af, at sidstnævnte mineral ogsaa optræder i den samme slag, men visende sig paa en ganske anden maade. — Endelig er der i slaggen tilstede lidt glas og en del fint sulfidstöv.

Ogsaa i slag fra *Långshyttan, 1879*, (analyse no. 101) synes det först udkrystalliserede mineral at have de samme egenskaber som det nye, CaO- og SiO_2-rige melilith-led; slaggens hovedmasse indtages af augit(?).

I de resterende tre slagger (fra *Hellsjö*, ½ *1878*, *Dådran, 1872*, og *Finnbo, 1880*) optræder ogsaa, saavidt det kan afgjöres, et tetragonalt mineral, men da dette ikke med tilnærmelsesvis sikkerhed kan henföres til noget bestemt af de led af melilith-skapolith-gruppen, som vi nys har paavist i vore slagger, beskriver vi dem tilslut for sig alene.

Slag fra *Hellsjö*, ½ *1878*, (analyse no. 102) bestaar af grönt glas med gul, krystallinsk kjærne; inde i glasset ligger smaa, tilnærmelsesvis kvadratiske, krystaller, saavidt det kan sees begrænsede af OP . $\infty P \infty$, med lidt afstumpning af ∞P. — Under mikroskopet sees mineralet at være klart, farvelöst, optisk enaxigt, kvadratisk, bestaaende af tynde tavler; lys-absorbtionen er saa stærk, at undersögelse under krydsede nikols i parallel-polariseret lys er omtrent umulig. — Hist og her iagttages nogle smaa mikrolither af et mono- eller a-symetrisk mineral, med levende interferensfarver; udslukning indtil ca. 40°, ofte med fjærformig opbygning omtrent som hos vanlig augit; saavel efter disse iagttagelser som efter slaggens chemiske sammensætning (surstofforhold 1 : 1.435) sluttes, at det sidstnævnte mineral rimeligvis er augit.

Slag fra *Dådran, 1872,* (analyse no. 103) bestaar af krystallinsk kjærne af intensiv grön farve (begrundet i MnS-mikrolither o. s. v.) med et brunt glas; i det sidste ligger

jævnlig porfyrisk udsondrede krystaller, altid med omtrent retvinklig begrænsning. I druserum i den krystallinske del sidder kvadratiske tavler, opbyggede aldeles som vanlig melilith. — Under mikroskopet sees dels et lyst mineral, ofte sammensat af parallelle tavler, i enkelte snit gitterformig opbygget, med graa interferensfarver, meget stærk lys-absorbtion, sandsynligvis tetragonalt(?), og dels et olivin-lignende mineral, altid i meget smaa individer, med levende interferensfarver; da sikker bestemmelse ikke kan finde sted, gaar vi ikke ind paa nöjere detail-beskrivelser.

I slaggen fra *Finnbo, 1880* (analyse no. 104) — som holder de vakre mangansulfid-mikrolither o. s. v., se herom senere — iagttages makroskopisk krystaller af tilsyneladende kvadratisk tavleform; gjennemsnit af disse viser gitterformig opbygning. Mineralet har lyse interferensfarver, men saa stærk lys-absorbtion, at det ikke kan bestemmes med sikkerhed.

Om den indbyrdes relation mellem de enkelte led inden melilith-skapolith-mineralernes gruppe, se senere (under afsnittet om de chemiske resultater).

Analyse af *melilith-slagger*, efter egne undersögelser.

	No. 85.	No. 86.	No. 87.	No. 88.
SiO_2	39,45	35,54	34,32	30,08
Al_2O_3	10,70	9,10	12,11	15,13 *)
CaO	36,42	34,05	42,19	35,46
MgO	2,34	5,36	2,82	12,38
MnO	1,95	10,37	4,17	0,59
FeO	6,04	0,11	0,26	0,47
K_2O	1,79	?	0,32	—
Na_2O	—	?	1,14	—
CaS	1,05	4,75	3,33	5,72
Sum	99,74	99,28	100,60	99,78

Surstofmængderne i:

	No. 85.		No. 86.		No. 87.		No. 88.	
O i SiO_2	21,04		18,95		18,50		16,04	
» » Al_2O_3	4,96		4,24		5,64		7,05	
» » CaO	10,41		9,70		12,05		10,13	
» » MgO	0,94	13,42	2,12	14,14	1,13	14,52	4,18	15,29
» » MnO	0,43		2,30		0,94		0,13	
» » FeO	1,34		0,02		0,06		0,10	
» » alk.	0,31		—		0,34		—	
Surstofforh.	1 : 1,14		1 : 1,03		1 : 0,91		1 : 0,72 *)	

	Glasrige melilith-slagger.			Oliv. & melil.
	No. 89.	No. 90.	No. 91.	No. 60.
SiO_2	43,37	39,68	39,4	36,5
Al_2O_3	29,31	24,12	7,5	3,5
CaO	15,48	30,33	43,1	31,4
MgO	8,25	3,17	0,2	10,0
MnO	2,38	0,18	6,7	14,5
FeO	0,50	0,34	spor	0,5
K_2O	—	0,48	—	—
Na_2O	—	0,62	—	—
CaS	—	0,74	3,2	3,1
Sum	99,29	99,66	100,1	99,5

Surstofmængderne i:

	No. 89.		No. 90.		No. 91.		No. 60.	
O i SiO_2	23,13		21,16		21,01		19,5	
» » Al_2O_3	13,66		11,24		3,50		1,6	
» » CaO	4,42	8,37	8,67	10,33	12,31	13,90	9,0	16,4
» » MgO	3,30		1,27		0,08		4,0	
» » MnO	0,54		0,04		1,51		3,3	
» » FeO	0,11		0,08		spor		0,1	
» » alk.	—		0,22		—		—	
Surstofforh.	1 : 1,05		1 : 0,98		1 : 1,21		1 : 1,08	

Analyse af *gehlenit-slagger*, ɔ: slagger, förende et tetragonalt mineral, hörende til melilith-skapolith-grupper, sandsynligvis identisk med *gehlenit*.

	No. 92.	No. 93.	No. 94.	No. 95	Normal gehlenit.
SiO_2	28,32	32,22	35,10	31,40	30,69
Al_2O_3	24,24	27,81	27,35 [1]	22,32 [1]	26,34
CaO	40,12	17,35	28,14	30,92	42,97
MgO	2,79	5,57	7,04	10,02	—
MnO	0,07	2,67	0,24	0,96	—
FeO	0,27	—	0,75	0,03	—
Na_2O	—	11,30	—	1,17	—
K_2O	0,64	3,05	—	0,12	—
CaS	3,38	—	(Meget)	3,85	—
Sum	100,09	99,97	98,62	100,79	100,00

Surstofmængderne i:

	No. 92.		No. 93.		No. 94.		No. 95.	
O i SiO_2	15,10		17,18		18,72		16,75	
» » Al_2O_3	11,30		13,00		12,75		10,40	
» » CaO	11,46	12,77	4,94	11,30	8,04	11,07	8,83	13,33
» » MgO	1,12		2,23		2,81		4,00	
» » MnO	0,02		0,59		0,05		0,22	
» » FeO	0,06		—		0,17		0,01	
» » alk.	0,11		3,44		—		0,32	
Surstofforh.	1 : 0,62		1 : 0,71		1 : 0,79 [1]		1 : 0,71 [1]	

Analyse af slagger, som indeholder et fra naturen hidtil ikke kjendt, *CaO- og SiO-rigt led* i melilith-skapolith-gruppen.

	No. 96.	No. 97.	No. 98.	No. 99.*)	No. 100.*)	No. 101.*)
SiO_2	46,32	46,86	45,92	43,85	43,51	46,50
Al_2O_3	4,57	6,92	6,50	8,34	3,92	12,90
CaO	34,05	33,37	31,85	35,00	40,82	32,07
MgO	10,25	9,70	7,82	7,81	5,80	6,75
MnO	2,68	1,11	5,31	2,43	3,22	0,58
FeO	0,52	0,89	2,85	0,90	0,78	0,90
CaS	0,76	0,96	—	—	0,68 [2]	—
Sum	99,15	99,81	99,75	98,33	99,12	99,70

Surstofmængderne i:

	No. 96.		No. 97.		No. 98.		No. 99.		No. 100.		No. 101.	
O i SiO_2	24,70		24,99		24,23		23,38		23,21		24,80	
» » Al_2O_3	2,13		3,22		3,03		3,88		1,83		6,01	
» » CaO	9,73		9,53		9,10		10,00		11,66		9,16	
» » MgO	4,10	14,55	3,88	13,86	3,13	14,06	3,12	13,87	2,32	14,97	2,70	12,19
» » MnO	0,60		0,25		1,20		0,55		0,73		0,13	
» » FeO	0,12		0,20		0,63		0,20		[2] 0,17		0,20	
Surstofforh.	1 : 1,48		1 : 1,46		1 : 1,42		1 : 1,32		1 : 1,38		1 : 1,36	

FeO- eller MnO-rige slagger, förende et tetragonalt mineral, sandsynligvis det nye, *CaO- og SiO_2-rige led* i melilith-skapolith-grupper.

	No. 102.	No. 103.	No. 104. *)
SiO_2	47,00	42,31	39,96
Al_2O_3	10,90	5,95	6,77
CaO	28,40	29,57	26,06
MgO	6,95	10,58	7,14
MnO	1,65	9,50	15,68
FeO	5,10	0,40	0,79
K_2O	—	0,37	—
Na_2O	-	0,56	—
CaS	—	0,34	—
Sum	99,90	99,58	99,40

*) I no. 99—101 er bestemmelsen ikke absolut sikker.

Surstofmængderne i:

	No. 102.		No. 103.		No. 104.	
O i SiO_2	25,07		22,57		21,31	
» » Al_2O_3	5,08		2,77		3,15	
» » CaO	8,11		8,45		8,30	
» » MgO	2,78	12.39	4,23	15,11	2,85	14,86
» » MnO	0,37		2,14		3,53	
» » FeO	1,13		0,09		0,18	
» » alk.	—		0.20		—	
Surstofforh.	1 : 1,435		1 : 1,26		1 : 1,18	

Analyse af *melilith-slagger*, tagne af literaturen.

	No. 105.	No. 106.	No. 107.	No. 108.	No. 109.
SiO_2	45,59	43,2	42,06	40,6	40,3
Al_2O_3	11 88	12,0	12,93	16,8	14,0
CaO	38,20	35,2	32,53	32,2	35,0
MgO	0,91	4,0	1,06	—	5,7
MnO	—	—	2,26	—	1,9
FeO	1,11	4,2	4,94	10,4	1,6
K_2O	—	—	2,69	—	—
Na_2O	—	—		—	—
CaS	1,76	—	1,03 [3]	—	—
Sum	99,45	98,6	99,81	100,0	98,5

Surstofmængderne i:

	No. 105.		No. 106.		No. 107.		No. 108.		No. 109.	
O i SiO_2	24,3		23,04		22.46		21,65		21,49	
» » Al_2O_3	5,54		5,59		6,03		7,83		6,52	
» » CaO	10,91		10,06		9,30		9,20		10,00	
» » MgO	0,36	11,52	1,60	12,59	0,42	12,69	—	11,51	2,28	13,06
» » MnO	—		—		0,50		—		0,42	
» » FeO	0,25		0,93		1,10		2,31		0,36	
» » alk.	—		—		0,46		—		—	
Surstofforh.	1 : 1,424		1 : 1,27		1 : 1,20		1 : 1,12		1 : 1,10	

Analyse af *melilith-slagger*, tagne af literaturen.

	No. 110.	No. 111.	No. 112.	No. 113.	No. 114.
SiO_2	39,52	39,60	38,34	38,76	38,41
Al_2O_3	15,11	12,60	21,22	14,48	14,19
CaO	32,52	42,04	29,20	35,68	39,75
MgO	3,49	—	2,44	6,84	1,46
MnO	2,89	4,30	—	0,23	spor
FeO	2,02	spor	1,98	1,18	2,65
K_2O	1,06	—	1,10	1,11	2,27
Na_2O	—	—	—	—	—
CaS	2,15	1,46	0,04	0,98	0,92 [4]
Sum	98,76	100,00	94,31	99,26	99,40

Surstofmængderne i:

	No. 110.		No. 111.		No. 112.		No. 113.		No. 114.	
O i SiO_2	21,08		21,12		20,45		20,67		20,49	
» » Al_2O_3	7,04		5,87		9,89		6,76		6,61	
» » CaO	9,30		12,01		8,35		10,02		11,36	
» » MgO	1,38		—	13,01	0,98		2,55		0,58	
» » MnO	0,64	11,95	1,00		—	9,95	0,05	13,08	—	12,91
» » FeO	0,45		—		0,44		0,27		0,59	
» » alk.	0,18		—		0,18		0,19		0,38	
Surstofforh.	1 : 1,11		1 : 1,12		1 : 1,03		1 : 1,04		1 : 1.05	

Analyse af *melilith-slagger*, tagne af literaturen.

	No. 115.	No. 116.	No. 117.	No. 118.	No. 119.	No. 120.
SiO_2	38,05	37,91	37,63	36,37	34,26	36,6
Al_2O_3	14,11	13,01	12,78	15,36	15,60	18,4
CaO	35,70	31,43	33,46	38,09	38,13	34,6
MgO	7,61	7,24	6,64	5,51	2,56	4,8
MnO	0,40	2,79	2,64	1,85	3,52	—
FeO	1,27	0,93	3,91		1.00	2,0
K_2O	1,85	2,60	1,92	—	2,04	—
Na_2O	—	—	—	—		—
CaS	0,82	3,65	0,68	2,32 [5]	2,43	2,2
Sum	99,81	99,56	99,68	101,50	99,54	98.6

Surstofmængderne i:

	No. 115.	No. 116.	No. 117.	No. 118.	No. 119.	No. 120.
O i SiO_2	20,34	20,22	20,07	19,40	18,27	19,52
» » Al_2O_3	6,58	6,08	5,96	7,16	7,27	8,58
» » CaO	10,20	8,75	9,57	10,88	10,90	9,89
» » MgO	3,04	2,81	2,66	2,20	1,02	1,92
» » MnO	0,09 13,93	0,52 12,71	0,59 14,02	— 13,49	0,79 13,35	— 12,25
» » FeO	0,28	0,21	0,87	0,41	0,22	0,44
» » alk.	0,32	0,44	0,33	—	0,42	—
Surstofforh.	1 : 0,99	1 : 1,08	1 : 1,01	1 : 0,94	1 : 0,89	1 : 0,95

Analyse af *melilith-slag*, fra Mägdesprung, Harz.

	No. 121 a.	No. 121 b.	No. 122 a.	No. 122 b.	No. 123.	No. 124.
SiO_2	41,08	41,41	39,19	39,03	41,49	42,64
Al_2O_3	10,88	10,56	9,52	9,75	4,96	6,58
CaO	23,76	25,31	24,19	24,39	26,66	25,35
MgO	0,58	0,42	0,42	0,64	1,10	0,34
MnO	20,57	20,66	28,88	21,97	20,65	21,65
FeO	1,89	1,42	3,20	4,35	0,44	1,02
Sum	98,56%	99,76	100,60	100,13	99,50	97,58

Surstofmængderne i:

	No. 121 a.	No. 121 b.	No. 122 a.	No. 122 b.	No. 123.	No. 124.
O i SiO_2	21,91	22,19	20,90	20,82	22,18	22,91
» » Al_2O_3	5,07	4,92	4,44	4,54	2,30	3,07
» » CaO	6,79	7,23	6,91	6,97	7,62	7,24
» » MgO	0,24 12,00	0,17 11,81	0,25 13,18	0,26 13,08	0,44 12,78	0,14 12,4
» » MnO	4,57	4,59	5,31	4,88	4,62	4,81
» » FeO	0,40	0,32	0,71	0,97	0,10	0,23
Surstofforh.	1 : 1,28	1 : 1,37	1 : 1,18	1 : 1,18	1 : 1,47	1 : 1,48

Analyse af *melilith-slag*, fra Luisenthal, ved Gotha.

	No. 125.	No. 126.	No. 127.
SiO_2	36,63	38,54	37,22
Al_2O_3 [5])	4.85	3,13	3,74
CaO	25,52	28.81	26,67
MgO	4,71	9,17	2,84
MnO	19,05	11,20	20,51
K_2O	spor	—	—
BaO	7,59	7,91	8,26
CaS	0,72	2,02	0,73
Sum	99,07	100,78	99,97

Surstofmængderne i:

	No. 125.		No. 126.		No. 127.	
O i SiO_2	18,53		20,54		19,85	
» » Al_2O_3	2.26		1.46		1,74	
» » CaO	7,23	13,73	8,23	15,20	7,62	14,56
» » MgO	1,50		3.67		1,54	
» » MnO	4.23		2,19		4.56	
» » BaO	0.77		0,81		0.84	
Surstofforh.	1 : 1,16		1 : 1,23		1 : 1.22	

NB. Surstofforholdet er i alle disse slagger her beregnet med den hele Al_2O_3-mængde som base.

Analyse af *melilith-slagger*, efter egne undersögelser.

No. 85. Fra *Oberhausen, 1878* (analyseret af prof. A. LEDEBUR, Freiberg, mai 1883). Slaggen, som er mörkegraa af farve (indeholder 6.04 % FeO, 0,49 % S) bestaar af kvadratiske tavler (indtil 1.5 cm. brede og 0.5 cm. tykke), begrænsede af OP. ∞P∞, der sidder paa kugler af bladig-straalig struktur. — I Berliner Bergakademies samlinger fik jeg heraf material til undersögelse. — Istedenfor CaS burde i analysen opföres FeS, se herom senere.

De store krystaller er sammensatte af et netværk af stænger, lidt tavleformige efter OP, udtrukne efter retningerne af ∞P. — Mellem stængerne ligger en sort masse (glas med sulfid) og et rimeligvis monosymetrisk mineral (wollastonit?).

No. 86. Ukjendt lokalitet, sandsynligvis fra en tysk masovn; slaggen er stærkt grön farvet, med halv metalglans, krystallinsk; den opbevares i Berliner Bergakademies samlinger. Analysen, som var paafæstet etiketten, er udfört af WRICKARTS. — Under mikroskopet sees klare melilith-tavler (OP . ∞P∞) med de typiske, blaa interferensfarver, spaltbarhed ∓ OP. Mellem disse krystaller ligger et mineral i yderst fine individer, ofte med aggregat-polarisation, sandsynligvis monticellit. — Grönt sulfid, dels anordnet i buskformige grupper inde i melilitherne, langs disse rand, (som paa fig. 31 angivet), dels i gjennemsigtige, gulgrönne, isotrope kugler og dels i mikrolither, lovmæssigt opbyggede efter et regulært princip, er tilstede i rigelig mængde og begrunder slaggens farve.

No. 87. Fra *Dowlais* i *Wales, 1879*, ved blæsning af speiljern (analyseret paa Bergskolan, af K. A. LAGERKVIST). — Med tavleformige melilith-krystaller, visende de typiske, blaa interferensfarver, med vækstretning efter ∞P, indeholdende fint sulfid-stöv, som er svagt grönfarvet; adskildt fra hinanden ved glas, hvori ligger lidt olivin eller monticellit(?).

No. 88. Fra *Coldness pr. Glasgow, 1879*. (P. G. LIDNER). —

*) Denne slag förer store spinel-oktaedere i rigelig mængde (se herom senere); ved vejning er fundet, at der er ca. 6.5 % spinel tilstede. Da dette mi-

neral er krystalliseret tidligere ud end melilithen, karakteriseredes selve silikat-massen forinden melilithens dannelse ved surstofforhold 1 : ca. 0.85 og ved 10.81 % Al_2O_3. — Melilith, der optræder i de ordinære tavler, har ogsaa her de karakteristiske blaa interferensfarver; spaltbarhed ⫩ OP. Saavel melilithen som spinellen indeholder som indeslutninger en hel del CaS, oftest i fine kugler. — Endelig findes der en del glas samt olivin(?), den sidste liggende mellem melilith-krystallerne.

No. 89. Fra de *Demidoff'ske* værk, *Rusland*, ved smeltning af kiseltackjern, aar *1879* (I. W. T. Olán, 1880). — Slaggen bestaar fornemmelig af et klart glas, hvori ligger yderst smaa melilith-krystaller (nemlig meget tynde, tavleformige krystaller, altid slukkende ud ⫩ tavleretningen ɔ: OP, med melilithens karakteristiske interferensfarve; endelig tilsiger slaggens sammensætning — surstofforhold 1 : 1.05, meget Al_2O_3, adskillig mere CaO end MgO, MnO etc. —, at det er melilith, som her maa danne sig). — Desuden findes der nogle lidt större krystallinske udsondringer, som det ikke har lykkes mig at udtyde.

No. 90. Fra en masovn ved *Lake superior* (P. Larsson). — Se tidligere beskrivelse, bestaar af glas, der indeholder nogle melilith-mikrolither (se fig. 32).

Om grunden til, at no. 89 og 90 indeholder saa meget glas, se under gjennemgaaelsen af Al_2O_3-rige, glasagtige slagger.

No. 91. Fra *Terrenoire*, *Frankrige*, *1879*, ved blæsning af manganjern. (M. v. Essen). — Indeholder en mængde sulfid-stöv, graagrönt af farve, oftest saa fint og jævnt fordelt, at detailleret undersögelse af de optrædende mineraler er umulig. — Slaggen indeholder to silikatmineraler, et i store krystaller, begrænset af flader, som staar lodret paa hinanden, efter udslukning rhombisk eller tetragonalt, med melilithens karakteristiske interferensfarve, altsaa utvivlsomt melilith, med OP, ∞P∞; spor af »Pflockstruktur» samt opbygning efter ∞P kan sees. — Det andet mineral, som kun er tilstede i meget ringe mængde, synes at være monticellit eller olivin(?).

No. 60, fra *Schisshyttan, 1869*, er tidligere opført under olivinslaggerne, men medtages ogsaa her, da den i visse partier ikke bestaar af olivin, men af melilith (se tidligere beskrivelse).

Analyse af *gehlenit-slagger.*

No. 92. Fra *Dawes* masovn pr. *Oldbury* (analyseret af J. PERCY, taget af hans arbejde, se lit.).

No. 93. Fra *Holzhausen* ved *Homberg, Hessen* (analyseret af BUNSEN, taget af HAUSMANN's arbejde, se lit.).

No. 94. Fra *Linthorpe* ved *Middlesbro, 1866* (analyseret af S. SVEDBERG).

No. 95. Fra *Clarence* ved *Middlesbro, 1879.* (P. JOHNSSON).

[1]) Om Al_2O_3-gehalten og surstofforholdet i de to sidste, se under gehlenit.

De to sidste slagger, som begge förer spinel, er analyserede paa Stockholms Bergskola. — Nöjere beskrivelse af disse fire findes i texten.

Analyse af slagger, som indeholder et fra naturen hidtil ikke kjendt, *CaO- og SiO_2-rigt led* i melilith-skapolith-gruppen.

No. 96. Fra *Hofors, 1867* (analyseret af I. H. FORSSMAN).

No. 97. Fra *Löfsjöen, 1871* (E. BARNEKOW).

No. 98. Fra *Molnebo i Vestmanland, 1866* (I. EDBERG).

Det samme mineral optræder rimeligvis ogsaa i de følgende slagger:

No. 99. Fra *Domnarfvet, 1879* (C. G. SÄRNSTRÖM).

No. 100. Fra *Forsbacka, juni 1879* (middel af to vel overensstemmende analyser, udförte af resp. A. ISÆUS og C. H. LEJONHJELM).

[2]) samt 0.28 % K_2O og 0.16 % Na_2O.
O i alk. = 0.09 %.

No. 101. Fra *Långshyttan, 1879.* (C. G. DAHLERUS). Temmelig grovkrystallinsk, lys med tynd glashinde.

FeO- eller MnO-rige slagger, förende et tetragonalt mineral, sandsynligvis det nye, *CaO- og SiO_2-rige* led i melilith-skapolith-gruppen.

No. 102. Fra *Hellejö, 15 febr. 1878.* (Analyseret af G. OTTMAN).

No. 103. Fra *Dådran, aug. 1872.* (I. G. CLASON).

No. 104. Fra *Finnbo, 1880.* (S. F. MÖRTSTEDT).

Om alle disse slagger, som samtlige er analyserede paa Stockholms Bergskola, se tidligere beskrivelse.

Analyse af slagger, förende tetragonalt mineral, der i alm. uden videre er bleven kaldt *melilith;* samtlige analyser er tagne af den forhaanden-værende literatur.

No. 105, 107, 110, 113, 115—117 er de i det tidligere citerede arbejde af J. PERCY meddelte analyser af melilith-slagger. No. 105 er en kupolovns-slag, de övrige er masovns-slagger, fra resp. *la Providence* pr. Marchienne ved Charleroy, fra *Wednesbury-Oak* pr. Tipton, fra *Dudley*, d:o, d:o, fra *Blackwell* pr. Russel-Hills ved Dudley (de er analyserede af resp. D. FORBES, J. PERCY, D. F., J. P., J. P., D. F., J. P.). — Samtlige viser tetragonale krystaller, oftest tavler, med OP. $\infty P \infty$, undertiden desuden ∞P; om no. 105, som er den kiselsyre-rigeste af den her opförte serie, bemærkes specielt, at den bestaar af lange, gule krystaller, tilsyneladende kvadratiske, begrænsede af $\infty P \infty$. ∞P. OP; spaltbarhed $\doteq$ OP; den kaldes »humboltilith» (ɔ: melilith).

[3]) samt 0.31 $Al_2(PO_4)_2$.

No. 106. Fra *Dowlais* i Wales (analyseret af BERTHIER), taget af Dr. A. GURLTS »Künstliche Mineralien, 1857». — Fra Dowlais har jeg selv undersögt mikroskopisk en melilithslag (analyse no. 87).

No. 108. Fra *Dudley* (BERTHIER), taget af GURLTS oversigtsarbejde.

No. 109. Fra *Weiks* pr. Merthyr-Tydvil (BERTHIER), d:o d:o.

No. 111. Fra *Königshütte* i Ober-Schlesien (KARSTEN), d:o d:o.

No. 112. Fra *Zizenhausen* (SCHILL), taget af LEONHARD »Hüttenerzeugnisse», hvor slaggen kaldes »Humboltilith-Musterstück».

No. 114. Fra *Bettingen* ved Leback, taget af F. BOTHE's arbejde (l. c.); det er denne slag, som förer de af P, P∞ m. m. begrænsede krystaller, se herom pag. 128.

[4]) samt 0.38 % Fe_2O_3(?) og 0,10 % P.

No. 118. Fra *Janon* ved St. Etienne (BERTHIER), taget af GURLTS oversigts-arbejde.

[5]) samt 2 % $CaSO_4$.

No. 119. Fra *Henrichshütte* ved Hattingen (»Humboltilith-slag»). Taget af B. KERLS Metallurgie, 1880, pag. 397.

No. 120. Fra *Hörde*, do. do.

De her omhandlede slagger förer samtlige tetragonale krystaller, oftest tavleformige, med OP. ∞P∞, undertiden ogsaa ∞P.

No. 121—124 er analyser af melilith-slag fra *Mägdesprung*, Harz (den tidligere saakaldte »idokras-slag»); samtlige analyser er udförte af RAMMELSBERG (se LEONHARD »Hüttenerzeugnisse», pag. 392). — No. 121, a og b, er slag fra gargang, a af glasset, b af de deri liggende krystallinske udsondringer, no. 122, a og b, er fra halvveret gang, ligeledes resp. af glas og af krystalmasse; no. 123 er krystallinsk slag, grön farvet, fra meget gar gang; no. 124 ligeledes, med enkelte krystaller.

No. 125—127 er analyser af melilith-slag fra *Luisenthal*, pr. Gotha (ogsaa tidligere kaldet »idokras-slag»); samtlige analyser er udförte af CREDNER (l. c., se ogsaa LEONHARD »Hüttenerz.»). — No. 125 er en brun, glasagtig slag, omsluttende mange krystaller; no. 126 ligesaa; no. 127 repræsenterer sammensætningen af de tetragonale krystaller (med sp. v. 3.11—3.17).

[6]) med spor af Fe_2O_3 og P_2O_5.

Spinel i slagger.

Literatur.

W. MUIRHEAD. The formation of blast furnace slags. »Iron», 15:de okt. 1880, oversat i Berg- und Hüttenm. Zeit. 1881.

A. STELZNER. Zinkspinell-haltige Fayalitschlacken der Freiberger Hüttenwerke. Neues Jahrb. f. Min., Geol. und Pal. 1882, I, pag. 170.

H. SCHULZE und A. STELZNER. Ueber die Umwandlung der Destillationsgefässe der Zinköfen in Zinkspinell und Tridymit. Neues Jahr. f. Min., Geol. und Pal. 1881, I, pag. 120.

De följende meddelelser om tilstedeværelse af spinel eller overhovedet af aluminat i slagger indledes med et kort referat af en meget interessant, men hidtil kun lidet paaagtet, afhandling af W. MUIRHEAD (l. c.). — I de skotske masovne, hvis driftsmethode er studeret af M. (der undertegner sig som »metallurgical chemist») forsmeltes i alm. engelske hæmatiter, spanske jernmalme samt »black-bands» og »clay-bands». De to förstnævnte malmsorter holder gjennemgaaende kun lidet MgO; de to sidste derimod tilförer i alm. smeltemassen en for engelske og skotske kokes-masovnsslagger usædvanlig stor MgO-gehalt, nemlig op til 12—14 %. Ved analysering af en hel del slagserier har det vist sig, ifölge MUIRHEAD, at de ved de MgO-fattige malme producerede slagger aldrig indeholder nogen i HCl og HFl uoplöselig bestanddel; derimod erholder man ved behandling af slaggerne fra de sidstnævnte malme med HCl jævnlig en gelatineret kiselsyre, som er forurenet med et fint, haardt, under glasstaven »skrigende» pulver. De fra god masovnsgang faldende slagger opgives i regelen at före kun en yderst ringe procent udekomponeret substans, nemlig i höjden ca. 0.5 % [1]); större mængder danner sig kun under abnorme, ikke tilfredsstillende forholde, nemlig ved en særdeles varm masovnsgang.

Af analyse-serien no. 128 a—133 a fremgaar, at den her omhandlede udekomponerede rest bestaar af et aluminat, idet analyserne ikke engang udviser saa meget som spor af SiO_2; dernæst kan aflæses, at aluminatet maa have sammensætning $RO . Al_2O_3$, hvor RO er MgO, undertiden med lidt CaO. — At denne forbindelse er identisk med naturlig spinel, skal i det följende paavises.

Ved mikroskopisk undersögelse af en del stærkt basiske, Al_2O_3- og relativt MgO-rige slagger, nemlig fra *Coldness*, *Clarence*, *Linthorpe* og *Bethlehem* (analyserne no. 88, 95, 94 og 59) blev iagttaget, at de nævnte slagger indeholder et isotropt, oktaedrisk begrænset, klart mineral, som efter de kriterier, der

[1]) Efter mine egne undersögelser skulde jeg være tilböjelig til at tro, at dette tal er vel lidet.

staar til disposition ved mikroskopiske undersögelser, maatte holdes for spinel. — For at faa en nöjagtig bestemmelse af mineralet blev en större portion af slagmassen [1]) behandlet med HCl og den gelatinerede kiselsyre bortdampet med HFl; det pulver, som blev tilbage efter förste gangs behandling, blev altid nok en gang i længere tid kogt vekselvis med HCl og HFl, saa man kunde være sikker paa, at al silikat-masse var destrueret. — I de fire slagger viste der sig at være resp. ca. 6.5, 3, 2 og 0.5 % uoplöseligt residuum.

Dette bestaar, efter mikroskopisk undersögelse, af klare, isotrope krystaller, som er stærk lysbrydende, og som altid, undtagen naar de er knust itu, er begrænsede af oktaederflader. Om mineralets chemiske konstitution faar vi en indirekte oplysning ved det faktum, at det er uoplöseligt [2]) i HCl og HFl. — Allerede af disse egenskaber maa det være berettiget at slutte, at det foreliggende mineral rimeligvis er identisk med spinel; absolut fuld sikkerhed herom erholdes ved studium af MUIRHEADS analyser, idet disse viser, at den i HCl og HFl uoplöselige forbindelse, som existerer i slagger af den her omhandlede konstitution, har sammensætning $RO . Al_2O_3$.

Spinel-oktaederne i en af slaggerne, nemlig den fra Coldness, har antaget meget betydelige dimensioner, idet diameteren i alm. er ca. 0.15 mm. og ikke sjelden op til 0.35—0.40 mm. I de andre slagger (fra Clarence, Linthorpe og Bethlehem) er krystallerne mindre, diameteren nemlig i alm. resp. ca. 0.02, 0.02 og 0.015 mm. og i max. resp. 0.06, 0.04 og 0.025 mm. — Vi vil specielt betone, at de i vore slagger optrædende spineller gjennemgaaende er större end de isotrope, oftest brunlige picotit-oktaedere, som ligger inde i de forskjellige basalters oliviner; krystallerne i slaggen fra Clarence er endog saa store, at de kan iagttages med lupe i selve slagmassen; opmærksomheden fæster sig temmelig let ved dem, idet oktaeder-fladerne er stærkt skinnende.

Vort mineral viser sig overalt, naar der ikke tages hensyn til det forurenende sulfid, at være den först udkrystalliserede forbindelse i de omhandlede slagger, idet det ligger,

[1]) Ved hvert enkelt tilfælde anvendtes 10 gram. som ikke blev pulveriseret, for at de isotrope krystaller ikke skulde blive ödelagte.

[2]) De store oktaedere fra Coldness-slaggen blev i længere tid kogt med HCl og HFl; herved fik de tidligere klare og rene flader nogle smaa ujævnheder, hvoraf sluttes, at absolut talt er krystallerne ikke ganske uangribelige af HCl og HFl.

med skarp oktaedrisk begrænsning, inde i saavel glasset som de silikat-mineraler, nemlig melilith (med gehlenit) og olivin, der kan have dannet sig. — Slag fra Clarence bestaar næsten udelukkende, naar vi fremdeles ikke tager hensyn til sulfidet, af spinel og gehlenit (melilith?); her kan med sikkerhed udledes det resultat, at spinel-dannelsen maa have være afsluttet, forinden silikatet begyndte at krystallisere ud. Saa maa ogsaa sandsynligvis have været tilfælde ved de andre slagger, idet ikke noget sted kan iagttages, at der i det glas, som indtager mellemrummet mellem olivin- eller melilith- (gehlenit-) individerne, ligger mere spinel end inde i de udkrystalliserede silikater. — Til sammenligning anföres, at basaltmassernes picotit hidtil kun er kjendt som indeslutning (»interposition») i olivin o: i det silikat-mineral, som altid har krystalliseret först ud; picotiten maa være dannet paa et tidligere stadium o: overhovedet allerförst i den hele bergart [1]).

Senere skal ved lejlighed omtales, at der i de basiske, jernrige slagger (f. ex. de fra de fleste skjærstens-smeltninger, koncentrations- og sortkobber smeltninger, flammeovns-drift o. s. v.) altid optræder en hel del magnetit; dannelsen af denne begyndte oftest nogenlunde samtidig med olivinens (fayalitens) krystallisation, men fortsatte ogsaa jævnlig, efterat silikat-mineralet var færdigt.

Spinellerne i slaggen fra Clarence er dels farvelöse, dels svagt blaagrönne; det residuum, som blir tilbage efter behandling med HCl og HFl, er udelukkende bestaaende af aldeles vandklare individer o: syrerne har her affarvet krystallerne. De store oktaedere fra Coldness-slaggen derimod er selv efter behandling med syrer af en blaagrön farve, af nuance tilnærmelsesvis som spinel fra Åkre, Södermanland. Hvori farven er begrundet, er ikke afgjort; muligens har der indgaaet spor af FeO i forbindelse med Al_2O_3 [2]). — Spinellerne i vore to andre slagger synes saavel för som efter behanling med syrer at være aldeles farvelöse; de optræder dog altid

[1]) Her tages ikke hensyn til perowskit ($RO . TiO_2$, hvor RO fornemmelig er CaO) i melilith-basalterne, idet aldersföljen mellem perowskit og picotit ikke er sikkert afgjort; sandsynligt er, at picotiten altid ogsaa er ældre end perowskiten.

[2]) Vi vil her minde om, at den i zinkovnenes muffler existerende zinkspinel (l. c.) ogsaa er blaa farvet, om end vistnok meget mere intensivt end de her omhandlede; heller ikke for zink-spinellens vedkommende har man kunnet afgjöre, hvori farvet er begrundet. — Zink-spinellen i blyslaggerne fra Freiberg (se analyse no. 28—29 og no. 134—135) er ogsaa blaa eller blaagrönne.

kun i saa smaa individer, at en liden farvenuance ikke vilde kunne gjöre sig gjældende.

De basiske slagger fra kokes-masovne indeholder altid en hel del sulfid (CaS, (Ca, Mn)S, o. s. v.), som jævnlig viser sig i regelmæssige krystalliter, opbyggede efter tre lodret paa hinanden staaende axer, aldeles som f. ex. tilfældet jævnlig er med artificiel magnetit; da krystalliterne under krydsede nikols desuden sees at være isotrope, antog jeg i begyndelsen, at de egentlig skulde bestaa af spinel-substans. De foretagne undersögelser har udvist, at saaledes forholder det sig ikke. — I ikke noget af de spinel-förende slag-præparater, som har staaet til min disposition, har aluminatet vist tendens til at optræde i globuliter, krystalliter eller krystal-skelet; altid har kun foreligget færdige, normalt udviklede krystaller. — Hvor de enkelte individer ikke stöder direkte op til hinanden, sees de at være begrænsede af oktaederflader, som altid er jævne og plane, visende ganske rette skjæringslinjer; rene, bölgeformige flader optræder aldrig (undtagen hos de isolerede, af syrer lidt angrebne individer). — Tvillinger eller andre flader end O har jeg ikke kunnet paavise med sikkerhed; kun et par steder sees nogle höjst tvivlsomme $\infty O \infty$-flader.

De store spineller i slaggen fra Coldness indeslutter hyppig en del sulfid-kugler ɔ: sulfidet var dannet tidligere end spinellen. Sandsynligvis har sulfiderne aldrig været direkte oplöste i den smeltende slag, idet de maa formodes den hele tid at have holdt sig som RS, der simpelthen har været sammensmeltet med silikat-massen; naar man holder sig dette for öje, vil den omstændighed, at spinellerne er dannet paa et senere stadium end sulfidet, fremgaa som meget naturlig og ikke stridende mod de iagttagelser, som tidligere er meddelte.

I vore fire spinel-förende slagger har der, alt efter smeltemassernes chemiske sammensætning, tilslut dannet sig olivin, melilith eller gehlinit.

A. STELZNER (l. c.) har paavist, at den ZnO-rige blyslag fra de Freiberg'ske hytter (se analyse no. 28 og 29) rimeligvis altid holder en del, nemlig ca. 0.5 %, zink-spinel, der optræder i blaagrönne, ofte zonalt opbyggede individer, som i regelen er begrænsede af oktaeder-flader, og som ofte viser perimorf

udvikling: et oktaeder-skal, bestaaende af spinel, omslutter nemlig temmelig hyppig en kjærne af fayalit el. lign. Zinkspinellen omringes, ifölge egne undersögelser, jævnlig af en fuldstændig krans af smaa, sorte magnetit-oktaedere [1]); undertiden sees koncentrisk-zonal sammenvoxning mellem en kjærne, bestaaende af zink-spinel og et oktaeder-hylster af et sort RO. R_2O_3-mineral, der efter udseendet at dömme er fuldstændig identisk med magnetit. — Af disse iagttagelser fremgaar, at zink-spinellen er dannet paa et tidligere stadium end magnetiten; selvfölgelig er den ogsaa ældre end fayaliten, idet den, med fuld oktaedrisk begrænsning, ligger indesluttet inde i silikat-mineralet.

Ifölge nogle af Dr. A. SCHERTEL udförte og af A. STELZNER meddelte analyser har zink-spinellen fra de Freiberg'ske blyslagger en lidt vekslende sammensætning, idet de individer, som blev isolerede af to forskjellige slagger, blev fundet at före:

ca. 10 $ZnO . Al_2O_3$ + 5 $FeO . Al_2O_3$ + 2 $FeO . Fe_2O_3$,

ca. 6 $ZnO . Al_2O_3$ + 2 $FeO . Al_2O_3$ + 2 $FeO . Fe_2O_3$,

(se analyse no. 134—135).

I den her omhandlede slag er spinel-mineralet bleven dannet ved enkel sammensmeltning af de konstituerende bestanddele. Den zink-spinel, som karakteriserer zinkovnenes muffelvægge, maa derimod være bleven produceret ved sublimation (se herom SCHULZES og STELZNERS arbejde, l. c.).

I det följende skal vi, i henhold til de nys refererede detail-undersögelser, försöge at angive de chemiske og fysiske faktorer, som betinger dannelsen af spinel (eller overhovedet af »aluminat») i smeltemasser. Forelöbig holder vi os kun til masovnsslagger, bestaaende af SiO_2 med Al_2O_3, CaO og MgO, men uden MnO, ZnO, FeO, Fe_2O_3, o. s. v.

De slagger (i antal 10), hvori der til dato er bleven paavist tilstedeværelse af spinel (eller aluminat), udmærker sig

[1]) Magnetiten kjendes ved följende egenskaber: den er sort, uigjennemsigtig, med metalglans, begrænset af O-flader, ofte krystallitisk opbygget efter det regulære systems axer; videre er den stærkt *magnetisk*, hvilket sluttes af, at man ved en vanlig hestesko-magnet kan dele slag-pulveret i en umagnetisk, fayalit-holdig del og en stærkt magnetisk, fornemmelig bestaaende af de sorte oktaedere; endelig kan mineralet skjönnes at være identisk med magnetit i f. ex. vällovnsslaggen fra Kloster (se under færskslaggerne).

samtlige ved at være særdeles basiske, stærkt Al_2O_3-rige og nogenlunde MgO-förende. — For oversigtens skyld gjengiver vi i tabellarisk resumé surstofforholdet, Al_2O_3- og MgO-gehalten samt mængden af det producerede aluminat i vore 10 slagger:

	No. 129.	No. 128.	No. 130.	No. 133.	No. 131.	No. 132.
Surstofforhold	1 : 0,59	1 : 0,49	1 : 0,56	1 : 0,56	1 : 0,54	1 : 0,57
% Al_2O_3	25,68	23,47	20,13	22,93	23,44	22,23
% MgO	13,75	13,23	11.09	12,95	13,34	13.00
% spinel-mængde	17,68	17,40	10,82	9.04	8,18	6,07

	No. 88.	No. 95.	No. 94.	No. 59.
Surstofforhold	1 : 0,72	1 : 0,70	1 : 0,79	1 : 0,91
% Al_2O_3	15,13	22,32	27,35	9.85
% MgO	12,33	10,02	7,04	20,24
% spinel-mængde	ca. 6,5	ca. 3	ca. 2	ca. 0,5

Til sammenligning skal vi hidsætte de vigtigste faktorer i en del analyser af basiske og nogenlunde Al_2O_3- og MgO-rige slagger, som ifölge mikroskopiske eller chemiske undersögelser ikke indeholder spinel (eller aluminat), i alle fald ikke i saadan mængde, at mineralet viser sig i synbare individer under mikroskopet, eller at man lægger mærke til det, naar slaggerne behandles med syre. Vi maa kunne regne, at disse slagger er absolut spinelfri, idet vi har seet, at spinelindividerne i de tidligere beskrevne slagger altid er relativt meget store.

	No. 90.	No. 89.	No. 58.	No. 34.	No. 41.	No. 87.
Surstofforhold	1 : 0,98	1 : 1,05	1 : 1,21	1 : 1,33	1 : 1,11	1 : 0,91
% Al_2O_3	24,12	29,31	9,97	8,92	4,48	12,11
% MgO	3,17	8,25	12,26 [1]	11,41 [2]	22,02	2.82 [3]

[1]) Med 7 32 % MnO. [2]) Med 8,59 % MnO. [3]) Med 4,17 % MnO.

	No. 86.	No. 115.[1]	No. 117.[1]	No. 109 [1]	No. 110.[1]	No. 44.
Surstofforh..	1 : 1,03	1 : 0,99	1 : 1,01	1 : 1,10	1 : 1,11	1 : 1,36
% Al_2O_3.....	9,10	14,11	12,78	14,0	15,11	7,84
% MgO	5,36 [2]	7,61	6,64	5,7	3,49 [3]	35,65 % MnO [4]

Da temperaturen har en ikke ganske uvæsentlig indflydelse paa spinel-dannelsen eller paa Al_2O_3's tendens til at optræde som syre og konkurrere med SiO_2 om RO-baserne, skal vi gjöre opmærksom paa, at alle de spinel-förende slagger er faldne ved kokes-masovne, altsaa producerede ved forholdsvis særdeles höj temperatur, muligens dog med undtagelse af no. 59, som kanske er fra en trækuls-masovn; af de basiske, ikke spinel-förende slagger, er no. 90, 89, 87, 86, 115, 117, 109 og 110 fra kokes-masovne, no. 58, 34, 41 og 44 derimod fra trækuls-masovne.

Af de nys gjengivne undersögelser fremgaar for det förste, at spinel-dannelsen begunstiges ved eller kun finder sted under en relativ liden SiO_2-gehalt —, en omstændighed, som er meget let at forklare, idet det uden videre er indlysende, at i de SiO_2-rige smeltemasser har kiselsyren relativ större kraft end i de SiO_2-fattige til at binde saavel Al_2O_3 som de enatomige baser (RO), saa at Al_2O_3 hindres i at optræde som selvstændig virkende syre-radikal. — Vore mest SiO_2-rige spinel-holdige slagger har surstofforhold 1 : 0.91, 0.79, 0.72, 0.70, 0.59 o. s. v., medens paa den anden side de SiO_2-fattigste af de ikke spinel-holdige har surstofforhold 1 : 0.91, 0.98, 0.99, 0.99, 1.03 o. s. v. — Vi har tidligere paavist, at spinel er den forbindelse, som först krystalliserer ud i smeltemasserne;[5] naar den Al_2O_3- og RO-mængde, som medgaar til aluminatet, fraregnes, angiver »moderludens» sammensætning den grænse, hvorved aluminat-dannelsen under de forhaanden-værende fysiske omstændigheder opförte; ved et tillæg af et enkelt differential Al_2O_3 og RO kunde spinel konstitueres. Da grænse-stadiet er in-

[1] Om disse bemærkes specielt i literaturen, at slaggerne fuldstændig dekomponeredes af HCl.
[2] Med 10,37 % MnO.
[3] Med 2,89 % MnO og 2,02 % FeO.
[4] Med 2,67 % MgO.
[5] naar der ikke tages hensyn til sulfidet.

teressant af flere grunde, skal vi rent tabellarisk gjengive de vigtigste chemiske faktorer, som fungerede i smeltemassen ved det moment, da spinel-dannelsen stansede.

	No. 129.	No. 128.	No. 130.	No. 133.	No. 131.	No. 132.
Surstofforhold	1 : 0,84	1 : 0,68	1 : 0,69	1 : 0,66	1 : 0,66	1 : 0,63
% Al_2O_3 [1])	17.9	14,3	14,7	17,7	19,6	19,4
% MgO [1])	12,2	11,2	10,2	11.6	11,9	11,9

	No. 88.	No. 95.	No. 94.	No. 59.
Surstofforhold.....	ca. 1 : 0,81	ca. 1 : 0,74	ca. 1 : 0,81	ca. 1 : 0,92
% Al_2O_3 [1])	» 11,2	» 20,6	» 26,8	» 9,7
% MgO [1])...	» 11,2	» 9,4	» 6,7	» 20,3

Som resultat erholdes, at i vore slagger har spinel, under de forhaanden-værende fysiske og chemiske betingelser, kunnet konstituere sig indtil ved surstofforhold resp. ca. 1 : 0.92, 0.84, 0.81, 0.81, 0.74 o. s. v. Vi vil særlig fæste opmærksomheden ved det faktum, at surstofforholdet 1 : 1.00 ikke noget sted er bleven overskredet.

Ved siden af SiO_2-mængden er Al_2O_3- og MgO-gehalten de to vigtigste chemiske faktorer, hvoraf lerjordens optræden som fri syre afhænger. — Hos vore 10 spinel-förende slagger er Al_2O_3-gehalten i regelen over 20 %; kun i et tilfælde er den saa lav som ca. 15 %, og kun et sted synker den saa langt ned som til ca. 10 %. At der i sidstnævnte fald overhovedet har kunnet danne sig aluminat, maa rimeligvis være begrundet i, at slaggen, som vistnok er usædvanlig SiO_2-rig, förer ikke mindre end ca. 20 % MgO. — MgO-gehalten i vore slagger er oftest over 10 %; kun et sted er der saa lidet som 7 % MgO tilstede, men til gjengjæld holder samme slag saa meget som ca. 27 % Al_2O_3. — Grunden til, at der i de temmelig basiske, delvis stærkt Al_2O_3-rige slagger no. 90, 89 og 87 (med surstofforhold resp. 1 : 0.98, 1,05 og 0.91 og med resp. 24.12, 29.31 og 12.11

[1]) Moderludens sammensætning reduceret til 100 %.

% Al_2O_3) ikke har dannet sig noget aluminat, maa være at söge i, at MgO-gehalten i de foreliggende fald er temmelig ringe, nemlig kun resp. 3.17, 8.25 og 2.82 % (den sidste förer desuden 4.17 % MnO). — Mere detaillerede oplysninger om massevirkningen mellem Al_2O_3 paa den ene side og MgO paa den anden kan paa det nuværende stadium ikke leveres.

I de i naturen hidtil fundne spinel-mineraler (egentlig spinel med magnetit, gahnit, kromjernsten m. m.) indgaar aldrig CaO i sikker paaviselig mængde[1]); heraf skulde man ledes til at tro, at CaO overhovedet ikke kan existere i eller indgaa i den regulært krystalliserende forbindelse RO. R_2O_3. Saaledes forholder det sig dog ikke, idet nemlig ren kalk-spinel (CaO. Al_2O_3) er bleven fremstillet paa kunstig vej (ved smeltning af de konstituerende bestanddele i borsyre, experiment foretaget af EBELMEN i 1848).

Af MUIRHEADS analyser (se no. 128 b—133 b) aflæses, at Al_2O_3 i de basiske slagger dels har forbundet sig med MgO alene og dels med MgO i fælleskab med lidt CaO; fortrinsvis har ogsaa i sidstnævnte fald indgaaet MgO. — I de tre slagger, som förer CaO-holdig spinel, er forholdet mellem CaO og MgO i den oprindelig existerende smeltemasse resp.

2.02, 1.53 og 2.63,

medens paa den anden side forholdet mellem CaO og MgO i det udkrystalliserede aluminat er resp.

0.26, 0.30 og 0.56,

ɔ: i de foreliggende tilfælder har der indgaaet i forbindelse med Al_2O_3 relativt

7.8, 5,1 og 4.7 saa meget MgO som CaO. — I de tre resterende slagger findes intet CaO i aluminatet ɔ: her har indgaaet uendelig gange saa meget MgO som CaO i forbindelse med Al_2O_3.

Grunden til denne ulighed maa i alle fald delvis være at söge i variationer i de fysiske omstændigheder (f. ex. temperaturens höjde, afkjölingens hastighed o. s. v.), som fandt sted ved udkrystallisationen af smeltemasserne; det fremgaar nem-

[1]) Af de mange i RAMMELSBERGS Mineralchemie (1875) meddelte analyser af spinel-mineraler er der kun en eneste, nemlig analyse af en chlorospinel fra Slatoust ved Ural, som viser CaO, og denne ene holder kun 0,27 % CaO; da en anden analyse af det samme mineral fra samme findested ikke engang udviser spor af CaO, er det sandsynligt, at den förstnævnte analyse har været udfört paa urent material.

lig, at forskjellen mellem proportionen MgO : CaO i spinellerne ikke i sin helhed kan forklares ved slaggernes chemiske sammensætning. — Studium af analyserne no. 128—133 viser os:

1) At saavel den absolute SiO_2-mængde som surstofforholdet er omtrent lige overalt.

2) Al_2O_3-gehalten er kun meget lidet varierende.

3) Heller ikke det oprindelige forhold i smeltemassen mellem CaO paa den ene side og MgO paa den anden er af nogen dominerende indflydelse; vi finder nemlig, at i slagger med f. ex. 1.53 og 2.63 gange saa meget CaO som MgO har indgaaet resp. 5.1 og 4.7 gange saa meget MgO som CaO i aluminatet, medens der derimod er indgaaet relativt meget mere MgO i slagger, som har et midlere forhold, liggende mellem de to yderled 1.53 og 2.63, mellem CaO og MgO (nemlig f. ex. 1.91, 2.00, 2.04—2.02).

4) I det hele og store viser det sig, at det netop er i de spinel-rigeste slagger, at Al_2O_3 har forenet sig med lidt CaO[1]); her möder vi dog den tilfældige abnormitet, at aluminatet i de to aller spinel-rigeste slagger (no. 128 og 129) holder relativt mindre CaO end den spinel-fattigere slag no. 130.

Endvidere kan af de foreliggende analyser udledes det resultat, at heller ikke den absolute spinel-gehalt udelukkende kan bero paa smeltemassernes oprindelige chemiske sammensætning, idet de fysiske omstændigheder ogsaa her maa have udövet en vis modificierende indflydelse. — Dette forhold er allerede beröret af MUIRHEAD, idet der i hans afhandling gjöres opmærksom paa, at særdeles stor aluminat-gehalt kun formodes at optræde i slagger, som er faldne ved abnorm varm masovnsgang[1]).

I det hele og store kan af analyserne aflæses, at de extraordinært store spinel-mængder netop har dannet sig i de slagger, som samtidig saavel er stærkt basiske som meget Al_2O_3- og MgO-rige, medens paa den anden side kun relativt lidet spinel optræder i de slagger, som er mere SiO_2-rige, og som desuden

---

[1]) Dette forhold kan tænkes delvis at være begrundet i, at Al_2O_3 i begyndelsen af krystallisations-perioden udelukkende forbinder sig med MgO, hvorved moderludens CaO-gehalt jævnt kommer til at voxe, medens MgO-gehalten jævnt aftager; naar proportionen CaO : MgO har naaet en vis störrelse, gjör CaO sig paa grund af sin overvejende masse gjældende paa den maade, at den til en vis grad forener sig med Al_2O_3.

[2]) Jeg skulde være tilböjelig til at tro, at dette er noget overdrevet.

holder mindre Al_2O_3 og MgO — o: spinel-procenten afhænger *principielt* af smeltemassernes chemiske sammensætning; de variationer i de fysiske forhold, som kan finde sted ved slagdannelser i sin almindelighed, virker kun *sekundært modificierende.* — At de dog maa have en mærkbar betydning, skal vi paavise direkte statistisk:

Slag no. 130 har det samme eller lidt större surstofforhold end no. 133 og no. 131; den holder desuden saavel mindre Al_2O_3 som mindre MgO end de to sidstnævnte, skulde altsaa ifölge alle de tre principielt virkende chemiske faktorer före mindre aluminat end disse, men vi finder dog, at den i virkeligheden förer lidt mere. — Slag no. 132 er mere basisk, mere Al_2O_3- og mere MgO-rig end slag no. 88, men er alligevel ikke fuldt saa aluminat-rig som denne.

Tidligere er omtalt, at Al_2O_3, ifölge MUIRHEADS erfaring, ved voxende temperatur skal faa stigende intensitet eller tendens til at konkurrere med SiO_2 om RO-baserne; forlængelse af afkjölings- eller krystallisations-perioden virker, saavidt det kan skjönnes, i den samme retning. Vi finder nemlig, at basiske eruptiver, som basalt og gabbro, jævnlig viser lidt spinel (picotit, [1]) der formodes i regelen eller altid at være Cr_2O_3-förende), om de end holder adskillig mere SiO_2 og mindre

[1]) Ifölge DR. E. BOŘICKÝ'S arbejde over böhmiske basalter blev sammensætningen af picotit- eller pleonast-material, som blev udplukket af olivinkugler fra Kozákov, fundet at være, som analyse no. I angiver. Naar forurening af olivinsubstans, beregnet efter analyserne no. III, som angiver olivinkuglernes sammensætning, fradrages, repræsenterer det resterende, nemlig analyse no. II, den rene picotit. — Ved sammen-

	No. I.	No. II.	No. III.
SiO_2	3,77	—	40,76—41,39
Al_2O_3	50,34	55,37	0,12— 0,15
Cr_2O_3	5,75	6,32	——
MgO	17,87	14,74	49,14—49,60
FeO	22,27	23,56	9,10— 9,20
MnO	—	—	0,14— 0,25

ligning mellem FeO- og MgO-gehalterne i den oprindelige basaltmasse og i den udkrystalliserede spinel erholdes det resultat, at Al_2O_3 har nogenlunde samme affinitet til FeO og MgO.

Af de to eruptive bergarter, som jævnlig förer spinel, udmærker den ene, nemlig basalt, sig i regelen ved stor Al_2O_3-gehalt, den anden, nemlig gabbro, derimod ved stor MgO-gehalt. — I granit og lignende SiO_2-rige eruptiver optræder aldrig spinel.

Al_2O_3, end tilfældet er med vore spinel-förende slagger. At der alligevel har dannet sig $RO . R_2O_3$, maa sandsynligvis afhænge af, at der har medgaaet relativt lang tid til de nævnte bergarters afkjöling. — Trykkets störrelse og lignende faktorer kan muligens ogsaa have udövet en vis indflydelse.

Af schemaet over de vigtigste chemiske faktorer, som fungerede i smeltemassen paa det tidspunkt, da spinel-dannelsen var tilendebragt, kan uddrages det resultat, at stansningen ikke udelukkende skyldes modifikationer i de chemiske forholde — ɔ: den er ikke udelukkende bleven fremkaldt ved, at moderluden er bleven relativt SiO_2-rig og Al_2O_3- og MgO-fattig, — men at ogsaa forandringer i de fysiske betingelser maa have spillet en stor rolle. For at godtgjöre dette behöver vi kun at vælge et enkelt exempel: Efter stansningen af spinel-dannelsen var fremdeles slaggerne no. 131—133 mere basiske og förte adskillig mere Al_2O_3 og omtrent lige saa meget MgO, som tilfældet var med no. 88, forinden udkrystallisationen af aluminatet her var paabegyndt; efter de chemiske faktorer skulde der altsaa i de förstnævnte slagger have dannet sig mindst ca. 6 % spinel mere, end analyserne udviser. — Grunden til, at saa i virkeligheden ikke fandt sted, maa sandsynligvis være at söge i, at temperaturen var sunket under det minimum, som udfordres, for at Al_2O_3 skal kunne optræde som selvstændig syre ved siden af SiO_2. — Efter at spinellerne var færdige, krystalliserede silikat-mineralerne ud ɔ: temperaturen var fremdeles temmelig höj.

Det er en selvfölge, at spinel-dannelsen i sin helhed maa kunne udtrykkes som en funktion af de forskjellige chemiske og fysiske faktorer, som var de virkende under krystallisationsprocessen; saakaldte »tilfældigheder» gives ikke, idet de forholde, man forbinder med dette uklare begreb, maa kunne indregistreres under de optrædende faktorer, i foreliggende tilfælde specielt under de fysiske. — Vi skal forsöge at angive, hvorledes en mathematisk formel for spinel-procenten approximativt maa tage sig ud; for simpelheds skyld benytter vi os af de mathematiske benævnelser (f, f_1, f_2 o. s. v.) for funktionsforholdet. Med α betegner vi surstofforholdet, med β og γ den forhaanden-værende procent af resp. MgO og Al_2O_3, med t temperaturen (i C°) og med m tiden. — Forelöbig forudsætter vi, at de fysiske funktioner er konstante, nemlig gjæl-

dende for de betingelser, som i alm. finder sted under normal udkrystallisation af smeltemasser ved masovne; den approximative formel, som opstilles, kommer altsaa kun til at passe for de ordinære slagger.

I virkeligheden er rimeligvis de enkelte funktioner (f (α), f (β) o. s. v.) afhængige af hinanden indbyrdes; for kun at nævne et enkelt exempel herpaa skal vi anföre, at spinel ved normal slag-sammensætning ikke konstitueres ved surstofforhold over 1 : 1.00, medens man utvivlsomt vil faa spinel ved höjere surstofforhold, hvis smeltemassen indeholder store masser af MgO og Al_2O_3[1]). — Under nogenlunde normale forholde kan forudsættes, at de enkelte funktioner kun i saa ringe grad afhænger af hinanden indbyrdes, at vi approximativt maa kunne anse dem som uafhængige.

f (α) maa være udtrykt paa en saadan maade, at den i alm. blir 0, naar α = eller over ca. 1; vi ombytter den derfor med f (1—α). — Spinel-dannelsen synes at bero paa en masse-virkning mellem Al_2O_3 paa den ene side og MgO paa den anden; holder smeltemassen lidet af den ene, saa maa der, hvis aluminatet alligevel skal kunne konstitueres, være meget af den anden forhaanden. Naar gehalterne synker under en vis grænse, som, efter tabellerne at dömme, for Al_2O_3's vedkommende sandsynligvis ligger ved ca. 8 % og for MgO's ved ca 4 %, vil neppe spinel kun dannes; vi indförer derfor i vor formel de to led (β—4) og (γ—8). I henhold til denne udvikling ledes vi til den opfatning, at spinel-procenten, under de givne fysiske forudsætninger, tilnærmelsesvis maa kunne udtrykkes ved formel:

$$C.\ (1-\alpha)\ \beta.\ (\beta-4).\ \gamma\ (\gamma-8).$$

Vi vedtager, at formelens gyldighed ophörer, naar et af leddene blir negativt.

Af analyse no. 128 erholdes, at C maa være $\frac{1}{1200}$.

Vi vil sammenligne de efter formelen beregnede værdier for spinel-procenten med de i virkeligheden optrædende:

Beregnet.	Fundet.	Beregnet.	Fundet.
ca. 20	17.68	ca. 13	6.07
ca. 17	17.40	ca. 3	ca. 6.5
ca. 7	10.82	ca. 4.5	ca. 3
ca. 13	9.04	ca. 2	ca. 2
ca. 13	8.18	ca. $\frac{1}{2}$	ca. $\frac{1}{2}$.

[1]) F. ex. 48 % SiO_2, 25 % Al_2O_3, 22 % MgO, 5 % CaO med MnO og FeO.

At der ikke blir nöjere overensstemmelse ligger i sagens natur, idet for det förste de fysiske forhold, som allerede tidligere paapeget, spiller en ikke uvæsentlig rolle, og idet dernæst vor formel, selv under de gjorte forudsætninger, ikke kan formodes at være tilstrækkelig nöjagtig.

Spinel danner sig ikke under en bestemt temperatur, f. ex. ikke under 1500°; i vor formel maa altsaa hensynet til temperaturen rimeligvis indgaa som f (t, t—c), hvor c = ca. 1500°. — Den indflydelse, som tiden udöver, maa formentlig udtrykkes ved f (1 + m), hvilken funktion maa være af den beskaffenhed, at den blir = 1, naar krystallisationen gaar for sig under forholde, som kan ansees for normale ved slag-dannelser i og ved masovne, og at den först kommer til at blive af nogen væsentlig betydning, naar m blir relativt stor.

Skjönt vi paa det nuværende stadium kun kan give yderst smaa bidrag til lösningen af vort problem, har jeg alligevel ikke villet undlade at komme med de nys anförte bemærkninger, idet det derved rimeligvis er bleven indlysende, at dannelsen af spinel — ligesom af mineraler i sin almindelighed — maa kunne deduceres af ganske enkle, naturlige funktioner, beroende dels paa de chemiske affinitetsforholde og dels paa de fysiske omstændigheder, hvorunder krystallisationen finder sted.

Grunden til, at der i den Freiberg'ske blyslag altid eller i regelen danner sig lidt spinel (med ZnO som dominerende base), endskjönt slaggen i almindelighed ikke er stærkt basisk [1]), og endskjönt Al_2O_3-gehalten gjennemgaaende er meget ringe, nemlig kun ca. 2 %, maa være at söge i, at Al_2O_3 under de forhaanden-værende fysiske og chemiske betingelser har usædvanlig stærk affinitet til ZnO-basen. Ved sammenligning mellem sammensætningen af den Freiberg'ske slag paa den ene side og af vore nogenlunde basiske, MgO- eller Al_2O_3-rige, men dog ikke spinel-förende slagger paa den anden (se tabellen paa pag. 156) fremgaar, at spinel ikke vilde kunne blive konstitueret, hvis ZnO i den foreliggende smeltemasse var bleven erstattet ved MgO. — Om de fysiske forhold ved de Freiberg'ske hytter (skaktovne efter PILZ's system) meddeles, at temperaturen inde

[1]) Surstofforholdet er sjelden under 1 : 1.00.

i ovnen vistnok er meget betydelig, men dog ikke fuldt saa höj som ved kokes-masovnene, og at afkjölingen af slaggen, fra den forlader ovnen og til den kommer ned til et par 100°, kun medtager et tidsrum af nogle faa timer.

Af alle disse iagttagelser vil man rimeligvis ledes til strax uden videre at uddrage den slutning, at Al_2O_3 skal have större affinitet, absolut talt, til ZnO end til MgO og igjen större til MgO end til CaO; denne konklusion er dog paa udviklingens nuværende stadium ikke fuldt berettiget, idet grunden til, at Al_2O_3 under de forhaanden-værende omstændigheder fortrinsvis har forbundet sig med resp. ZnO og MgO, forelöbig kunde tænkes at være beroende paa, at SiO_2 skulde have ganske overvældende stor affinitet til CaO og meget större affinitet til MgO (med FeO) end til ZnO. — For at udrede, saavidt som nu muligt er, det problem, som her er skitseret, vil vi til en begyndelse kun beskjæftige os med masovnsslagger, bestaaende af SiO_2 og Al_2O_3 med MgO og CaO, men uden FeO, ZnO o. s. v.

Tidligere er i dette arbejde paavist, at der i de basiske, nogenlunde MgO-rige slagger altid danner sig olivin; SiO_2 forbinder sig ved konstitutionen af dette mineral fortrinsvis, i regelen endog udelukkende, med MgO, medens CaO i det hele og store lades tilbage i moderluden, endskjönt der af krystallografiske grunde ikke er noget til hinder for, at CaO kan indgaa i singulosilikatet olivin (se herom pag. 64—73). Allerede af dette forhold fremgaar, at SiO_2 (i alle fald i de basiske smeltemasser) maa have större affinitet til MgO end til CaO. — I de basiske, CaO-rige og Al_2O_3-förende slagger krystalliserer ud melilith eller et andet led af samme gruppe; i disse mineraler, som egentlig karakteriseres ved CaO, indgaar for det förste MgO i almindelighed i ikke uvæsentlig mængde; dernæst danner de sig ikke, undtagen der er tilstede ganske overvejende meget CaO i forhold til MgO (med MnO, FeO, se herom senere). — Saavel af alle disse omstændigheder som af det faktum, at MgO, ifölge den praktiske erfaring, i det hele og store bidrager til at fremme krystallisationen, maa det være berettiget at drage den generelle slutning, at SiO_2, absolut talt, i

de basiske smeltemasser[1]) maa have lettere for at forbinde sig med MgO end med CaO o: maa have större affinitet til den förste end til den sidste.

Naar vi alligevel finder, at Al_2O_3 i vore smeltemasser fortrinsvis lægger beslag paa MgO, idet den enten aldeles ikke eller kun i ringe grad forbinder sig med CaO, saa maa sluttes, at Al_2O_3, ikke blot relativt i forhold til SiO_2, men ogsaa absolut, har större affinitet til MgO end til CaO.

SiO_2 indgaar i de basiske smeltemasser med lethed i forening med ZnO, dannende dels willenit og dels ZnO-förende olivin (eller fayalit, se herom tidligere, pag. 73—76); vi kan altsaa være sikker paa, at SiO_2 maa have en ikke ganske ubetydelig affinitet til ZnO[2]). Desværre har vi ikke material til at afgjöre proportionen mellem SiO_2's absolute affinitet til ZnO paa den ene side og til MgO paa den anden; vort problem kan altsaa ikke löses simpelthen paa exakt vej. — Sandsynligt er, ifölge alle de foreliggende kjendsgjerninger, at Al_2O_3 har adskillig större affinitet til ZnO end til MgO, idet vi, som tidligere omtalt, finder, at zink-spinel dannes med ganske usædvanlig lethed. Det vilde være urimeligt at forklare dette forhold ved den hypothese, at SiO_2 skulde have relativt meget liden tendens til at forene sig med ZnO, noget, som studium af zink-silikaternes dannelse ikke antyder.

Tillæg. Undersögelser af eruptive bergarter og af FeO-rige, Fe_2O_3-förende slagger udviser, at forbindelsen $FeO \cdot Fe_2O_3$ konstitueres let selv i temmelig SiO_2-rige smeltemasser. I naturens eruptiver optræder saaledes altid en del magnetit, medens spinel kun findes i de mest basiske, her endog sjelden og altid i meget ringe mængde. — Det viser sig, som det paa forhaand er at vente, at af eruptiverne er det netop de

[1]) For de SiO_2-rige smeltemassers vedkommende gjælder antagelig den samme lov; man erindre f. ex., at enstatit danner sig med lethed ved smeltning, medens derimod wollastonit kun krystalliserer ud, naar der er tilstede særdeles meget CaO i forhold til MgO.

[2]) For sammenlignings skyld anföres, at SiO_2 kun har overmaade ringe affinitet til Cu_2O; sidstnævnte base kan endog existere fri og ubunden selv i temmelig SiO_2-rige smeltemasser. Herpaa kan, paa basis af mikroskopiske undersögelser af slagger, leveres mange beviser; vi skal kun omtale et: i en slag, fornemmelig bestaaende af Cu_2O (i rigelig mængde), ZnO og SiO_2, fra en gammel kobberhytte i Sachsen blev fundet willemit, kuprit (rödkobbererts) og glas; her har altsaa SiO_2 forbundet sig med den forhaanden-værende mængde ZnO til et silikat, medens derimod Cu_2O har holdt sig selvstændig som saadan og tilslut krystalliseret ud til kuprit.

mest basiske og jernrigeste, nemlig de forskjellige slags basalter, som förer den störste magnetit-gehalt ɔ: Fe_2O_3's tendens til at fungere som selvstændig syre voxer med aftagende SiO_2-mængde; Fe_2O_3 forbinder sig fortrinsvis med FeO ɔ: den har meget större affinitet til FeO end til de övrige af de almindelige RO-baser.

Saavel i slagger som i de naturlige eruptiver sees RO. Al_2O_3 og RO. Fe_2O_3 at krystallisere ud hver for sig ɔ: de indgaar ikke (eller kun i ringe grad [1]) i isomorfe blandingsforholde med hinanden.

Analyse af picotit fra olivinkugler i basalt fra Koźakov udviser, at RO. Cr_2O_3 krystalliserer ud i fælleskab med RO. Al_2O_3.

Masovnsslagger, hvori er paavist *spinel* (aluminat af formel RO . Al_2O_3) [2]).

	No. 128.	No. 129.	No. 130.	No. 131.	No. 132.	No. 133.
SiO_2.....	24,92	28,74	27,01	26,46	27,53	27,64
Al_2O_3	23,47	25,63	20,13	23,44	22,23	22,93
CaO.....	37,32	29,40	40,93	35,50	36,30	37,06
MgO	13,23	13,75	11,09	13,34	13,00	12,95
Sum	98,94	97,52	99,16	98,74	99,06	100,58
Spinel-proc...	17,40	17,68	10,82	8,18	6,07	9,04

Surstofmængderne i

	No. 128.	No. 129.	No. 130.	No. 131.	No. 132.	No. 133.
O i SiO_2.....	13,12	15,16	14,41	14,11	14,69	14,75
" " Al_2O_3....	10,94	11,94	9,38	10,92	10,37	10,69
" " CaO.....	10,66	8,40	11,69	10,16	10,37	10,59
" " MgO.....	5,29 } 15,95	5,50 } 13,90	4,44 } 16,13	5,34 } 15,50	5,20 } 15,57	5,18 } 15,77
Surstofforh.[3])	1 : 0,49	1 : 0,59	1 : 0,56	1 : 0,54	1 : 0,57	1 : 0,56

[1]) Som tilfældet er med den FeO, Fe_2O_3-förende zink-spinel fra de Freiberg'ske blyslagger.
[2]) MUIRHEADS analyser.
[3]) Her forelöbig beregnet med den hele Al_2O_3-mængde som base.

Sammensætningen af den i HCl og HFl oplöselige del + aluminatet.

	No. 128 a.	No. 129 a.	No. 130 a.	No. 131 a.	No. 132 a.	No. 133 a.
SiO_2.....	24,92	28,74	27,01	26,46	27,53	27,64
Al_2O_3	11,62	13,46	13,00	17,80	18,06	16,24
CaO.....	35,84	27,72	39,80	35,50	36,30	37,06
MgO	9,16	9,70	9,00	10,80	11,10	10,60
Aluminat..	17,40	17,88	10,82	8,18	6,07	9,04
Sum	98,94	97,50	99,13	98,74	99,06	100,58

Sammensætningen af *aluminatet.*

	No. 128 b.	No. 129 b.	No. 130 b.	No. 131 b.	No. 132 b.	No. 133 b.
Al_2O_3	68.11	69,98	65,88	68,92	68,72	74,00
CaO.....	8,48	9,39	14,96	—	—	—
MgO	23,41	22,63	19,16	31,08	31,28	26,00
Sum	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Til sammenligning hidsættes den normale sammensætning af $RO \,.\, Al_2O_3$, hvor RO = MgO med eller uden CaO. Ved beregningen er der gaaet ud fra, at der i $RO \,.\, Al_2O_3$ indgaar nöjagtig saa meget CaO som i det nys refererede aluminat (analyse no. 128 b—133 b); senere er forholdet mellem MgO og Al_2O_3 bestemt.

	No. 128 c.	No. 129 c.	No. 130 c.	No. 131 c.	No. 132 c.	No. 133 c.
Al_2O_3	70,28	70,08	68,87	—	71,95	—
CaO.....	8,48	9,39	14,96	—	—	—
MgO	21,24	20,53	16,17	—	28,05	—
Sum	100,00	100,00	100,00	—	100,00	—

Masovsslagger, hvori er paavist *spinel* [1]).

	No. 88.	No. 95.	No. 94.	No. 59.
SiO_2	30,08	31,40	35,10	36,86
Al_2O_3	15,13	22,32	27,85	9,85
CaO	35,46	30,92	28,14	29,45
MgO	12,33	10,02	7,04	20,24
MnO	0,59	0,96	0,24	0,43
FeO	0,47	0,03	0,75	0,49
K_2O	—	0,12	—	0,20
Na_2O	—	1,17	—	0,72
CaS	5,72	3,85	(Meget.)	1,32
Sum	99,78	100,79	98,62	99,56
Spinel-procenten [2])	ca. 6,5	ca. 3	ca. 2	ca. 0,5

Om sammensætningen af den Freiberg'ske blyslag, se analyse no. 28, 29 og 29 b.

Analyse af *zink-spinel* i den Freiberg'ske blyslag:

	Analyse af den i syre uoplöselige del.		Heraf beregnes zinkspinellens sammensætning.	
	No. 134 a.	No. 135 a.	No. 134 b.	No. 135 b.
Al_2O_3	50,55	43,36	50,55	43,36
Fe_2O_3	24,49	33,00	10,30	16,12
FeO	—	—	12,77	15,27
ZnO	27,21	25,24	27,21	25,24
Sum	102,25	100,83	101,60	99,99

[1]) Efter egne undersögelser.

[2]) Spinel-procenten i de af mig undersögte slagger er bestemt efter skjön af mængden af det isolerede residuum; kun ved den förstnævnte slag (no. 88) blev vejning af spinellen foretaget. — Hver gang indvejedes 10 gr. af slaggerne til behandling med HCl og HFl.

No. 128—133 og no. 128 b—133 b er de af MUIRHEAD meddelte analyser (se Iron, $\frac{15}{10}$ 1880) af slagger med uoplöseligt aluminat. — Slaggerne er faldne ved smeltning (i skotske bessemer-masovne) af »blackbands» og muligens andre nogenlunde MgO-rige malme. Analyserne er foretagne paa följende maade: slag-pulveret tilsattes först HCl, gelatineret kiselsyre bragtes bort med HFl; residuet (aluminatet) smeltedes derpaa med blanding af soda og potaske eller med $KHSO_4$; hvis der herefter var en ikke opsluttet rest, gjentoges operationen paany. — Ingen af disse slagger er mikroskopisk undersögte.

No. 88, no. 95, no. 94 og no. 59 (fra resp. *Coldness*, *Clarence*, *Linthorpe* og *Bethlehem*) er analyserede paa Stockholms Bergskola, se tidligere beskrivelse. — Af disse slagger har jeg isoleret spinel ved behandling med HCl og HFl.

No. 134—135, a & b, er de af A. STELZNER meddelte analyser (se N. Jahrb. 1882, I, pag. 170) af zink-spinel fra de Freiberg'ske blyslagger (se analyse no. 28, 29 og 29 b). — Analyserne, som er udförte af Dr. A. SCHERTEL, blev foretagne paa den maade, at slaggerne tilsattes HCl, gelatineret kiselsyre bortskaffedes med KHO, hvorpaa spinellerne blev igjen til videre undersögelse.

Lerjordsrige, glasagtige slagger.

Den praktiske erfaring lærer, at stærkt Al_2O_3-rige masovnsslagger i det hele og store, naar afkjölingen sker under ordinære forholde, og naar surstofforholdet ikke er altfor lavt, udmærker sig ved at være glasagtige ɔ: de bestaar enten af aldeles rent glas eller af glas, hvori der ligger en ringe brökdel udsondret krystalsubstans. At det her fremstillede forhold er rigtigt, fremgaar af det faktum, at man i det store gjennemgaaende erholder glasagtige slagger i masovns-distrikter (f. ex. det ved Lake superior), hvor der forsmeltes Al_2O_3-rige og nogenlunde SiO_2-holdige malme, medens man derimod faar krystallinske eller »stenagtige» slagger ved alle de masovne,

hvor Al_2O_3-gehalten er ringe [1]). Ved f. ex. de svenske masovne, hvor i alm. anvendes temmelig Al_2O_3-fattige malme, har slaggerne krystallinsk kjærne med et »overfladeglas»[2]), der efter sammensætningen og afkjölingens hurtighed har en tykkelse oftest mellem ca. 0.5 og ca. 1.5—2 cm. De egentlige glasslagger derimod bestaar af tomme- til fod-tykt glas, der i alm. förer temmelig ubetydelige krystaludsondringer.

Selv har jeg ikke havt anledning til at besöge en eneste masovn, hvor Al_2O_3-rige glasagtige slagger falder; derimod har jeg lejlighedsvis studeret forholde, vedrörende ganske analoge smeltemasser, ved en anden slags hytteproces, nemlig ved tilgodegjörelsen af den bekjendte Mansfelder-Eislebener kobberskifer. Denne nedsmeltes i store, masovnlignende skaktovne; driftsmethoden er, hvad slag-dannelsen i og for sig betræffer, aldeles identisk med den, der finder sted ved masovne; vi maa derfor kunne tage de forholde, der angaar slaggerne [3]) fra Mansfelder-distriktet, som norm for de Al_2O_3-rige, ikke stærkt basiske smeltemasser i sin almindelighed. — Slaggerne fra de forskjellige Mansfelder-hytter (Kochhütte, Krughütte, Kupferkammerhütte o. s. v.) karakteriseres i det hele og store ved at före ca. 50 % SiO_2 (ɔ: ved surstofforhold ca. 1 : 1.50—1 : 1.60), ca. 16 % Al_2O_3, ca. 20 % CaO, ca. 4 % MgO, ca. 8 % FeO og lidt ZnO, Cu_2O o. s. v. (se analyse no. 141—143). Ved hver enkelt hytte (ɔ: fra hvert enkelt grube-revier) variérer altid sammensætningen lidt fra den opförte normal, men de indbyrdes differencer er i regelen temmelig ubetydelige [4]). — I ældre tider blev raaslaggen behandlet, som vanligt er ved hytteværk ɔ: man tappede den ud og lod den afkjöle sig i luften under ordinære forholde; hertil medgik i regelen et

[1]) Naar de SiO_2-rige emaljslagger fraregnes.

[2]) ɔ: glashinde mod alle afkjölingsflader; ved olivinslaggerne er glasset gjerne fuldt af fine olivin-mikrolither, ved augitslaggerne derimod er det omtrent aldeles rent, uden nogensomhelst krystaludsondring. Jo MgO-rigere eller mere basisk slaggen er, des tyndere er, under ellers lige forholde, overfladeglasset.

[3]) Al_2O_3-fattige masovnsslagger af samme surhedsgrad som den fra Mansfeld, f. ex. de fra Bångbro, Sandviken, Hofors o. s. v. har gjennemgaaende krystallinsk kjærne, endskjönt de er ligesaa CaO-rige og MgO-fattige som Mansfelder-slaggen. FeO virker, i alle fald i nogenlunde basiske smeltemasser, i kanske vel saa stærk grad som MgO til at fremme krystallisationen; de nævnte slagger skulde altsaa, hvis de ikke havde været saa Al_2O_3-rige, have været mere krystallinske end no. 141—143.

[4]) Naar den egentlige kobberskifer smeltes; den saakaldte »Sanderz» (ved Sangerhäusener-Hütte) gjör slaggen relativt SiO_2-rig og Al_2O_3-fattig.

tidsrum af kun nogle faa timer. Den herved erholdte slag bestod i hele sin masse af næsten gjennemgaaende rent glas; paa grund af den fysiske beskaffenhed var den yderst spröd, kunde altsaa ikke anvendes til nogetsomhelst. Følgen var, at slag-halderne voxede kontinuerlig; da produktionen er overmaade stor, fik man tilslut rene slag-bjerge lige ind paa hytterne. Dels for simpelthen at spare paa pladsen og dels for at faa et produkt, som kunde afhændes med fordel, begyndte man for nogle aar siden med at afkjöle slaggen extraordinært langsomt, saa den kunde faa tid til at krystallisere ordentlig ud og derved blive fast og anvendelig til gadesten og lign.[1]). Processen udföres paa den maade, at store gryder eller vogne, indeholdende frisk udtappet, endnu livlig flydende slag, föres hen til sandsletter i umiddelbar nærhed af hytterne, hvor smeltemassen stöbes ud i sandformer; saa snart som mulig kastes et lag sand af tykkelse ca. 1 dm. over den glödende masse, saa denne blir omgivet med daarlige varmeledere paa alle sider. Afkjölingen ned til ca. 100° C. medtager i regelen et tidsrum af ca. 2½—3 dage. Som resultat erholdes en særdeles haard og seig, gjennemgaaende krystallinsk masse (den saakaldte »Getemperte Schlacke«), som i alm. ikke engang viser spor af overfladeglas. De aabne rum inde i slagstenene er kun yderst sjelden beklædte med frit udviklede krystaller[2]); gode, maalbare individer findes neppe nogensinde. Et par stuffer, som jeg blev opmærksom paa ved mit besög, viste rudimentære augitkrystaller.

Til mikroskopisk undersögelse foreligger præparat af den »getemperte« slag og af glas, relativt hurtig afsondret, med en aare af krystallinsk udsondret substans. Begge steder iagttages et mineral, hvis vigtigste kriterier er följende: Mineralet er udviklet i lang-söjleformige krystaller, som har spaltbarhed ∓ længderetningen, og som i regelen slukker skjævt ud; udslukningsvinkelen er indtil ca. 38° stor. I tversnit sees mineralet begrænset af to omtrent lodret paa hinanden staaende flader; udslukningen gaar symetrisk mod disse. Mineralet er opbygget af straaler efter længeretningen (c) samt fjærformig efter to retninger, som danner vinkel ca. 20° med c.

[1]) I de senere aar brolægges Leipzig, Halle, Magdeburg og omliggende stæder næsten udelukkende med slagsten fra Mansfelder-distriktet.

[2]) Til sammenligning anföres, at ved svenske masovne, som producerer bisilikat-slagger med midlere CaO-gehalt, kan man altid finde frit udviklede augitkrystaller i massevis.

Det har meget levende interferensfarver. — Heraf sluttes, at mineralet er mono- eller a-symetrisk; da alle egenskaber stemmer med dem, der er karakteriserende for augit, maa med fuld sikkerhed kunne uddrages det resultat, at det netop er dette mineral, vi har for os. Dette stemmer ogsaa med slaggens chemiske sammensætning, idet surstofforholdet er ca. 1 : 1.50 eller lidt derover, og idet proportionen mellem CaO og MgO, MnO, FeO (mellem ca. 1.50 og ca. 2.20 Ca mod 1 RO) angiver, at ikke det hexagonale mineral eller nogen af de övrige pyroxener skal danne sig, men derimod den egentlige augit.

Krystallerne, som kun yderst sjelden er klare og gjennemsigtige, er ofte samlet i grupper med radial-straalig struktur. Den allerstörste del af de krystallinske partier bestaar af en dunkel, emaljlignende masse, med gitterformigt opbyggede augitkrystaller.

Af övrige glasagtige slagger er tidligere omtalt de to melilith-förende (no. 89 og 90); om den sidste har vi at tilföje, at den, foruden de store melilith-mikrolither (se fig. 32), ogsaa förer en hel del smaa, meget tynde, tilsyneladende sorte og uigjennemsigtige naale, der ofte er samlede i bundter med fælles centrum, hvorfra de enkelte individer synes at udgaa i aldeles vilkaarlige retninger.

Mikroskopisk præparat af slag no. 140 (surstofforhold 1 : 1.56, 12.98 % Al_2O_3, 1.92 CaO : 1 RO) viser glas med en del altid yderst smaa, gitterformigt opbyggede mikrolither, som har levende interferensfarver. Efter opbygnings-forholdene og udslukningen, som antyder det mono- eller a-symetriske system, er det sandsynligt, at mikrolitherne bestaar af augit; sikker bestemmelse kan ikke finde sted, da de enkelte individer er altfor smaa (i höjden 0.015 mm. lange). — De hidtil omhandlede glasagtige slagger har samtlige indeholdt i alle fald lidt krystalsubstans; det modsatte er tilfælde med f. ex. et tommetykt glas fra Lerbacher masovn, Harz, idet der her ved mikroskopisk undersögelse ikke engang kan opdages spor af udsondrede mikrolither el. lign.

Som resultat af de her refererede studier erholdes, at i de undersögte fald har der i de Al_2O_3-rige, glasagtige slagger, naar overhovedet en krystallisation har fundet sted, altid dannet sig netop det mineral, som efter surstofforholdet, beregnet paa vanlig vis (med Al_2O_3 som base) og proportionen mellem CaO og MgO skulde formodes efter vor oversigtstabel (se herom senere).

For mere detailleret at kunne studere den indflydelse, som lerjorden udöver paa krystallisations-processen i vore smeltemasser, skal vi stille op mod hinanden Al_2O_3-procenten i vore vanlige krystallinske slagger og i de glasagtige med tilsvarende surstofforhold og CaO : MgO-kvotient.

Alle de mig til dato kjendte analyser, tilsammen 42, af krystallinske slagger, som förer frit udviklede augitkrystaller, eller som ved mikroskopisk undersögelse viser sig at bestaa af augit, er opförte i dette arbejde (se no. 1—16 og no.160—177). Af disse holder: 4 mellem 1 og 2 % Al_2O_3, 6 mellem 2 og 3 %, 8 mellem 3 og 4 %, 11 mellem 4 og 5 %, 9 mellem 5 og 6 %, 1 mellem 6 og 7 %, 1 mellem 7 og 8 % og kun de resterende 2 mellem 8 og 9 %, nemlig resp. 8.10 og 8.54 % Al_2O_3 [1]). Om de to sidstnævnte (fra resp. Mohärnshyttan og Bångbro) betones specielt, at de er gjennemgaaende krystallinske o: 8—9 % Al_2O_3 kan ikke i mærkbar grad hæmme krystallisationen i smeltemasser, der som resultat skal levere augit. — Derimod udviser analyserne af de Al_2O_3-rige bisilikater, at allerede ca. 12 % Al_2O_3 er tilstrækkelig til at lægge væsentlige hindringer i vejen for krystal-dannelsen, idet vore samtlige slagger med saa stor lerjordsgehalt eller derover gjennemgaaende er blevne glasagtige [2]) (efter at afkjölingen har gaaet for sig under normale forholde).

Af vore analyser, tilsammen 31, af olivinslagger (heri iberegnet fayalit- og tephroit-slaggerne) holder [3]): 3 mellem 1 og 2 % Al_2O_3, 2 mellem 2 og 3 %, 7 mellem 3 og 4 %, 5 mellem 4 og 5 %, 3 mellem 5 og 6 %, 5 mellem 7 og 8 %, 1 mellem 8 og 9 %, 2 mellem 9 og 10 %; kun i den resterende, nemlig i stivslag fra Kongsberg sölvværk (hvori der vistnok ikke med fuld sikkerhed er bleven paavist noget olivinmineral) indgaar mere, nemlig ikke mindre end 13.35 % Al_2O_3 [4]). — Om disse slagger maa bemærkes: MgO-förende olivinslagger,

[1]) Analyse no. 177 kan vi ikke tage noget hensyn til, da den ikke repræsenterer augit, dannet paa vanlig vis i slag, men derimod det samme mineral, afsat paa stelvæggene inde i en ovn; krystallisationen maa her have gaaet relativt meget langsomt for sig.

[2]) Slag no. 140, med 12,98 % Al_2O_3, bestaar efter mikroskopisk undersögelse af glas med kun ca. 1 % krystal-udsondringer (efter skjön). No. 136 og 137, med resp. 12,10 og 14,82 %, er næsten rent glas; om no. 141—143, med 16—18 %, er tidligere talt.

[3]) I to slagger (no. 51 og 54) er Al_2O_3-gehalten saa liden, at den ikke er angivet.

[4]) Andre analyser af samme slag viser 18.58, 17.65, 15.4 og 10.4 % Al_2O_3 (Norsk tekn. tidskrift, 1883).

med i alle fald saa meget som 6 % Al_2O_3, fra svenske masovne udmærker sig i særlig grad ved gjennemgaaende at vise krystallinsk udvikling; overfladeglasset er her ganske tyndt eller fattes fuldstændig. Slag no. 30, med 7.75 % Al_2O_3, bestaar af glas, hvori ligger en utallighed af temmelig store olivin-mikrolither; slag no. 44, med 7.84 % Al_2O_3, er tommetykt glas med en del krystalkugler; no. 34 og 58, med resp. 8.92 og 9.97 % Al_2O_3, förer usædvanlig meget glas; i no. 59, med 9.85 % Al_2O_3, indgaar lidt spinel samt en del CaS; da der desuden optræder en hel del temmelig store olivinkrystaller, har slaggen makroskopisk gjennemgaaende krystallinsk udseende; under mikroskopet sees, at der er en hel del glas tilstede. — Disse undersögelser antyder, at allerede ca. 8 % Al_2O_3 maa være tilstrækkelig til at give slagger, hvor der danner sig MgO-olivin, en lidt glasagtig habitus. Da MgO i basiske slagger, ifölge den praktiske erfaring, i usædvanlig stor grad bidrager til at fremme krystallisationen (idet MgO-olivin med stor lethed konstitueres), udfordres der sandsynligvis en overmaade stor Al_2O_3-gehalt, for at de hidhörende slagger skal blive gjennemgaaende glasagtige [1]).

Fayalitslaggerne no. 47 og no. 49 (med resp. 7.50 og 7.89 % Al_2O_3) er gjennemgaaende krystallinske [2]). — Stivslaggen fra Kongsberg (med i alm. ca. 14 % Al_2O_3) udmærker sig ved at være meget mindre krystallinsk udviklet end ordinære slagger fra tilsvarende smeltninger, et forhold, som ikke kan tilskrives andet end den store Al_2O_3-gehalt. Ved mikroskopisk undersögelse af en forholdsvis grovkrystallinsk stuf er paavist en sort, uigjennemsigtig $RO \cdot R_2O_3$-forbindelse (sandsynligvis magnetit) samt et silikat-mineral, som har stor lighed med fayalit, men som aldrig er udviklet i saa store individer, at aldeles sikker bestemmelse er mulig.

Til disposition staar 12 analyser af slagger, förende det nye, hexagonale kalksilikat; af disse holder: 4 mellem 3 og 6 % Al_2O_3, 3 mellem 6 og 9 %, 1 mellem 9 og 12 %, 3 mellem 12 og 15 %, nemlig resp. 12.35, 13.0 og 14.78 %; den resterende, no. 70, holder lidt over 15 % (to analyser af samme material viser 15.28 og 15.43 %). Af denne serie synes at

[1]) I saadanne Al_2O_3-rige, MgO-förende smeltemasser, som neppe nogensinde anvendes i praxis, vil formentlig spinel danne sig, hvoraf resulterer, at vi ikke faar noget rent glas.

[2]) Muligens delvis begrundet i, at Al_2O_3 her for en del kan være konsumeret til dannelse af $FeO \cdot Al_2O_3$(?)

maatte fremgaa, at det hexagonale mineral med nogenlunde lethed maa kunne danne sig i smeltemasser med i alle fald indtil ca. 15 % Al_2O_3; lerjorden virker altsaa i de smeltemasser, hvori det hexagonale mineral skal danne sig, ikke saa stærkt hæmmende paa krystallisationen som ved augitslaggerne. At den dog ogsaa her har en vis indflydelse, fremgaar ved studium af slaggerne no. 138 og no. 139 (med resp. 17.30 og 17.33 % Al_2O_3); disse, som efter surhedsgraden og proportionen mellem CaO og MgO med MnO, FeO (med resp. 5.72 og 11.04 CaO mod 1 RO) skulde levere det hexagonale mineral, er blevne rent glasagtige, uden spor af makroskopisk synbare krystal-udsondringer.

Da der i normal melilith altid indgaar en hel del Al_2O_3, nemlig 14.53 % eller noget derover, resp. derunder (eftersom RO er CaO alene eller CaO med resp. noget MgO eller noget alkalier), skulde det ventes, at de basiske, CaO-rige og Al_2O_3-förende slagger skulde blive mest krystallinske, naar de indeholder netop saa meget Al_2O_3, som der udfordres for at konstituere det mineral, som skal krystallisere ud. I virkeligheden finder vi, at CaO-rige singulosilikater er gjennemgaaende krystallinske (efter makroskopisk udseende), naar de holder 10—15 % Al_2O_3 (se analyse-rækkerne). Om de mere Al_2O_3-fattige skal faa lidt glasagtig habitus, kan ikke afgjöres, da fornödent material ikke staar til disposition. Derimod viser det sig, at vore to slagger no. 90 og 89, med resp. 24.12 og 29.31 % Al_2O_3, næsten udelukkende bestaar af glas. Det overskud over den normale Al_2O_3-gehalt i melilith, som disse slagger indeholder, svarer tilnærmelsesvis til den hele procent Al_2O_3 i olivin-, delvis ogsaa i augit-slaggerne.

Ren CaO-gehlenit holder 26.34 % Al_2O_3; CaO-rige smeltemasser af surstofforhold 1 : ca. 0.6—0.7 skulde fölgelig, i henhold til den nys refererede fremstilling, ikke blive glasagtige forinden ved en Al_2O_3-gehalt af 26.34 + 10—15 = ca. 36—41 %, — en gehalt, hvorom der i praxis neppe nogensinde kan være tale. Da der tilmed ved en i den grad overvældende lerjordsmasse altid vil danne sig spinel, kan det ikke formodes, at særdeles stærkt basiske, CaO- og Al_2O_3-rige slagger overhovedet nogensinde skal blive glasagtige. Vi finder heller ikke, saavidt vides, at der til dato er kjendt glasagtige slagger af den nævnte surhedsgrad.

Da det nye, CaO- og SiO_2-rige tetragonale mineral holder mindre Al_2O_3 end melilith, nemlig antagelig kun ca. 6—8 %, maa formodes, at nogenlunde CaO-rige smeltemasser af surhedsgrad ca. 1 : 1.30—1 : 1.50 ikke blir glasagtige forinden ved en Al_2O_3-gehalt af ca. 16 %.

En gehalt af med rundt tal ca. 10 % Al_2O_3 synes i smeltemasser midt mellem bi- og singulosilikat at befordre dannelse af glimmer, naar de övrige betingelser derfor er tilstede.

Analyse af *lerjordsrige, glasagtige slagger.*

	No. 136.	No. 137.	No. 138.	No. 139.	No. 140.
SiO_2	55,40	56,57	51,25	49,80	49,60
Al_2O_3	12,10	14,82	17,30	17.33	12,98
CaO	20,33	15,79	26,25	28,60	25,15
MgO	3,63	5,70	2,25	1,12	4,55
MnO	4,65	2,85	1,26	0,53	5,40
FeO	1,02	2,75	0,64	0,77	3,21
K_2O	2,21	—	—	— [1]	—
Na_2O	0,06	—	—	—	—
Sum	99,40	99,48	98,95	99,25	100,89

Surstofmængderne i

	No. 136.		No. 137.		No. 138.		No. 139.		No. 140.	
O i SiO_2	29,55		30,17		27,33		26,56		26,45	
» » Al_2O_3	5,64		6,91		8,06		8,08		6,05	
» » CaO	5,81	8,94	4,51	8,04	7,50	8,81	8,17	8,91	7,19	10,94
» MgO	1,45		2,28		0,89		0,45		1,82	
» » MnO	1,05		0,64		0,28		0,12		1,22	
» » FeO	0,23		0,61		0,14		0,17		0,71	
» » alk.	0,40		—		—		—		—	
Surstofforhold	1 : 2,03		1 : 2,02		1 : 1,62		1 : 1,56		1 : 1,56	

	No. 89.	No. 90.		No. 141.	No. 142.	No. 143.
SiO_2	43,37	39,68		50,00	48,22	48,38
Al_2O_3	29,31	24,12		15,67	16,35	18,17
CaO	15,48	30,33		20,29	19,29	19,50
MgO	8,25	3,17		4,37	3,23	3,02
MnO	2,38	0,18		—	—	—
FeO	0,50	0,34		8,73	10,75	5,89
K_2O	—	0,48	Cu_2O	0,67	0,75	0,23
Na_2O	—	0,62	ZnO	1,11	1,26	3,57
CaS	—	0,74	Fl	—	—	0,99
Sum	99,29	99,66		100,84	99,85	99,75

Surstofmængderne i

	No. 89.	No. 90.		No. 141.	No. 142.	No. 143.
O i SiO_2	23,13	21,16		26,67	25,72	25,80
» » Al_2O_3	13,66	11,24		7,30	7,62	8,47
» » CaO	4,42	8,67		5,80	5,51	5,57
» » MgO	3,30	1,27		1,75	1,29	1,21
» » MnO	0,54	0,04		—	—	—
» » FeO	0,11	0,08		1,94	2,37	1,31
» » alk.	—	0,22	O i Cu_2O, ZnO	0,29	0,33	0,74
	8,37	10,33		9,78	9,50	8,83
Surstofforh.	1 : 1,05	1 : 0,98		1 : 1.56	1 : 1,50	1 : 1,49

No. 136—140 og no. 89—90 er masovnsslagger.

No. 136. Fra *Bay Furnace*, pr. *Lake superior*, aar *1876*, ved brug af trækul (analyseret af TH. ANDRÉE). Slaggen danner et lysviolet glas, hist og her med emaljpartier.

No. 137. Fra *Richmond Furnace*, *Massachusetts*, falden ved fremstilling af kanontackjern, se Jernkontorets Annaler, 1868, pag. 207 (A. BAGGE). Bergskolans exemplar, som er meget stort, danner et homogent, lysegrönt glas, uden spor af makroskopiske krystalud-

sondringer. — Alkalier har her rimeligvis hjulpet Al_2O_3 i at hindre krystallisationen.

No. 138. Fra *Werchnee Turinsh, 1878* (C. G. SÄRNSTRÖM), falden ved fremstilling af kanontackjern. Slaggen danner et over tommetykt, aldeles rent glas, af violet farve.

No. 139. Fra *Bogsta* i *Columbia, 1875* (J. S. EKROB). Slaggen danner over tommetykt, rent glas, af brunviolet farve, uden spor af makroskopisk synbare krystaludsondringer. [1]) + 1.10 % TiO_2.

No. 140. Fra *Bay furnace, 1876*, ved smeltning, til bessemertackjern, af malmer fra omegnen af *Lake superior* (E. F. F. HOPPE). Tommetykt glas, uden makroskopisk synbare udsondringer, med en kjærne, bestaaende af glas med ganske fine mikrolither. Se tidligere beskrivelse.

No. 89. Fra de *Demidoff'ske værk, 1879* (se side 145, under melilith).

No. 90. Fra en masovn ved *Lake superior* (se side 145, under melilith).

Alle disse analyser er udförte paa Stockholms Bergskola.

No. 141—143 repræsenterer sammensætningen af raaslag fra *Mansfelder-Eislebener*-værkene (hvor den bekjendte kobberskifer smeltes). No. 141 og no. 142 er slag fra Kupferkammerhütte (lige ved Mansfeld), analyseret af HOFFMANN; ved no. 143 er nöjere lokalitet ikke angivet. — Disse analyser er tagne af PLATTNERS og BRUNO KERLS læreböger i metallurgie.

Lerjordens optræden i slagger.

Inden den metallurgiske videnskab har der været fremsat forskjellige formeninger angaaende den rolle, som lerjorden (Al_2O_3) spiller i slagger (eller smeltemasser overhovedet). Enkelte har holdt paa, at den altid skal optræde som base, paa lignende maade som de enatomige, altsaa dannende silikater af form $Al_2O_3.(SiO_2)_n$; andre har troet, at den altid skal fungere som syre, i lighed med kiselsyren, altsaa dannende aluminater af form $(RO)_n\ Al_2O_3$, og atter andre, at den undertiden, nemlig i de sure smeltemasser, skal spille rolle som base, medens den til andre tider, nemlig i de basiske, skal være syre. —

Spörgsmaalet har af flere grunde ren praktisk interesse, idet saavel den intensitet, hvormed den flydende slag angriber herd- eller stel-materialet, som den, hvormed kiselsyren fastholder sine baser[1]), afhænger af surhedsgraden.

Den eneste maade, hvorpaa det her antydede problem kan löses, er ved at faa det reduceret til en diskussion af lerjordens optræden i de mineraler, som krystalliserer ud i vore smeltemasser.

Vi skal först behandle de SiO_2-rige slagger. — I disse danner der sig, som vi har seet, altid et eller andet til pyroxengruppen hörende mineral; vi er derfor nödt til at begynde med at gjennemgaa den stilling, som lerjorden indtager i de naturlige pyroxener (og hornblender). — Som bekjendt har dette forhold i tidligere dage været meget omtvistet, men man har dog nu, fornemmelig gjennem RAMMELSBERGS, TSCHERMAKS og DOELTERS arbejder, naaet frem til temmelig stor klarhed, om der vistnok endnu er et par ikke ganske udredede punkter.

Ifölge RAMMELSBERGS Mineralchemie (1875, pag. 378) bestaar »det störste flertal af leddene (i pyroxen- og hornblendegrupperne) af de normale silikater (ɔ: hvad vi her kalder bisilikater) og isomorfe blandinger af samme. Disse er

$\overset{I}{R}_2\,SiO_3$ ($\overset{I}{R}_2O.\,SiO_2$), hvor $\overset{I}{R}$ = Na, Li, K.

$\overset{II}{R}\,SiO_3$ ($\overset{II}{R}O.\,SiO_2$), hvor $\overset{II}{R}$ = Ca, Mg, Fe, Mn, Zn.

$\overset{VI}{R}_2\,Si_3O_9$ ($\overset{VI}{R}_2O_3.\,(SiO_2)_3$), hvor $\overset{VI}{R}_2$ = Al_2, Fe_2.

Af disse forekommer kun $\overset{II}{R}\,SiO_3$ for sig alene.

I mange augiter og hornblender, især i de sorte, som er indvoxede i bergarter, findes lerjorden (og jernoxydet) dog ikke som normalt silikat, men enten for sig alene som accessorisk bestanddel eller som $\overset{II}{R}\,Al_2\,SiO_6$ tilblandet det rene silikat» —, med andre ord, de sidstnævnte augiter (og hornblender) bestaar af $\overset{II}{R}\,SiO_3$ eller $\overset{I}{R}_2\,SiO_3$ med tilblanding af Al_2O_3, hvilken enten forekommer fri som saadan eller indgaaende i et silikat af form $\overset{II}{R}\,Al_2\,SiO_6$. — For at forklare den isomorfi, som maa ligge til grund for tilblandingen af lerjorden, har man tænkt sig at kunne skrifve $\overset{II}{R}\,SiO_3$ som $(\overset{II}{R}\,\overset{IV}{Si})O_3$, hvor den förstnævnte atomgruppe paa grund af den chemiske ekvivalens med $(\overset{VI}{Al}_2)$ skulde kunne gjöre forbindelsen $\overset{II}{R}\,SiO_3$ isomorf med Al_2O_3 — og forme-

[1]) Se herom f. ex. under jernoxydul i slagger (næste afsnit).

len $\overset{II}{R}\,Al_2\,SiO_6$ har man tænkt at kunne bringe i overensstemmelse med $R\,SiO_3$ eller $R_2Si_2O_6$ ved at opfatte den sidste som $\overset{II}{R}.(\overset{II}{R}\,\overset{IV}{Si})\,SiO_6$, hvor $(\overset{II}{R}\,\overset{IV}{Si})$ skulde svare til $(\overset{VI}{Al_2})$.

Forinden vi gaar videre, skal vi levere et kort referat af et nys udkommet arbejde af C. DOELTER, »Zur Synthese des Pyroxens»[1]). — Der blev af D. foretaget to sviter af synthetiske undersögelser: 1) Dels smeltedes naturlig diopsid (fra f. ex. Nordmarken, Arendal) sammen med amorf Al_2O_3 eller Fe_2O_3; som resultat erholdes augit, magnetit, spinel, jernglans, anorthit, undertiden ogsaa jernrig glasbasis, muligens endnu mere; ikke noget sted indtraadte en enkel fælles-krystallisation mellem oxyderne og diopsiden, idet der aabenbart overalt dannede sig nye forbindelser. 2) De lerjord- og jernoxyd-rige augiters bestanddele smeltedes sammen i forholdet 1 RO : 1 R_2O_3 : 1 SiO_2. I smeltemassen krystalliserede ud augit, naar afkjölingen foregik nogenlunde langsomt; undertiden bestod det hele produkt udelukkende af det nævnte mineral. Heraf drager D. den slutning, at augit af sammensætning normal $RO.R_2O_3.SiO_2$, uden iblanding af $\overset{II}{R}\,SiO_3$ eller $\overset{I}{R}_2\,SiO_3$, kan existere, og dernæst, at en saadan forbindelse kan konstitueres ved smeltning (og nogenlunde langsom afkjöling). — Om D.'s undersögelses-række no. II er flere anmærkninger at gjöre: For det förste gives ikke noget sted fuld detailbeskrivelse af det erholdte mineral, saa det ikke kan kontrolleres, om bestemmelserne overalt har været korrekte[2]). Dernæst skulde det ventes, i henhold til den erfaring, som er vundet af de franske mineralsynthetikere m. m. m., at der ubetinget skulde have dannet sig en hel del spinel og magnetit i de smeltemasser, som D. har beskjæftiget sig med; disse er nemlig gjennemgaaende stærkt basiske (med f. ex. 25.00, 26.34, 39.33 % SiO_2), förer altid meget R_2O_3 (f. ex. 34.3 % Al_2O_3 & 13.3 % Fe_2O_3, 25.39 % Al_2O_3 & 30.77 % Fe_2O_3) samt en hel del MgO og FeO. Baade ved den hurtige afkjöling, som i det hele og store har fundet sted ved de i dette arbejde omhandlede slagger, og ved den

[1]) Neues Jahrb. für Min., Geol. und Pal. 1884, II, pag. 51.

[2]) Ingen paalidelig slutning kan f. ex. drages af följende: ». . . . Hin und wieder sieht man ein grün gefärbtes, in Körnern vorkommendes Mineral, das anfangs für Spinell gehalten wurde, aber anisotrop ist, daher auch Augit sein dürfte» (pag. 60). — Et sted omtales MgO. R_2O_3. SiO_2 som ordinær augit, et andet sted som formentlig værende rhombisk. — Experimenterne udförtes med et material paa kun 4—6 gram (ɔ: saa meget som en terning med side 1 cm. eller lidt derover).

relativt langsomme, som er bleven anvendt af de fleste tidligere mineral-synthetikere, har man altid erholdt magnetit[1]), resp. spinel i de basiske, R_2O_3 og FeO eller MgO-rige smeltemasser; det kan derfor ikke forstaaes, hvorfor ikke ogsaa D. har faaet de samme endeprodukter.

De slutninger, som D. uddrager af sine experimenter, kan — selv om vi accepterede dem i sin helhed — ikke uden videre overföres at gjælde ogsaa for de her omhandlede smelteprodukter, idet krystallisationen i de sidstnævnte har gaaet relativt meget hurtig for sig.

I de följende skal vi gjennemgaa de resultater, som fremgaar ved detailleret studium af vore slagger med tilhörende analyser. — I bisilikat-smeltemasserne har der, som tidligere omhandlet, altid först krystalliseret ud et pyroxen-mineral; desuden optræder jævnlig en del glas. Den indbyrdes proportion mellem disse to bestanddele gjengives i följende oversigt:

Slag fra Ringshyttan (surstofforhold[2]) 1 : 2.49). Veksel af augit og glas, begge i meget fine partier.

Wikmanshyttan (1 : 2.42). Dels augit, dels rhombisk pyroxen(?), begge liggende i og vekslende med glas.

Högfors, 1874 (wollastonit-slag, 1 : 2.38). Temmelig meget glas.

Seglingberg (1 : 2.27). Temmelig meget glas.

Næs i Dalarne (1 : 2.12). Temmelig meget glas.

Tanså (wollastonit-slag, 1 : 2.10). Temmelig meget glas.

Carlsdal (1 : 1.97). Omtrent udelukkende augit, ogsaa i mellemrummene mellem de primære stænger (efter ∞P & 5P), uden spor af glas, naar et par smaa glas-indeslutninger fraregnes.

Hofors (med baade rhodonit og augit, 1 : 1.97). Paa enkelte steder i de mikroskopiske præparater er der kun meget lidet glas tilstede.

Sunnemo (1 : 1.94). Augit, med rhombisk pyroxen(?), med meget lidet glas.

Löfsjöen (1 : 1.94 eller 1 : 1.93). Paa enkelte steder glas med augit og rhombisk pyroxen(?), paa andre steder disse to alene, uden spor af glas, naar smaa, indesluttede glaspartier fraregnes.

[1]) Ved gjennemgaaelsen af hypersthen bemærkes bl. a. af F. FOUQUÉ ET M. LÉVY (Synthèse d. m. et d. r., pag. 111): »Quand on n'emploie pas un excès de silice, le fer passe à l'état de magnétite sans s'incorporer dans les silicates.»

[2]) Naar Al_2O_3 i sin helhed medregnes bland baserne.

Långshyttan (1 : 1.78). Temmelig lidet glas.

Westanfors (rhodonit-slag, 1 : 1.65). Her har først ca. $\frac{7}{8}$ af den hele masse konstitueret sig til rhodonit, altsaa til et bisilikat-mineral; moderluden er derved bleven saa basisk, at surstofforholdet er sunket ned til ca. 1 : 1.15; under disse forholde har et mineral, som efter alle kjendetegn maa være fayalit, begyndt at krystallisere ud. Tilslut er dannet spor af glas.

Sandviken (1884, antagelig 1 : 1.55). Mellem augit-stængerne er der en hel del glas.

Af denne serie sluttes, at kun de smeltemasser, som staar bisilikatet[1]) meget nær, omtrent i sin helhed gaar over til pyroxen-mineral; saavel i de SiO_2-rigere som i de fattigere optræder der ved siden af augit, resp. rhodonit o. s. v. altid en del glas, et sted desuden fayalit. — Vi vil særlig fæste opmærksomheden ved, at de fire slagger fra Carlsdal, Sunnemo, Hofors og Löfsjöen maa have en chemisk sammensætning meget nær augitens; hvis her Al_2O_3 antages at indgaa i det sig dannende mineral som $Al_2O_3 . (SiO_2)_3$, erholdes surstofforholdet at være = resp. ca. 1 : 1.97, 1.94, 1.94 og 1.93. Skulde derimod Al_2O_3 existere som saadan eller i et silikat RO. Al_2O_3. SiO_2, hvorved slaggerne i sin helhed maatte kunne opfattes som $(RO)_n\ SiO_2$ + m Al_2O_3, vilde n faa værdien resp. 2.51, 2.28, 2.12 og 2.20. Om end, under den sidst gjorte forudsætning, den ene af disse sammensætninger saa fuldstændig, som tilfældet er, muligens skulde kunne krystallisere ud som augit, kan de övrige[2]) umulig gjöre det o: lerjorden maa her indgaa som $Al_2O_3 . (SiO_2)_3$, ikke under formen RO. Al_2O_3. SiO_2.

Heraf kan uden videre udledes den mere generelle analogislutning, at i smeltemasser af sammensætning bisilikat eller derover optræder Al_2O_3 som base, omtrent paa samme maade som de enatomige RO-baser.

Af Doelters nys refererede arbejde synes at fremgaa, at Al_2O_3, i alle fald ved langsom afkjöling, i de relativt mere basiske smeltemasser kan komme til at indgaa i pyroxen-mineralerne under form RO. Al_2O_3. SiO_2; desuden er A. Merian i en netop udkommet afhandling »Studien an gesteinsbildenden

---

[1]) Naar Al_2O_3 i sin helhed medregnes blandt baserne.

[2]) Heldigvis indeholder den slag (nemlig no. 7, med 1 : 1.97), som næsten i sin helhed bestaar af augit, ikke mindre end 7.04 % Al_2O_3; lerjordens rolle kan derfor her temmelig detailleret udforskes.

Pyroxene»[1]) kommet til det resultat, at ved aftagende SiO_2-gehalt i nogle af ham undersögte bergarter voxer i det hele og store augiternes gehalt paa $RO.R_2O_3.SiO_2$, medens $RO.SiO_2$-gehalten synker. — Der er fölgelig grund til paa forhaand at formode, at den augit, som optræder i smeltemasser, der er beliggende mellem surhedsgrad ca. 1 : 2.00 og ca. 1 : 1.50, skal holde Al_2O_3 under formen $RO.Al_2O_3.SiO_2$. Vi skal forsöge ved studium af vore slagger at afgjöre, hvorledes det hermed kan forholde sig. — Slag fra Långshyttan (no. 11) kan opfattes som næsten nöjagtig bestaaende af $RO.SiO_2 + m\,Al_2O_3$; den skulde altsaa, under den gjorte forudsætning, omtrent i sin helhed kunne være gaaet over til augit, men vi finder dog, at den holder en del glas (efter skjön ca. 15 %). De tre slagger fra Bångbro (se tillægget) kan skrives som $(RO)_n\,SiO_2 + m\,Al_2O_3$, hvor n = resp. 2.21, 1.88 og 1.82; her skulde fölgelig ventes, hvis Al_2O_3 indgik som saadan (eller som $RO.Al_2O_3.SiO_2$), at der skulde have dannet sig en hel del bisilikat-mineral, men i virkeligheden finder vi kun meget lidet, nemlig kun ca. 25 %, af den egentlige, normale augit. Aldeles paa samme maade forholder det sig med augit i f. ex. slag fra Sandviken, 1884. — Efter disse undersögelser kan ikke öjnes nogen omstændighed, som taler for, at slag-augiterne overhovedet nogensinde, naar de er dannede ved hurtig afkjöling, skal holde Al_2O_3 under formen $RO.Al_2O_3.SiO_2$ (eller $RO.SiO_2 + Al_2O_3$.)[2]). Heraf ledes vi igjen til at antage, at lerjorden i de oprindelig existerende smeltemasser af surhedsgrad som den her omhandlede maa fungere som base, direkte knyttet til kiselsyren. Vi har netop paavist, at saa maa være tilfælde ved de relativt surere smeltemasser, og senere skal godtgjöres, at det forholder sig paa samme maade ved de lidt mere basiske; det vilde derfor være i höjeste grad urimeligt, om det modsatte skulde indtræde ved et mellemstadium af surhedsgrad (ved ca. 1 : 1.50—1 : 1.70).

Af vore olivinslagger vilde no. 30, 34, 44 og 45 antage surstofforhold resp. 1.89, 1.73, 1.76 og 1.98, hvis Al_2O_3 opfattedes at danne et tillæg til de egentlige RO-silikater; her skulde altsaa, under den hypothetisk gjorte forudsætning, augit krystallisere ud, men saa er ikke tilfælde. Heraf sluttes uden

[1]) Neues Jahrb. f. Min., Geol. und Pal., 1884, Beilage-Band, III.

[2]) De ved relativt meget langsom afkjöling tilblevne augiter i slaggen fra Mansfeld derimod kan nok muligens delvis före lerjord paa den her anförte maade; vi finder nemlig, at disse slagger synes kun at före meget lidet, muligens endog ikke noget, frit existerende glas.

videre, at lerjorden i de nævnte slagger (der har surstofforhold, beregnet paa vanlig vis, resp. 1 : 1.50, 1.33, 1.36 og 1.55) i alle fald i det hele og store[1]) maa fungere som base, paa vanlig vis forbundet med SiO_2. — Ved studium af melilith-slaggerne erholdes ligeledes, at lerjorden maa optræde paa samme maade i smeltemasser med surstofforhold ned til ca. 1 : 1.10—1 : 1.00.

De forskjellige melilith-skapolith-mineraler maa, saavidt det kan skjönnes, opfattes som dobbelt-forbindelser mellem et lerjords-silikat paa den ene side og et RO-silikat paa den anden[2]). Den egentlige melilith kan skrives som

$$6\,(RO)_2\,SiO_2 + (Al_2O_3)_2\,(SiO_2)_3,$$ og gehlenit som $$(RO)_3\,SiO_2 + Al_2O_3.\,SiO_2.$$

Vi vil specielt gjöre opmærksom paa, at saavel i disse to silikater som i den kunstige augit (eller pyroxen) har det lerjords-silikat, som indgaar i mineralerne, nöjagtig samme basisitetsgrad (eller surstofforhold) som det samtidig optrædende RO-silikat. — Heraf igjen föres vi til den opfatning, at SiO_2 ogsaa i de oprindelig existerende smeltemasser — undtagen de stærkt basiske, se herom senere — rimeligvis har været jævnt eller lige stærkt forbundet med sine samtlige baser, dannende RO- og Al_2O_3-silikater eller dobbelt-forbindelser af samme med fælles surstofforhold ɔ: det er berettiget ved udregningen af surstofforholdet —, som er et begreb, der maa bibeholdes, ikke alene af metallurgiske, men ogsaa af mineralogiske grunde, — i de nogenlunde SiO_2-rige smeltemasser uden videre at addere sammen surstofmængderne i Al_2O_3 og RO og dermed ganske enkelt dividere O i SiO_2.

Tidligere er berört, at der sandsynligvis i det hexagonale mineral kan indgaa en vis procent Al_2O_3-silikat, omtrent paa samme maade, som det forholder sig med pyroxen-mineralerne. Heller ikke i disse hörer Al_2O_3-silikatet egentlig hjemme, har saaledes, saavidt hidtil vides, ingen indflydelse paa krystalsystemet, ligesaa lidt som det optræder i fast, stöchiometrisk forhold ligeover for RO. SiO_2, men det findes der dog, i variable, tilsyneladende tilfældige, altid dog temmelig smaa mængder.

I de i naturen hidtil kjendte oliviner har man aldrig med sikkerhed kunnet paavise nogen Al_2O_3-gehalt, men alligevel kan nok tænkes, at RO-singulosilikatet, naar RO er MgO, FeO,

[1]) Lidt Al_2O_3 kunde tænkes at medgaa til at konstituere spinel.
[2]) Naar der ikke tages hensyn til de egentlige skapolithers gehalt af Cl, SO_3, CO_2, o. s. v.

MnO, undertiden med lidt CaO, paa samme maade som CaO-singulosilikatet, kan krystallisere ud i fælleskab med en vis procent Al_2O_3-silikat. — For denne hypothese taler det moment, at olivinslagger med ikke ganske forsvindende Al_2O_3-gehalt lejlighedsvis synes kun at indeholde en meget ringe procent glas, naar smeltemasserne ligger nær singulosilikat. Sikre slutninger kan ikke noget sted drages, da de olivinförende slagger af det nys nævnte surstofforhold aldrig indeholder nogen særdeles betydelig Al_2O_3-gehalt.

I de basiske slagger har mange, muligens endog de fleste, metallurger tænkt sig lerjorden som syre, fungerende ved siden af kiselsyren og dannende forbindelser, som man opförer med navnet aluminat. — I dette arbejde er paavist, at denne opfatning i alle fald delvis er korrekt. Det aluminat, som danner sig, er bestandig identisk med naturlig spinel; det er altsaa, for at benytte den metallurgiske benævnelse, et »tri-aluminat». Betingelserne for, at et saadant skal kunne existere, har vi tidligere tilstrækkelig detailleret gjennemgaaet (se pag. 153—164). — Vi vil her kun minde om, at spinel til dato ikke er kjendt i masovnsslagger med surstofforhold over 1 : 1.00, videre, at det nævnte mineral kun dannes, naar der kan finde sted en massevirkning mellem Al_2O_3 og MgO eller andre RO-baser, hvortil lerjorden har stærk affinitet. Ikke paa noget sted har den hele Al_2O_3-mængde medgaaet til at konstituere spinel; i vore analyser no. 128—133 er saaledes, for at nævne et exempel, forbrugt til aluminat-dannelsen kun resp. 50, 48, 35, 28, 19 og 29 % af hele den forhaanden-værende lerjordsmængde. Grunden til dette forhold maa rimeligvis fornemmelig være at söge i, at lerjordsgehalten i moderluden aftager, eftersom aluminat udskilles; massevirkningen svækkes följelig lidt efter lidt. — De mineraler, som har krystalliseret ud efter spinel, nemlig i alm. melilith og gehlenit, er, som tidligere omtalt, rimeligvis at opfatte som dobbeltforbindelser mellem et RO-silikat paa den ene side og et Al_2O_3-silikat paa den anden; heraf sluttes, at rest-procenten af lerjorden i den oprindelige smeltemasse formentlig paa vanlig vis maa have været knyttet til SiO_2, ikke til RO.

I henhold til alle de her omhandlede iagttagelser og udviklinger skal vi forsöge at give oplysning om den maade, hvorpaa det saakaldte »surstofforhold» bör beregnes. — I smeltemasser, som indeholder mere SiO_2, end surstofforhold (naar Al_2O_3 i sin helhed medtages blandt baserne) = ca. 1 : 1.10—

1 : 1.20 angiver, maa i almindelighed[1]) uden videre adderes sammen surstofmængderne i Al_2O_3 paa den ene side og i samtlige RO-baser[2]) paa den anden[3]); SiO_2's surstofmængde divideres med den paa denne maade frembragte sum. I de stærkt basiske, Al_2O_3- eller MgO-rige smeltemasser derimod maa vi, for at faa et korrekt udtryk for det forhold, hvori kiselsyren staar til sine baser, först fraregne den Al_2O_3- og RO-mængde, som medgaar til konstitution af aluminatet. Nogen generel regel for den Al_2O_3-procent, som paa denne maade maa bortregnes, kan ikke gives, idet spinel-gehalten for det förste ikke er direkte proportional med Al_2O_3-procenten, og idet den dernæst afhænger af den forhaanden-værende mængde af MgO, SiO_2, o. s. v. — Vi kan dog med approximativ sikkerhed gaa ud fra, at i de ordinære basiske masovnsslagger, som fortrinsvis karakteriseres ved CaO, og som holder en del (ca. 10 %) MgO og en betydelig mængde Al_2O_3, skal ca. 50 % af Al_2O_3-gehalten fraregnes til aluminat-dannelse, naar surstofforholdet, beregnet med den hele Al_2O_3-gehalt som base, vilde blive ca. 1 : 0.50 —, ca. 35 % skal fraregnes ved surstofforhold (med Al_2O_3 i sin helhed som base) ca. 1 : 0.60, — ca. 20 % ved ca. 1 : 0.70 —, ca. 10 % ved ca. 1 : 0.80 —, ca. 5 % ved ca. 1 : 0.90; ved 1 : 1.00 % optræder under ordinære forholde den hele Al_2O_3-mængde som base, paa samme maade som RO-baserne. — Med den paa den nys angivne maade bestemte Al_2O_3-gehalt regnes i forbindelse saa meget RO, som forholdet RO : Al_2O_3 angiver ɔ: man subtraherer fra RO-basernes samlede surstofmængde nöjagtig en trediepart af O i Al_2O_3. Summen af den resterende surstofmængde i Al_2O_3 og RO divideres i kiselsyrens surstofmængde.

Ex. I slaggerne no. 128 og 133 er, ifölge vore analyser, resp. 50.5 og 29.1 % af den hele lerjordsmængde medgaaet til aluminatet. — Surstofmængderne i slaggernes samlede gehalt af SiO_2, Al_2O_3 og RO er resp. 13.12, 10.94 og 15.95 — samt 14.75, 10.69 og 15.77; beregnet med den hele lerjordsmængde som base vilde dette give surstofforhold resp 1 : 0.49 og 1 : 0.56. Efter det nys angivne, rent approximative schema skulde resp.

[1]) ɔ: undtagen ved abnormt store Al_2O_3- og MgO-gehalter.

[2]) Dog med, i alle fald for de basiske smeltemassers vedkommende, undtagelse af eventuelt forhaanden-værende Cu_2O, da denne forbindelse har saa liden affinitet til SiO_2, at den existerer fri som saadan, naar SiO_2-gehalten ikke er særdeles stor.

[3]) Efter at sulfid-gehalten er bleven fratrukket.

ca. 50 og 40 % af Al_2O_3-mængden medgaa til spinel-dannelse; af analyserne aflæses, at vi i foreliggende fald skal bortregne 50.5 og 29.1 % af surstofmængden ɔ: 5.92 og 3.11 del surstof af Al_2O_3; hertil svarer 1.97 og 1.04 del surstof i RO. Tilbage blir i de to analyser surstof i Al_2O_3 og RO resp. 5.02 og 13.98 — samt 7.58 og 14.73, sum resp. 19.00 og 22.31; dette, divideret i SiO_2's surstofmængde, giver det i foreliggende tilfælde virkelig fungerende surstofforhold, nemlig resp. 1 : 0.69 og 1:0.66.

Ved den nys angivne methode har vi egentlig erholdt surstofforholdet i smeltemassen netop paa det stadium, da molekylerne af forbindelsen RO. Al_2O_3 var blevne udsondrede, medens krystallisationen af silikat-mineralet endnu ikke var paabegyndt. Heraf kan ikke uden videre med exakt sikkerhed drages nogen tilbagegaaende slutning angaaende den maade, hvorpaa de enkelte radikaler var knyttede til hinanden i den oprindelig existerende smeltemasse. — Der er dog al grund til at formode, at Al_2O_3, som paa det senere stadium (nemlig ved afkjölingen) kunde kombinere sig med en del RO, ogsaa kunde gjöre sin chemiske affinitet til RO (eller sin evne til at optræde som selvstændig syre ved siden af SiO_2) gjældende allerede paa det trin, da den fuldt smeltende masse befandt sig under særdeles höj temperatur ɔ: vi ledes til den opfatning, at aluminatet (af form RO. Al_2O_3) paa en eller anden maade maa have befundet sig oplöst i den oprindelige smeltemasse. — Det nys angivne princip for beregningen af surstofforholdet i de stærkt basiske, Al_2O_3-rige slagger maa fölgelig, i alle fald i det hele og store, ogsaa gjælde for smeltemasserne, forinden afkjölingen var paabegyndt.

Af de tidligere udviklinger sluttes uden videre, at SiO_2 er en meget stærkere syre end Al_2O_3; muligens som fölge heraf fremgaar det forhold, at 1 del Al_2O_3 altid kun forbinder sig med 1 del RO, dannende tri-aluminat; de hypothetiske forbindelser bi- og singulo-aluminat savnes fuldstændig[1]).

[1]) De i eruptive bergarter optrædende titansyre-mineraler, nemlig hovedsagelig titanit, titanjern og perowskit, synes at vise et nogenlunde tilsvarende forhold; titanit, af sammensætning $CaO.(TiO_2)_2 + CaO.(SiO_2)_2$, altsaa quadri-titanat med quadri-silikat, optræder nemlig hovedsagelig i de SiO_2-rige bergarter, med surstofforhold ca. bisilikat og derover, medens titanjern og perowskit, som efter princpet kan opfattes som RO. TiO_2, hvor RO i det ene fald er FeO, undertiden med lidt MgO, i det andet fald derimod fortrinsvis CaO, udelukkende eller fornemmelig hörer hjemme i de basiske eruptiver (perowskit udelukkende i de CaO-rige, nemlig i melilith-basalt og nogenlunde

Jernoxydul i masovnsslagger.

For paa en enkel maade at illustrere det affinitets-forhold, hvori kiselsyren staar til sine baser, skal vi give en oversigt over gehalten af FeO i masovnsslagger. For at kunne faa grundlag til en berettiget sammenligning skal vi kun holde os til slagger, faldne ved brug af trækul[1]); produkter fra uren gang medtages ikke.

Jernoxydul-gehalten i de i dette arbejde anförte analyser af masovnsslagger (fra ren gang, ved brug af trækul) er:

Ved surstofforhold over 1 : 2.50:

3.6, 3.8, 1.93, 3.06, 2.7, 1.16, 2.49 og 1.79, middel 2.57 %.

Ved surstofforhold mellem 1 : 2.50 og 1 : 2.00:

1.75, 2.6, 1.13, 0.92, 1.15, 1.10, 1.16, 2.6, 1.02, 2.75, 2.70, 1.29, 1.23, 1.66, middel 1.66 %.

Ved surstofforhold mellem 1 : 2.00 og 1 : 1.50:

0.48, 1.85, 2.29, 1.20, 1.16, 0.68, 0.43, 0.68, 1.80, 2.38, 1.16, 0.17, 0.64, 0.72, 0.94, 0.39, 0.41. 0.08, 0.80, 2.06, 0.64, 0.79, 0.54, 0.38, 0.64, 0.77, middel 0.87 %.

Ved surstofforhold mellem 1 : 1.50 og 1 : 1.00:

0.77, 0.45, 0.70, 0.77, 1.03, 0.43, 1.30, 1.48, 0.52, 0.40, 0.47, 0.50, 0.77, 0.49, 0.5, 0.63, 0.50, 0.11, 0.50, 0.34, spor, 0.5, 0.52, 0.89, 0.90, 0.78, 0.90, 0.40, 0.79, middel 0.65 %.

Heraf fremgaar, at FeO-gehalten i det hele og store aftager kontinuerlig[2]) med synkende SiO_2-gehalt o: den intensitet, hvormed kiselsyren holder paa jernoxydul-basen og modarbejder jernets reduktion med kul, voxer med stigende surstofforhold. — Vi möder her et tilfælde aldeles analogt med det, som blev omhandlet vid studium af lerjordens evne til at fungere som selvstændig syre ved siden af kiselsyren.

---

analoge, CaO-rige bergarter). Ogsaa her kommer vi til det resultat, at mineraldannelsen fornemmelig skyldes massevirkning mellem de konstituerende bestanddele; 1 del SiO_2 ekvivalerer tilnærmelsesvis 2 dele TiO_2. Herom mere ved en anden anledning.

[1]) Idet reduktionen i stellet er stærkere, paa grund af den overmaade höje temperatur, ved brug af kokes.

[2]) Naar der tages hensyn til de mange variable forholde (f. ex. forskjellig slags brændsel, sætningsgrad, ovnskonstruktion o. s. v.), vil det indrömmes, at rækken nödvendigvis i detail maa vise en hel del uregelmæssigheder: jeg havde oprindelig ventet, at disse skulde blive meget större, end analyserne udviser.

Slagger, der udelukkende er bestaaende af SiO_2, Al_2O_3, CaO og MgO, uden spor af FeO, MnO o. s. v., er aldeles farvelöse; dette forhold stemmer overens med de fra naturen hentede kjendsgjerninger. — En bestemt farvetone hos slaggerne skyldes i alm. en gehalt af FeO, MnO eller sulfid (naar dette holder Mn eller Fe)[1]). Her skal vi kun beskjæftige os med den virkning, som foraarsages af FeO, naar denne base indgaar i et eller andet af de forskjellige silikat-mineraler eller i glasset.

En del augit-slagger, som stod til disposition, blev stillede op i række efter den mere eller mindre graa farvetone; resultatet var följende serie:

	Lysegraa slagger.				Temmelig mörkegraa slagger.		
FeO	0.68	0.48	0.92	2.6	1.75	1.15	2.29.
Al_2O_3	6.45	7.04	2.88	3.7	5.58	2.30	4.10.

Heraf sluttes, at Al_2O_3 ikke udöver nogen mærkbar indflydelse i den her omhandlede henseende; ved en tilfældighed er endog de to Al_2O_3-rigeste slagger blevne de förste i rækken. — En gehalt af ca. 0.5 % FeO giver glasfri augit-slagger, o: selve augiten, kun en yderst svag graalig nuance, medens allerede ca. 1.5—2 % er tilstrækkelig til at fremkalde en temmelig skarpt fremtrædende graa farvetone. Til sammenligning meddeles, at naturlig diopsid med 2.0—2.5 % FeO er omtrent farvelös[2]) o: FeO har en mere intensiv virkning paa augitens farve, naar mineralet fremstilles paa kunstig vej ved smeltning, end naar det dannes i naturen.

Selv en temmelig ubetydelig FeO-gehalt, nemlig kun ca. 1—1.5 % FeO, synes, at dömme efter det vistnok ringe material, som har staaet til min disposition, at være tilstrækkelig til at farve kunstig fremstillet wollastonit nogenlunde mörkegraa.

En MnO-gehalt paa 5—6 % viser sig ikke at have nogensomhelst mærkbar indflydelse paa farven af egentlig (monosymetrisk) augit. I slag no. 30, med 2.38 % FeO og 20.11 % MnO, er augitpartierne kun ganske svagt graalige, rhodonitpartierne derimod mörke graabrune o: selv meget stærkt MnO-

[1]) Röde, kobberholdige slagger er farvede af kuprit (Cu_2O).

[2]) Krystaller af diopsid fra Nordmarken, med 2.49 % FeO, er ganske vandklare og farvelöse (ifölge G. FLINK, Diopsid fra Nordmarken). — N. v. KOKSCHAROW omtaler (Mater. z. Min. Rusl., Band 4) hvid diopsid med 2.00 % FeO fra Achmatowsk.

rig augit er i og for sig farvelös, medens rhodonit, der som bekjendt er lyseröd, naar den holder MnO, MgO med ganske lidet FeO, blir mörk graabrun ved en gehalt af 2—3 % FeO.

1.5—2.5 % FeO giver MgO-olivin en ganske lysegraa farvetone, som paa langt nær ikke er saa stærk som den, en tilsvarende gehalt vilde have fremkaldt hos kunstig augit [1]). — Som tidligere omtalt, har MnO neppe nogen indflydelse paa farven af FeO-fri MgO-olivin; naar MnO og FeO optræder i fællesskab, blir mineralet gult (ved forherskende MnO) og graagult (ved forherskende FeO). — Fayalit i og for sig er gjennemsigtig, gul af farve [2]).

Den krystallinske del i slagger, förende et eller andet tetragonalt melilith-skapolith-mineral, er lysegraa ved en gehalt af 5.10 % FeO og 1.65 % MnO (no. 102) og lys blaagrön ved 2.85 % FeO og 5.31 % MnO (no. 98); melilith-slaggerne fra Mägdesprung og Luisenthal, med 10—20 % MnO og oftest ca. 1 % FeO, (no. 121—127) er i alm. graagule. — Heraf fremgaar, at et par procent FeO eller nogle procent MnO ikke har nogen væsentlig indflydelse paa de kunstige melilith-mineralers farve.

FeO-förende glas er som bekjendt grönt; allerede 1—2 % FeO er tilstrækkelig til at fremkalde en vel markeret farvetone.

Meget jævnlig viser de basiske slagger fra kokes-masovne sig at antage en temmelig mörkegraa farve, saa snart masovnsgangen blir lidt uren ɔ: saasnart slaggen blir lidt jernholdig. Grunden hertil er ikke at söge i, at det sig dannende silikatmineral farves mörkt ved FeO, men deri, at der konstitueres FeS eller et jernrigt sulfid, der som bekjendt er mörkt af farve; herom og om den grönne MnS, se i næste afsnit.

Sulfid i slagger.

I den metallurgiske videnskab har det i lang tid været kjendt, at silikat-smeltemasser kan optage i sig en vis svovlgehalt; dette er en omstændighed, der i praxis er af meget væsentlig betydning, idet rujern, fremstillet i masovn, delvis

[1]) Dette stemmer med, at naturlig olivin, f. ex. fra olivinknoller i basalt, er lysegrön ved temmelig stor FeO-gehalt, medens naturlig augit med tilsvarende gehalt allerede er stærkt mörkegraa.

[2]) De vanlige fayalit-rige slagger fra flammeovns- eller sten-smeltninger og lign. farves sorte af magnetit eller muligens en anden $RO . R_2O_3$-forbindelse.

befries for den svovlmængde, som beskikningen og brændmaterialet kan paaföre ovnen, derved, at slaggen, naar forholdene tillader det, oplöser en större eller mindre del af svovlgehalten i sig. Den praktiske erfaring udviser, at rujernet i det hele og store blir desto svovl-fattigere, des mere basisk slaggen er, og des mere den, under samme surstofforhold, indeholder af baserne FeO, MnO og CaO. Stor MgO-gehalt synes at modvirke optagelsen af svovl; om Al_2O_3's stilling i den her omhandlede henseende kjendes, saavidt vides, intet; den er formentlig temmelig indifferent. — Ved uren masovnsgang [1]) blir, efter erfaring i stort, rujernet usædvanlig S-fattigt og slaggen omvendt usædvanlig S-rig; dette forhold kan ikke udtydes paa anden maade, end at Fe (eller FeO) i særlig grad bidrager til at föröge smeltemassens tendens til at optage svovl. En stor MnO-gehalt virker i samme retning, om end ikke med saadan intensitet som FeO. Paa den anden side forringes slaggens evne til at befri jernet for svovl, naar CaO, hvilken base i regelen er den mest dominerende i de ordinære slagger, delvis erstattes med MgO [2]). — Som resultat erholdes, at de vigtigste af RO-baserne, naar SiO_2-gehalten eller surstofforholdet forbliver konstant, virker til at föröge slaggens evne til at optage svovl i följende orden: FeO, MnO, CaO og MgO [3]). — Nöjere i detail angaaende den indflydelse, som de enkelte baser udöver, kan vi paa det nuværende stadium ikke komme, da der ikke staar til disposition et tilstrækkeligt antal analyser af svovlgehalten i rujernet og af svovlgehalten samt den hele sammensætning af den samtidig faldende slag.

Det er allerede bleven paapeget, at slaggernes tendens til at optage svovl voxer med basisiteten; herved maa man dog ikke — saaledes som forholdet i alle fald tidligere jævnlig har

[1]) d:, naar slaggen paa grund af uheldigt virkende omstændigheder bliver mere FeO-rig end vanligt.

[2]) Omtrent halvparten af tetragonal-slaggerne holder 0.5 % S eller derover, medens der kun er yderst faa af de MgO-rige olivin-slagger, som förer en mærkbar svovlgehalt. Herved maa man ikke ledes til at overvurdere CaO's evne, i forhold til MgO, til at föröge smeltemassernes tendens til at optage svovl; de fleste af de förstnævnte slagger er nemlig fra udenlandske kokes-masovne, hvor beskikningen og brændmaterialet er meget S-rig, medens de fleste af vore olivinslagger er fra svenske trækuls-masovne, hvor der fornemmelig nedsmeltes usædvanlig S-fattige malme.

[3]) ZnO virker, saavidt vides, i den her omhandlede henseende lidt mere intensivt end MnO; da aldeles sikre oplysninger herover dog ikke foreligger, har vi ikke medtaget ZnO i vor række. Den nævnte base optræder som bekjendt aldrig i de ordinære masovnsslagger.

været — fristes til at tro, at de SiO_2-rige smeltemasser overhovedet ikke kan före svovl. For at give nöjere oplysning om dette, skal leveres tabellarisk oversigt over en del svovlrige og nogenlunde sure slagger.

	No. .[1])	No. 5.	No. .[1])	No. [1]).	No. 161.[2])
Surstofforhold .	1 : 2,75	1 : 2,12	1 : 1,91	1 : 1,84	1 : 1,80
Svovlgehalt.....	0,67	0,15	0,18	0,34	2,23

	No. 61.	No. .[1])	No. 64 a.	No. 167 b.	No. 167 c.
Surstofforhold .	1 : 1,73	1 : 1,71	1 : 1,64	1 : 1,56	1 : 1,54
Svovlgehalt.....	0,15	1,90	0,87	0,22	0,48

Til sammenligning anföres, at stærkt basiske, CaO-rige slagger fra kokes-masovne kan optage, naar der overhovedet i beskikningen o. s. v. er meget svovl tilstede, i alle fald indtil ca. 2.5 % S, rimeligvis ogsaa adskillig derover (se f. ex. no. 88). Ved de masovne, hvor der anvendes stærkt svovlrigt material, holder man i alm. med flid slaggen saa basisk som mulig; dette er den vigtigste aarsag til, at der ikke kan leveres flere analyser af samtidig S- og SiO_2-rige slagger. — Svovlgehalten i slagger fra sten-smeltninger (de vanlige kobber-, bly-, nikkel-slagger o. s. v.) omhandles först, efter at vi er blevne færdige med det mikroskopiske studium af sulfid i masovnsslagger.

De fleste metallurger har i de senere tider ved opförelsen af slag-analyser plejet at angive S i forbindelse med Ca, dannende monosulfid (CaS); nogen afgjörende grund for berettigelsen af denne fremgangsmaade har egentlig ikke foreligget, idet kjendskaben til den rolle, som svovl spiller i slagger, har været temmelig ringe. Man har kun havt at bygge paa, at

[1]) Analyse, kopieret paa Bergskolan, ikke publiceret her; den först anförte er fra Dalkarlshyttan.

[2]) Denne er, saavidt vides, fra en nikkelsten-smeltning ved Sohneeberg Hütte, Sachsen; alle de övrige analyser er af masovnsslagger.

CaO (eller Ca) fremmer slaggens evne til at optage svovl, og at den dannede forbindelse ved behandling med HCl oplöses meget let under udvikling af svovlvandstof og uden udsondring af frit svovl.

Angaaende den maade, hvorpaa svovl indgaar i slagger, kan tænkes flere muligheder:

1) Svovl paa den ene side og de enkelte metal-elementer paa den anden kan simpelthen smelte samme til sulfid, af form RS (eller muligens R_mS_n).

2) Svovl, eventuelt sulfider, kan tænkes at indgaa i chemisk forbindelse med silikater, dannende sulfid-silikater af form

$$(R_mS_n)_x \cdot [(RO)_y \cdot SiO_2]_z.$$

Den sidstnævnte hypothetiske mulighed [1]) bestyrkes forelöbig ved det faktum, at der i naturen optræder en mineralgruppe, nemlig helvin med danalith, bestaaende af sulfid-silikater af sammensætning

$$3\,(RO)_2\,SiO_2 + RS.$$

I den egentlige helvin er R = Mn, Be og Fe; i danalith, som kun er at opfatte som en Zn-holdig helvin, betyder R desuden Zn.

Af A. E. ARNOLD er lejlighedsvis, i »Note on a Crystallized Slag isomorphous with olivine» [2]), bleven fremsat den hypothese, at RS, hvor R = Fe, skulde, i alle fald i et enkelt silikat, nemlig olivin (eller fayalit), kunne paa homöomorf vis erstatte RO, saa man skulde faa en forbindelse af form

$$(RO)_{2n} \cdot (RS)_{2m} \cdot (SiO_2)_{m+n}.$$

ARNOLD baserer sin hypothese paa nogle analyser no. (144, a og b) af fayalit-krystaller, der blev rensede saa vel som muligt

---

[1]) Allerede i aaret 1837 udtalte CREDNER (sen.) den formodning, at nogle af ham undersögte slagger (de saakaldte »idokras-slagger», fra Luisenthal, se pag. 122, N. J. f. M. G. u. P., 1837) skulde holde mangansulfid paa samme maade, som tilfældet er med helvin. — En bekjendt af mig, nemlig N. v. KORNAKOW, amanuensis ved bergakademiet i St. Petersburg, har velvillig meddelt mig, at han for at forsöge at udrede det her omhandlede problem smeltede sammen sulfider og silikater i haab om at erholde helvin, resp. danalith, som endeprodukt, men det opnaaedes ikke nogensinde at faa fremstillet de nævnte mineraler. — I F. FOUQUÉ ET M. LÉVY'S »Synthèse d. min. et d. roches», 1882, er helvin-mineralerne ikke omtalte o: indtil aaret 1882 var de ikke blevne fremstillede paa kunstig vej.

[2]) Se Min. Mag. and Journ. of the mineral. soc. of Gr. Brit. and Ireland, Vol. III, no. 14, oct. 1878. med rent krystallografisk tillæg af C. O. TRECHMANN: »On Crystallized Ollvine from Slag», samme tidsskrift, Vol. IV, no. 19, april 1881.

var, fra en slag fra *Penistone*, falden ved bessemer-blæsning af metalsulfider (juli 1878).

	No. 144 a.	No. 144 b.	No. 145.
SiO_2	28,99	29,06	29,08
FeS	—	6,10	6,09
FeO	—	61,84	64,82
Al_2O_3	—	0,60	—
Cu	—	0,14	—
ZnO, MnO	—	2,78	—
Sum		100,02	99,99
Sp. V.	4,19	4,22	—

Udelukkende ved interpretation af disse analyser kommer ARNOLD, der ikke har foretaget mikroskopisk undersögelse af det erholdte produkt, til det resultat, at FeS skal erstatte FeO, idet under denne forudsætning analyserne lader sig udtrykke ved formelen [1]) $^{13}\left.\begin{matrix}\text{FeO}\\\text{FeS}\end{matrix}\right\}7\,SiO_2$, hvilken forbindelse (der repræsenteres ved analyse no. 145) opfattes som et normalt singulosilikat. Fayalit-krystallerne, som er udviklede efter den ordinære type, med $\infty\breve{P}\infty\,.\,\infty P\,.\,2\breve{P}\infty$, viste, ifölge C. O. TRECHMANN, vinklerne: $\infty P : \infty P = 130° 18'$; $\infty P : \infty\breve{P}\infty = 65° 9'$; $2\breve{P}\infty : 2\breve{P}\infty = 81° 28'$; disse stemmer temmelig nöje med vinklerne hos ordinær fayalit.

Det kan ikke indrömmes, at der er nogetsomhelst berettiget i den konklusion, som ARNOLD drager af sine analyser. Det viser sig nemlig meget jævnlig, at olivin- eller fayalitkrystaller, som makroskopisk synes at være aldeles rene og homogene, under mikroskopet sees at være særdeles stærkt forurenede af f. ex. magnetit, zink-spinel, sulfid, glas, o. s. v. ARNOLD fremhæver som sine vigtigste argumenter, for det förste, at der er saa usædvanlig meget sulfid tilstede (nemlig 6.10 % FeS o: 2.22 % S, — hvilket vistnok er en höj, dog ingen ab-

[1]) ARNOLD medregner Al_2O_3 i sin helhed blandt baserne og tager ikke hensyn til, at der rimeligvis ogsaa er lidt Fe_2O_3 tilstede. Naar den fornödne gehalt $RO\,.\,R_2O_3$ fraregnes, kommer det resterende til at afvige en del fra normalt singulosilikat, selv om FeS forudsættes at erstatte FeO.

norm stor gehalt [1])), og dernæst, at i foreliggende fald skal et molekyl FeS netop erstatte et molekyl FeO; herom kan bemærkes, at, medens man af analyse no. 144 faar FeS svarende til $\frac{1}{14}$ af RO-baserne, vilde man ved en liden forandring i S-gehalten faa sulfid svarende til f. ex. $\frac{1}{13}$ eller $\frac{1}{15}$ af RO [2]).

Slaggerne fra flammeovns-smeltning af kobbersten i Swanseadistriktet viser, ifölge ARNOLD, som ogsaa her formoder sulfidsilikater, gjennemgaaende en meget större svovlgehalt, end den mekanisk medrevne sten skulde angive. Dette forhold har vistnok været kjendt i lange tider, men alligevel skal vi medtage de af A. anförte analyser. Den kobbersten, som faldt samtidig med de to slagger no. 146 og 147, holdt, ifölge I. E. STEAD, resp. 15.8 og 16.6 % kobber og resp. 21.96 og 23.5 % svovl.

	Chemisk sammensætning.			Surstofmængderne i	
	No. 146.	No. 147.		No. 146.	No. 147.
SiO_2	29,90	30,05	O i SiO_2	15,93	16,03
Al_2O_3	2,15	2,06	» » Al_2O_3	1,00	0,96
Fe_2O_3	3,00	3,71	» » Fe_2O_3	0,90	1,11
FeO	53,30	54,62	» » FeO	11,84	12,14
CaO	0,40	0,37	» » CaO	0,11	0,11
MgO	0,46	0,45	» » MgO	0,18 12,47	0,18 12,90
MnO	0,32	0,37	» » MnO	0,07	0,08
ZnO	1,15	1,75	» » ZnO	0,27	0,39
CuO	0,16	0,22			
Pb	0,13	0,10			
As_2O_3	spor	spor			
Fe	5,79	4,27			
S	3,39	2,55			
Sum	100,14	100,52			

[1]) Til sammenligning anföres, at slag no. 88 holder 2.54 % S, altsaa endnu mere; under mikroskopet iagttages i denne slag globuliter, krystalliter o. s. v. af calciumsulfid. — At slaggen fra Penistone holder saa meget S, er begrundet i, at den er falden ved smeltning, under stærk bevægelse, af sulfider.

[2]) Naar den forhaanden-værende lille procent kobber regnes at være i forbindelse med S, faar resten, naar vi ikke tager hensyn til FeS, surstofforhold 1 : 1.12, naar Al_2O_3 formodes at danne $RO . Al_2O_3$, derimod forhold 1 : 1.09, naar Al_2O_3 medtages blandt baserne. — Vi har

Kobbergehalten formodes i sin helhed at skyldes de mekanisk medrevne stenkugler; disse bibringer følgelig slaggen resp. 0.22 og 0.31 % S; resten, nemlig resp. 3.17 og 2.24 % S, maa optræde paa anden maade. — Naar Al_2O_3 og Fe_2O_3 bortregnes til dannelse af spinel og magnetit, faar det resterende surstofforhold resp. 1.08 og 1.10.

Forinden vi gaar over til mikroskopisk undersögelse af de svovlholdige slagger, skal vi forudskikke nogle chemiske og krystallografiske notitser om de slag-dannende metallers sulfider.

Af Ca er fra chemien kjendt to sulfider, nemlig CaS og CaS_2, den sidste forbindelse altid med 3 vand (fremstilles paa vaad vej). — CaS erholdes bl. a., naar $CaSO_4$ reduceres med kulpulver [1]); dette sulfid optræder undertiden, om end kun yderst sjelden, i meteorstene, benævnes da oldhamit. Hverken dette mineral eller nogen af de to chemisk fremstillede sulfider er hidtil bleven fundet i krystalliseret form.

Mg danner, saavidt hidtil vides, kun et enkelt sulfid, nemlig MgS, som erholdes ved sammensmeltning af de to elementer; det er en lidet bestandig forbindelse.

Mn har de to sulfider MnS og MnS_2; begge optræder i naturen (kaldes da resp. manganblende og hauerit). De krystalliserer i det regulære system, manganblende isomorf med zinkblende, hauerit med svovlkis. Af hensyn til de senere undersögelser vil vi specielt gjöre opmærksom paa, at manganblende har grönfarvet pulver (»streg»), og at saavel MnS som MnS_2 oplöses af HCl under udvikling af svovlvandstof, den förste uden, den anden med udskillelse af svovl.

Zn danner de to sulfider ZnS og ZnS_5. ZnS optræder i naturen, dels som zinkblende (regulær), dels som wurtzit (hexagonal). Medens den förste af disse er den hyppigste i naturen, dannes den sidste kanske vel saa jævnlig som den förste ved synthetiske experimenter. Zinkblende kan i alle fald holde saa meget FeS som efter formel 2 ZnS + 1 FeS, og wurtzit saa meget som efter formel 6 ZnS + 1 FeS.

---

tidligere omtalt. at krystaller af den ZnO-rige fayalit fra Freiberg, som har surstofforhold omtrent som det nys nævnte, for blotte öje synes at være aldeles homogene, medens de under mikroskopet viser en hel del forureninger. Om et tilsvarende forhold se ogsaa överst paa pag. 124.

[1]) Den största del af slaggernes sulfid-gehalt skyldes denne reduktionsproces.

Fe danner følgende forbindelser med S: FeS_2 (svovlkis og markasit), Fe_2S_3, F_nS_{n+1} (hvor n = ca. 9, magnetkis) og FeS. Den sidste erholdes let ved sammensmeltning af Fe og S. Ifølge ROSCOE und SCHORLEMMER »Ausfürliches Lehrbuch der Chemie», 1879, II, pag. 523, skal den kunstig fremstillede FeS undertiden vise hexagonale prismer [1]), hvilken angivelse dog ikke kan tillægges nogen afgjörende betydning, da den ikke engang nævnes i RAMMELSBERGS »Handb. d. krystallogr.-physik. Chemie», 1881. FeS optræder undertiden i meteorstene, kaldes da troilit; denne er altid amorf. FeS indgaar i de regulært krystalliserende mineraler zinkblende og jernnikkelkis (2 FeS + NiS); den sidstnævnte tilhörer rimeligvis det regulære system paa grund af, at den holder saa meget FeS; det erindres nemlig, at ren NiS (millerit) er rhomboëdrisk.

For oversigtens skyld hidsættes følgende tabel over de krystalsystemer, hvori RS, naar R = Mn, Zn, Fe, Ni, Co, o. s. v., optræder:

Det regulære system.	Det hexagonale system.
MnS	
ZnS	ZnS, CdS
ZnS + n FeS, hvor $n \leqq \frac{1}{2}$	ZnS + n FeS, hvor $n \leqq \frac{1}{6}$
2 FeS + NiS	NiS

Heraf fremgaar, at de nys omhandlede monosulfider samtlige kan indgaa i mineraler, der krystalliserer i det regulære system; MnS kan endog ikke existere i noget andet system. CaS maa, i overensstemmelse med de övrige monosulfider, specielt med MnS, formodes at krystallisere regulært; det erindres, at Ca i krystallografisk og chemisk henseende staar Mn temmelig nær.

Ved det mikroskopiske studium af alle de i dette arbejde omhandlede smelteprodukter [2]) har det vist sig, at der i de

[2]) Hvoraf tilsammen foreligger over 150 mikroskopiske præparater.

slagger, som förer en nævneværdig svovlgehalt, nemlig over ca. 0.10 % S, altid optræder et system af höjst karakteristiske krystalliter [1]) (med margariter, longuliter, globuliter), hvilke fuldstændig savnes i de ikke svovlförende slagger. For nöjere at godtgjöre rigtigheden af denne sats skal vi gjennemgaa de enkelte slagger hver for sig.

Af egentlige augit-slagger staar til disposition mikroskopiske præparater af slag no. 1—13, no. 15, no. 161 og no. 167, a—c; af disse holder: no. 161 (med 5.10 % CaS eller 2.23 % S) en hel del meget store, isotrope krystalliter, regelmæssigt opbyggede efter tre lodret paa hinanden staaende axer; de tre slagger no. 167, a—c (fra Bångbro, med ca. 0.5—1.0 % CaS eller ca. 0.2—0.5 % S) og no. 5 (fra Næs i Dalarne, med 0.34 % CaS eller 0.15 % S) förer hist og her opake partier, begrundet i, at præparaterne paa enkelte steder holder en vrimmel af yderst fine globuliter m. m. (»sulfid-stöv»); i en af slaggerne fra Bångbro iagttages ogsaa smaa, regulære krystalliter. — Paa den anden side kan ikke engang spor af de hidhörende krystalliter m. m. opdages i nogen af slaggerne no. 1—4, no. 6—13 eller no. 15. Ingen af disse analyser viser gehalt af S (eller CaS); da samtlige slagger er faldne ved svenske trækuls-masovne, hvor bruges næsten aldeles svovlfri malme, kan vi gaa ud fra, at de i höjden kan före saa meget S som ca. 0.05 %; paa de fleste steder maa gehalten være meget mindre.

Enstatit-slaggerne fra Söderfors, mai 1883, förer ikke krystalliter m. m., heller ikke nogen mærkbar svovlgehalt. — De to wollastonit-slagger er saa vanskelige at studere, at vi i den her omhandlede henseende ikke vil tage hensyn til dem. — Ikke i nogen af vore rhodonit-slagger kan opdages krystalliter m. m.

De allerfleste af de slagger, som karakteriseres ved MgO-olivin, skriver sig fra svenske masovne, hvor der anvendes trækul og næsten svovlfri malme; ikke i nogen af disse har det lykkes at finde noget slags »sulfid-stöv». I to af slaggerne, nemlig no. 35 og no. 39, er opfört resp. 0.09 og 0.056 % CaS ɔ: 0.04 og 0.025 % S, men heller ikke her kan ved mikroskopisk undersögelse nogen forurening öjnes ɔ; man kan ikke gjöre regning paa at kunne paavise i mikroskopiske præparater nogen svovlgehalt mindre end ca. 0.10 %. — I slaggerne no.

[1]) Senere skal paavises, at disse overalt tilhörer et og samme mineral, nemlig monosulfid (RS, hvor R = Ca, Mn, Fe, muligens Zn, o. s. v.).

59—60 (med resp. 0.59 og 1.73 % S) sees en mængde typiske, regelmæssigt opbyggede krystalliter, se herom senere.

Af vore hexagonal-slagger viser: no. 64 (fra Sayner Hütte; med 0.37 % S) en vrimmel af fine, grönne longuliter o. s. v., no. 61 (fra Forsbacka, med 0.15 % S) hist og her ansamlinger af fint »sulfid-stöv», medens no. 62—63 (hvori ikke er paavist S) er ganske fri for saadant.

Af slagger, förende et eller andet tetragonalt mineral, hörende til melilith-skapolith-gruppen, staar til disposition mikroskopiske præparater af no. 85—91 og no. 94—104. — Slaggerne fra de ordinære udenlandske kokes-masovne (no. 86—88, 91, 94—95, med ca. 1—2.5 % S) holder samtlige store mængder af sulfid-krystalliter, globuliter o. s. v.; no. 85, med 6,04 % FeO og 0.47 % S, er mörkegraa paa grund af et fint stöv (af jernsulfid, se herom senere). I no. 89, hvori ikke er opfört nogen svovlgehalt, mærkes ikke spor af krystallit-stöv el. lign.; i no. 90, med 0,33 % S, sees knipper af fine tynde traade, muligens karakteriserede ved svovl. — I mikroskopiske præparater af svenske slagger, med et tetragonalt mineral, sees krystalliter, globuliter o. s. v. i no. 100 og 103 (med resp. 0.28 og 0.15 % S), derimod ikke i no. 96—99 og no. 101—102; om disse er at mærke, at no. 96 og 97 er opfört med resp. 0.34 og 0.43 % S, medens der i de övrige ikke ad chemisk vej er paavist svovl. Da det tidligere flere gange er omtalt, at allerede en svovlgehalt paa ca. 0.10—0.15 giver sig tilkjende under mikroskopet, skulde jeg være tilböjelig til at tro, at svovlbestemmelsen i no. 96 og 97 er unöjagtig udfört [1]).

Som resultat af disse undersögelser fremgaar, at de omhandlede krystalliter m. m. afhænger af svovlgehalten, idet de udelukkende optræder i svovlförende slagger, uanseet de silikat- eller aluminat-mineraler, som forövrigt kan danne sig, og idet den kvantitet, hvormed de indgaar i smeltemasserne, temmelig nöje synes at være proportional med slaggernes svovl-procent. Heraf maa med fuld sikkerhed kunne sluttes, at vore krystalliter m. m. selv förer svovl som karakteriserende bestanddel. — Da vi tidligere har seet, at lerjorden ikke udöver nogen mærkbar indflydelse paa smeltemassernes evne til at optage

[1]) For at kontrollere bestemmelserne pulveriseredes omtrent lige store kvantiteter af slag no. 90 og 97 og af slag no. 103 (som ifölge analyse förer 0.15 % S). Ved behandling med HCl gav den sidste temmelig stærk H_2S-lugt, de to förste derimod syntes ikke at udvikle mærkbare spor af H_2S; heraf sluttes, at svovlgehalten i disse to maa være meget liden.

svovl, — da det fra chemien og mineralogien er kjendt, at Al kun har meget liden affinitet til S (lerjordens eneste sulfid, nemlig Al_2S_3, spaltes allerede af vand), — og da endelig selv meget lerjordsfattige slagger kan holde temmelig betydelige masser af svovl [1]), maa uden videre kunne sluttes, at vore krystalliter m. m. ikke bestaar af noget lerjords-sulfid. Vi har seet, at, jo mindre SiO_2 smeltemasserne holder, des lettere optages svovl; af denne grund, og da det eneste silicium-sulfid, som hidtil kjendes, nemlig SiS_2, spaltes af vand, kan ogsaa uddrages den slutning, at krystalliterne heller ikke bestaar af noget silicium-sulfid.

Heraf fremgaar, at svovl paa en eller anden maade maa være i direkte forbindelse med en af R-metallerne — et forhold, som sandsynligvis ogsaa uden videre er indlysende af de tidligere refererede chemiske og metallurgiske kjendsgjerninger. — Naar de svovlholdige slagger behandles med HCl, udvikles altid H_2S, medens frit svovl ikke udskilles o: den omhandlede forbindelse kan ikke bestaa af RS_2 (eller R_2S_3, RS_5 og lign.) men maa derimod have form RS; det erindres, at de metalelementer, hvorom der her kan være tale, ikke har sulfider af form R_nS, hvor n er större end 1 [2]).

Vi staar nu lige over for det spörgsmaal, om RS optræder fri som saadan eller om den danner dobbelt-forbindelse med noget silikat. — Som senere skal omtales, tilhörer vore krystalliter m. m. (naar der ikke tages hensyn til de sorte, nemlig FeS, hvis krystalsystem ikke kan bestemmes) det regulære system; man vil herved muligens ledes til den opfatning, at vi skal have for os mineraler, hörende til helvin-gruppen. Saaledes kan det dog ikke forholde sig.

Eventuel ren Ca-helvin skal holde 5.44 % S.

» » Mn- » » » 4.57 » »

I de svovlrigeste af vore slagger, nemlig f. ex. no. 88, 161 og 86, med resp. 2.54, 2.23 og 2.09 % S, maatte følgelig, hvis der forelaa et helvin-mineral, krystalliterne m. m. udgjöre en trediepart til en halvpart af den hele masse; saa er ikke tilfælde, idet der kun er tilstede et par procent, efter skjön 3—5 %, af vor omhandlede forbindelse. Heraf sluttes

[1]) Exempelvis kan anföres, at augitslag no. 2 holder 1.21 % Al_2O_3, altsaa 0.65 % Al_2; dette kræver for at danne Al_2S_3 1.13 % S, medens slaggen i virkeligheden holder 2.28, altsaa dobbelt saa meget.

[2]) Se herom bl. a. E. B. MÜNSTER »Om hytteproduktet sten» Archiv f. mathem. og naturv., Bind I, aar 1876.

uden videre, at sulfiderne ikke indgaar i noget slags sulfid-silikat efter helvinens type.

At ville forudsætte, at sulfidet skulde optræde i andre silikat-forbindelser, dannende mineraler, som ikke er identiske med noget af de i naturen existerende, er höjst urimeligvis af mange grunde. Da der ved en hypothese som den sidstnævnte ikke kan gives nogen enkel forklaring paa alle de forholde, som vedrörer vore krystalliter, slutter vi, at der i virkeligheden foreligger rene, frit existerende sulfider (af form RS) [1]). Vi skal se, at de i det följende omhandlede rent krystallografiske og chemiske iagttagelser ogsaa direkte leder til samme konklusion. — Det er ikke lykkes at faa isoleret ren krystallit-substans til chemisk analyse; de enkelte individer er nemlig saa smaa, at de ikke lader sig udsondre ved mekanisk separation med nogen tung vædske; ved behandling med syre oplöses de vistnok yderst hurtig, men selve slagmasserne angribes ogsaa altid samtidig.

Den störste del af den i masovnsslagger optrædende sulfidgehalt skyldes reduktion af $CaSO_4$; herved erholdes, som allerede berört, som endeprodukt CaS. Sulfidet maa följelig have existeret som saadant, medens slaggen endnu befandt sig inde i ovnen; det er ikke, som f. ex. silikat-mineralerne, först bleven konstitueret ved afkjölings- eller krystallisations-processen. I dette forhold maa formentlig söges grunden til, at sulfidet er den först udkrystalliserede bestanddel i vore slagger; det er, som tidligere omhandlet, ældre end spinel, der igjen er ældre end silikat-mineralerne.

Forinden vi gaar over til nöjere detail-beskrivelser, skal vi forudskikke den bemærkning, at de sulfid-krystalliter, som optræder i masovnsslagger med ikke andre RO-baser end CaO og MgO, og som följelig maa bestaa enten af CaS alene eller af CaS med lidt MgS [2]), er ganske farvelöse; krystalliterne i MnO-förende slagger derimod er grönne o: de bestaar af MnS alene eller af MnS i forbindelse med CaS, muligens ogsaa MgS; den rolle, som Fe spiller, omhandles först senere. —

[1]) I de nogenlunde svovlrige slagger kan i mikroskopiske præparater afgjöres, at der er forhaanden omtrent saa meget sulfid-mineral (indtil ca. 6 %), som CaS-procenten i analyserne udviser.

[2]) Det erindres, at i indledningen er paavist, at CaO i stærkere grad end MgO bidrager til at lette svovl-optagelsen; af denne grund og da MgS vilde bevirke, at sulfid-mineralet delvis vilde kunne spaltes af vand, maa sluttes, at krystalliterne fortrinsvis eller udelukkende bestaar af CaS.

Vi vil specielt betone, at krystalliterne i slaggerne fra Finnbo og Schisshyttan (no. 104 og 60), med resp. 15.68 og 14.5 % MnO mod 29.06 og 31.4 % CaO, er saa intensiv grönne, som vel muligt er; de i slag no. 86 (ukjendt lokalitet), med 10.37 % MnO mod 34.05 % CaO, optrædende synes ikke at være fuldt saa stærkt farvede og de i slag fra Dowlais (no. 87), med 4.17 % MnO mod 42.19 % CaO, er endnu lysere. Heraf fremgaar, hvad der vistnok ligger i sagens natur, at Mn-gehalten i sulfidet voxer med hele smeltemassens MnO-gehalt [1]). — Ved hvilken MnO-gehalt i slaggen krystalliterne kommer til at bestaa af ren MnS, kan ikke angives; vi kan skjönne, at den ikke behöver at være særdeles höj, idet Mn, som tidligere omtalt, i langt stærkere grad end Ca bidrager til at fremme silikatsmeltemassernes evne til at optage S (ɔ: Mn har adskillig stærkere affinitet til S, end Ca har.)

Saavel de stærkt grönne, meget Mn-rige krystalliter (rimeligvis ren MnS) som de lyse, kun af CaS (med MgS?) bestaaende, er gjennemsigtige. — Den naturlige manganblende har halvmetallisk glans, maa altsaa være gjennemskinnelig eller ganske gjennemsigtig (som zinkblende, hvem den i chemisk og krystallografisk henseende staar meget nær); det er derfor ikke det ringeste paafaldende, at de Mn-rige sulfid-krystalliter ogsaa er klare.

Det har i lang tid været kjendt, at slagger, som samtidig föret S og meget MnO, altid besidder en grön farve; denne skyldes, som den mikroskopiske undersögelse udviser, de grönne MnS-krystalliter. — For oversigtens skyld stilledes op i række efter den voxende intensitet af den grönne farve en del af de hidhörende slagger; senere blev analyserne noterede.

	Lys grön.				Intensiv mörk grön.	
	No. 87.	No. 64.	No. 103.	No. 91.	No. 104.	No. 60.
MnO	4,17	2,75	9,50	6.7	15,68	14,5
CaO	42,19	37.67	29,57	43,1	29,06	31,4
S	1,48	0,87	0,15	1,42	Meget	1,38
Surstofforh...	1 : 0,91	1 : 1,66	1 : 1.26	1 : 1,21	1 : 1,18	1.08

[1]) Sulfidet i slaggerne fra Dådran, Terrenoire og Sayner Hütte (no. 103, 91 og 64), med resp. 9.50, 6.7 og 2,75 % MnO, er ogsaa grönt, men da det altid kun er udviklet i yderst smaa individer, har vi ikke medtaget de nævnte slagger i den ovenfor omhandlede farverække.

Heraf sees, at der, naar forholdene forövrigt er gunstige, ikke behöves mere end 0.15 % S til for at fremkalde en temmelig stærk grön farve. — I no. 87 holder krystalliterne antagelig ualmindelig meget Ca og relativt lidet Mn.

Ved mikroskopisk undersögelse har det vist sig, at vort sulfid-mineral er identisk med de af H. VOGELSANG i »Die Krystalliten» (Bonn, 1875[1]) omhandlede krystalliter med margariter, longuliter og globuliter i slag fra *Friedrich-Wilhelmshütte* ved *Siegburg*[2]). — Ved de följende detail-beskrivelser benytter vi os af den af VOGELSANG foreslaaede terminologi (uden vistnok at lægge ind i de forskjellige begreber den samme genetiske opfatning som V.). Da ikke nogen af de slagger, jeg selv har samlet, har vist fuldt saa pragtfulde krystalliter m. m. som Siegburger-slaggen, vil vi begynde med at gjennemgaa denne; præparat af VOGELSANGS originalmaterial har staaet til min disposition.

Med *globuliter* forstaaes (af V.) smaa, primære, frit og isoleret optrædende, kugleformige legemer; *margariter* (ɔ: »perlesnore») bestaar af globuliter, som er ordnet ind til hinanden og sammenvoxede med hinanden efter en bestemt retning; *longuliter*[3]) betegner naale med ikke polyedrisk-kantet, men rundt tversnit. Med *krystalliter* forstaar VOGELSANG »alle diejenigen leblosen Gebilde, denen eine regelmässige Gliederung oder Gruppirung eigenthümlich ist, ohne dass sie im Ganzen oder in ihren einzelnen Theilen die allgemeinen Eigenschaften krystallisirter Körper, insbesondere eine regelmässige polyedrische Umgrenzung zeigen». — Angaaende de enkelte detailler ved krystalliterne m. m. i Siegburger-slaggen henvises til VOGELSANGS udmærkede beskrivelse og de medfölgende plancher (tavle II og III); vi vil her kun fæste opmærksomheden paa de vigtigste punkter.

[1]) Se ogsaa H. VOGELSANG: Ueber die mikroskopische Struktur der Schlacken und über die Beziehungen der Mikrostruktur zur Genesis der krystallinischen Gesteine. Pogg. Ann. CXXI, pag 101.

[2]) Slaggen herfra opgives at være MnO-rig; den maa före svovl, da den er falden ved en ordinær kokes-masovn. — VOGELSANG angiver, at tilsvarende dannelser ogsaa er iagttagne i flere andre grönne masovnsslagger.

[3]) Typiske longuliter med smaa, regulært opbyggede krystalliter findes aftegnede paa fig. 31.

De store, leddede krystalliter er opbyggede dels efter tre lodret paa hinanden staaende axer, dels desuden efter mellemliggende mellemaxer, som forholder sig symetrisk mod hovedaxerne. Alle de til samme kategori hörende axer synes at være ganske ligeværdige. Opbygningen giver som produkt bregne-lignende dannelser: fra en stamme (eller spindel) gaar ud grene af förste orden (pinnae), fra disse igjen grene af anden orden (pinnulae) o. s. v. — I krystalliternes kjærne synes de enkelte grene m. m. at være voxede sammen, saa at der her finder sted en korporlig sammenhæng mellem den hele individ-gruppe; ved kanterne derimod kan, hvad VOGELSANG skarpt betoner, og hvad jeg selv har havt anledning til at kontrollere, paa mange steder iagttages, at de enkelte led (pinnae, pinnulae o. s. v.) er bestaaende af enkeltvis optrædende, fra hinanden ved mellemliggende glas adskilte globuliter. Disse staar altsaa ordnet i indbyrdes krystallografisk forhold til hinanden uden at hænge sammen eller uden at berøre hinanden [1]).

Longuliterne er gjerne spids koniske, med en knup af en stjerneformig anordnet globulit-gruppe i den tykke ende [2]).

Saavel i Siegburger-slaggen som i flere andre (f. ex. no. 104) kan iagttages, at præparaterne paa mange steder bestaar af glas med en vrimmel af fine globuliter, medens de större, leddede krystalliter ligger omgivne af en zone af rent glas o: det oprindelig i smeltemassen jævnt oplöste sulfid har paa enkelte steder dannet sig til smaa, klods mod hinanden liggende globuliter; paa andre steder derimod har den over et relativt större felt oprindelig fordelte sulfidmængde paa en eller anden maade koncentreret sig til et enkelt individ, som er bleven liggende i midten af det parti, hvorfra substansmassen er kommet [3]).

---

[1]) Tilsvarende iagttagelser kan temmelig hyppig foretages i slagger, idet for det förste sulfid-mineralet i vore övrige slagger og idet dernæst f. ex. magnetiten i slag fra Kloster, 1851 (pag. 48–51, se tegning nederst til höjre paa fig. 23) og f. ex. det gediegne kobber i det kunstige aventurin-glas (fra Verano) viser aldeles analoge fænomener.

[2]) Det samme er ogsaa tilfælde med longuliterne i slag fra Staffordshire, fig. 31 (pag. 115) og i flere andre slagger; det synes derfor at være en nogenlunde fast regel.

[3]) Aldeles tilsvarende iagttagelser er ogsaa gjort ved studium af andre slagger eller smelteprodukter (f. ex. af kunstigt aventurin-glas med gediegent kobber, se ogsaa fig. 35).

Under krydsede nikols viser saavel globuliterne som de leddede krystalliter sig at være isotrope; det samme er ogsaa altid tilfælde med de aldeles tilsvarende dannelser i vore övrige slagger. Da de enkelte globuliter og krystallit-grene jævnlig er temmelig store [1]), nemlig med tversnit indtil ca. 0.05 mm., kan med fuld sikkerhed sluttes, at substansen ikke har spor af indflydelse paa polariseret lys. Saavel heraf som af den omstændighed, at krystalliterne er regelmæssigt opbyggede efter axer, som synes at svare til de i det regulære system optrædende, ledes vi til at slutte, at mineral-substansen i virkeligheden tilhörer det regulære system. Denne konklusion er i fuld overensstemmelse med det tidligere refererede faktum, nemlig at naturlig MnS [2]) kun er kjendt som regulært mineral, og at CaS rimeligvis ogsaa tilhörer det samme system; det erindres, at de grönne krystalliter i de MnO-rige slagger udelukkende eller fortrinsvis bestaar af MnS, idet her enten intet eller kun lidet CaS indgaar.

VOGELSANG gjör ogsaa opmærksom paa, at krystalliterne viser sig at være isotrope, men tillægger, at »schwerlich dürfte aber hieraus allein der Schluss gezogen werden, dass wir es mit regulären Formen oder mit Anfängen regulärer Krystalle zu thun haben.» — Det bemærkes, at her drages den endelige konklusion ikke alene paa grundlag af de optiske kriterier [3]), men ogsaa af opbygningsforholdene og det optrædende minerals chemiske sammensætning. — I forbindelse med VOGELSANGS nys refererede skjæbnesvangre feiltagelse staar ogsaa hans urigtige opfatning, at krystalliterne ikke altid skulde repræsentere en og samme stöchiometriske forbindelse, ja, at endog i en og samme slag og i en og samme krystallit de enkelte smaadele skulde bestaa af forskjellig-arted material i chemisk henseende; V. antager, at krystalliterne formentlig skal svare til jernoxydul-silikater af augit eller olivin-forbindelse. Den theoretiske opfatning, som V. byggede paa sine iagttagelser med de derpaa grundede slutninger angaaende et mellemstadium mellem den amorfe masse og den egentlig individualiserede krystal-substans falder efter de nys omhandlede oplysninger til jorden.

Siegburger-slaggen, som paa de fleste steder kun bestaar af klart glas med de grönne krystalliter m. m., holder hist og

[1]) Störst i slag no. 88, fra Coldness, og no. 86, ukjendt lokalitet.
[2]) Der ogsaa er grön og gjennemsigtig, som krystalliterne.
[3]) Noget, som vistnok ogsaa vilde have været berettiget.

her nogle skidden-brune, opake partier (»skyer»), som under krydsede nikols viser sig fuldstændig mörke, og som ikke lader sig oplöse under mikroskopet, selv ikke ved den allerstærkeste forstörrelse. De brune skyer stöder aldrig direkte op til de store, leddede krystalliter, men adskilles altid fra samme ved en zone af klart glas. Midt inde i dem ligger jævnlig en hel del ganske smaa og sorte, grönne krystalliter (identiske med de store), hvilke overalt omgiver sig med en tynd hud af klart glas eller af ganske lysebrun masse. Herved ledes vi til den opfatning, at de brune skyer skyldes sulfid, som endnu paa en eller anden maade er oplöst i glasmassen, og som altsaa ikke har faaet anledning til at krystallisere ud paa normal vis. — Forholdene i andre slagger angiver, at denne forklaring maa være ganske korrekt.

For det förste optræder brune skyer, identiske med de nys beskrevne, næsten i alle de af mig undersögte MnS-förende slagger [1]), derimod aldrig i andre. Dernæst kan iagttages, at paa steder, hvor afkjölingen har gaaet hurtig for sig, optræder i de hidhörende slagger omtrent udelukkende de brune masser, medens derimod sulfidet har krystalliseret ud til ordinære krystalliter m. m. paa steder, som har været udsatte for nogenlunde langsom afkjöling. Det sidst berörte fænomen kan udmærket godt studeres i slag fra Finnbo, 1880 (no. 104). — Hertil kommer, at i de CaS-rige slagger viser der sig ogsaa jævnlig opake skyer, der vistnok ikke har brun, med skidden graa farve.

I de MnS-holdige slagger er det egentlig udkrystalliserede sulfid (krystalliterne med globuliterne o. s. v.) altid af en typisk grön farve, de opake skyer derimod er brune, uden spor af grönlig nuance. Heri ligger, at de ikke er at opfatte som ansamlinger af yderst smaa sulfid-globuliter, i krystallografisk henseende identiske med de större, grönne krystalliter m. m. Derimod maa sulfidet i foreliggende fald være jævnt og fint indesluttet i selve glasmassen, begrundet i, at det ikke fik tid til at udsondre sig, forinden slaggen störknede.

Dels for at faa anledning til at levere nogle flere detailiagttagelser og dels for at godtgjöre, at vore sulfid-krystalliter er identiske med de af VOGELSANG beskrevne dannelser, skal vi gjennemgaa en del af vore egne, svovlförende slaggger.

[1]) F. ex. i slag fra Finnbo (no. 104), Schisshyttan (no. 60), Mühlhofen pr. Sayn, Königin Maria-Hütte, med flere.

Slag no. 104, fra Finnbo, 1880, har makroskopisk rent emaljudseende, specielt udpræget i en zone af ca. 1 cm:s tykkelse langs afkjölings-overfladen. Under mikroskopet sees, at slaggen paa de steder, hvor afkjölingen gik nogenlunde langsomt for sig, nemlig mindst et paa cm. fra overfladen, fornemmelig bestaar af klart glas, hvori i alm. ligger en hel del intensiv grönne, isotrope longuliter, ofte uregelmæssig böjede og med en stjerneformig globulit-knup paa den ene ende, aldeles som paa VOGELSANGS tafle II aftegnet. Hist og her iagttaget större, altid af klart glas omgivne, krystalliter, regelmæssig opbyggede efter tre lodret paa hinanden staaende axer (uden mellemaxer, ellers som paa VOGELSANGS tavle III). — De opake, brune skyer, identiske med de i Siegburger-slaggen, spiller kun liden rolle i et præparat af slagmasse ca. 2—3 cm. fra slaggens overflade; derimod bestaar den nærmest overfladen værende zone, af tykkelse ca. 0.5 cm., næsten udelukkende af en kompakt, lidet gjennemsigtig brun masse; længere inde kommer en veksel mellem striber af brune, opake skyer og glas med krystalliter m. m., hvilket parti aldeles faar overhaand inde i slaggens kjærne.

I slag no. 60, fra Schisshyttan, 1869 (bestaaende fornemmelig af olivin, melilith, lidt glas) iagttages overalt grönne, gjennemsigtige, isotrope, regulært opbyggede, hyppig temmelig store krystalliter, som viser sig at være ældre udkrystalliseret end silikat-mineralerne. Hist og her optræder smaa, brune skyer, ikke alene i glasset mellem olivin- og melilith-individerne, men ogsaa midt inde i selve olivin-krystallerne; de kan neppe forklares paa anden maade end som oplöst, ikke udkrystalliseret sulfid-substans. I enkelte dele af præparatet er den brune masse dominerende fremfor de grönne krystalliter.

I slag no. 86 (melilith-krystaller, et ikke bestemt mineral, det sidste i ringe mængde, og glas) sees en hel del enkeltvis liggende, gjennemsigtige, gulgrönne globuliter, som jævnlig har en diameter af 0.05 mm. og lidt derover; typiske margariter, bedre end de i Siegburger-slaggen, iagttages hist og her. Temmelig hyppig viser der sig rudimentære, leddede krystalliter, sammensatte af med hinanden sammenvoxede globuliter (margariter) og opbyggede efter de tre hovedaxer og efter mellemaxer, svarende til de tidligere omhandlede. — Inde i melilith-krystallerne ligger der endvidere, fornemmelig i zone

langs kanterne, en mængde buskformige knipper af tynde, gjennemsigtige, isotrope, lysegrönne, uregelmæssigt böjede longuliter, der jævnlig indeholder globulitiske udvidelser (danner da overgang til margariter); knipperne er orienterede som paa fig. 31 angivet. Da der jævnlig sees gradvise overgange mellem de tidligere beskrevne store globuliter med krystalliter paa den ene side og de sidst omhandlede longulit-knipper paa den anden, sluttes, at de sidste ogsaa bestaar af sulfid-substans. — Den ejendommelige orientering i bundter langs melilith-krystallerne gjenfindes temmelig hyppig i vore præparater, maa derfor være begrundet i et konstant krystallisations-fænomen hos melilith-substansen; det maa ikke forveksles med »Pflockstruktur'en», om det end rimeligvis fremkaldes ved den samme lovmæssige kontraktion som den sidstnævnte struktur.

Augit-slag no. 161, med 5.01 % CaS, förer store, klare og farvelöse, isotrope krystalliter, regelmæssigt opbyggede efter tre lodret paa hinanden staaende axer og jævnlig liggende inde i augit-krystallerne, der altsaa maa være yngre. — Slag no. 88, fra Coldness (melilith-slag med de store spinel-oktaedere) udmærker sig ved at före meget store globuliter, med diameter op til 0.05 mm. De er gjennemsigtige, farvelöse, isotrope, har udseende og habitus aldeles som de grönne globuliter i f. ex. slag no. 86. De ligger jævnlig midt inde i spinel-oktaederne o: de er dannede tidligere end aluminatet, der som bekjendt altid er ældre end silikat-mineralerne. Hist og her sees rudimentære, leddede krystalliter, som i no. 86. Melilith-krystallerne indeholder i regelen langs kanterne, næsten nöjagtig som paa fig. 31 angivet, et system af knipper, bestaaende af tynde longuliter eller margariter (diameter i alm. kun 0.002 mm.), som er klare, tilsyneladende isotrope, visende overgang til de större globuliter og krystalliter, altsaa ogsaa bestaaende af sulfid-substans. — Nogle skidne, lys brungraa skyer i partierne mellem melilith- og spinel-krystallerne er rimeligvis fremkaldte ved endnu ikke udkrystalliseret sulfid-masse. — Slag no. 94 (gehlenit eller melilith, spinel og meget glas) holder saavel klare, isotrope krystalliter (regelmæssigt opbyggede efter tre lodret paa hinanden staaende axer) med globuliter og longuliter som stövformige, graa skyer (sulfid-substans). — Nöjagtig paa samme maade optræder svovlmetallet i slag no. 59 (olivin med lidt spinel og meget glas).

De slagger, vi hidtil har beskjæftiget os med, har samtlige fört en temmelig betydelig svovlgehalt; fornemmelig af hensyn til den metallurgiske interesse, som sagen frembyder. skal vi ogsaa omtale et par slagger med kun meget lidet svovl. — Slag fra Dådran (no. 103), med 0.15 % S, har krystallinsk kjærne af grön farve, med brunt glas; inde i de krystallinske partier sees en vrimmel af smaa, grönne, gjennemsigtige, antagelig isotrope, uregelmæssigt böjede og forgrenede longuliter, der fuldstændig savnes i glasset ɔ: her existerer sulfidet endnu i oplöst form. — I slag fra Forsbacka, juni 1879 (no. 100), med 0.28 % svovl, indtages mellemrummene mellem silikat-mineralernes individer jævnlig af en dunkel, skyformig masse, som paa enkelte steder ved stærk forstörrelse sees at bestaa af glas med en vrimmel af yderst smaa, globuliitiske og longulitiske udsondringer. — Flere exempler behöver vi ikke at gjennemgaa.

Som tidligere omtalt, kan der i præparat af slag no. 35 og 39, med resp. 0.04 og 0.025 % S, ikke opdages spor af sulfid, medens allerede en svovlgehalt paa 0.15 % meget tydelig giver sig tilkjende, i alle fald, naar smeltemassen holder Mn.

Hidtil har vi omtrent udelukkende holdt os til sulfid af Ca og Mn; i det följende derimod skal vi omhandle nogle FeS-förende masovnsslagger. — Som bekjendt blir rujern, fremstillet i masovn, relativt i særlig grad svovlfattigt ved uren gang ɔ: naar den smeltende slag kommer til at holde abnormt meget FeO. Heri ligger, at Fe (eller FeO) i stærkere grad end de övrige baser bidrager til at lette svovloptagelser — et forhold, som viser sig at være begrundet i, at Fe har stærkere affinitet til S, end tilfældet er med Mn, Ca, o. s. v. — Ved lidt uren gang blir svovlrige masovnsslagger (i alle fald fra kokes-ovne) strax mörkegraa eller næsten ganske sorte, medens svovlfri slagger med samme FeO-gehalt kun er ganske svagt farvede. För at oplyse om dette forhold, som fremgaar af den praktiske erfaring i det store, skal vi hidsætte följende detailler: De svovlfattige olivin-slagger no. 35 og 37, med resp. 2.44 og 2.60 % FeO, er kun ganske svagt lysegraa; ligeledes er de krystallinske partier i tetragonal-

slaggerne no. 98 og 102, med resp. 2.85 og 5.10 % FeO, ganske lyse, med resp. lidt svag blaagraa og lidt gul nuance. — Paa den anden side viser melilith-slag no. 85, med 6.04 % FeO og 0.47 % S, sig at være stærkt mörkegraa, og slag no. 148, med kun 2.15 % FeO og 0.49 % S, er næsten ganske sort. — Allerede af disse iagttagelser fremgaar, at de sidstnævnte slagger maa farves ved et Fe-rigt sulfid.

Ved mikroskopisk undersögelse af den tidligere omhandlede glimmer-förende melilith-slag fra *Königin Maria-Hütte*, falden ved 8ren gang, er allerede berört, at mellemrummene mellem silikat-mineralerne indtages af en mörkegraa, dunkel, ikke gjennemsigtig masse (se fig. 33), som ikke kan oplöses med sikkerhed under mikroskopet. Vi kan uden videre indse, at massen ikke simpelthen er at opfatte som et homogent, FeO-rigt glas, idet vi nemlig ved, at dette er klart og gjennemsigtigt. Ved etsning med passende stærk saltsyre viste det sig, at de dunkle partier blev klare og isotrope samtidig med, at jernhydrat udsondredes ɔ: mellemrummene bestaar af glas, hvori ligger en vrimmel af ganske fine, stövformige partikler, der let oplöses af syre; af de nys omhandlede iagttagelser fremgaar, at vi har for os et sulfid, med Fe som væsentlig bestanddel.

Slag no. 85 sees under mikroskopet at bestaa af silikat-mineraler (fornemmelig melilith), hvis enkelte dele adskilles fra hinanden ved en sort, ikke oplöselig basis. Det ligger i sagens natur, at denne ikke er noget slags FeO-glas, men at den maa være glas, som holder en sort, farvende bestanddel, nemlig FeS eller et andet jernrigt sulfid.

Slag fra *White Forgepigg, 1879*, (analyse no. 148) ser makroskopisk ud som et sort, obsidian-lignende glas; under mikroskopet öjnes ikke udsondring af noget slags silikat-mineral. Den hele masse bestaar af glas med smaa, kugleformige, saavidt det kan afgjöres ganske uigjennemsigtige globuliter (med diameter i alm. 0.005 mm., i max. 0.015 mm.) samt skidden graabrune skyer. Globuliterne omgiver sig altid med en ganske klar zone ɔ: glasset i og for sig er farvelöst og fuldstændig gjennemsigtigt. De graabrune skyer er des mörkere, jo længere de er fjernede fra de færdig udsondrede globuliter; endvidere kan iagttages, at jo större de sidste er, des bredere er den klare zone, hvormed de omgiver sig ɔ: det er netop den substans, som betinger de mörke skyer, der har givet ophav til globuliterne. Det fremgaaer med fuld sikkerhed af det fore-

gaaende, at de sidste maa bestaa af FeS eller et jernrigt RS, hvor R = Fe, Mn, Ca, o. s. v.; rimeligvis har vi for os ren FeS. De opake skyer er fuldstændig analoge med de tidligere beskrevne (se pag. 205); de skyldes sulfid, som ikke har faaet tid eller anledning til at krystallisere ud.

Efter denne fremstilling skulde man forelöbig være tilböjelig til at vente, at de FeO-rige slagger fra de ordinære smeltninger af kobbersten, nikkelsten, blysten o. s. v. — hvilke som bekjendt i alm. holder ca. 22—28 % svovl — i særlig grad skulde være svovlholdige. Vi har seet, at slagger fra masovne, altsaa fra processer, hvor der altid kun er forhaanden relativt lidet svovl, kan holde i alle fald ca. 2.5 % S, og endvidere ved vi, at FeO i stærkere grad end MnO og CaO föröger smeltemassernes evne til at oplöse svovl; da der ved de ordinære sten-smeltninger altid er store mængder af svovl tilstede, skulde följelig formodes, at slaggerne fra de sidstnævnte processer altid skulde være aldeles overfyldte med sulfid; saa er dog ikke tilfælde. — Som en orienterende bemærkning forudskikkes, at i de her omhandlede slagger maa der (som det allerede paa pag. 194—195 er gjort) skarpt skilles mellem den svovlgehalt, som skyldes mekanisk medrevne sten-partikler[1]), og den, som skyldes RS, oplöst i smeltemassen paa samme maade, som tilfældet er med RS i masovnsslagger.

Vi skal begynde med at gjennemgaa nogle relativt SiO_2-rige slagger[2]) fra sten-smeltninger. — For et par aar siden foretog jeg, i forbindelse med nogle undersögelser vedrörende virkningen af kokes og trækul ved de Kongsberg'ske skaktovnssmeltninger[3]), en række svovlbestemmelser i gjennemsnitspröver af stivslag fra Kongsberg sölvværk, fra aarene 1876, 1877, 1878 og 1879, (med surstofforhold 1 : 1.39, 1.65, 1.47, 1.55 og 1.70, se analyse-serie i Norsk tekn. tidsskr. eller no. 48 i dette arbejde). — Under forudsætning af, at hele den i slaggen for-

[1]) I mikroskopiske præparater af slagger fra enkelte sten-smeltninger (navnlig fra flammeovns-smeltning) er saadanne temmelig vanlige; de har kugleform, viser metallisk glans, er ofte meget store; det er altid let at skjönne, at de er at opfatte som mekaniske forureninger.

[2]) Disse anvendes sjelden i praxis, idet der i regelen forsmeltes rostede, altsaa stærkt jernoxyd-rige og basiske produkter.

[3]) Se Norsk teknisk tidsskrift, 1883.

haanden-værende sölvmængde skyldes mekanisk indblandet sten, beregnes, i henhold til svovl- og sölv-gehalten i stenen paa den ene side og sölvgehalten i slaggen[1]) paa den anden, at sten-partiklerne skal tilföre slaggen en svovlgehalt af resp. 0.46, 0.59(?), 0.41 og 0.41 %, gjældende for de fire aar 1876—79. Ved chemisk analyse blev fundet, at svovlgehalten i gjennemsnitsprøverne vekslede mellem 0.28 og 0.36 %, hvoraf sluttes, at den foreliggende slag antagelig ikke engang holder spor af egentlig oplöst sulfid.

Ved Mansfelder-ovnene stikkes den smeltende slag först ud i en stor »slag-gryde», hvor den största del af de mekanisk medrevne sten-kugler synker tilbunds, og derpaa over i nok en stor »slag-gryde», hvor den resterende stengehalt skal afsætte sig. Efter denne behandling ansees slaggen, som förer ca. 0.25 à 0.30 % kobber —, der formodes at optræde som silikat, — at være aldeles fri for stenkugler. For med fuld sikkerhed at faa afgjort, om det her foreliggende smelteprodukt förer nogen gehalt af egentlig oplöst sulfid, blev passe kvantiteter af saavel krystallinske som glasagtige partier af slaggen pulveriserede og separerede i K-, Hg-, J-vædsken. — Ved specifisk vægt = 3.00 sank ikke nogen bestanddel af nogen af de to prøver tilbunds ɔ: det undersögte slagpulver har ikke holdt mekanisk medrevne stenkugler. Da krystalsubstansen har sp. v. ca. 2.975, altsaa meget lidet under 3.00, kan der ikke engang have været tilstede spor af kobbersten, sammenvoxet med noget af silikatet. — Krystaldelene, ɔ: augiten, flyder ved sp. v. 2.975, synker derimod ved 2.966, maa altsaa i virkeligheden have sp. v. mellem de to grænser. I den glasagtige slag faldt först lidt krystalsubstans ud ved ca. 2.95, medens selve glasset bundfældtes ved ca. 2.70 (mellem 2.713 og 2.691)[2].

Det paa den her omhandlede maade undersögte pulver indeholdt ikke engang spor af svovl ɔ: den foreliggende smeltemasse har hverken holdt mekanisk medrevne stenkugler eller noget slags oplöst sulfid.

Efter en del af mig tidligere foretagne analyser holder gjennemsnitsprøver fra aarene 1876—79 af den saakaldte tyndslag fra Kongsberg (se analyse no. 49, med surstofforhold 1 : 1.08, 1.01, 1.03, 0.95 og 1.01) mellem ca. 0.80 og ca. 1.10 %

[1]) Se Norsk teknisk tidsskrift, 1883.

[2]) Herved bekræftes den tidligere kjendte regel, at den sp. v. er större, naar en masse antager krystalliseret form, end naar den samme substans störkner til glas.

svovl; vi maa kunne gaa ud fra, at heraf skriver ca. 0.4—0.5 % sig fra mekanisk medrevet sten; tilbage bliver 0.3—0.7 %, som skyldes sulfid, oplöst som i masovnsslagger. — De to analyser, no. 146 og 147, af flammeovnsslag fra kobbersten-smeltninger ved Swansea viser resp. 0.22 og 0.31 % svovl, som skyldes medrevet sten, og resp. 3.17 eg 2.24 % svovl, som skyldes oplöst sulfid. Dels i henhold til de tidligere udviklinger og dels paa grund af, at de to analyser kun förer meget lidet CaO, MnO, ZnO og MgO, kan sluttes, at svovlet i foreliggende tilfælde maa være i forbindelse med jern, dannende FeS. — De to analyser, no. 28 og 29, af ZnO-rig blyslag fra Freiberg viser resp. 4.1 og 1.70 % svovl, hvoraf i alle fald den störste del maa skrive sig fra oplöst sulfid.

Som resultat af disse analyser, der med lethed kunde kompletteres af den forhaanden-værende metallurgiske literatur, fremgaar, at de basiske, FeO-rige slagger fra sten-smeltninger altid holder, — foruden den svovlmængde, som skyldes stenpartiklerne, — en del svovl, oftest en eller et par procent, under form af oplöst sulfid. I de mere SiO_2-rige slagger fra de samme slags smeltninger derimod savnes den sidste slags svovlgehalt, om end masovnsslagger af tilsvarende surhedsgrad jævnlig viser sig at före en ikke ganske uvæsentlig procent svovl (se pag. 191). Grunden til dette forhold maa formentlig være at söge i, at der vistnok i slagmasserne i sten-smeltningsovnene paa normal maade har dannet sig en del RS, men at denne, naar ikke slaggen har været stærkt basisk (ɔ: naar der ikke har været tilstede særdeles gunstige betingelser for dannelsen af RS og konservering(?) i oplöst form af samme), uden videre er bleven forbundet med eller revet med af de gjennem slaggen synkende stenkugler.

I præparater af den tidligere omhandlede blyslag fra Freiberg (se no. 28 og 29) — hvilken som bekjendt fornemmelig bestaar af fayalit, ZnO-spinel, magnetit, undertiden ogsaa lidt glas — sees jævnlig nogle temmelig store krystalliter, regelmæssigt opbyggede, som de i Siegburger-slaggen, dels efter tre lodret paa hinanden staaende axer og dels desuden efter mellemliggende mellemaxer. Krystalliterne er gjennemsigtige, om end ikke ganske klare; farven er skidden lysegraa; ingen mærkbar indflydelse paa det polariserede lys kan iagttages. De er dannede paa et tidligere stadium end fayaliten; aldersforholdet lige over for spinellen og magnetiten kan ikke afgjöres. —

Efter disse iagttagelser kan med temmelig stor sikkerhed sluttes, at de nævnte krystalliter[1]) maa være identiske med de tidligere omhandlede o: at de maa bestaa af sulfid. Dette maa ogsaa uden videre fremgaa ved följende betragtning: de foreliggende præparater indeholder, saavidt det kan sees, ikke andre bestanddele end fayalit, spinel, magnetit, lidt glas og krystalliterne. Analyserne udviser, at slaggen skal holde sulfid; da dette ikke indgaar i nogen af de 3 förste mineraler, og da det heller ikke i sin helhed kan formodes at være oplöst i glasset[2]), maa det være identisk med krystallit-substansen.

Denne kan ikke bestaa af ren FeS, idet dette sulfid er sort og uigjennemsigtigt; sandsynligt er, baade af metallurgiske og krystallografisk-mikroskopiske grunde, at vi har for os et Zn-rigt sulfid (ZnS + n FeS, altsaa en artificiel zinkblende).

I de övrige FeO-rige slagger, som staar til disposition, fra forskjellige slags sten-smeltninger (Kongsberg, Röraas m. m.) kan ikke opdages ved mikroskopisk undersögelse nogen bestanddel, som med sikkerhed kan tolkes som sulfid. — I de hidhörende præparater sees fayalit, magnetit (nemlig en stærkt magnetisk, sort, oktaedrisk krystalliserende RO. R_2O_3-forbindelse) og glas, der jævnlig er sort og uigjennemsigtigt, efter min formening fornemmelig, ofte endog udelukkende, fordi magnetiten endnu ikke har faaet anledning til at krystallisere ordentlig ud. De fint fordelte FeS-partikler optræder antagelig i glasset og bidrager til at gjöre dette dunkelt, paa samme maade som ved de tidligere beskrevne slagger ved Oberhausen og Königin Maria-Hütte.

I begyndelsen af dette afsnit gjorde vi opmærksom paa, at de forskjellige slags RO-baser föröger smeltemassernes evne til at optage svovl i följende orden: stærkest virker FeO, saa kommer MnO, dernæst CaO og tilslut MgO; videre omtalte vi, at evnen til at optage svovl voxer med basisiteten. — Ved de mikroskopiske undersögelser er bleven godtgjordt, at svovlet i slaggerne optræder som monosulfid (RS); i de FeO-rige slagger

[1]) Disse optræder ikke i de mikroskopiske præparater af blyslag fra Freiberg, som A. STELZNER har beskrevet (l. c., N. J. f. M. G. P. 1882. I, pag. 170); derimod omtaler S. (pag. 173) en gulröd, gjennemsigtig, isotrop substans, som rimeligvis ogsaa bestaar af sulfid, og som synes at erstatte de regelmæssigt opbyggede krystalliter.

[2]) Som i alm. kun er tilstede i yderst ringe mængde.

er S udelukkende eller fornemmelig indtraadt i forbindelse med Fe; i de omtrent FeO-fri, men MnO-holdige, betyder R fortrinsvis Mn, i saavel FeO- som MnO-fattige derimod antagelig udelukkende Ca (med eller uden spor af Mg).

Grunden til alle disse forholde maa — her som ellers — være at söge i affinitets-relationerne, nemlig i foreliggende tilfælde mellem SiO_2 og S paa den ene side og mellem de forskjellige slags RO-baser og S paa den anden. — Den kjendsgjerning, at saavel sulfid som aluminat fortrinsvis (for den sidste forbindelses vedkommende endog udelukkende) konstitueres i basiske smeltemasser, maa bero paa, at SiO_2, naar den er tilstede i rigelig mængde, med fornöden intensitet holder paa sine baser[1]). Fe har — i silikat-smeltemasser — stærkere relativ affinitet til S, end tilfældet er med Mn; videre Mn stærkere end Ca, og Ca stærkere end Mg. De forskjellige RO-basers affinitetsforholde kompliceres i foreliggende tilfælde ved, at oxyderne först maa reduceres, forinden metallerne kan træde i forbindelse med svovl.

Tidligere er leveret en hel del analyser af S-holdige slagger (se oversigt over analyser af augit-, olivin-, melilith-slagger m. m. m.); her skal kun meddeles analyse af nogle mörkegraa eller rent sorte slagger, som er farvede af FeS.

Analyse af *masovnsslagger*, farvede mörke af *FeS*.

	No. 85.	No. 148.	No. 149 a.	No. 149 b.
SiO_2	39,45	43,80	51,60	51,92
Al_2O_3	10,70	14,61	7,28	6,39
CaO	37,24	31,04	28,57	26,87
MgO	2,34	3,76	4,08	4,62
MnO	1,95	3,57	0,45	0,43
FeO	4,98	1,02	7,55	8,65
K_2O	1,79	—	—	—
FeS	1,29	1,57	0,94	0,50
Sum	99,74	99,17	100,47	99,58
% S	0,47	0,49	0,34	0,18
Surstofforhold	1 : 1,14	1 : 1,28	1 : 1,84	1 : 1,91

[1]) Cfr. afsnittet om jernoxydul i slagger. — Vi vil her minde om, at ogsaa masovnsslaggernes fosforgehalt under ellers lige omstændigheder voxer med basisiteten.

No. 85. Fra *Oberhausen, 1878*, se pag. 144.

No. 148. Fra *White Forgepigg*, pr. Dowlais, S. Wales, *1879*. (Analyseret af O. YNGSTRÖM; svovlbestemmelsen er middel af tre analyser af MÖRTSTEDT, LINDBERG og OTTELIN). Se tidligere beskrivelse.

No. 149, a og b. Fra *Hjortqvarn, 1858* (ved brug af ⅔ trækul og ⅓ torvkul, hvilke sidste var meget S-rige; slaggen var ganske sort, saa længe torvkullene anvendtes, se Jernkontorets Annaler, 1859). Analyserne er udförte af resp. TH. WITT og A. W. ESSEN. Slaggen bestaar af glas med krystaludsondringer (efter makroskopisk udseende augit).

De tre sidste analyser er udförte paa Stockholms Bergskola.

Emaljslagger.

De saakaldte emaljslagger (som har porcelæn-lignende habitus, og som kun er kant-gjennemskinnelige, med glasagtigt brud) kan deles i to store hovedgrupper, nemlig i de stærkt SiO_2-rige (de egentlige emaljslagger) paa den ene side og i de svovlrige, basiske paa den anden. — I sin almindelighed fremkaldes emalj-udseendet derved, at i et normalt glas ligger udskildt en utallig vrimmel af yderst smaa legemer [1]) (globuliter o. s. v.), der oftest har saa ringe dimensioner, at de ikke kan holdes ud fra hinanden ved mikroskopisk undersögelse ɔ: emaljen skyldes et krystallisations- eller struktur-fænomen, som kun indirekte er begrundet i de chemiske forholde. Erfaring i stort viser, at ordinære (ikke svovlholdige) slagger af sammensætning singulosilikat til bisilikat og lidt derover næsten uden undtagelse [2]) blir krystallinske eller (ved stor Al_2O_3-gehalt) glasagtige ɔ: de silikat- eller aluminat-mineraler, som danner sig ved de nævnte sammensætninger, optræder aldrig i saa rent ubetydelige individer, at massen ikke kan oplöses under mikroskop.

---

[1]) Disse hindrer lyset i at passere slaggen paa ordinær vis, idet de fremkalder utallig mange gange gjentaget lysbrydning og totalreflexion. — Man kan, hvad de rent fysiske forholde betræffer, drage parallel mellem slagger og H_2O under de forskjellige slags agregattilstande: krystallinske slagger svarer til is, glasagtige til vand og emaljagtige til sne (eller skum).

[2]) Ved meget hurtig afkjöling antager undertiden singulosilikat-slag ved de svenske digelpröver et emaljlignende udseende.

De vanlige, kiselsyre-rige emaljslagger, hvormed vi i det följende först skal beskjæftige os, har jævnlig forskjellig-arted struktur i forskjellige dele af et og samme haandstykke. Naar smeltemasserne ikke har været altfor surc, plejer der jævnlig i midten og paa undersiden af slaggen — ɔ: paa de steder, hvor afkjölingen gaar nogenlunde langsomt for sig — at udsondré sig krystallinske partier (ofte sfærolither), medens oversiden blir bestaaende af veksel af emalj og glas. Undertiden er den övre halvdel rent glasagtig, den nedre derimod emaljagtig; overgangen sker gradvis; emaljen ɔ: de fine globuliter, optræder i disse slagger der, hvor afkjölingen har været relativt langsom, medens smeltemassen lige ved overfladen uden videre gaar over til glas.

Analyse no. 157, a, b og c (af resp. ordinær, lyseblaa emalj —, af mörkegraa, krystallinske kugler — og af lyse, emaljagtige kugler, alt optrædende i et og samme haandstykke) af slag fra *Tansâ, 1852*, giver tilkjende, at de forskjellige dele, hvoraf en emaljslag kan bestaa, karakteriseres ved den samme chemiske sammensætning [1]) ɔ: variationerne i strukturen skyldes nuancering i de fysiske forhold, hvorunder krystallisationen finder sted.

Surstofforholdet i emaljslaggerne no. 150—157 samt i nogle andre, som har staaet til disposition, men som jeg ikke har fundet nödvendigt at publicere, er (naar Al_2O_3, ifölge vor tidligere udvikling, regnes som base):

1 : 3.49, 3.17, 3.21 med 3.08 og 2.82, 3.03, 2.78, 2.62, 2.53, 2.50 og 2.48; hertil kommer slag fra *Borgfors, 1871*, som i alm. er glasagtig, men som paa enkelte steder har emaljagtig habitus, med surstofforhold 1 : 2.11 [2]). — Paa den anden side karakteriseres de SiO_2-rigeste af de tidligere omhandlede pyroxenslagger ved följende surstofforhold:

1 : 2.49, 2.42, 2.38, 2.28, 2.27, 2.21, 2.20 o. s. v.

Vi ser heraf, at de egentlige emaljslagger gjennemgaaende udmærker sig ved större SiO_2-gehalt end de ordinære, krystallinske pyroxen-slagger; analyserne udviser, at surstofforhold ca. 1 : 2.50 temmelig nöje kan opfattes som grænse mellem de krystallinske slagger paa den ene side og de emaljagtige paa den anden. — Det er sandsynligt, at ogsaa ved smeltemasser som de her omhandlede bidrager lerjorden til at gjöre pro-

[1]) De tre analyser er neppe meget samvittighedsfuldt udförte.
[2]) Rigtigheden af denne analyse betvivles.

duktet glasagtigt o: til at modvirke krystallisationen i sin almindelighed, altsaa ogsaa til at hindre globulit-dannelsen, saa slaggerne ikke bliver emaljagtige. I overensstemmelse hermed finder vi, at vore samtlige emaljslagger förer en temmelig liden Al_2O_3-gehalt, nemlig resp. 2.2, 2.5, 2.59, 3.86, 4.16, 4.31, 5.50 — 8.41 og 9.2 % Al_2O_3 (de to sidstnævnte slagger er typisk emaljagtige). — Forholdet mellem MgO (med lidt MnO og FeO) paa den ene side og CaO paa den anden i analyserne no. 150—157 varierer mellem: 1 MgO til 0.69, 0.79 CaO og 1 MgO til 4.83, 4.34 CaO o: emaljslaggerne dannes ved forhold mellem MgO og CaO svarende til de, ved hvilke saavel augit som wollastonit (med det hexagonale kalksilikat) vilde have krystalliseret ud i mere basiske smeltemasser. — Vi vil specielt betone, at vi har stærkt CaO-rige emaljslagger ved surstofforhold 1 : 2.78, paa den anden side desuden stærkt MgO-rige ved forhold 1 : 2.62 o: det kan ikke paavises, at MgO eller CaO har nogen særlig tendens til at modificere den nys dragne grænse (ca. 1 : 2.50) mellem de emaljagtige og de krystallinske slagger. — Jo kiselsyre-rigere emaljslaggerne blir, des mindre holder de i det hele af större, krystallinsk udsondrede partier (oftest sfærolither); slagger over trisilikat bestaar næsten kun af ren emalj.

Ved mikroskopisk undersögelse viser de krystallinske dele i de ikke altfor CaO-rige emaljslagger [1]) sig at före et jævnlig i temmelig store, söjleformigt udtrukne individer optrædende mineral, som har temmelig levende interferensfarver; udslukningen under krydsede nikols följer ikke individernes længderetning o: mineralet maa være mono- eller asymetrisk; vinkelen mellem bissektrix og c er stor, nemlig op til ca. 40°. De enkelte individer, som hyppig er samlede i negformige grupper, er ofte halvcirkel-formig böjede. Undertiden iagttages, at mineralet viser opbygning efter en c-axe og efter to retninger, som med c danner vinkel paa ca. 20°. — Da til disse iagttagelser kommer, at mineralet synes at være aldeles identisk med den i radial-straalige sfærolither optrædende augit i slag fra Mohärnshyttan (pag. 20), sluttes med temmelig stor sikker-

[1]) I slag fra Tanså, 1852 (no. 157, med surstofforhold 1 : 3.08, 3.21 og 2.82, ca. 4 CaO til 1 MgO) optræder et mineral, med levende interferensfarver, udslukning, saavidt det kan afgjöres, altid efter længderetningen. Det kan tænkes at være wollastonit eller det hexagonale kalksilikat.

hed, at de krystallinske partier i nogenlunde MgO-rige emaljslagger bestaar af augit.

De mikroskopiske præparater af de emaljagtige dele af vore slagger giver i regelen ikke anledning til noget detailleret studium [1]); man har oftest kun for sig en skidden mörk, lidet gjennemsigtig masse, som ikke lader sig oplöse under mikroskopet; under krydsede nikols blir feltet ganske mörkt.

Kun slag no. 153, fra *Dormsjö*, viser mere afveksling. — Ved særdeles stærk forstörrelse kan iagttages, at de egentlige emaljpartier bestaar af glas, hvori ligger en talrig masse yderst smaa, men dog synbare globuliter. Paa enkelte steder er udsondret leddede krystalliter, der, som det gjengives paa fig. 35, altid adskilles fra de egentlige glubuliter eller emalj-partier ved en tynd zone af aldeles rent glas; i overensstemmelse med de tidligere iagttagelser rörende analoge forhold (se pag. 203) slutter vi, at det er de yderst smaa globuliter, som paa enkelte steder har koncentreret sig til eller löbet sammen til större, individualiserede krystalliter o: disse bestaar af samme substans som globuliterne. — Krystalliterne viser sig jævnlig som seksidige stjerner, med sekundær opbygning parallel de primære straaler; desuden sees ottesidige stjerner (som rimeligvis er fremkomne ved skjævt skaarne snit) samt mere uregelmæssige dannelser (som længst til venstre paa fig. 35). Krystalliterne er indtil 0.1 mm. store; tykkelsen af de enkelte stænger er oftest ca. 0.005 mm. Under krydsede nikols viser de kun en yderst svag veksel mellem graat og sort; nogen stærk indflydelse paa det polariserede lys finder ikke sted, da individerne er saa yderst smaa. Den eneste slutning, som af de optiske forholde kan drages, er, at det foreliggende mineral ikke tilhörer det regulære system; af opbygningen kan man forstaa, at det heller ikke kan være tetragonalt, men længere kan man ikke komme.

Fig. 35.

Præparat af emaljslag fra *Dormsjö* (analyse no. 153), visende krystalliter, omgivne af glas, og globuliter (som i virkeligheden er mindre og tilstede i större antal end paa tegningen angivet). ($\frac{200}{1}$).

[1]) Emaljslaggerne holder ikke sjelden mekanisk medrevet kvarts, hvilket mineral ikke maa opfattes som udsondret af massen; i mere basiske smeltemasser opsluttes kvartsen let.

De sidst omhandlede krystalliter synes i slag fra Dormsjö hist og her ogsaa at optræde midt inde i de krystallinske augitpartier, der ogsaa jævnlig har emaljlignende habitus, begrundet i, at der ogsaa her findes en vrimmel af yderst fine, i alm. ikke engang synbare globuliter.

Det kan paa det nuværende stadium ikke afgjöres med sikkerhed, hvilket mineral vore globuliter med krystalliter tilhörer; vore iagttagelser giver kun anledning til följende slutninger: 1) Da mineralet udelukkende optræder i stærkt SiO_2-rige slagger, med surstofforhold mellem ca. 1 : 2.50 og ca. 1 : 3.50, maa det sandsynligvis karakteriseres ved et midlere surstofforhold, muligens 1 : 3.00. 2) De sure slagger blir emaljagtige selv ved tilstedeværelse af liden eller ingen Al_2O_3-gehalt ɔ: mineralet kan ikke före lerjord som væsentlig bestanddel. 3) CaO og MgO maa rimeligvis kunne erstatte hinanden, da vi har emaljslagger saavel ved stor CaO- og liden MgO-gehalt som omvendt. — Resultatet er, at emalj-mineralet formodes at bestaa af

$$(RO)_2\ (SiO_2)_3\ ^1),$$

hvor RO er CaO med MgO. Om denne rent hypothetiske forbindelse kan kun gives den oplysning, at mineralet ikke er regulært eller tetragonalt.

Hvor afkjölingen af de SiO_2-rige smeltemasser (over 1 : 2.50) foregaar nogenlunde langsomt, krystalliserer augit (eller andre pyroxen-mineraler?) ud; dette sker med större intensitet, jo mere basiske slaggerne er. — Overfladen af emaljslaggerne er ofte ren glasagtig ɔ: her har emalj-mineralet ikke faaet tid til at danne sig.

Grunden til emalj-udseendet maa efter denne udvikling være at söge i, at det sig dannende mineral i regelen ikke viser tendens til at optræde i store individer; i almindelighed er krystallisations-processen bleven indskrænket til, at der er bleven udsondret globuliter (af meget smaa dimensioner).

Da tidligere er paavist, at pyroxen-mineralerne spiller en aldeles dominerende rolle i smeltemasser med nogenlunde stor

[1]) Dette mineral er neppe identisk med noget fra naturen tidligere kjendt. — Mange grunde taler for, at der ikke foreligger fri kiselsyre (tridymit eller kvarts, som ikke udsondrer sig af ordinære smeltemasser): af övrige, stærkt SiO_2-rige, naturlige mineraler, som man kunde tænke paa, kjendes kun kali- og natron-feldspatherne (som ogsaa kan opfattes som trisilikater). Da emaljslaggerne i regelen hverken holder K_2O eller Na_2O, kan det ikke være nogen feldspath, som foreligger. — Om den mulighed, at vi skal have for os en pyroxen, se senere.

SiO_2-gehalt (ved ca. bisilikat), og da vi nys har havt anledning til at iagttage, at augit desuden ogsaa danner sig i trisilikatslagger, idet nemlig de grovkrystallinske partier i disse (efter al sandsynlighed) bestaar af det nævnte mineral — ligger det nær at formode, at ogsaa de fine globuliter og krystalliter skal være identiske med pyroxen; saaledes kan det dog neppe forholde sig. — Vi har seet, at i de stærkt SiO_2-rige slagger optræder augit jævnlig paa de steder, hvor afkjölingen har gaaet langsomt for sig; man kunde följelig forestille sig, at i de partier, som blev udsatte for hurtig afkjöling, begyndte ogsaa augit at krystallisere ud, men at her individualisationen blev hæmmet (dels vid indtrædende stivning, dels ved den store SiO_2-gehalt, som antagelig hindrer krystallisation af bisilikat, paa samme maade som et overskud af Al_2O_3). — Mod denne opfatning taler for det förste, at intetsteds sees gradvis overgang mellem augiten i de grovkrystallinske partier og de fine krystalliter (med globuliter) i de emaljagtige, tvertom, der er altid aldeles skarp grænse; i slaggen fra Dormsjö synes endog hist og her krystalliter (som de paa fig. 35 aftegnede) at ligge midt inde i augit-partierne. Dernæst kommer följende moment: Hvis krystalliterne bestod af augit, maatte det ubetinget formodes, at individualisation, naar der afkjöles hurtigt, lettere skulde kunne finde sted i bisilikat- end i trisilikat-smeltemasser, men saa er ikke tilfælde; ved f. ex. de svenske digelpröver (til bestemmelse af jernmalmenes gehalt og basisitetsgrad) erholdes altid, under ellers lige forholde, emaljslagger ved trisilikat, derimod rent glasagtige slagger ved bisilikat [1]) o: i förste fald er en krystallisation bleven paabegyndt, i andet fald derimod ikke.

De emaljagtige dele af de stærkt SiO_2-rige slagger udmærker sig jævnlig ved en karakteristisk lyseblaa (smalte- eller himmelblaa) farve, medens de krystallinske dele i samme haandstykke er graa (oftest mörkegraa [2]). — I slag no. 156,

[1]) Den normale slagserie er: trisilikat og derover giver ren emalj; — lidt under trisilikat, enten ren emalj eller emalj med lidt glas: — fra ca. 2.5-silikat til ca. 1.5 silikat rent glas; — ved ca. 1.5-silikat eller lidt derunder glas med krystallinsk parti; — ved singulosilikat og lidt derover, resp. derunder, omtrent fuldstændig krystallinsk masse o: olivin, muligens ogsaa melilith-mineralerne konstitueres ved hurtig afkjöling lettere end pyroxen-mineralerne.

[2]) Augit blir, som tidligere omhandlet, temmelig mörkegraa ved en gehalt af 2—3 % FeO, som er den vanlige jernoxydul-mængde i trisilikatslaggerne.

fra *Borgfors, 1871* (med krystallinsk kjærne, derpaa emalj, som lidt efter lidt gaar over til glas) viser emalj- og glaspartierne sig at være fluoriserende i særdeles stærkt grad: i gjennemfaldende lys besidder de en skidden grön farve, uden blaalig tone; i reflekteret lys derimod er de rent mörkeblaa. Aldeles analoge iagttagelser anföres ogsaa af I. F. L. HAUSMANN (Beitrag zur Kentniss der Eisenhohofen-Schlacken, l. c., afsnit »Ueber die blaue Färbung d. Eisenhohofen-Schlacken»), til hvis udförlige beskrivelse (med literatur-angivelser) henvises. Den blaa farve hos masovnsslagger blev temmelig jævnlig diskuteret i den metallurgiske literatur i slutten af forrige aarhundrede og den förste halvdel af dette (se oversigt i HAUSMANNS arbeide [1])), uden at man dog er kommet til fuld klarhed over aarsagen; det er tidligere ikke bleven tilstrækkelig betonet, at de blaa emaljslagger altid udmærker sig ved en særdeles stor SiO_2-gehalt. — FOURNET meddelte, i 1847, den iagttagelse, at ordinært grönt flaskeglas, som underkastes en langsom afkjöling, i paafaldende lys antager en blaa farve, saasnart de förste tegn til opak habitus indtræder; i gjennemfaldende er glasset gult til grönt. Herved lededes FOURNET til den opfatning, — hvortil ogsaa HAUSMANN sluttede sig, — at den blaa farve hos emaljslagger ikke skyldes nogen forandring i chemisk sammensætning, men derimod i agregattilstanden ɔ: den er begrundet i en særskildt gruppering af de mindste dele. — HAUSMANN kom, i 1854, ved en del experimenter til det resultat, at de smeltemasser, der ved afkjöling af midlere længde blir emaljagtige, antager ren glasagtig struktur ved hurtig og ren krystallinsk ved særdeles langsom afkjöling. Vi har tidligere paapeget, at aldeles samme slutninger kan jævnlig ogsaa drages af de forskjellige slags strukturer,

[1]) I aaret 1779 fremsatte J. F. GMELIN den hypothese, at den blaa farve skulde skyldes jernoxydul, en opfatning, som ogsaa SVEN RINMAN (Försök till Järnets Historia, 1782) sluttede sig til. I 1795 fandt LAMPADIUS 4 % fosforsyre i en blaa slag og opstillede i den anledning den hypothese, at farven skyldtes fosforsurt jernoxydul (hvilket ikke er rigtigt, da mange af de blaa emaljslagger aldeles savner fosforsyre). J. C. QUENTZ kom i 1799 med den formodning, at blaasyre i forbindelse med jern skulde være det farvende element. BERTHIER antog, i 1834, at farven skulde skyldes titansyre (eller titanoxydul), medens KERSTEN, i 1840 og 1841, dels i henhold til analyser af SCHROETTER, i 1835, vilde, at vanadinsyre skulde spille rolle. — Ingen af de sidstnævnte opfatninger kan være rigtige, idet ordinære emaljslagger i almindelighed hverken holder fosforsyre, titansyre, vanadinsyre eller blaasyre (heller ikke kobolt eller svovl. saa nogen ultramarin-forbindelse ikke kan foreligge).

som et og samme haandstykke kan besidde [1]). — Det rene overfladeglas hos de blaa emaljslagger viser ikke den ejendommelige farve med fosforesens o: disse egenskaber tilhører ikke glasset i og for sig, men skyldes udsondring af emaljmineralet o: de fine globuliter med krystalliter.

FeO-gehalten i de fleste trisilikat-emaljslagger er i almindelighed ca. 2.5 % stor; no. 150—157 viser følgende gehalt og farve: 3.6 og 3.8 % FeO, blaagrön emalj; — 1.93 %, graa emalj; — 3.06 %, graa emalj; — 2.7 %, blaa emalj; — 1.16 %, blaa emalj med graagrönt glas; — 2.49 %, blaa, fluoriserende emalj, med blaagrönt glas; — 1.40, 1.98, 1.98 %, lyseblaa emalj. Heraf aflæses, at den blaa farve ikke i mærkbar grad forandres ved variationer af FeO-gehalten inden grænserne ca. 1—1.5 og 3 %. — Selv de graa emaljer plejer at vise et svagt blaaligt skjær.

Analyse af *emaljslagger*.

	No. 150.	No. 151.	No. 152.	No. 153.	No. 154.
SiO_2	66,1	64,9	62,69	62,61	60,6
Al_2O_3	2,5	2,2	4,31	8,41	9,2
CaO	19,9	23,4	15,46	22,96	17,4
MgO	6,6	2,0	13,73	1,30	7,0
MnO	0,5	1,8	1,83	1,36	0,9
FeO	3,6	3,8	1,93	3.06	2,7
Sum	99,2	100,7	99,95	99,70	97,8

Surstofmængderne i

	No. 150.	No. 151.	No. 152.	No. 153.	No. 154.
O i SiO_2	35,3	34,6	33,44	33,39	32,3
» » Al_2O_3	1,0	2,2	2,01	3,92	4,3
» » CaO	5,7	6,7	4,42	6,56	5,0
» » MgO	2,6	0,8	5,49	0,52	2,8
» » MnO	0,1	0,4	0,41	0,31	0,2
» » FeO	0,8	0,8	0,52	0,68	0,6
	9,2	8,7	10,84	8,07	8,6
Surstofforhold...	1 : 3,46	1 : 3,17	1 : 2,62	1 : 2,78	1 : 2,50

[1]) Forholdet er begrundet i, at ved hurtig afkjöling gaar den hele masse uden videre over til glas —, ved midlere udskiller emalj-mineralet, muligens forbindelsen $(RO)_2 (SiO_2)_3$, sig —, ved langsom derimod pyroxen (augit).

	No. 155.	No. 156.	No. 157 a.	No. 157 b.	No. 157 c.
SiO_2	60,46	56,61	63,15	63,44	62,80
Al_2O_3	5,50	4,16	3,86	2,59(?)	5,86(?)
CaO	24,21	18,95	27,00	25,69	26,87
MgO	6,52	14,73	2,24	2,02	2,09
MnO	0,98	0,67	0,75	3,32(?)	1,41
FeO	1,16	2,49	1,98	1,98	1,40
K_2O	0,21	1,72	—	—	—
Na_2O	0,75	0,43	—	—	—
Sum	99,79	99,76	99,38	99,04	100,43

Surstofmængderne i

	No. 155.	No. 156.	No. 157 a.	No. 157 b.	No. 157 c.
O i SiO_2	32,26	30,19	33,89	33,83	33,49
» » Al_2O_3	2,56	1,94	1,80	1,21 (?)	2,73
» » CaO	6,92	5,41	7,71	7,34	7,68
» » MgO	2,66	5,89	0,90	0,81	0,84
» » MnO	0,22 10,21	0,15 12,40	0,17 9,22	0,75 9,34	0,32 9,15
» » FeO	0,26	0,55	0,44	0,44	0,31
» » alk	0,23	0,40	—	—	—
Surstofforhold.	1 : 2,53	1 : 2,11	1 : 3,08	1 : 3,21	1 : 2,82

No. 150 og no. 151. Blaagrön emalj fra *Finspång, 1827* (analyseret af resp. JENSEN og HÅGER).

No. 152. Graa emalj fra *Söderfors, 1877* (övningsmasovn, REINH. CHARLEVILLE).

No. 153. Graa emalj (med krystalliter, se fig. 35) med graa, krystallinsk kjærne, fra *Dormsjö* (K. C. TÄGLSTRÖM).

No. 154. Blaa emalj med graa, krystallinsk kjærne, fra *Hellefors, 1853.* (TRYSÉN).

No. 155. Ved overfladen graagrönt glas, derpaa vekslende striber af melkeblaa emalj og glas, i kjærnen med krystallinske sfærolither, fra *Gesberg, 1823* (O. T. ANDERSON).

No. 156. Ved overfladen graagrönt, rent glas, derpaa först glasagtig, gjennemskinnende, senere tæt, næsten uigjennemsigtig emalj, stærkt fluoriserende (blaa i reflekteret lys, graagrön i gjennemfaldende); i kjærnen er krystallinsk masse. Fra *Borgfors, 1871* (STRÖMBERG). — NB. Denne analyse viser betydelig mindre SiO_2 end de övrige, er derfor rimeligvis ikke ganske paalidelig; af denne grund er den ikke medtaget paa oversigtstabellen.

No. 157, a, b og c, er analyse af slag fra *Tanså, 1852;* no. a af lyseblaa emalj, no. b af mörkegraa, krystallinske kugler, no. c af lyse, halv-krystallinske, emaljlignende kugler, alt i samme haandstykke (analyseret af resp. N. SETTERVALL, G. WIKSTRÖM og T. EKDAHL).

Alle disse analyser er udförte paa Stockholms Bergskola.

NB. Emaljslagger bruges nu i praxis i meget mindre grad end tidligere, nemlig for det förste aldrig ved kokesmasovne (idet da altfor meget Si vilde blive udreduceret) og dernæst aldrig ved trækuls-masovne, naar man blæser rujern til bessemering eller lancashiresmide, men kun, naar man fremstiller rujern til stöbning.

Basiske, svovlrige emaljslagger. — Allerede af den omstændighed, at de basiske, emaljagtige slagger gjennemgaaende udmærker sig ved stor svovlgehalt, maa kunne sluttes, at det i foreliggende tilfælde er svovl (eller sulfid), som fremkalder emalj-udseendet. Alle de hidhörende slagger, som jeg har havt anledning til at studere, viser emalj-struktur i nærheden af overfladen o: paa steder, hvor afkjölingen har gaaet langsomt for sig, medens kjærnen er mere eller mindre krystallinsk eller næsten ren glasagtig. Dette forhold godtgjör, at grunden til emalj-strukturen er at söge i, at ved overfladen har sulfiderne enten ikke faaet tid til at krystallisere ordentlig ud eller ogsaa til kun at ordne sig ind til en utallighed af yderst fine globuliter og longuliter, medens der paa den anden side i slaggernes kjærne oftest for det förste har dannet sig temmelig store krystaller af olivin, melilith o. s. v. og dernæst ogsaa nogenlunde store sulfid-krystalliter.

Til nöjere oplysning skal vi gjennemgaa et par slagger, som er blevne emaljagtige paa grund af tilstedeværelse af sulfid. —

Slag fra *Halzbrückner Hütte* pr. Freiberg (fra en gammel, nu afskaffet proces)[1]), er graagrön, emaljagtig, med smaa, krystallinske udsondringer. — De sidste viser sig i mikroskopisk præparat at bestaa af en hel del farvelöse, isotrope krystalliter, opbyggede efter tre lodret paa hinanden staaende retninger og i enhver henseende identiske med de tidligere beskrevne sulfid-krystalliter. De ligger altid omgivne af en zone af klart glas; derefter kommer (paa samme maade som paa fig. 35 angivet) glas med en utallighed af yderst fine globuliter, hvilke fremkalder emalj-udseendet. — Aldeles lignende forholde kan studeres i en slag fra *Königin Maria-Hütte* (ikke at forveksle med de paa pag. 118—120 omhandlede slagger).

Slag no. 104, fra *Finnbo, 1880*, har, som allerede tidligere omtalt, langs afkjölings-overfladen en ren emaljagtig, lysegrön, kun svagt gjennemskinnelig zone, medens kjærnen, som er mörkegrön, har lidt mere glasagtig habitus. I det förstnævnte parti optræder brune, opake sulfid-skyer (ɔ: her har svovlmetallet endnu ikke faaet tid til at krystallisere ud, se pag. 206), i kjærnen derimod sees en vrimmel af de tidligere udförlig omhandlede mangansulfid-globuliter, krystalliter m. m.

Slag no. 87, fra *Dowlais*, viser aldeles analoge forholde; den ren emaljagtige zone langs overfladen er her kun ca. 3 mm. tyk.

Ogsaa FeS kan give slaggerne en emalj-habitus langs overfladen; exempel herpaa frembyder slag no. 85, fra *Oberhausen*.

Færkslagger og lign.

Allerede gjentagne gange har vi havt anledning til at omtale, at der i smeltemasser[2]), som holder en del Fe_2O_3, og tilstrækkelig meget FeO, altid danner sig magnetit; til samme resultat er ogsaa de franske mineral-synthetikere, videre H. Sorby og F. Zirkel (se f. ex. F. Zirkel »Die mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine», 1873, pag. 62, undersögelse af omsmeltet syenit fra Mount Sorrel) med flere andre tidligere komne.

I vällovns-slag fra *Kloster, 1851* (se pag. 48—51, fig. 22—23) — som udelukkende er bestaaende af SiO_2, en del Fe_2O_3 og meget FeO, videre lidt MnO samt ubetydelige spor af Al_2O_3, CaO og MgO — iagttages en hel del smaa, sorte, uigjennem-

[1]) Undersögt ved Freiberger Bergakademie.
[2]) Naar muligens de stærkt SiO_2-rige fraregnes.

sigtige krystaller, med metallisk glans, i regelen regelmæssigt opbyggede efter tre lodret paa hinanden staaende axer, som synes at have den samme krystallografiske valens ɔ: mineralet maa rimeligvis tilhöre det regulære system; de enkelte opbygningsdele har oktaedrisk begrænsning. Den maade, hvorpaa de större individer er sammensatte, studeres bedst paa tegningerne; vi vil kun gjöre opmærksom paa, at ikke sjelden kan observeres, at en hel del smaa oktaedere ligger i indbyrdes krystallografisk orienteret stilling til hinanden uden at beröre hinanden (se nederst tilhöjre paa fig. 23); vi möder altsaa her et forhold aldeles analogt med det, som H. VOGELSANG tidligere har beskrevet (»Die Krystalliten», pag. 31), og som er omhandlet i dette arbejde paa pag. 203.

At det her foreliggende, sorte mineral maa være identisk med naturlig magnetit, sluttes af följende grunde: Mineralet er sort, uigjennemsigtigt, med metallisk udseende, kan altsaa ikke bestaa af noget silikat, men maa være en FeO-, Fe_2O_3-forbindelse; det erindres nemlig, at vor slag som væsentlige bestanddele kun holder SiO_2, FeO og Fe_2O_3. Oxydet maa indgaa i mineralet, da den resterende del i flere af de slagger, som förer det sorte mineral, i sin helhed er gaaet over til den kun af RO (FeO) og SiO_2 konstituerede fayalit. Frit Fe_2O_3 kan ikke foreligge, hverken af chemisk-metallurgiske eller af krystallografiske grunde; vi maa altsaa have for os en forbindelse mellem Fe_2O_3 og FeO ɔ: magnetit[1]), da vi fra mineralogien ved, at andre forbindelser mellem Fe_2O_3 og FeO ikke existerer (se herom mere senere). At bestemmelsen er rigtig, bestyrkes af, at mineralet efter opbygnings-forholdene maa tilhöre det regulære system, videre, at det er oktaedrisk begrænset samt stærkt *magnetisk;* om det sidste kan man overbevise sig ved at pulverisere et stykke slag og trække ud med magnet (se herom ogsaa pag. 153).

---

[1]) Ifölge B. KOSMANN (Ueber die Form und Constitution der Puddelschlackenkrystalle von dem Stahlwerke Hombourg-haut bei St. Avold im Moseldepartement, Pogg. Ann. 1869, B. 137, pag. 136) bestaar den i den undersögte puddelslag optrædende magnetit, som udgör 5.98 % af den hele masse, af:

2,76 FeO
3,07 Fe_2O_3
0.16 Mn_3O_4
5,99 ($Fe_3O_4 + Mn_3O_4$).

Det bemærkes, at slaggen, som er fri for Al_2O_3, förer 8.25 % MnO.

De egentlige færskslagger er altid jernsorte, uigjennemsigtige, magnetiske (og poröse); de holder i alm. ca. 5—10 % SiO_2 (efter det stadium af færskningen, hvorunder de er tagne) og oftest ca. 10 % Fe_2O_3; resten er udelukkende FeO med lidt MnO, naar ubetydelige spor af S, P, muligens ogsaa af Al_2O_3, CaO og MgO fraregnes.

Ved mikroskopisk undersögelse af en del færskslagger (no. 158 og 159, med 11.68 og 9.21 % SiO_2, fra resp. *Söderfors, 1866* og *Söderfors, 1880*, samt fra *Kolsva*, med ca. 5 % SiO_2) er det bleven paavist, at de nævnte slagger kun bestaar af en sort, uigjennemsigtig substans og et lysegult, gjennemsigtigt silikat-mineral; glas eller nogen tredie slags bestanddel kan ikke noget sted öjnes. — Det er med sikkerhed afgjort, at silikatmineralet er optisk to-axigt (idet enkelte snit ved krydsede nikols og konvergent-polariseret lys viser hyperbler, ikke kors); det optræder i temmelig smaa, langstrakte individer, med spaltbarhed og udslukning efter længderetningen o: mineralet maa rimeligvis være rhombisk. Det er lysegult af farve, svagt pleochroitisk, med meget levende interferensfarver, i enhver henseende fuldstændig med fayalitens habitus. — Den sorte erts ligger inde i silikat-mineralet, maa altsaa være dannet tidligere o: vort mineral maa bestaa af et FeO-silikat. Af disse kjendes kun et, nemlig fayalit, hvilket, efter de tidligere iagttagelser, med stor lethed danner sig i FeO-rige smeltemasser ved ca. singulosilikat. — Saavel af alle de direkte observationer som af den antithetiske slutning, det efter den nys omhandlede udvikling maa være berettiget at drage, fremgaar med fuld sikkerhed, at det i færskslaggerne optrædende silikatmineral er identisk med fayalit. Herpaa faar vi en verifikation paa följende maade: I mikroskopiske præparater af de to slagger no. 158 og 159 afgjöres (ved skjön)[1]), at der er tilstede resp. ca. 40 % fayalit og ca. 60 % erts (i no. 158) og ca. 30 % fayalit og ca. 70 % erts (i no. 159). Ved beregning af de to analyser finder vi, idet det erindres, at intet SiO_2 indgaar i den sorte erts, og desuden, at glas eller nogen tredie forbindelse ikke er forhaanden, at no. 158 skal holde[2]):

[1]) Foretaget, forinden beregningen fandt sted. Med absolut sikkerhed sluttes, at der er forhaanden mere erts end silikat.

[2]) For simpelheds skyld gaar vi ud fra, at MnO i sin helhed indgaar i fayaliten, ikke i ertsen; om dette i virkeligheden ikke indtræffer, modificeres ikke herved i mærkbar grad vore beregninger, da Fe og Mn har omtrent samme atomvægt (56 og 55).

11.68 % SiO_2 + 5.62 % MnO + 22.41 % FeO =
39.71 % $(RO)_2 SiO_2$ eller fayalit

og no. 159:

9.21 % SiO_2 + 4.48 % MnO + 17.62 % FeO =
31.31 % $(RO)_2 SiO_2$ eller fayalit.

Det sees heraf, at de beregnede værdier (39.71 og 31.31 %) er temmelig nær de tal (40 og 30 %), vi bestemte efter skjön.

Den sorte erts sees i projektion at være opbygget efter to lodret paa hinanden staaende retninger, om end ikke saa smukt som i slaggen fra Kloster, 1851 o: i virkeligheden har opbygningen fundet sted efter tre axer, lodrette paa hinanden; de enkelte, smaa korn viser undertiden oktaedrisk begrænsning.

Efter at fayalitens bestanddele er fraregnede, blir i de to slagger (no. 158 og 159) tilbage til at danne den sorte erts resp. 9.97 % Fe_2O_3 & 47.94 FeO og 13.80 % Fe_2O_3 & 52.62 % FeO. — Vi maa forudsætte, at den hele oxyd-mængde medgaar til at levere magnetit, der som bekjendt er en forbindelse, som med stor lethed konstitueres i smeltemasser; nys er ogsaa paapeget, at den sorte erts antagelig tilhörer det regulære system. Vi faar herved följende grupperinger:

I no. 158: (9.97 % Fe_2O_3 + 4.94 % FeO) + 42.95 % FeO danner 14.46 % magnetit og 42.95 % jernoxydul.

I no. 159: (13.80 % Fe_2O_3 + 6.21 % FeO) + 44.41 % FeO danner 20.21 % magnetit og 44.41 % jernoxydul. — Det bemærkes, at vi begge steder erholder et meget betydeligt overskud af frit existerende jernoxydul.

Under mikroskopet kan den sorte substans ikke oplöses i to fra hinanden forskjellige dele; af denne grund vil man muligens tænke sig, at FeO og Fe_2O_3 skal indgaa med hinanden til en enkelt, chemisk forbindelse af form $(FeO)_n . Fe_2O_3$. Vi skal se, at en saadan hypothese vilde före til höjst besynderlige slutninger, at den saaledes ikke kan være berettiget. — Den i naturen optrædende magnetit bestaar altid af 1 del Fe_2O_3 til 1 del FeO[1]); de tidligere analyser, som lejlighedsvis leverede et herfra forskjelligt resultat, var (efter RAMMELSBERGS Mineralchemie, 1875) enten feilagtig udförte, eller analyse-

[1]) Efter de af R. ÅKERMAN anstillede reduktionsforsög af Fe_2O_3 med CO (se »Om syrsatt jerns reduktion med koloxid«, Jernkontorets Annaler. 1882) er der liden grund til at formode flere mellemled mellem FeO og Fe_2O_3 end netop Fe_3O_4; flere resultater syntes vistnok at samle sig om en forbindelse $(FeO.)_9 . Fe_2O_3$ eller $Fe_{11}O_{12}$, hvis existance dog efter R. ÅKERMAN maa betragtes som höjst usandsynlig.

materialet var opblandet med jernglans eller FeO-silikater; tilmed blev aldrig fundet betydelige afvigelser fra det normale forhold. Vi kan följelig slutte, at den sorte erts (som altid holder ca. 4—5 gange saa meget FeO som Fe_2O_3) i færskslaggerne ikke uden videre i sin helhed er at opfatte som magnetit. Hvis der skal foreligge en enkelt forbindelse, kan denne ikke svare til noget fra naturen tidligere kjendt mineral, men maa danne et nyt species. I saa fald maatte det formodes, at forholdet n mellem FeO og Fe_2O_3 skulde være konstant, men saaledes forholder det sig ikke, hvad man kan overbevise sig om ved at foretage beregning af en del færskslaganalyser. — Den hypothetiske mulighed, at den sorte substans skulde bestaa af to forbindelser, nemlig Fe_3O_4 med m dele $(FeO)_n . Fe_2O_3$, hvor n skulde være konstant, m derimod variabel, er mere end usandsynlig. — Som resultat erholdes följelig, at vi maa have for os en blanding af de to bestanddele Fe_3O_4 og FeO. Den sidste kjendes for sig alene ikke krystalliseret, men da FeO kan indgaa i de regulære (oktaedrisk begrænsede) mineraler MgO, MnO og NiO (resp. periklas, manganosit og bunsenit), maa den rimeligvis tilhöre det regulære system. Af forholdene i de mikroskopiske præparater fremgaar, at Fe_3O_4 og FeO optræder i fælleskab i de samme krystaller eller krystalskelet ɔ: de maa have krystalliseret ud samtidig og i en slags forening med hinanden. Paa grund af den principielle forskjel i chemisk sammensætning kan der ikke være tale om nogen isomorfi i indskrænket betydning ɔ: de to bestanddele kan ikke krystallisere sammen i chemisk, men vel i mekanisk fællesskab.

Færskslaggerne er efter disse iagttagelser at opfatte som bestaaende af $(FeO)_2 SiO_2$ eller $Fe_2 SiO_4$ paa den ene side og Fe_3O_4 + FeO paa den anden; procentvis faar vi med runde tal forholdet:
ca. 30—40 % $(FeO)_2 SiO_2$, ca. 15—20 % Fe_3O_4 og ca. 40—50 % FeO.

Frit FeO er altid tilstede i rigelig mængde. — Den tidligere i alm. antagne forestilling, at færskslaggerne (efter at afkjölingen er indtraadt) skulde bestaa af Fe_3O_4 og et silikat $(FeO)_n . SiO_2$, hvor n altid maatte være overmaade stor, er ikke korrekt.

Af denne fremstilling maa ikke uden videre sluttes, at den overskydende del FeO skal have existeret fri som saadan, medens slaggen endnu befandt sig i smeltet tilstand, tvertom, fayaliten maa rimeligvis först være bleven konstitueret under afkjölings-processen, saa SiO_2 paa det tidligere stadium maa have været jævnt forbundet med den hele FeO-mængde. — Frit FeO er rimeligvis kun bleven udskilt af den grund, at SiO_2 ikke indgaar med FeO nogen mere basisk forbindelse end singulosilikat. — Ved beregning af færskslaggernes surstofforhold maa först borttages fornödent surstof til at konstituere $FeO . Fe_2O_3$ (paa samme maade som ved $RO . Al_2O_3$, se pag. 185); resten af jernoxydulens surstof divideres i kiselsyrens.

Analyse af *færskslagger*.

	Chemiske sammensætning.			Surstofmægderne i	
	No. 158.	No. 159.		No. 158.	No. 159.
SiO_2	11,68	9,21	O i SiO_2.....	6,23	4,91
Fe_2O_3.....	9,97	13,80	» » Fe_2O_3 ...	2,99	4,14
FeO.....	69,85	70,20	» » FeO.....	15,53	15,60
MnO	5,62	4,48	» » MnO	1,25	1.00
S.....	0,049	—			
Sum	97,149	97,69			

No. 158 og 159 er begge fra *Söderfors*, resp. aar *1866* og *1880*. No. 158 er middel af to vel overensstemmende analyser, udförte af I. W. LEVERT og P. ØSTBERG; no. 159 er udfört af E. BARNEKOW (alle paa Stockholms Bergskola).

Beregnet efter den nys angivne maade blir surstofforholdet resp. 1 : 0.39 og 1 : 0.32; selv ved saa stærk basisitet kan altsaa olivin (fayalit) konstituere sig. — Andre færskslagger, hvori ogsaa er paavist fayalit, viser endnu större basisitet.

Om *kobbergehalten* i slagger skal vi her indskrænke os til den rent forelöbige meddelelse, at i en hel del nogenlunde SiO_2-rige smelteprodukter er bleven paavist tilstedeværelse af frit Cu_2O (kuprit, regulært krystalliserende, ofte i udmærket vakre krystalskelet). Heraf följer, at SiO_2 ikke kan have stærk affinitet til Cu_2O (se herom paa pag. 164). — I Mansfelder-slaggerne (af surhedsgrad ca. 1 : 1.50—1 : 1.60) synes kobbergehalten (som oftest er 0.25—0.30 % stor) at optræde under form af silikāt, idet de nævnte slagger ikke indeholder mekanisk medrevet sten; i de mere basiske slagger fra kobberstensmeltninger derimod skriver antagelig den störste del af kobbergehalten sig fra forurening af stenkugler. De undersögelser, som herover er foretagne, er ikke saa udförlige, at jeg vil publicere dem paa det nuværende stadium. — I stærkt basiske slagger reduceres undertiden kobberoxydulet til metallisk kobber, som i yderst fint fordelte partier blir existerende frit i slaggen (som det i krystallogenetisk henseende interessante gediegne kobber i det kunstige Verano-glas).

Tillæg til augit.

Analyse af *augit-slagger*, efter egne undersögelser.

	No. 160.	No. 161.	No. 162.	No. 163.	No. 164.	No. 165.
SiO_2	56,10	49,05	52,11	50,20	56,30	54,00
Al_2O_3	5,20	1,21	3,44	4,11	3,09	3,57
CaO	21,78	20,20	19,99	22,20	22,20	27,75
MgO	7,21	17,12	19,83	16,61	13 82	8,67
MnO	6,30	—	3,53	3,28	3,19	0,91
FeO	2,70	5,61	0,80	2,75	1,29	2,06
BaO	—	1,19	—	—	—	—
CaS	—	5,01	—	—	—	—[1])
Sum	99,29	99,45	99,70	99,15	99,89	99,80

Surstofmængderne i:

	No. 160.		No. 161.		No. 162.		No. 163.		No. 164.		No. 165.	
O i SiO_2	29,92		26,16		27,79		26,76		30,03		28,80	
» » Al_2O_3	2,42		0,56		1,60		1,92		1,44		2,50	
» » CaO	6,22		5,77		5,71		6,34		6,34		7,93	
» » MgO	2,88		6,85		7,93		6,64		5,53		3,46	
» » MnO	1,40	11,10	—	13,99	0,80	14,62	0,74	14,33	0,72	13,87	0,22	12,30
» » FeO	0,60		1,25		0,18		0,61		0,29		0,46	
» » BaO	—		0,12		—		—		—		0,23	
Surstofforh.	1 : 2,21		1 : 1,80		1 : 1,71		1 : 1,65		1 : 2,10		1 : 1,94	

	No. 166.	No. 167 a.	No. 167 b.	No. 167 c.
SiO_2	52,65	50,20	47,70	47,56
Al_2O_3	8,54	8,10	5,80	5,48
CaO	20,65	32,80	30,71	32,26
MgO	15,75	5,34	8,87	8,65
MnO	0,59	2,51	5,67	5,06
FeO	0,64	0,79	0,54	0,38
CaS	—	—	0,50	1,08
Sum	98,80	99,24	99,79	100,47

Surstofmængderne i:

	No. 166.		No. 167 a.		No. 167 b.		No. 169 c.	
O i SiO_2	28,08		26,76		25,44		25,36	
» » Al_2O_3	3,98		3,77		2,70		2,55	
» » CaO	5,90		9,23		8,78		9,22	
» » MgO	6,29		2,14		3,89		3,46	
» » MnO	0,18	12,46	0,56	12,09	1,28	13,57	1,14	13,90
» » FeO	0,14		0,17		0,12		0,08	
» » alk	—		—		—		—	
Surstofforh.	1 : 1,71		1 : 1,69		1 : 1,56		1 : 1,54	

Analyse af *augit-slagger*, tagne af literaturen.

	No. 168 a.	No. 168 b.	No. 168 c.	No. 169.	No. 170.	No. 171.
SiO_2	55,25	53,37	53,76	55,81	57,26	47,54
Al_2O_3	5,71	5,12	4,76	2,69	2,33	3,90
CaO	27,60	30,71	29,48	24,06	23,66	15,59
MgO	7,01	9,50	9,82	13,01	13,23	0,26
MnO	3,16	1,41	1,30	0,40	1,73	—
FeO	1,27	0,95	1,48	3,27	1,66	28,98 [2]
Sum	100,00	100,06	100,60	99,24	99,87	100,00

	No. 172 a.	No. 172 b.	No. 172 c.	No. 172 d.	(No. 172 e).
SiO_2	63,00	58,75	52,6	55,35	12,3
Al_2O_3	2,47	2,47	—	4,20	11,2
CaO	19,50	21,00	27,8	23,24	49,3
MgO	14,45	16,49	18,9	16,20	25,2
FeO	1,63	1,63	—	—	—
Fe_2O_3	—	—	0,3	—	1,5
Sum	101,45	100,34	99,6	98,99	99,5

	No. 173 a.	No. 173 b.	No. 174.	No. 175.
SiO_2	49,95	49,86	49,32	54,70
Al_2O_3	5,03	5,00	2,68	1,54
CaO	23,71	23,55	20,92	23,56
MgO	17,25	17,42	16,70	15,37
MnO	spor	—	—	1,67
FeO	0,39	0,41	3,88	0,08
K_2O	1,42	—	—	1,15
Na_2O	2,16	—	—	—
CaS	0,54	0,59	?	—
Sum	100,45	—	93,45	100,00

	No. 176 a.	No. 176 b.	No. 176 c.	No. 176 d.	No. 177.
SiO_2	40,28	44,72	45,35	45,54	46,0
Al_2O_3	4,54	4,39	3,58	4,22	14,0
CaO	—	3,50	—	—	22,5
MgO	2,67	1,20	7,23	3,50	7,5
FeO	49,80	44,88	43,58	45,61	8,0 [3]
Sum	97,29	98,69	99,74	98,87	98,0

No. 160. Fra *Pfeilhammer*, Tyskland (analyseret af ATKINSON, ved Freiberger Bergakademie). Slaggen er lys med svag blaalig nuance, förende mange augit-krystaller (som type I eller II). NB. Slaggen holder 6.30 % MnO.

No. 161. Lokalitet ukjendt, rimeligvis fra nikkelsmeltning ved *Schneeberg*, cfr. no. 174; (analyseret ved Freiberger Bergakademie). Slaggen bestaar fornemmelig af augit-krystaller; mikroskopisk præparat viser desuden vandklare CaS-krystalliter, opbyggede efter tre lodret paa hinanden staaende axer.

No. 162. Fra *Næs* i *Dalarne*, den *29:de jan. 1877* (analyseret af TH. ANDRÉE, paa Stockholms Bergskola). — Lysegrön, gjennemgaaende krystallinsk slag, hvori sidder fine augit-krystaller.

No. 163. Fra *Söderfors*, *1879* (C. G. SÄRNSTRÖM, Bergskolan). — Graa, stænglig slag, med augit-krystaller.

No. 164. Fra *Seglingberg*, *1879* (C. G. SÄRNSTRÖM, Bergskolan). — Lys, gjennemgaaende krystallinsk slag, med augit-krystaller.

No. 165. Fra *Löfsjöen*, *1854* (C. G. SÄRNSTRÖM). Ny analyse istedenfor no. 9.

[1]) Ifölge no. 9 med 0.51 % K_2O og 0.53 % Na_2O.

No. 166. Fra *Mohärnshyttan*, *1866* (C. G. SÄRNSTRÖM, Bergskolan). Lysegraa med gult skjær, temmelig grovkrystallinsk, med en hel del augit-krystaller.

No. 167, a, b og c, er slagger fra *Bångbro*, fra aar resp. *1879*, *1884* og *1884* (den förste analyseret af C. G. SÄRNSTRÖM, de to sidste af DR. A. TAMM). — Disse slag-

ger er gjennemgaaende krystallinske, holder ofte store rosetter af et mineral, som efter makroskopisk betragtning synes at være naalformigt. — Ifölge mikroskopisk undersögelse af 4 præparater har der i disse slagger altid först krystalliseret ud almindelig *augit*, bestemt efter följende egenskaber: mineralet optræder i söjleformige krystaller, hvis begrænsende ∞P-flader (i tversnit) sees af danne vinkel ca. 90° med hinanden; undertiden er desuden spor af pinakoider tilstede. Der er udmærket god spaltbarhed efter ∞P. Udslukningen i tversnit gaar efter pinakoiderne; i snit ⊥ c veksler udslukningsvinkelen mellem 0° og ca. 40°, er i alm. ca. 36°. Interferensfarverne er meget levende; endelig er mineralets udseende og habitus aldeles som hos de tidligere krystallografisk og chemisk undersögte augiter. — Desuden er der tilstede i rigelig mængde et lyst, stængligt mineral, med god spaltbarhed ⊥ længderetningen; efter udslukningen at dömme er det sandsynligvis monosymetrisk. Da det undertiden synes at være parallelt sammenvoxet med og gaaende over i den först udkrystalliserede, ordinære augit, er det sandsynligvis selv ogsaa et augit-mineral.

No. 168, a, b og c, er analyser af augit-slag fra *Olsberg*, *Westphalen*, falden ca. aar 1850. Analyse no. 168, a er udfört af RAMMELSBERG, no. 168, b af PERCY og no. 168, c af FORBES; den förste analyse gjælder selve slagmassen, de to sidste derimod de udplukkede krystaller.

No. 169. Fra *Schisshyttan*, *Dalarne* (analyseret af SCHIÖLBERG). Se Jernkontorets Annaler 1826.

No. 170. Fra *Jenbach* masovn pr. *Schwartz* i Tyrol (analyseret af VON KOBELL). — Opgives at före augitkrystaller af sjelden skjönhed.

No. 171. Fra en flammeovn i *Nanzenbach* pr. *Dillenburg*, *Nassau*. Undersögt af FR. SANDBERGER, som blandt andet omtaler augit-tvillinger efter ∞P∞; analyseret af RAMMELSBERG.

[2]) + 0.73 % CuO.

De 4 sidste analyser og medfölgende text er taget af LEONHARD »Hüttenerzeugnisse» og PERCY and MILLER »Report on the crystalline slags».

No. 172, a—d, er analyser af nogle vakre augiter (diopsider) fra *Blaenavon, Monmouthshire*, som maa have tiltrukket sig adskillig opmærksomhed, idet ikke mindre end tre arbejder er skrevne om dem, nemlig följende:

N. S. MASKELYNE. On an artificial diopside rock, formed in a bessemer converter, by M. Percy Gilchrist (Philos. Mag., 5 Series, Vol. VII, no. 25, 1879, pag. 133).

L. GRUNER. Sur un pyroxène (diopside) artificiel (Compt. rend. LXXXVII, 1878, pag. 937).

E. REYNOLDS and V. BALL. On an artificial mineral produced in the manufacture of basic bricks at Blaenavon, Monmoutshire (Journ. of the royal geol. Soc. of Ireland. New series, Vol. V, II, 1879).

Ved Blaenavon glödedes lejlighedsvis formstene, der skulde anvendes som indvendig beklædning af konvertere til den basiske bessemering; formstenene har sammensætning som no. 172, e (ifölge L. GRUNER). Glödningen foregik i mufler med SiO_2-rigt material; ved kontakten mellem den basiske formmasse og de sure muffelvægge havde augit-krystallerne dannet sig. MASKELYNE fandt paa disse fladerne ∞P, $\infty P\infty$, $2P$ og P; ∞P maaltes at danne vinkel 87° 18′ 45″. — Krystallernes specifiske vægt bestemtes til 2.934. — Analyse no. 172, a og b, meddeles af MASKELYNE, no. 172, c af GRUNER (udfört paa École des mines, Paris) og no. 172, d af E. REYNOLDS and V. BALL.

No. 173, a og b. Slag fra en masovn ved *Philipsburg* i *New Jersey* (efter en afhandling af G. J. BRUSH i Silliman's American Journ. XXXIX). Slaggen indeholder klare, indtil næsten 2 cm. lange, prismatiske augit-krystaller, paa hvilke BLAKE approximativt maalte följende ∞P-vinkler: 86° 50′, 86° 52′, 87° og 87° 12′. Foruden ∞P optræder $\infty P\infty$; fladerne paa toppen kunde ikke bestemmes. Sp. v. = 3.16. Analyserne er udförte af P. COLLIER; man lægge mærke til, at surstofforholdet er 1 : 1.57.

No. 174. Slag fra nikkelsmeltning ved *Schneeberg Hütte, Sachsen* (ifölge afhandl. af G. VOM RATH »Künstlicher Augit» i Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. f. Natur- und Heilk, 2 juli 1877, cfr. no. 161). Krystallerne viser ∞P, $\infty \breve{P} \infty$, $\infty \breve{P} \infty$, uden topflader.

No. 175. Fra *Gammelbo, Westmanland;* slag med augit-krystaller, efter B. KERLS Metallurgie. (I, 1879, pag. 397).

No. 176, a—d, er analyse af forskjellige raaslagger fra *Fahlun* (fra tidligere dage, den förste halvdel i dette aarh.). Analyserne er udförte af resp. JOHNSEN, BREDBERG, STARBÆK og OLSEN (ifölge MITSCHERLICH Verh. d. Kön. Akad. d. W. zu Berlin, 1822 og 1823, RAMMELSBERGS Chem. Metallurgie, pag. 220, og HAUSMANN Beiträge z. metall. Hüttenk.). Slaggerne indeholder söjleformige krystaller, af augitens habitus, med ∞P-vinkel ca. 88°. Om der i virkeligheden her foreligger augit (monosymetrisk) eller hypersthen (rhombisk), kan efter de i literaturen meddelte beskrivelser ikke afgjöres; den gang, da den krystallografiske undersögelse af disse slagger blev foretaget, var rhombisk pyroxen ikke kjendt. Topflader er paa de hidhörende krystaller ikke fundne. — Naar i analyserne lidt $FeO . R_2O_3$ bortregnes, blir surstofforholdet större end anfört.

No. 177. Augit-krystaller, afsatte i en kalkovn ved *Tanndorf* pr. *Culmbach, Bayern;* der sees »sternförmig gruppirte Prismen», med sp. v. 2.856—3.111. Analysen er udfört af REINSCH (efter LEONHARD »Hüttenerzeugnisse»).

[3]) Heri ogsaa medregnet lidt MnO.

Denne analyse meddeles her med al mulig reservation, idet de enkelte bestanddele kun er angivne med ½ %'s nöjagtighed, saa bestemmelserne ikke gjör fordring paa stor nöjagtighed; desuden er der et tab paa 2 %. Augiten er ikke dannet i egentlige slagger, men afsat inde i en kalkovn. — Af disse grunde tages der i dette arbejde ikke noget hensyn til denne analyse.

P. W. von Jeremejew meddeler i et arbejde over »Künstlicher Pyroxen»[1]) nogle krystallografiske undersögelser vedrörende augiter i slagger fra to russiske masovne (nemlig *Kussinsky* pr. Ural og *Sadka*). — Fladerne paa krystallerne, som var udmærket gode, i den förste slag viste sig at være:

110	010	$\bar{1}11$	021, sjeldere	$\bar{2}21$
∞P	$\infty P \infty$	$+P$	$2P\infty$	$+2P$.

∞P maaltes $= 87° 9'$.

Den anden stuf havde fladerne:

110	001	021	$\bar{1}11$
∞P	OP	$2P\infty$	$+P$.

∞P maaltes approximativt til $87° 20'$.

Om augitens opbygnings-retninger. Samtlige de tidligere omhandlede augiter og en hel del andre, som jeg lejlighedsvis har havt anledning til at undersöge i forskjellige udenlandske samlinger, viser opbygning efter ∞P og $\pm 5P$ (heri ibefattet $5P\infty$ og $\pm 5P\infty$). Kun i et enkelt fald, nemlig hos augitkrystaller i en slag fra *Sandviken, 1884*, (se pag. 132) har jeg fundet andre opbygnings-retninger end de vanlige.

I et snit, saa nöjagtig som mulig slebet $\mp \infty P\infty$, sees hos krystallerne fra Sandviken for det förste opbygnings-stave $\mp c$ (∞P) og dernæst $\mp$ to skraa-retninger, en paa hver side af c. De sidste udgaar gjerne fra c-stavene, omtrent paa samme maade som tilfældet er ved den rhombiske augit (se fig. 11). Vinkelen mellem c og den spidse bissektrix blev under krydsede nikols fundet at være 38, $38\frac{3}{4}$, 39° o: ca. $38\frac{1}{2}$° (maalingerne kan ikke ansees nöjagtige paa mere end ca. 1—2°). Krystallens stilling orienteres efter den spidse bissektrix, der som bekjendt ligger i den stumpe vinkel i symetriplanet.

Ifölge en hel del aflæsninger blev fundet, at den opbygningsretning, som ligger i den positive kvadrant, danner följende vinkel med c-axen: $37\frac{3}{4}$, 38, $38\frac{1}{4}$, $38\frac{1}{2}$, 39, 39, middel $38\frac{1}{2}$° og den, som ligger i den negative kvadrant: 53, 53, 54, 54, 56, 58, 58, middel ca. 55°.

Ved beregningerne vælger vi her som tidligere den oprindelig af Tschermak foreslaaede og af Groth[2]) antagne op-

[1]) Verh. d. k. russ min. Ges., St. Petersburg. B. 15, aar 1879, pag 199. — Referat i Groth's Zeits. f. Kryst. B. IV.

[2]) Groth angiver a-axen med værdi 1.0585, som maa være tryk- eller regnefeil for 1.05196.

stilling af augiten (hvor NAUMANN's $+\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ — som hælder i samme retning i forhold til c-axen som NAUMANN's OP, saa at krystallen i det nye system beholder samme stilling som i det gamle — vælges til OP). Den retning i den positive kvadrant, som danner vinkel $38\frac{1}{2}°$ med c, svarer til en domeretning $+ n\breve{P}\infty$, hvor $n = 2.2365$, og den, som i den negative kvadrant danner vinkel ca. 56° med c, svarer til $-n'P\infty$, hvor $n' = 1.2278$.

Eftersom n, for den förstnævnte retnings vedkommende, antages at være 2 $\frac{3}{2}$ $\frac{5}{2}$
bliver vinkelen med c: 41° 40′ 38° 20′ 35° 35′.

Vore maalinger angiver, at vinkelen maa falde indenfor raaderummet 37° og 40°, med sandsynligt middel $38\frac{1}{2}°$ ɔ: den form, som i virkeligheden optræder, er sandsynligvis $+\frac{3}{4}\breve{P}\infty$.

Hvis det for den anden retning antages, at

n = 1 $\frac{5}{4}$ $\frac{4}{3}$
bliver vinkelen med c: = 60° 15′ 54° 31′ 52° 46′.

Det sandsynlige resultat er, at n′ er $\frac{5}{4}$ eller muligens en værdi mellem $\frac{5}{4}$ og 1, nærmest det förstnævnte tal (f. ex. $\frac{9}{8}$).

Det maa særskilt fremhæves, at i de foreliggende tilfælder falder bissektrixerne næsten nöjagtig sammen med de to skraa opbygnings-retninger. Vi har fundet, at den positive opbygnings-retning sandsynligvis danner vinkel 38° 20′ med c; den spidse bissektrix, som falder i den samme kvadrant, gaar tilnærmelsesvis parallel med samme retning, danner nemlig efter vore aflæsninger vinkel ca. $38\frac{1}{2}°$ med c, hvilket temmelig nöje stemmer med bissektrix-vinkelen hos den i naturen optrædende FeO-fattige diopsid [1]). Der blir for den spidse bissektrix's vedkommende altsaa kun en afvigelse af $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}°$ fra opbygnings-retningen.

Den stumpe bissektrix danner vinkel ca. 52° med c; vi finder for opbygnings-retningen en vinkel af ca. 55° eller 54° 31′ ɔ: der er her en afvigelse paa ca. $2\frac{1}{2}$—3°.

I et snit, nogenlunde $\mp\infty\breve{P}\infty$, af en augit-krystal fra samme stuf (Sandviken, 1884) iagttages ikke nogen særskilte klinodomatiske opbygnings-retninger; ɔ: i virkeligheden har opbygningen gaaet for sig efter c (∞P) og efter de to domer

[1]) Ifölge privat meddelelse af G. FLINK danner den spidse bissektrix hos den FeO-fattigste diopsid (med 2.49 % FeO) fra Nordmarken en vinkel paa 38° 3½′ med c-axen.

$+ n\breve{P}\infty$ og $- n'\breve{P}\infty$, (hvor n og n' sandsynligvis er resp. $\frac{2}{3}$ og $\frac{1}{2}$).

Mellem de enkelte stave, som har omtrent samme störrelse og udseende som ved de tidligere undersögte augiter, ligger der i foreliggende tilfælde en hel del glas. — Augiten har levende interferensfarver, spaltbarhed $\doteqdot$ c (ɔ: ∞P), o. s. v., som ellers. Krystallernes ydre begrænsning antyder skinfladen ∞P samt et doma eller en pyramide paa toppen.

Nyt, babingtonit-lignende mineral.

(Tillæg til de paa pag. 37—39 givne meddelelser). — Ved en reviderende undersögelse af den paa pag. 37 omhandlede krystal-druse, som er sekundært dannet vid röstning af jernmalm, blev fundet, at de foreliggende, asymetriske krystaller ikke er absolut identiske med babingtonit, men at de derimod maa tilhöre et nyt species inden pyroxen-gruppen. — Drusen indeholder for det förste en hel del smaa krystaller af ordinær augit [1]); dernæst sees hist og her, om end kun meget sjelden, nogle yderst fine tvillinger med asymetrisk habitus. Ved den tidligere givne, provisoriske meddelelse var jeg ikke opmærksom paa, at der i stuffen forelaa to forskjellige mineraler; följen heraf var, at der har indsneget sig nogle misforstaaelser med feilagtige konklusioner.

Flere af de krystaller, hvis vinkel-værdier gjengives paa pag. 37, blev strax anvendte til forfærdigelse af mikroskopiske præparater; til undersögelse nu staar kun to brugbare krystaller, tilhörende den asymetriske typus.

Krystallerne, som er temmelig smaa, nemlig kun ca. 2—3 mm. lange og ca. 0.5 mm. tykke, er sorte og næsten uigjennemsigtige. De er udtrukne efter c-axen (naar for babingtonit vælges en stilling, analog augitens); fladerne i c-zonen, nemlig söjlen ($\infty'P$ og $\infty P'$) og makropinakoidet, giver meget gode speil, medens derimod fladerne paa toppen er daarlige. — Krystallerne er udviklede som tvillinger efter brachypina-

[1]) Vinklerne i söjlezonen maaltes at være: $\infty P = 87° 1\frac{1}{2}'$; $\infty P : \infty\breve{P}\infty = 136° 26\frac{3}{4}'$ & $136° 27\frac{1}{4}'$ paa den ene side og $136° 29\frac{1}{4}'$ paa den anden: differancen mellem de to sidstnævnte værdier (nemlig kun ca. 2') maa være beroende paa en maalefeil. $\infty P : \infty\breve{P}\infty$ angiver vinkel $\infty P : \infty P = 87° 4'$.

koidet, der danner saavel tvilling- som sammenvoxnings-planet. At de tilhörer det asymetriske system, fremgaar af:

1) Den krystallografiske habitus. Hvis de — saaledes som det ved förste öjekast laa nær at formode — skulde være monosymetriske, nemlig identiske med augit, maatte tvillingplanet være $\infty P \infty$; heraf maatte följe, at der skulde være symetri paa begge sider af den lodret paa $\infty P \infty$ staaende flade, men saa er ikke tilfælde.

2) Af vinkelværdierne. Det er med fuld sikkerhed bleven afgjort, at de to flader, som svarer til ortho- og klinopinakoiderne hos augit, ikke staar lodret paa hinanden, men at de danner vinkel 90° + i det ene fald ca. 9′, i det andet fald ca. 11′ med hinanden.

3) Af de optiske forholde (se pag. 38).

De fundne vinkler i söjlezonen er:

	Krystal no. a.		Krystal no. b.	
	1:ste gangs maaling.	2:den gangs maaling.	1:ste gangs maaling.	2:den gangs maaling.
Paa samme tvilling-halvdel $\infty P_{,}' : \infty',P$...	87° 3½′	87° 5′	87° 8′	87° 9′
$\infty P_{,}' : \infty',P$...	87° 5½′	86° 6	87° 9′	87° 10¾′
Den ene söjleflade tilhörende det ene enkelt-individ, den anden det andet $\infty P_{,}' : \infty',P$ [1])	92° 48′	92° 45½′	92° 39′	92° 38′
$\infty P_{,}' : \infty',P$...	93° 3½′	93° 3½′	93° 2′	93° 1½′
Do. do. $\infty P_{,}' : \infty P_{,}'$...	—	9½′	—	11½′
$\infty',P : \infty',P$...	—	8½′	—	12′
Maalt paa samme enkelt-individ $\infty',P : \infty \overline{P} \infty$.	—	136° 23½′ [2])	—	—
$\infty P_{,}' : \infty \overline{P} \infty$.	—	136° 37′ [3])	—	—
Indspringende vinkel mellem de to $\infty \overline{P} \infty$-flader, hörende til hver sit enkelt-indiv.	—	15′ [4])	—	—

Specielt henledes opmærksomheden paa, at vinkelen, maalt over tvillingfladen, mellem de to söjleflader, hver tilhörende

[1]) 180 — disse værdier = 87° 12′—22′.
[2]) God maaling.
[3]) Ikke god maaling.
[4]) Med sikkerhed afgjöres, at der optræder en indspringende vinkel; störrelsen kan ikke bestemmes særdeles nöje.

sit enkelt-individ, er forskjellig paa krystallens forside og paa dens bagside; differancerne hos de to krystaller er resp. 17′ og 23′. Som resultat erholder vi:

	Krystal no. a.	Krystal no. b.
Söjlevinkel	87° 6′	87° 9′
Vinkel $\infty\bar{P}\infty : \infty\breve{P}\infty$	90° 9′	90° 11′

I optisk henseende synes vore krystaller at staa babingtonit temmelig nær (se pag. 38); i geometrisk derimod er der afvigelser: 1) Söjlevinkelen er noget forskjellig, hos babingtonit nemlig 87° 23′, hos vore krystaller derimod 87° 6′—87° 9′. 2) Hos babingtonit er der mellem $\infty\breve{P}\infty$ og $\infty\bar{P}\infty$ [1]) en afvigelse fra 90° paa 1° 55′, hos vore krystaller derimod paa resp. 9′ og 11′. — Hos rhodonit er der mellem $\infty\breve{P}\infty$ og $\infty\bar{P}\infty$ en afvigelse fra 90° af 4° 31′.

Vore smaa krystaller er ikke identiske med noget tidligere kjendt mineral o: de tilhörer et nyt species. — Paa grund af tilnærmelsesvis overensstemmelse i vinkelværdierne for saavel c-zonen som topfladerne maa det indgaa som led i pyroxen-gruppen.

For oversigtens skyld gjengiver vi söjlevinkelen og afvigelsen fra 90° af vinkelen mellem $\infty\breve{P}\infty$ og $\infty\bar{P}\infty$ (for augitens vedkommende mellem $\infty P\infty$ og $\infty\bar{P}\infty$) hos augit og de til dato kjendte, asymetriske pyroxener:

	Augit.	Vort nye led.	Babingtonit.	Rhodonit
Söjlevinkel	87° 6′	87°6′, 87° 9′	87° 23′	87° 38′
$\infty\breve{P}\infty : \infty\bar{P}\infty \div 90°$	0	9′, 11′	1° 55′	4° 31′

Vort nye led indtager efter dette i krystallografisk (men ikke i chemisk) henseende tilnærmelsesvis samme rolle inden pyroxen-gruppen, som mikroklin gjör inden feldspath-gruppen.

[1]) Naar der vælges en opstilling, svarende til den, som finder sted hos augit.

Den hos vore krystaller mest fremtrædende flade paa toppen er en kvart-pyramide, som svarer til en af 2P-fladerne hos monosymetrisk augit.

Da det her forelöbig beskrevne mineral egentlig ikke hörer hjemme inden den snevre gruppe, som behandles i dette arbejde, gives her ikke flere meddelelser angaaende samme.

Oversigt over de i chemisk henseende vundne resultater.

I dette afsnit skal vi först behandle det indbyrdes forhold mellem de forskjellige bisilikat-mineraler (augit[1]), enstatit, wollastonit, rhodonit med det hexagonale kalksilikat) for sig og dernæst de forskjellige singulosilikater (olivin- og melilith-varieteterne) for sig; senere skal vi drage op grænserne mellem de to store grupper af silikat-mineraler, som konstitueres i slagger.

De mange forskjellige pyroxen-mineraler (enstatit, bronzit, hypersthen — augit (med diopsid, hedenbergit, diallag, jeffersonit, o. s. v.), wollastonit, akmit & aegirin, petalit & spodumen — rhodonit med fowlerit, babingtonit, det i dette arbejde opstillede nye, asymetriske pyroxen-mineral) optræder som bekjendt i tre forskjellige krystalsystemer, nemlig det rhombiske, monosymetriske og asymetriske. Af analyserne af de naturlige pyroxener kan udlæses, at gehalten af R_2O_3[2]) (eller af R_2O_3-silikaterne) neppe har nogen væsentlig indflydelse paa valget af krystalsystemet[3]); dette bestemmes kun (eller i alle fald fornemmelig) ved baserne $\overset{II}{R}O$ eller $\overset{I}{R}_2O$ eller, om man saa vil udtrykke det, ved silikaterne $\overset{II}{R}SiO_3$ eller $\overset{I}{R}_2SiO_3$.

[1]) Med augit betegnes i det följende udelukkende det monosymetriske mineral (diopsid, hedenbergit med lerjords-augiterne o. s. v.); med navnet pyroxen sammenfatter vi samtlige de til den fælles gruppe hörende mineraler.

[2]) Her og i det följende betegner vi med R_2O_3 de to forbindelser Al_2O_3 og Fe_2O_3.

[3]) Som bekjendt er det i alm. særlig enkelte af de monosymetriske pyroxener, nemlig lerjords-augiterne og akmit, spodumen o. s. v., som udmærker sig ved stor gehalt af R_2O_3; herved skulde man muligens ledes til at tro, at den sidstnævnte forbindelse fortrinsvis eller udelukkende skulde optræde i det monosymetriske system, men saa er ikke tilfælde. — For det förste förer babingtonit en hel del $R_2Si_2O_6$ (eller ifölge DOELTERS skrivemaade $RR_2Si_4O_{12}$), hvor $R = Fe$, og dernæst kan ogsaa den rhombisk krystalliserende hypersthen indeholde en hel del R_2O_3, nemlig i alle fald indtil 10.47 % Al_2O_3 og 3.94 % Fe_2O_3 (hypersthen fra Farsund, RAMMELSBERGS analyse no. 15, a). — Heraf sluttes, at R_2O_3 ikke har nogen dominerende indflydelse i krystallografisk henseende, undtagen muligens, naar den er tilstede i ganske overvejende mængde. — C. DOELTER antager (l. c.) at have fremstillet pyroxener

Pyroxen-gruppen (— og desuden den nærstaaende hornblende-gruppe —) karakteriseres i det hele og store ved følgende morfotrope[1]) række:

$MgSiO_3$ $FeSiO_3$	krystalliserer	rhombisk.
$CaSiO_3$ $\dot{R}_2SiO_3$	»	monosymetrisk
$MnSiO_3$	»	asymetrisk.

Vi har her opført det rene jernoxydul-bisilikat som i og for sig krystalliserende rhombisk og som overhovedet virkende i rhombisk retning, om man vistnok i naturen hidtil ikke har antruffet nogen pyroxen, der udelukkende er bestaaende af den nævnte forbindelse[2]). Grunden til, at vi alligevel maa kunne bestemme det krystalsystem, hvori $FeSiO_3$ egentlig hörer hjemme, er at söge i, 1) at hypersthen jævnlig i overvejende mængde er sammensat af et jernoxydul-silikat, idet mineralet kan holde i alle fald saa meget som $\frac{1}{2}$ $FeSiO_3$ til 1 $MgSiO_3$; 2) at i de monosymetriske pyroxener (muligens ogsaa de asymetriske) ekvivalerer, ifölge DOELTERS og TSCHERMAKS fremstilling, MgO og FeO hinanden, medens CaO i krystallografisk henseende indtager en ganske anden rolle end de to nævnte baser.

Af alkali-pyroxenerne, nemlig akmit & aegirin og spodumen & petalit, hvilke fortrinsvis karakteriseres ved resp. Na_2O og Li_2O, har vi i vore slagger ingen repræsentanter —, af den simple grund, at der i slaggerne aldrig indgaar saa store

---

af sammensætning RR_2SiO_6, hvor R i alm. næsten udelukkende er Mg og Fe; han har dog ikke med sikkerhed kunnet bestemme, til hvilket system de formodede produkter skal höre. Enkelte iagttagelser (se pag. 61) udtydes i den retning, at ren $MgAl_2SiO_6$ (eller $MgO.Al_2O_3.SiO_2$) skal krystallisere rhombisk, som $MgO.SiO_2$, andre (se pag. 59), at samme forbindelse skal være monosymetrisk. — Da vi i dette arbejde kun har at beskjæftige os med relativt R_2O_3-fattige sammensætninger, kan vi i det følgende gaa ud fra, at R_2O_3-silikaterne overhovedet ikke har nogen mærkbar krystallografisk virkning.

[1]) I det følgende stötter vi os paa den af professor W. C. BRÖGGER (vaarterminen 1883) docerede fremstilling af de krystallografiske principer, hvorved forholdet mellem de til forskjellige krystalsystemer hörende led af fælles mineral-familier (f. ex. pyroxen-, hornblende-, feldspath-familierne o. s. v.) forklares ved morfotropi; dette begreb er tidligere næsten udelukkende kun anvendt inden de organiske forbindelsers omraade.

[2]) P. GROTH anförer (se Tabellar. Uebers. d. Mineral., 1882, pag. 106). at $FeSO_3$ i slagger formentlig skal krystallisere monosymetrisk; saavidt jeg kan skjönne. kan denne formodning ikke stöttes paa andet end MITSCHERLICHS og HAUSMANNS beskrivelser (se pag. 237), hvoraf krystalsystemet dog ikke kan afgjöres.

mængder af alkalier, at disse blir de karakteriserende eller dominerende baser[1]); vi har derfor i det följende kun at beskjæftige os med pyroxenerne af sammensætning $\overset{II}{R}SiO_3$, med tilhörende R_2O_3-silikat. — Af disse kjendes, naar fremdeles det sidstnævnte tillæg udelades, og naar vi kun tager hensyn til den dominerende base, följende led:

Chem. sammensætning.	Krystalsystem.	Pyroxen-mineral.
$MgSiO_3$	Rhombisk	Enstatit.
$(Fe, Mg)SiO_3$	»	Hypersthen, bronzit.
$CaSiO_3$	Monosymetrisk	Wollastonit.
$[Ca(Mg, Fe)]SiO_3$	»	Augit-varieteterne.
$MnSiO_3$	Asymetrisk	Rhodonit.
$n(Mn, R)SiO_3 + Fe_2Si_3O_9$	»	Babingtonit.

Hertil kommer det nye, babingtonit-lignende mineral (se tillægget, pag. 240—243).

Vor förste opgave —, som har saavel praktisk som theoretisk interesse, — er at drage op de chemiske grænser mellem de sammensætninger, hvoraf de forskjellige slags pyroxenmineraler krystalliserer ud[2]). — Paa det nuværende stadium fattes material til med detailleret nöjagtighed at löse vort problem; de i det följende angivne grænser er derfor paa flere punkter temmelig svævende og ubestemte, men de har dog alligevel en vis interesse; forhaabentlig kan de mange detailler, som her leveres, tjene som grundlag for kommende, mere udförlige undersögelser.

Som bekjendt karakteriseres hver af de tre mineraler enstatit (med hypersthen), wollastonit og rhodonit kun ved en enkelt base, (nemlig resp. MgO & FeO, CaO og MnO), der i hvert tilfælde er forhaanden i saadan mængde, at den blir dominerende. Augit derimod konstitueres altid ved flere, sam-

[1]) Alkali-rige silikater med nogenlunde stor SiO_2-gehalt, f. ex. orthoklas & albit, akmit o. s. v., krystalliserer som bekjendt meget vanskelig ud af smeltemasser (heri er formentlig at söge hovedgrunden til, at man ved glashytter faar glasagtige og ikke krystallinske produkter). — Det lykkedes ikke C. DOELTER (l. c.) paa synthetisk vej ved smeltning at fremstille normal akmit, men vel samtidig Na_2O- og CaO-förende (akmit-lignende) pyroxener.

[2]) Her som ellers beskjæftiger vi os kun med udkrystallisationer af smeltemasser.

tidig optrædende baser, nemlig CaO med i alm. MgO eller FeO, undertiden desuden lidt ZnO, MnO o. s. v. — Augiten kommer følgelig i chemisk henseende til at danne bindeled mellem enstatit med hypersthen paa den ene side og wollastonit paa den anden, sandsynligvis ogsaa mellem de nævnte mineraler og de asymetriske pyroxener; vor opgave blir paa denne maade indskrænket til at bestemme de chemiske grænser mellem augit paa den ene side og enstatit, wollastonit o. s. v. paa den anden. — Saavel i naturen som ved de forskjellige hytteprocesser plejer i alm. at indtræffe det tilfælde, at flere baser (nemlig CaO med MgO, FeO o. s. v.) optræder i forening; kun undtagelsesvis er en enkelt forbaanden i saadan mængde, at den blir aldeles dominerende; heraf resulterer, at augit baade i naturen[1]) og i smelteprodukter er meget vanligere end alle de övrige pyroxen-mineraler tilsammen.

De følgende detail-undersögelser indledes med en udsigt over sammensætningen af den egentlige augit. — G. TSCHERMAK opstillede i 1871, i henhold til en svite chemiske undersögelser, som bekjendt den hypothese[2]), at de R_2O_3-fri augiter (de egentlige varieteter diopsid, hedenbergit o. s. v.) skulde kunne opfattes som isomorfe blandinger af de to silikater

$$Ca\ Mg\ Si_2\ O_6 \quad \text{(Diopsid)}.$$
$$Ca\ Fe\ Si_2\ O_6 \quad \text{(Hedenbergit.)}$$

(Hver af disse to normal-forbindelser optræder omtrent rene i naturen; man har næsten FeO-fri diopsid fra f. ex. Gullsjö, Sverrige, og næsten MgO-fri hedenbergit fra f. ex. Arendal).

De lerjord- og jernoxyd-förende augiter formodedes af G. TSCHERMAK at bestaa af de to allerede nævnte grundled med et tillæg af

$$Mg\ R_2\ Si\ O_6 \text{ eller}$$
$$Fe\ R_2\ Si\ O_6.$$

Hertil kommer hist og her en ringe mængde af et analogt mangan-silikat; Mn erstatter Mg og Fe.

I de senere aar har pyroxen-mineralernes sammensætning bl. a. været gjort til gjenstand for en hel del, temmelig ud-

[1]) Næst efter augit kommer i naturen de rhombiske pyroxener, der ogsaa förer to baser, nemlig MgO og FeO; da ingen af disse plejer at optræde i saadan mængde i bergarterne som CaO, og da desuden MgO- og FeO-rige bisilikater blir monosymetriske allerede ved en temmelig liden CaO-gehalt, er augit meget mere udbredt end enstatit med hypersthen.

[2]) Ueber Pyroxen und Amphibol. Mineral. Mitth. 1872, pag. 17—48.

förlige arbejder af C. DOELTER[1]), som er kommet til det resultat, at de fleste, men dog paa langt nær ikke alle, augiter lader sig derivere efter de af TSCHERMAK opstillede grundled. — For det förste kræver nemlig analyserne undertiden et tillæg af $CaFe_2Si_4O_{12}$[2]), (hvilken forbindelse vi for oversigtens skyld vil oplöse i $CaO.SiO_2 + Fe_2O_3.(SiO_2)_3$[3]). Ved andre anledninger indgaar et overskud af CaO, enten som $Ca\,Al_2SiO_6$ eller som $CaSiO_3$. Endvidere har A. MERIAN[4]) nylig paavist, at enkelte augiter desuden kan före et ganske betydeligt overskud af MgO og FeO — udenfor den del, som medgaar til silikaterne af form $Mg\,R_2SiO_6$ — som fri existerende $MgSiO_3$ og $FeSiO_3$.

Ifölge DOELTER[5]) holder de naturlige, R_2O_3-förende augiter gjerne 10—25 % silikat af form $Mg\,R_2SiO_6$ o: i max. 4 dele (MgO + FeO) mod 3 dele CaO, naar mineralerne er udviklede efter TSCHERMAKS normalled.

Den rolle, som alkalierne spiller, behöver vi her ikke at beskjæftige os med; om MnO, se senere.

De rhombiske pyroxener karakteriseres ved $MgSiO_3$ og $FeSiO_3$, kan desuden före lidt $MgCaSi_2O_6$ eller $FeCaSi_2O_6$ samt en temmelig betydelig del R_2O_3-silikat, af form $Mg\,R_2SiO_6$.

De CaO-rigeste af de i naturen hidtil kjendte rhombiske pyroxener förer:

No. VIII, b[6])	4.04 % CaO		mod 22.15 % MgO og 17.08 % FeO.
No. 17[7])	3.55 » »		» 22.22 » » » 18.23 » »
No. 16, a[7]).	3.09 » »	(& 1.32 % MnO)	» 21.31 » » » 21.27 » »

Alle de mange övrige analyser, som er anförte af DANA, RAMMELSBERG, MERIAN o. s. v., af rhombisk pyroxen viser mindre end ca. 3—3.50 % CaO.

Paa den anden side förer de CaO-fattigste og omvendt MgO- & FeO-rigeste af de hidtil undersögte naturlige augiter:

[1]) Mineral. u. petrogr. Mittheil. 1877, pag. 279—296. — 1878, pag. 49—70. — 1879, pag. 193—229. — 1882, pag, 224—233. — N. Jahrb. f. Min. Geol. Pal. 1884, pag. 51—66.

[2]) Ueber die Constitution der Pyroxengruppe. 1879, pag. 195 og pag. 202.

[3]) Heraf sees, at ikke alene babingtonit og alkali-pyroxenerne, men ogsaa den egentlige augit lejlighedsvis kan före et R_2O_3-bisilikat; dette forhold vil vi specielt betone, idet vi har fundet (se pag. 178—182), at Al_2O_3 i den i ordinære slagger optrædende augit maa fungere som Al_2O_3-bisilikat ($Al_2O_3.(SiO_2)_3$), ikke som indgaaende som simpelt tillæg til $RSiO_3$, dannende en forbindelse af form $RO.Al_2O_3.SiO_2$.

[4]) Studien an gesteinsbildenden Pyroxen. N. J. f. M. G. P. 1884, III Beilage-Band, pag. 252—316.

[5]) Mineral. u. petrogr. Mitth. 1879, pag. 195.

[6]) A. MERIANS analyse no. VIII, b; med romerske tal betegnes i det följende kun analyser af MERIANS afhandling.

[7]) RAMMELSBERGS Mineralchemie, Hypersthen-analyser.

No. VII, b.	8.73[1]	%	CaO	mod	15.72	%	MgO	og	17.40	%	FeO.
» VII, f.	10.45	»	»	»	19.69	»	»	»	11.41	»	»
» VII, d.	13.35[2]	»	»	»	13.63	»	»	»	15.30	»	»
» VII, h.	13.92	»	»	»	14.05	»	»	»	17.40	»	»
» III, b.	12.32[3]	»	»	»	10.95	»	»	»	6.24	»	»

Den førstnævnte[4]) af disse analyser, som kun viser 2.74 % Al_2O_3 og 2.34 % Fe_2O_3, kan opfattes som bestaaende af (28 % $Fe_2Si_2O_6 + 22$ % $Mg_2Si_2O_6$) og (3 $MgAl_2SiO_6 + 5.5$ $MgFe_2SiO_6$) mod (36 $MgCaSi_2O_6 + 5.5$ $Na_2Fe_2Si_2O_6$) ɔ: som 50 dele rhombisk virkende $RSiO_3$ og 8.5 dele RR_2SiO_6 mod 41.5 monosymetrisk virkende silikat, efter TSCHERMAKS formel.

De i naturen optrædende augiter holder aldrig saa store overskud over TSCHERMAKS normalled af $CaSiO_3$ som af $MgSiO_3$ og $FeSiO_3$; de CaO-rigeste af de af TSCHERMAK, DOELTER, MERIAN, RAMMELSBERG og DANA meddelte analyser förer:

No. [5])	18.90	%	CaO	og	0.60	%	Na_2O	mod	8.99	%	MgO	og	2.33 % FeO.
[5])	21.92	»	»	»			»	»	14.06	»	»	»	5.48 » »
[5])	21.60	»	»	»	1.55	»	»	»	14.81	»	»	»	4.81 » »
[5])	24.90	»	»						13.65	»	»	»	2.09 » »
[5])	25.04	»	»						17.30	»	»	»	1.91 » »
No. IV, b.	20.06	»	»	»	2.88[6])	%	»	»	6.63	»	»	»	7.68 » »
» V, b.	23.26	»	»	»	1.20	»	»	»	11.63	»	»	»	5.75 » »

Naar vi med R betegner Mg og Fe tilsammen, kan disse analyser opfattes som:

6	Ca R Si_2O_6	+ 3	R R_2 SiO_6	+ 5	Ca R_2 SiO_6.		
10	»	2	»	2	»		
16	»	2	»	1	»		
	o. s. v.		o. s. v.				

42	Ca R Si_2O_6	+ 13	R R_2 SiO_6	+ 19	Na Fe_2 Si_2O_6	+ 16	Ca SiO_3.		
61	»	21.5	»	4	»	13.			

Den naturlige wollastonit holder altid kun yderst ringe forurening af MgO, FeO o. s. v., nemlig, ifölge analyser, meddelte i RAMMELSBERGS Mineralchemie og DANAS Mineralogy, i max.:

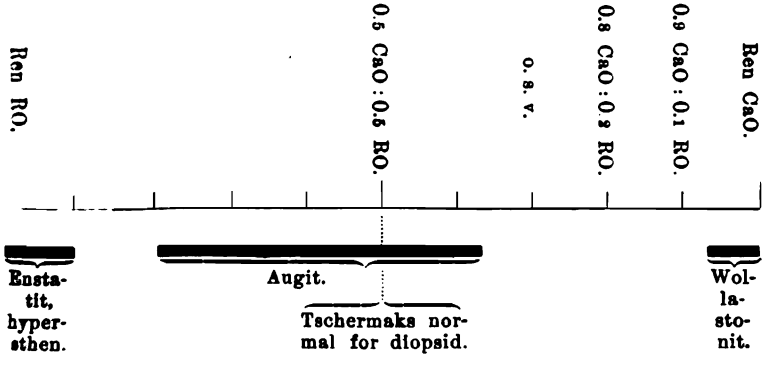
---

[1]) Med 0.82 % Na_2O & 0.47 % K_2O. [2]) Med 1.48 K_2O & Na_2O.
[3]) Med 3.66 % Na_2O & 2.12 % K_2O.
[4]) MERIAN betoner specielt, at det pyroxen-mineral, som betegnes ved analyse no. VII, b, er augit, ikke hypersthen.
[5]) C. DOELTER, Min. Mith. 1882, pag. 226—228. — 1877, 288—289.
[6]) Og 1.00 % K_2O,

46.44 % CaO mod 0.65 % MgO og 0.96 % FeO.
47.00 » » » » » » 1.35 » »
44.91 » » » 1.04 » » » » »

De vundne resultater, som er baserede paa samtlige de i TSCHERMAKS, RAMMELSBERGS, DANAS, DOELTERS og MERIANS arbejder publicerede analyser, kan vi i resumé gjengive paa följgende maade: De hidtil undersögte naturlige rhombiske pyroxener förer i max. 4.04, 3.55, 3.14, 3.09 CaO ɔ: i max. 1 del monosymetrisk virkende CaO mod ca. 9 dele rhombisk virkende RO. — Naar CaO-gehalten blir saa stor som 8.73, 10.45, 13.35, 13.92 % og derover, slaar bisilikatet over til at krystallisere monosymetrisk; ɔ: $RSiO_3$ med 1 CaO (hvori iberegnet lidt Na_2O, K_2O og MnO) mod 3.84, 3.48, 2.39, 2.32 RO (hvor RO = MgO og FeO) og noget derunder krystalliserer monosymetrisk (som augit.) I denne oversigt er ikke taget hensyn til en eventuelt inden visse enge grænser modificerende virkning af R_2O_3; vi vil gjöre opmærksom paa, at de CaO-fattigste af vore augiter kun förer temmelig lidet Al_2O_3 og Fe_2O_3, saa de nævnte grænseværdier gjælder for nogenlunde R_2O_3-fattige blandinger. — De CaO-rigeste og omvendt MgO & FeO-fattigste augiter holder 1 MgO & FeO mod i max. 1.65, 1.22, 1.15, 1.06 CaO. — De MgO- og FeO-rigeste af de hidtil analyserede wollastoniter förer resp. ca. 28, 30 og 42 dele CaO mod 1 del MgO og FeO.

Rent grafisk kan vi illustrere den krystallografiske indflydelse, som CaO paa den ene side og MgO & FeO (som vi sammenfatter med RO) paa den anden udöver paa bisilikatmineralernes krystalformer, ved paa en skala at opföre forholdet mellem CaO og RO og indtegne det raaderum, i hvilket hver af de tre mineraler danner sig; vi erholder derved följgende schema:



Vi vil specielt gjöre opmærksom paa, at *ikke en eneste* til dato kjendt analyse, som kan gjöre fordring paa nöjagtighed, af nogen i naturen optrædende pyroxen taler mod den her fremholdte opfatning[1]); man har saaledes aldrig fundet stærkt CaO-rig rhombisk pyroxen, heller ikke monosymetrisk augit med overvejende meget MgO og FeO. — Ved de talrige synthetiske experimenter angaaende fremstilling af pyroxen-mineralerne har det ogsaa altid, paa en eller et par, antagelig meget tvivlsomme undtagelser nær, vist sig, at man erholder rhombisk pyroxen ved overvejende gehalt af MgO, derimod monosymetrisk ved overvejende CaO. Kun et forsög af EBELMEN, gjentaget af F. FOUQUÉ ET M. LÉVY[2]), taler for, at der skal kunne existere en monosymetrisk MgO-pyroxen, men det er neppe hævet over tvivl, at diagnosen har været rigtig; en af pyroxen-mineralets domatiske opbygnings-stave[3]) kan muligens være bleven holdt for c-retning, hvorved man kan være bleven ledet til at antage skjæv udslukning.

Mellem augit og wollastonit er der, som den grafiske oversigt viser, et temmelig stort sprang i chemisk henseende; hypersthen og augit derimod gaar næsten over i hinanden.

Efter disse orienterende bemærkninger skal vi gaa over til at studere det indbyrdes forhold mellem vore forskjellige slags bisilikat-slagger.

De MgO- og FeO-rigeste af vore augit-slagger holder:

No. 1.	12.63	%	MgO,	1.75	%	FeO	mod	17.53	%	CaO,	0.38	% MnO.
» 7.	16.43	»	»	0.48	»	»	»	18.80	»	»	0.10	» »
» 10.	16.00	»	»	1.20	»	»	»	21.10	»	»	2.28	» »
» 14.	17.70	»	»	0.43	»	»	»	20.75	»	»	2.47	» »
»161.	17.12	»	»	5,61	»	»	»	20.20	»	»		» »
»162.	19.83	»	»	0.80	»	»	»	19.99	»	»	3.53	» »

Heraf fremgaar, at (naar vi i MgO medregner lidt FeO og i CaO lidt MnO) monosymetrisk augit krystalliserer ud i smeltemasser, som holder 1 CaO mod 1.40, 1.25, 1.24, 1.11, 1.06, 1.02 MgO. — Af disse slagger bestaar kun no. 7 (med 1.24 MgO : 1 CaO) tilnærmelsesvis af rent bisilikat[4]); den er ogsaa den eneste, hvor den hele masse har krystalliseret ud som eller gaaet over til augit. Dette mineral maa altsaa i

[1]) Der i principerne er hævdet af GROTH, NAUMANN-ZIRKEL, o. s. v.
[2]) Synthèse d. min. et d. roch.
[3]) Hvilke tidligere har været omtrent aldeles overseede.
[4]) Naar Al_2O_3 i sin helhed medregnes blandt baserne.

foreliggende tilfælde temmelig nöje karakteriseres ved analyse no. 7 ɔ: augiten kan opfattes som bestaaende af 5.59 $CaO.SiO_2 + 6.68\ MgO.SiO_2 + 1.09\ Al_2O_3.(SiO_2)_3$, hvilken formel næsten nöjagtig kan skrives som

$$5.5\ Ca\,Mg\,Si_2O_6 + Mg\,Al_2\,Si_4\,O_{12}.$$

(Vi vil gjöre opmærksom paa, at den sidste bestanddel ikke svarer til TSCHERMAKS grundled $Mg\,Al_2\,SiO_6$, men derimod til DOELTERS $Ca\,Al_2\,Si_4O_{12}$, det saakaldte »babingtonitsilikat»).

Den eneste enstatit-slag, hvoraf der foreligger kvantitativ analyse, nemlig slag fra *Svartnæs*[1]), holder:

12.20 % CaO og 1.63 % MnO mod 22.75 % MgO og 1.66 % FeO.

ɔ: 1 CaO mod 2.44 MgO,

naar i CaO er medregnet lidt MnO og i MgO lidt FeO. — Af de tre slagger fra Söderfors, mai 1883, — hvilke dels er bestaaende af rhombisk pyroxen og glas, dels desuden af monosymetrisk augit, — staar ingen analyse til disposition; efter beskikningsforholdene[2]) kan dog sluttes, at der maa være tilstede ca. 1.5 MgO (med FeO) mod 1 CaO (med MnO). Da der i de nævnte slagger lejlighedsvis optræder saavel rhombisk som monosymetrisk pyroxen, maa sammensætningen temmelig nöje ligge paa den grænse, vi nu er beskjæftigede med at drage op.

Som resultat erholdes, at monosymetrisk pyroxen krystalliserer ud af smeltemasser med i alle fald saa meget MgO som efter forholdet ca. 1.40 MgO : 1 CaO —; paa den anden side dannes rhombisk pyroxen ved ca. 2.50 MgO : 1 CaO[3]);

---

[1]) I denne slag, som, ifölge analyse af CARL CARLSON, Bergskolan, bestaar af 56.77 % SiO_2, 5.30 % Al_2O_3, 12.20 % CaO, 22.75 % MgO, 1.63 % MnO og 1.66 % FeO, har först krystalliseret ud et par procent af et mineral med kriterier som glimmer (det er udviklet i lange, meget tynde blade, med god spaltbarhed, udslukning efter spaltbarheden, levende interferensfarver, habitus som glimmer). Hovedmassen indtages af et mineral, der i tversnit viser sig som paa fig. 7 angivet (nemlig en hel del parallelt orienterede stænger, med begrænsning ∞P, undertiden ogsaa $\infty \bar{P} \infty$ og $\infty \breve{P} \infty$, god spaltbarhed efter ∞P, udslukning efter pinakoiderne). Snit ⫩ c, med temmelig matte interferensfarver, undertiden med domatiske opbygnings-retninger, omtrent som paa fig. 11, viser udslukning i alm. nöjagtig ⫩ spaltbarheden og individernes længderetning. — Foruden denne rhombiske pyroxen findes ogsaa lidt monosymetrisk; endvidere er der tilstede ca. 25 % glasbasis.

[2]) Slaggernes baser skyldes fornemmelig Dannemora-malm, som udmærker sig ved stor MgO-gehalt.

[3]) Da slaggen fra Svartnæs holder en hel del glas, kan den udkrystalliserede enstatit meget godt bestaa af næsten ganske rent MgO-silikat.

nöjere kan paa det nuværende stadium grænsen med sikkerhed ikke drages op. — Tidligere er paavist, at monosymetrisk pyroxen (naar R_2O_3-gehalten er nogenlunde ringe) kan holde i alle fald indtil ca. 3.5—3.8 MgO : 1 CaO; heraf synes at fremgaa, at rhombisk pyroxen muligens dannes lettere, naar afkjölingen af smeltemassen foregaar hurtigt, end naar krystallisationen finder sted under de vilkaar, der var de raadende ved afkjölingen af naturens eruptiver.

Naar der skal drages op de chemiske grænser mellem de smeltemasser, hvoraf augit krystalliserer ud, og de, hvöri der danner sig wollastonit eller det hexagonale kalksilikat, maa vi holde sammen MgO med FeO og MnO paa den ene side mod CaO paa den anden, idet de tre förstnævnte samtlige bidråger til dannelse af augit, MnO dog muligens ikke i fuldt saa stærk grad som de to andre.

De CaO-rigeste og omvendt MgO-, FeO- og MnO-fattigste af vore augit-slagger holder:

No.	2.	25.3	%	CaO	mod	7.0	%	MgO,	2.6	%	MnO,	2.6	%	FeO.
»	3.	27.60	»	»	»	9.55	»	»	1.47	»	»	1.13	»	»
»	4.	26.73	»	»	»	9.50	»	»	2.55	»	»	0.92	»	»
»	6.	28.72	»	»	»	7.45	»	»	3.29	»	»	1.10	»	»
»	9.	28.26	»	»	»	8.70	»	»	1.95	»	»	2.29	»	»
»	160.	21.78	»	»	»	7.21	»	»	6.30	»	»	2.70	»	»
»	168.	27.60	»	»	»	7.01	»	»	3.16	»	»	1.27	»	»
»	»	30.71	»	»	»	9.50	»	»	1.41	»	»	0.95	»	»
»	»	29.48	»	»	»	9.82	»	»	1.30	»	»	1.48	»	»

Hertil kommer de tre slagger fra Bångbro (med surstofforhold 1 : 1.54—1 : 1.69), hvori der först har dannet sig lidt augit (kun ca. 25 %) og senere et andet mineral(?), med:

No.	167.	32.30	%	CaO	mod	5.54	%	MgO,	2.51	%	MnO,	0.79	%	FeO.
»	»	30.71	»	»	»	8.87	»	»	5.67	»	»	0.54	»	»
»	»	32.26	»	»	»	8.65	»	»	5.06	»	»	0.38	»	»

Naar CaO-gehalten fremdeles voxer lidt, holder augit op at danne sig; isteden for denne krystalliserer ud enten det hexagonale kalksilikat (formentlig kun i relativt basiske smeltemasser) eller wollastonit[1]) (formentlig fortrinsvis i relativ sure smeltemasser).

De to slagger (med surstofforhold resp. 1 : 2.28 og 1 : 2.10), hvori wollastonit har dannet sig, holder:

[1]) Herom se pag. 27—29 og tillægget.

No. 17. 32.46 % CaO mod 4.43 % MgO, 3.04 % MnO, 1.16 % FeO.
» 18. 35.4 » » » 2.6 » » 3.6 » » 2.6 » »

De MgO-, MnO-og FeO-rigeste af de slagger, hvori det hexagonale kalksilikat spiller en dominerende rolle, förer:

No. 61. 38.10 % CaO mod 6.82 % MgO, 0.18 % MnO, 0.17 % FeO.
» 62. 39.39 » » » 6.22 » » 1.53 » » 0.64 » »
» 63. 37.76 » » » 7.78 » » 0.37 » » 0.72 » »
» 67. 34.00 » » » 0.30 » » 3.50 » » 2.00 » »
» 68. 29.30 » » » 1.15 » » » » 6.58 » »

Af disse serier fremgaar, at ordinær augit krystalliserer ud (först eller alene) i bisilikat-smeltemasser ved forhold CaO : RO (hvor med RO forstaaes MgO med lidt FeO og MnO) af störrelse: 1 CaO : 0.56, 0.56, 0.60, 0.49, 0.55, 0.78, 0.52, 0.49, 0.54 — 0.31, 0.54 og 0.51 RO.

Paa den anden side dannes wollastonit, resp. det hexagonale kalksilikat ved forhold CaO : RO af störrelse: 1 CaO : 0.29, 0.24, — 0.26, 0.26, 0.31, 0.14 og 0.23 RO; de övrige af vore hexagonal-slagger (i antal 7) ligger ved forhold 1 CaO : ca. 0.10—0.15 RO.

Af disse temmelig talrige iagttagelser maa med næsten fuld sikkerhed kunne uddrages det generelle resultat, at i bisilikat-smeltemasser (med fysiske forholde som de normale hos vore slagger) krystalliserer augit altid ud, naar der er tilstede mere RO i forhold til CaO end efter proportionen 1 CaO : ca. 0.50—0.55 RO, medens det hexagonale kalksilikat eller wollastonit altid danner sig, naar der er tilstede mere CaO end efter proportionen 1 CaO : ca. 0.25 RO. — Antagelig ligger grænsen temmelig nöje ved 1 CaO : ca. 0.35 RO.

De her vundne resultater maa ikke udtydes paa den maade, at ved de nævnte sammensætninger skal den hele masse krystallisere ud til det mineral, som skal konstitueres, tvertom, de mikroskopiske præparater af wollastonit-slaggerne og de CaO-rige augit-slagger viser altid en hel del glas. — Det er derfor ikke berettiget at antage, at de udkrystalliserede mineraler skal have nöjagtig samme forhold mellem CaO og MgO, som analyserne af den hele smeltemasse angiver; wollastonit-mineralet bestaar rimeligvis af omtrent ren $CaSiO_3$; i de CaO-rige augit-slagger derimod har rimeligvis MgO fortrinsvis gaaet ind i det erholdte silikat, saa dette har kunnet nærme sig til de TSCHERMAK'SKE normalled.

I flere af de CaO-rige augit-slagger optræder et lyst, stængligt mineral, med matte interferensfarver, udslukning tilnærmelsesvis parallel længderetningen; nogen sikker bestemmelse eller nöjere undersögelse har ikke kunnet finde sted. Sandsynligvis karakteriseres mineralet ved en temmelig stor CaO-gehalt.

Det er allerede flere gange tidligere berört, at nogenlunde ren $MnSiO_3$ krystalliserer asymetrisk (dannende pyroxen-mineralet rhodonit), og at i sin almindelighed MnO virker til at bringe bisilikatet $RSiO_3$ over i det asymetriske system. — Det ligeledes asymetrisk krystalliserende pyroxen-mineral babingtonit bestaar af

$$n\,RSiO_3 + Fe_2Si_2O_6.$$

Ved babingtonit fra Arendal er $n = 9$ (efter RAMMELSBERG); RO betyder CaO, FeO med MnO og lidt MgO. Ifölge DANA og RAMMELSBERG förer babingtonit altid en del MnO; analyserne udviser 17.91, 16.16, 7.91, 3.22, 1.80 og 1.25 % af denne base.

Vi skal begynde de fölgende studier over den indflydelse, som MnO udöver i krystallografisk henseende ved udkrystallisation af smeltemasser, med at stille op mod hinanden de fra naturen hidtil kjendte MnO-rigeste augiter paa den ene side mod de MnO-fattigste, omvendt CaO-, MgO- og FeO-rigeste rhodoniter paa den anden.

De ordinære, naturlige augiter holder i regelen kun yderst lidet MnO, nemlig sjelden mere end ca. 1—2 %; de MnO-rigeste af de mange i RAMMELSBERGS Mineralchemie, DANAS Mineralogy og DOELTERS, MERIANS arbejder anförte augit-analyser viser i max. 2.83, 3.00, 3.16, 4.12[1]), hvortil kommer den ZnO-rige augit-varietet jeffersonit (fra Franklin, New-Jersey) med 7.50 og 10.20 % MnO, samt den saakaldte schefferit (ɔ: manganrig augit, fra Långban) med 10.46 % MnO mod 10.86 % MgO, 19.09 % CaO og 1.63 % FeO — ɔ: de MnO-rigeste af de hidtil kjendte naturlige augiter holder 1 del MnO mod ca. 4.5, 5, 7, dele RO (naar RO er CaO med MgO og FeO).

Paa den anden side förer de MnO-fattigste rhodoniter (efter RAMMELSBERG og DANA):

---

[1]) Den sidste er fra Nordmarken ved Filipstad.

30.73 % MnO mod 16.45 % CaO, 0.73 % MgO, 1.31 % FeO.
30.1 » » » 18.0 » » 2.3 » » 1.1 » »
26.96 » » » 14.43 » » 0.64 » » 1.15 » »
28.70 » » » 13.23 » » 2.17 » » 1.05 » »
31.52 » » » 4.50 » » 3.09 » » 7.23 » » 5.85 % ZnO.
31.20 » » » 6.30 » » 2.81 » » 8.35 » » 5.10 » »

o: de hidtil undersögte naturlige rhodoniter holder i minimum 1 MnO til 0,94, 0.78. 0.72 o. s. v. RO. Men maa följelig kunne gaa ud fra, at en ordinær pyroxen-sammensætning (med hovedbaser CaO, MgO med FeO, uden store mængder af Al_2O_3 eller Fe_2O_3) altid vil krystallisere monosymetrisk ved mindre MnO end efter forholdet 1 MnO : ca. 6 RO, medens den altid vil krystallisere asymetrisk ved mere MnO end efter forholdet 1 MnO : ca. 0.9 RO. — Vi skal se, at vi ved studium af vore slagger kan faa grænsen bestemt noget mere detailleret.

De MnO-rigeste af vore ordinære augit-slagger holder 3.28, 3.29, 3.53, 3.6, 5.13, 5.44, 5.66 og 6.30 % MnO o: af en smeltemasse (uden Fe_2O_3, med lidet Al_2O_3) med 1 MnO til 6.9, 9.1, 10.0, 11.6 RO og derover krystalliserer augit ud; da vi har temmelig mange iagttagelser, maa det formentlig være berettiget at generalisere resultatet til följende sats: I bisilikat-smeltemasser (med passe CaO-gehalt, uden Fe_2O_3, med lidet Al_2O_3) danner altid augit sig, naar der ikke er mere MnO tilstede end efter forholdet 1 MnO til ca. 7 RO. — Rhodonit-slag no. 19 holder 36.83 % MnO mod 15.62 % FeO og 0.70 % Ca O o: 1 MnO mod 0.44 RO (hvor RO er FeO med lidt CaO). — Enkelte af de tidligere omhandlede naturlige rhodoniter har vistnok udvist relativt mindre MnO, men intet sted har der været saa meget FeO (eller overhovedet rhombisk virkende RO) tilstede.

Slag no. 20 frembyder særlig interesse, da den samtidig förer augit og et mineral, som efter al sandsynlighed er identisk med rhodonit[1]). Sammensætningen viser en MnO-gehalt

[1]) Augiten er bestemt med fuld sikkerhed. — Desuden er tilstede et andet mineral, som saavel makro- som mikroskopisk kan adskilles fra augit, og som altsaa utvivlsomt maa være noget andet; det karakteriseres ved at være udviklet i lange individer, som i henhold til udslukningsforholdene enten maa være mono- eller asymetrisk, rimeligvis det sidste, da der ikke kunde findes individer med udslukning nöjagtig efter længderetningen. Paa grund af overensstemmelse i udslukningsvinkelens störrelse, *spaltbarhed* (i snit ⊥ c) og *habitus* sluttes, at vi sandsynligvis maa have for os rhodonit; da hertil kommer, at mineralet har krystalliseret ud af en Al_2O_3-fattig bisilikat-smeltemasse med ikke mindre end 20 % MnO, maa bestemmelsen ansees for aldeles sikker.

(nemlig 20.11[1]) % MnO) omtrent midt mellem de, hvorved resp. kun augit og kun rhodonit krystalliserer ud. — Det monosymetriske pyroxen-mineral udfylder omtrent den hele plads paa de steder, hvor afkjölingen gik relativt langsomt for sig; mikroskopisk præparat af denne del viser, at omtrent den hele slagmasse (som staar bisilikat meget nær, idet surstofforhold, med Al_2O_3 som base, er 1 : 1.94) her har krystalliseret ud som augit o: dette mineral maa i foreliggende tilfælde have en sammensætning meget nær svarende til selve slaggens[2]). — Som resultat erholdes altsaa, at augiten temmelig nöje repræsenteres ved formel

$$4.80\ Ca\,Si_2O_6 + 3.44\ R\,Si_2O_6 + 4.53\ Mn\,Si_2O_6 + 0.40\ Al_2\,Si_2O_9,$$

naar vi med RO forstaar MgO med lidt FeO. — Udtrykt i overensstemmelse med den af TSCHERMAK og DOELTER anvendte methode erholdes sammensætningen:

$$6.88\ Ca\,R\,Si_2O_6 + 2.32\ Ca\,Mn\,Si_2O_6 + 3.37\ Mn\,Mn\,Si_2O_6 + 0.60\ Ca\,Al_2\,Si_2O_9.$$

o: monosymetrisk augit kan udenfor fundamental-forbindelserne $Ca\,R\,Si_2O_6$ og $Ca\,Mn\,Si_2O_6$ holde et ganske betydeligt overskud af $Mn\,Mn\,Si_2O_6$. — Tidligere er paavist, at i de ordinære slag-smeltemasser krystalliserer augit altid ud ved forhold 1 MnO til ca. 7 RO eller derover (naar RO betyder CaO og MgO med lidt FeO); her ser vi, at det samme mineral lejlighedsvis ogsaa kan danne sig ved tilstedeværelse af saa meget MnO som efter forholdet 1 MnO til 1.82 RO.

Rhodonit-mineralet i slag no. 20 optræder dels i radialstraalige sfærolither (med diameter indtil ca 1 cm.), som ligger frit for sig i glasset, og dels inde i den krystallinske kjærne, sammen med augiten; det synes at være dannet paa de steder, som var udsat for en relativ hurtig afkjöling. — Mellem de enkelte rhodonit-individer ligger der, saavidt det kan sees, bestandig lidt glas, aldrig dog særdeles meget; følgen heraf er, at rhodoniten ikke nöjagtig, men kun tilnærmelsesvis, repræsenteres ved de nys angivne formler.

Analyserne udviser, at MnO-gehalten er lige stor i alle de partier, hvoraf slaggen bestaar o: virkningen af de chemiske faktorer, som er de pricipielt dominerende ved mineraldannelsen, maa i foreliggende tilfælde være bleven noget modificeret ved

---

[1]) Middel af tre analyser, udvisende resp. 20.99, 20.02 og 19.32 % MnO.
[2]) Special-analyse af denne del viser 20.02 % MnO.

de fysiske omstændigheder, hvorunder krystallisationen har fundet sted.

Tidligere er paavist, at rhodonit kan före 1 MnO til ca. 0.9 RO, og at det kan krystallisere ud i alle fald ved forhold 1 MnO til 0.44 RO; undersögelsen af slag no. 20 godtgjör, at rhodonit lejlighedsvis kan holde saa meget RO som efter forholdet 1 MnO til henimod 1.8 RO, og at det, naar de fysiske omstændigheder er gunstige, kan konstitueres i smeltemasser med forhold 1 MnO til 1.82 RO.

I Freiberger Bergakademies samlinger fik jeg mig bl. a. overladt til undersögelse en bessemerslag fra Königin Maria-Hütte, som förte 58.8 % SiO_2, 24.3 % MnO og 8.8 % FeO (sum 91.9 %; resten er rimeligvis fornemmelig Al_2O_3 med en del CaO og MgO). — I mikroskopisk præparat iagttages glas med ca. 25 % augit, der har udseende omtrent som den i de MnO-fattige slagger. Vi faar altsaa som resultat, at ordinær, monosymetrisk augit kan krystallisere ud i bisilikat-smeltemasser med indtil 24.3 % MnO[1]). Heri ligger dog ikke, at selve augiten i og for sig skal holde nogen særdeles betydelig MnO-gehalt; mineralet udgjör nemlig kun ca. 25 % af den hele masse, kan altsaa have optaget i sig den forhaanden-værende mængde af MgO, CaO og FeO, medens MnO-gehalten fornemmelig eller udelukkende kan være bleven ladt tilbage i glasset.

P. Groth omtaler i »Tabellar. Uebers. d. Min.», 1882, pag 107, en i det asymetriske system krystalliserende »Eisenschlacke» (fuldkommen isomorf med babingtonit) med kun 12 % MnO[2]). — Denne iagttagelse staar ikke i strid med det nys vundne resultat; vore to slagger förer nemlig ved siden af MnO hovedsagelig forskjellige slags RO-baser (CaO, MgO med FeO), medens den af Groth omhandlede »Eisenschlacke», der angives at være isomorf med den altid temmelig Fe_2O_3-rige babingtonit, rimeligvis foruden MnO holder en hel del jernoxyd og jernoxydul.

Den af Tschermak i 1872 fremsatte hypothese, at augiterne altid skulde kunne deriveres af et par fundamentale dobbeltforbindelser, nemlig

$$\left.\begin{matrix} Ca\ R\ Si_2\ O_6 \\ R\ \ R_2\ Si\ \ O_6 \end{matrix}\right\}$$

[1]) Den foregaaende slag viste 20 % MnO.

[2]) Nöjere meddelelse angives ikke. — Det har ikke lykkes mig i literaturen at finde original-beskrivelsen til den her omhandlede slag.

(hvor R = Mg, Fe, delvis ogsaa Mn, og $\mathfrak{R}_2 = Al_2$, Fe_2, muligens ogsaa Mn_2), har i tidernes löb undergaaet en hel del modifikationer; det har nemlig vist sig, at man dels maa forudsætte flere nye konstituerende dobbelt-forbindelser, dels desuden, at lejlighedsvis indgaar i pyroxenerne ogsaa de enkle silikater $Mg\,SiO_3$, $Fe\,SiO_3$, $Ca\,SiO_3$ (eller $Ca\,\mathfrak{R}_2\,SiO_6$, resp. $Ca\,\mathfrak{R}_2\,Si_4\,O_{12}$), hvortil i dette arbejde föjes leddet $Mn\,SiO_3$. — Alt i alt blir der kanske ligesaa mange undtagelser fra TSCHERMAKS regel som tilfælder, hvor den passer. Det synes derfor ikke længere at være berettiget at gaa ud fra, at augit altid netop skal konstitueres af dobbelt-forbindelser (af form $Ca\,R\,Si_2O_6$, $R\,\mathfrak{R}_2\,SiO_6$, $R\,R\,Si_2O_6$ o. s. v.); det maa være ligesaa naturlig at antage, at mineralet — naar vi forelöbig ikke tager hensyn til alkali- og $\mathfrak{R}_2O_3$-gehalten — bestaar af morfotrope blandinger af de enkelte grund-forbindelser ($Mg\,SiO_3$, $Fe\,SiO_3$ — $Ca\,SiO_3$ — $Mn\,SiO_3$; da Mg og Fe ekvivalerer hinanden i krystallografisk henseende, kan det förste led skrives som $R\,SiO_3$, hvor R = Mg + Fe). Naar en enkelt af disse er forhaanden i fornöden dominerende mængde, faar vi resp. enstatit (med hypersthen), wollastonit og rhodonit; naar der derimod foreligger passe blandingsforholde, erholdes augit som enderesultat. Grunden til, at de $\mathfrak{R}_2O_3$-fattige varieteter af dette mineral saa jævnlig udtrykkes netop ved $Ca\,R\,Si_2O_6$ eller ved forholdet 1 del $Ca\,SiO_3$ til 1 del $R\,SiO_3$, bliver efter dette at sammenligne med, at homöomorfe blandinger i sin almindelighed fortrinsvis indgaar i forening med hinanden i ganske enkle relationer (cfr. f. ex. forholdet mellem olivin og monticellit, se tidligere).

Alkalierne spiller i pyroxenerne nogenlunde samme rolle som CaO. — $\mathfrak{R}_2O_3$ indgaar oftest i analyserne af de forskjellige slags pyroxen-mineraler dels som enkelt tillæg til $R\,SiO_3$, dels som bisilikat af sammensætning $Al_2O_3.(SiO_2)_3$. Det sidste synes fuldstændig at maatte kunne ekvivalere forbindelserne af form $R\,SiO_3$, udenat det dog har nogen betydelig indflydelse i krystallografisk henseende.

De silikat-mineraler, som först krystalliserer ud i relativt basiske smeltemasser, bestaaende af SiO_2, Al_2O_3, CaO, MgO, MnO og FeO, med lidt, men ikke meget Fe_2O_3, ZnO, Na_2O, K_2O, BaO o. s. v., tilhörer [1]), ifölge vore undersögelser, antagelig bestandig en af de to store mineral-grupper, som spiller en saa stærkt fremtrædende rolle i de basiske slagger, nemlig olivin-gruppen paa den ene side og melilith-skapolith-gruppen [2]) paa den anden. — Leddene i den sidstnævnte karakteriseres som bekjendt ved CaO (Na_2O) og Al_2O_3, medens olivin-mineralerne förer MgO, MnO og FeO, kun i underordnet grad CaO; heraf fremgaar, at vi paa forhaand maa vente at antræffe olivin i de relativt MgO-, MnO- og FeO-rige smeltemasser, derimod de tetragonale mineraler i de relativt CaO-rige og samtidig Al_2O_3-förende slagger. De i det foregaaende omhandlede undersögelser godtgjör, endog med en ganske paafaldende regelmæssighed, at det forholder sig paa den maade som nys formodet.

Vi skal begynde med at stille op mod hinanden de CaO-rigeste af vore olivin-slagger (ɔ: slagger, hvor olivin er det mineral. som har krystalliseret ud först eller alene) paa den ene side mod de CaO-fattigste og omvendt MgO-, MnO-, FeO-rigeste tetragonal-slagger paa den anden.

De CaO-rigeste af vore olivin-slagger [3]) holder:

No. 31.	26.75 % [4])	CaO	mod	18.10 %	MgO,	4.46 %	MnO,	0.45 %	FeO.
34.	24.35 »	»	»	11.41 »	»	8.59 »	»	1.03 »	»
35.	24.17 »	»	»	16.11 »	»	9.11 »	»	2.44 »	»
36.	27.39 »	»	»	17.86 »	»	5.62 »	»	0.43 »	»
38.	28.80 »	»	»	17.45 »	»	5.44 »	»	1.48 »	»
40.	31.60 »	»	»	19.96 »	»	2.30 »	»	0.40 »	»
41.	28.79 »	»	»	22.02 »	»	2.88 »	»	0.47 »	»
58.	26.35 »	»	»	12.26 »	»	7.32 »	»	0.77 »	»
59.[5])	29.45 » [6])	»	»	20.24 »	»	0.43 »	»	0.49 »	»

[1]) Naar Al_2O_3-gehalten ikke er altfor höj, og naar vi ikke tager hensyn til glimmer.

[2]) Til denne medregnes ogsaa det nye, tetragonale, CaO-rige og Al_2O_3-fattige, nogenlunde SiO_2-rige mineral (pag 126—135).

[3]) Forelöbig tager vi her ikke hensyn til olivin-slag no. 26, med kun 0.75 % Al_2O_3, desuden lidt Fe_2O_3.

[4]) Med 0.62 % K_2O, 0.41 % Na_2O.

[5]) Denne slag förer ca. ½ % spinel, hvorved dog forholdet mellem CaO og RO ikke forrykkes i mærkbar grad.

[6]) Med 0.20 % K_2O, 0.72 % Na_2O.

Hertil kommer slag no. 60, hvori der i alm. har dannet sig olivin, paa et eller et par steder dog melilith, med:
No. 60. 31.4 % CaO mod 10.0 % MgO, 14.5 % MnO og 0.5 % FeO.

Som resultat erholdes, at i masovnsslagger (af fornöden basisitet) krystalliserer olivin (först eller alene) ud ved det i följende oversigt angivne forhold mellem CaO [1]) og RO (naar vi med RO betegner MgO med en del MnO og lidt FeO); af hensyn til de senere undersögelser vedföjes den i hvert enkelt tilfælde forhaanden-værende Al_2O_3-gehalt.

n CaO : 1 RO ...	0.94	CaO : 1 RO	1.03	0.78	0.92	0.96
Al_2O_3	2.40 %	Al_2O_3	8.92	3.71	3.99	3.84.
n CaO : 1 RO ...	1.05	CaO : 1 RO	0.86	1.12	1.04	1.22
Al_2O_3	3.69 %	Al_2O_3	4.48	9.97	9.85	3.5.

Paa den anden side holder de CaO-fattigste og omvendt MgO-, MnO-, FeO-rigeste af vore melilith-slagger (med gehlenit o. s. v.):

No. 86.	34.05	%	CaO	mod	5.36	%	MgO,	10.37	%	MnO,	0.11	% FeO.
» 88.	35.46	»	»	»	12.33	»	»	0.59	»	»	0.47	» »
» 89.	15.48	»	»	»	8.25	»	»	2.38	»	»	0.50	» »
» 95.	30.92	» [2])	»	»	10.02	»	»	0.96	»	»	0.03	» »
» 96.	34.05	»	»	»	10.25	»	»	2.68	»	»	0.52	» »
» 98.	31.85	»	»	»	7.82	»	»	5.31	»	»	2.85	» »
» 108.	32.2	»	»	»		»	»		»	»	10.4	» »
» 116.	31.43	» [3])	»	»	7.24	»	»	2.79	»	»	0.93	» »
» 117.	33.46	» [4])	»	»	6.64	»	»	2.64	»	»	3.91	» »

Hertil kommer slaggerne fra Mägdesprung og Luisenthal, med:

No. 121, b.	25.31	%	CaO	mod	0.42	%	MgO,	20.66	%	MnO,	1.42	% FeO.
» 122, b.	24.39	»	»	»	0.64	»	»	21.97	»	»	4.35	» »
» 123.	26.66	»	»	»	1.10	»	»	20.85	»	»	0.44	» »
» 124.	25.35	»	»	»	0.34	»	»	21.65	»	»	1.02	» »
» 125.	25.52	»	»	»	4.71	»	»	19.05	»	»	7.59	» BaO.
» 126.	28.81	»	»	»	9.17	»	»	11.20	»	»	7.91	» »
» 127.	26.67	»	»	»	2.84	»	»	20.51	»	»	8.26	» »

[1]) Heri undertiden iberegnet lidt alkali.
[2]) Med 1.17 % Na_2O, 0.12 % K_2O.
[3]) Med 2.60 % K_2O.
[4]) Med 1.92 % K_2O.

Paa enkelte steder optræder melilith i slag fra Schisshyttan, med:

No. 60. 31.4 % CaO mod 10.0 % MgO, 14.5 % MnO og 0.5 % FeO.

I no. 102 og no. 103 sees makroskopisk kvadratiske krystaller, af melilith-mineralernes habitus; under mikroskopet kunde dog ikke med fuld sikkerhed godtgjöres, at det optrædende mineral er tetragonalt; alligevel vil vi dog opföre analyserne. End mere usikker er bestemmelsen af no. 104.

No. 102. 28.40 % CaO mod 6.95 % MgO, 1.65 % MnO, 5.10 % FeO.
» 103. 29.57 » [1]) » » 10.58 » » 9.50 » » 0.40 » »
» 104. 26.06 » » » 7.14 » » 15.68 » » 0.79 » »

Disse iagttagelser udviser, at i masovnsslagger (af fornöden basisitet) krystalliserer et eller andet til melilith-skapolithgruppen hörende mineral (först eller alene) ud ved följende forhold mellem CaO (undertiden med lidt alkali [2])) og RO (hvor RO = MgO med MnO og FeO):

n CaO : 1 RO ...	2.18	CaO : 1 RO	2.32	1.12	2.16	1.81.
Al_2O_3	9.10 %	Al_2O_3	15.13	29.31	22.32	4.57.
n CaO : 1 RO	1.84	CaO : 1 RO	3.98	2.59	2.40.	
Al_2O_3	6.50 %	Al_2O_3	16.8	13.01	12.78.	

Slaggerne fra Mägdesprung og Luisenthal viser, naar vi med RO forstaar MnO med lidt MgO, FeO og BaO:

n CaO : 1 RO	1.19	1.14	1.48	1.40	1.11	1.18	1.10.
Al_2O_3.....	10.56	9.75	4.96	6.58	4.85	3.13	3.74.

Hvis BaO i de tre sidstnævnte fald var bleven regnet sammen med CaO, vilde forholdet være bleven resp. 1.40, 1.47 og 1.39.

De fire resterende slagger (no. 102, 103, 104 og 60, se herom tidligere) viser forholdet:

n CaO : 1 RO	1.91	1.34	1.27	1.22.
Al_2O_3	10.90	5.95	6.77	3.5.

[1]) Med 0.37 % K_2O, 0.56 % Na_2O.

[2]) I kalk-gehalten medregner vi her altid en eventuel forhaanden-værende procent alkali, idet den sidste, paa samme maade som CaO, bidrager til at konstituere melilith-mineraler, altsaa til at modvirke dannelsen af olivin. — Alkali-gehalten spiller intet sted nogen betydelig rolle.

Vi faar altsaa som det endelig resultat, at i vore slagger har *olivin* krystalliseret ud ved forhold

1 del RO : 0.78, 0.86, 0.92, 0.94, 0.96, 1.03, 1.04, 1.05, 1.12, 1.22 dele CaO, derimod *tetragonale mineraler* ved forhold

1 del RO : 1.12, 1.14, 1.19, 1.22, 1.11 eller 1.40, 1.18 eller 1.47, 1.10 eller 1.39, 1.27(?), 1.34, 1.40, 1.48, 1.81, 1.84, 1.91, 2.16, 2.18, 2.32, 2.40, 2.59 dele CaO og derover. Grænsen mellem de to grupper synes at være meget skarp; den ligger omtrent ved forholdet

1 del RO : 1.10—1.20 dele CaO.

Vi vil specielt betone, at ikke noget sted har olivin krystalliseret først ud i stærkt CaO-rige (og Al_2O_3-förende) smeltemasser, heller aldrig melilith i stærkt MgO-rige.

De forskjellige chemiske betingelser, som inden visse raaderum rimeligvis maa kunne forrykke grænsen mellem de to store mineral-grupper, kan tænkes at være beroende paa följende:

1) Tilstedeværelse af en större eller mindre *Al_2O_3-gehalt.* — Da olivin-mineralerne ikke förer Al_2O_3, medens melilith og gehlenit, rimeligvis ogsaa det nye, relativt CaO- og SiO_2-rige tetragonale mineral kræver en vis lerjord- (eller jernoxyd)-mængde for at kunne blive konstituerede, maa det formodes, at olivin kan krystallisere ud selv ved meget stor CaO-gehalt i smeltemasser, som er omtrent fri for R_2O_3, og endvidere, at grænsen mellem de to grupper flyttes ind paa melilith-siden vid relativt liden R_2O_3-gehalt, medens omvendt de tetragonale mineraler rimeligvis maa kunne danne sig ved relativt stor MgO-, MnO- og FeO-gehalt, naar smeltemasserne förer særdeles meget R_2O_3. — For at studere de i den her omhandlede henseende virkelig stedfindende forholde skal vi i detail gjennemgaa en del til disposition staaende slagger, som ligger omtrent paa grænsen. — I slag no. 26, med 33.72 % CaO mod 25.64 % FeO, 4.68 % MgO og 0.86 % MnO o: med 1.24 CaO : 1 RO, har et olivin-mineral (nemlig en CaO-FeO-olivin) krystalliseret ud (se herom pag. 66—69), medens vi efter den nys refererede serie skulde vente melilith; grunden til, at olivin alligevel har dannet sig, maa formentlig være at söge i, at smeltemassen kun holder saa yderst lidet, nemlig kun 0.78 % Al_2O_3 (desuden lidt Fe_2O_3), at melilith ikke har kunnet blive konstitueret. Af forholdene ved denne slag maa kunne

drages den generelle slutning, at olivin i sin almindelighed kan konstitueres i smeltemasser selv ved temmelig stor CaO-gehalt, naar der er lidet R_2O_3 forhaanden. — I slag no. 60, med 1.22 CaO : 1 RO (hvor RO bestaar af omtrent lige meget MgO og MnO, desuden lidt FeO), har paa enkelte steder olivin, paa andre steder derimod melilith, krystalliseret ud. Efter vor serie skulde egentlig kun det sidstnævnte mineral formodes; grunden til, at dog ikke melilith, men derimod olivin spiller den mest fremtrædende rolle, maa bero paa, at slaggen kun holder meget lidet, nemlig kun (ca.) 3.5 % Al_2O_3. — De tre slagger no. 58, 59 og 34, med resp. 9.97, 9.85 og 8.92 % Al_2O_3 og 1 RO : 1.12, 1.04 og 1.03 CaO, förer olivin [1]) d: dette mineral krystalliserer ud i saa kalkrige slagger som ved forhold 1 RO : ca. 1.10 CaO, selv om smeltemasserne holder saa meget Al_2O_3 som 9—10 %. — Vi vil specielt gjöre opmærksom paa, at det olivin-mineral, som först har dannet sig i slag no. 40, (med 1.05 CaO : 1 RO og 3.69 % Al_2O_3) ifölge vinkelværdierne maa staa ren Mg_2SiO_4 meget nær (se pag. 72). I slag no. 41 (med 0.86 CaO : 1 RO og 4.48 % Al_2O_3) synes der paa enkelte steder, efter at olivinen var færdig, at have krystalliseret ud lidt melilith.

I slaggerne fra Luisenthal (med 1.10—1.18 eller 1.39—1.40 CaO : 1 RO, eftersom BaO regnes sammen med MgO, MnO og FeO eller sammen med CaO, — og med ca. 3—5 % Al_2O_3) optræder der undertiden ved siden af melilith-mineralet lidt olivin, i smaa mikrolither (se f. ex. fig. 31, tilhöjre); melilithen viser sig i store individer, spiller den dominerende rolle og har antagelig först krystalliseret ud (derved fortrinsvis lagt beslag paa CaO, saa MgO- og MnO-gehalten er steget i moderluden). — I præparater af slaggerne fra Mägdesprung (med 1.14, 1.19, 1.40, 1.48 CaO : 1 RO og med 5—10 % Al_2O_3) iagttages kun melilith, ikke spor af olivin. Derimod ligger hist og her i slag no. 103 (med 1.34 CaO : 1 RO og med 5.95 % Al_2O_3) mellem det tetragonale(?) minerals stænger lidt tvivlsomt olivin. — I no. 89 (med 1.12 CaO : 1 RO og med 29.31 % Al_2O_3) har

[1]) No. 59 i temmelig store og ganske vel udviklede krystaller, de to andre i tydelige mikrolither (som paa fig. 26 angivet), undertiden desuden i nogenlunde færdige krystaller. — No. 59 holder desuden lidt spinel, CaS og temmelig meget glas, no. 58 derimod, som udkrystalliseret efter olivin, nogle smaa individer af et mineral, som har stor lighed med det i no. 103 og 104 optrædende, og som derfor rimeligvis er et melilith-mineral.

ikke olivin, men derimod et mineral, som efter interferensfarve, habitus og udslukningsforholde maa holdes for melilith, dannet sig paa de fleste steder, et par steder desuden et mineral, som ikke kan bestemmes.

Efter disse temmelig talrige iagttagelser maa det formentlig være berettiget at opstille som generel regel, gjældende for udkrystallisation, som gaar nogenlunde hurtig for sig, af ordinære smeltemasser med basisitet omkring singulosilikat:

I smeltemasser med i max. ca. 10 % Al_2O_3 og med i max. ca. 1.10 CaO : 1 RO (hvor RO betyder MgO med en del MnO och lidt FeO) krystalliserer altid olivin först ud; er der kun ca. 3 % Al_2O_3 tilstede, strækker grænsen sig til ca. 1.20 CaO : 1 RO; ved mindre Al_2O_3 kan olivin danne sig ved endnu lidt större CaO-gehalt. — Paa den anden side erholdes altid et melilith-mineral ved större CaO-gehalt end efter forholdet ca. 1.25 CaO : 1 RO, naar smeltemassen holder ca. 10—15 % Al_2O_3; ved mindre lerjordsgehalt gaar den grænse, inden hvilken tetragonale mineraler altid formodes, ned til ca. 1.35 CaO : 1 RO, ved större derimod op til ca. 1.10 CaO : 1 RO. — Ved en lerjordsgehalt paa ca. 10 % Al_2O_3 kan antagelig saavel olivin som melilith samtidig konstitueres i smeltemasser, som ligger inden de to grænser ca. 1.25 CaO : 1 RO og ca. 1.10 CaO : 1 RO; afgjörelsen af, hvilket mineral der her i hvert enkelt tilfælde skal krystallisere ud, beror antagelig paa sekundært virkende faktorer af fysisk eller chemisk beskaffenhed. Ved mindre lerjordsgehalt flyttes det mellemrum [1]), i hvilket begge mineraler kan danne sig, over mod CaO-siden, ved större derimod over mod MgO-siden.

Grænsen mellem de to store mineral-grupper modificeres sandsynligvis til en vis grad af

2) smeltemassernes *basisitets-grad.* — De nys angivne detail-værdier gjælder, med den nöjagtighed, som vi har troet at kunne bestemme, egentlig kun for smeltemasser, som ligger nogenlunde nær ved singulosilikat. Af oversigtstabellen (se pag. 274) kan aflæses, at store afvigelser fra de dragne normalgrænser ikke kan finde sted i de lidt mere basiske eller lidt mere sure smeltemasser. — I nogenlunde Al_2O_3-fattige og

[1]) Det er mulig, dog ikke sandsynlig, at der her lejlighedsvis ogsaa kan konstitueres andre mineraler, selv ved normal afkjöling.

CaO-rige smeltemasser af surstofforhold ca. 1 : 1.40 krystalliserer ud det nye, CaO- og SiO_2-rige tetragonale mineral, som behöver lidet eller intet Al_2O_3 for at kunne blive konstitueret; af denne grund kan olivin rimeligvis ikke strække sig saa langt ind paa melilith-siden, naar Al_2O_3-gehalten er ringe, ved smeltemasser af surstofforhold ca. 1 : 1.35—1.50 [1]) som ved ca. 1 : 1.00. Det omvendte finder antagelig sted ved stærkt basiske slagger, idet her, naar Al_2O_3-gehalten er stor, krystalliserer ud gehlenit (som holder meget Al_2O_3).

3) Det indbyrdes forhold mellem de *forskjellige RO-baser*, nemlig MgO, MnO og FeO, og mellem *CaO og alkalier* udöver sandsynligvis ogsaa en vis indflydelse paa den lov, hvorefter mineral-dannelsen finder sted. — I de fleste af de af vore melilith-slagger, som ligger i nærheden af olivin-grænsen, spiller MnO en stærkt fremtrædende rolle; RO betyder följelig i de nys angivne grænse-værdier altid MgO i fælleskab med en hel del MnO; FeO er overalt kun tilstede i meget ringe mængde. Jeg skulde være tilböjelig til at tro, at olivin, naar de övrige betingelser er lige, kan konstitueres ved relativt större CaO-gehalt, naar RO næsten udelukkende bestaar af MgO, end naar der indgaar store mængder af MnO. — I CaO-gehalten er tidligere medregnet eventuelt forhaanden-værende alkali; der er dog overalt kun meget lidet Na_2O og K_2O tilstede, saa grænse-værdierne gjælder for omtrent ren CaO.

Tidligere er paavist, at naturlig melilith kan holde saa meget MgO som i alle fald efter forholdet 1 MgO : 2.49 CaO; Bourgeois har fremstillet melilith med 1 MnO : 6 CaO (med lidt Na_2O). Hvor maximums-grænsen for den MgO-, MnO- og FeO-gehalt, som kan indgaa i melilith, i virkeligheden indtræder, kan paa det nuværende stadium ikke med sikkerhed angives; sandsynligvis kan de tetragonale mineraler aldrig holde særdeles meget af de nævnte baser, thi da maatte man vente, at de skulde kunne dannes ved relativt mindre CaO-gehalt, end erfaring viser. — De udkrystalliserede melilith-mineraler i vore slagger indeholder rimeligvis altid en del, dog ikke særdeles meget, mere CaO i forhold til RO (MgO, MnO og FeO), end tilfældet er med selve smeltemasserne i sin helhed; der maa

[1]) De CaO-rigeste af vore olivin slagger med surstofforhold over 1 : 1.30 förer 1 RO : 1.03, 0.94, 0.81, 0.78 og 0.67 CaO. — Paa den anden side har vi ved samme surhedsgrad en hel del temmelig CaO-fattige og RO-rige tetragonal-slagger (se oversigtstabellen).

sandsynligvis i regelen finde sted en koncentration af RO-baserne i »moderluden», hvorved dannelsen af olivin muliggjöres eller lettes.

Om den stilling, som CaO indtager i olivin-mineralerne i forhold til MgO, MnO og FeO, henvises til den tidligere fremstilling (se pag. 64—73). — For öjeblikket kjender vi meget lidet eller næsten slet intet til proportionen mellem MgO, MnO og FeO i den oprindelig existerende smeltemasse og i den olivin-forbindelse, som krystalliserer ud; jeg er tilböjelig til at antage, at MgO-gehalten koncentreres i olivinen i forhold til MnO-gehalten [1]).

Inden olivin-gruppen existerer der aldeles gradvise overgange, saavel i chemisk som fysisk henseende, mellem de fire led, nemlig egentlig olivin, fayalit, tefroit og monticellit (med resp. MgO, FeO, MnO og (CaO, MgO) som karakteriserende base); der kan altsaa her ikke være tale om at trække op grænser mellem de sammensætninger, hvoraf de forskjellige slags underafdelinger krystalliserer ud. — Med de tetragonale mineraler derimod forholder det sig paa en anden maade, idet i alle fald enkelte af disse synes ikke ganske successivt at gaa over i hinanden; der er, i alle fald mellem flere af mineralerne, skarpe differencer (f. ex. i spaltbarhed), som synes at være konstante. De egentlige skapolither danner vistnok, efter TSCHERMAKS udvikling, en fuldstændig serie, temmelig nöjagtig paa samme maade som tilfældet er med plagioklaserne, men mellem de egentlige skapolither paa den ene side og me lilith, gehlenit med vort nye led paa den anden eller mellem de tre sidste indbyrdes kjendes, i alle fald hidtil, ingen overgang, men kun skarpe grænser.

---

[1]) De af A. STELZNER publicerede analyser af gjennemsnits-sammensætningen af melilith-basalt fra Hochbohl samt af den i samme bergart optrædende olivin udviser, at den største del af den i smeltemassen oprindelig værende FeO-gehalt er gaaet ind i olivinen, medens »moderluden», efter olivinens dannelse, fremdeles holder en hel del MgO (som fornemmelig konsumeres til konstitution af augit og glimmer: melilithen selv förer kun 5.16 % Fe_2O_3, 1.39 % FeO og 8.60 % MgO). — I de store olivinknoller i basalt synes der derimod ikke at have fundet sted nogen koncentration af FeO-gehalten; heraf fremgaar antagelig, at de fysiske omstændigheder, hvorunder krystallisationen finder sted, har mærkbar indflydelse paa affinitets-forholdet mellem MgO og FeO. (Cfr. forholdet mellem MgO og CaO i spinel, se pag. 157—159). — Mere indgaaende klarhed over det her skitserede problem kan ikke erholdes uden ved et systematisk arbejde, udfört paa lignende maade som MERIANS studier over bergartdannende pyroxener.

De smeltemasser, hvori vort nye, relativt CaO- og SiO_2-rige, tetragonale mineral har krystalliseret ud, karakteriseres ved:

Surstofforhold	1 : 1.48	1.46	1.42	1.32
% Al_2O_3.....	4.57	6.92	6.50	8.34.

Flere af analyserne medtages ikke, da bestemmelsen af den optrædende varietet i de övrige fald ikke anses for aldeles sikker.

Den SiO_2-rigeste slag, hvori jeg selv med fuld sikkerhed har havt anledning til at paavise typisk, egentlig melilith, har surstofforhold 1 : 1.14 (og 10.70 % Al_2O_3). — Af vore iagttagelser maa det være berettiget at slutte, at det nye, tetragonale mineral (antagelig bestandig) krystalliserer ud i smeltemasser af surhedsgrad mellem ca. 1 : 1.30 og ca. 1 : 1.50 (naar Al_2O_3-gehalten er ringe, i höjden ca. 8 %); i de noget mere basiske og nogenlunde Al_2O_3-förende konstitueres den normale melilith. — Hvilken underafdeling der dannes i samtidig saavel relativt SiO_2-rige som Al_2O_3-rige smeltemasser, kan endnu ikke afgjöres.

Gehlenit hörer kun hjemme i de baade stærkt basiske og stærkt Al_2O_3-rige smeltemasser; er surstofforholdet over ca. 1 : 0.80 og Al_2O_3-gehalten samtidig under ca. 15—20 %, krystalliserer egentlig melilith ud.

Allerede flygtigt blik paa de foreliggende analyser viser, at pyroxen-mineralerne med det hexagonale kalksilikat kun danner sig i de relativt kiselsyre-rige smeltemasser, medens derimod olivin og de forskjellige slags melilith-mineraler kun optræder i de relativt basiske. Ogsaa her kan — naar vi, som tidligere, kun holder os til de forbindelser, som har krystalliseret ud först (eller alene) — trækkes op temmelig skarpe grænser mellem de sammensætninger, hvori de forskjellige slags forbindelser konstitueres[1]).

Af analyserne kan aflæses, at det er det rent mathematiske forhold mellem summen af baserne (reduceret til chemisk valens) paa den ene side mod kiselsyren paa den anden, som

[1]) Naar vi ikke tager hensyn til den kun yderst sjelden optrædende glimmer.

spiller den principielle rolle i den her omhandlede henseende; vi maa derfor beholde det i mineralogien og petrografien vistnok efter de flestes anskuelser forældede, men i metallurgien fuldt berettigede begreb »surstofforhold»[1]).

De i dette arbejde opförte analyser af augit-slagger viser följende surstofforhold:

1 : 2.49, 2.42, 2.38, 2.27, 2.21, 2.20, 2.18, 2.17, 2.12, 2.12, 2.12, 2.10, 1.98, 1.97, 1.94, 1.94, 1.93, 1.89, 1.88, 1.85, 1.80, 1.78, 1.78, 1.77, 1.76, 1.73, 1.72, 1.71, 1.71, 1.69, 1.65, 1.57, 1.56 og 1.54.

De to wollastonit-slagger, de to rhodonit-slagger samt enstatit-slaggen fra Svartnæs förer:

1 : 2.28, 2.10 — 1.94, 1.65 — 1 92,

Hertil kommer de fire pyroxen-slagger fra Fahlun, med:

1 : 1.78, 1.77, 1.68 og 1.51[2]).

Hexagonal-slaggerne förer:

1 : 2.67(?), 2.19 & 1.97, 1.96, 1.92, 1.73, 1.68, 1.64, 1.58, 1.53. 1.53, 1.441 og 1.426.

Paa den anden side holder vore olivin-slagger[3]):

1 : 1.55, 1.50, 1.47, 1.43, 1.36, 1.36, 1.34, 1.33, 1.32, 1.31, 1.25, 1.23, 1.21, 1.20, 1.14, 1.11, 1.08, 0.93, 0.76, 0.72 og derunder (se under færkslag).

De af vore slagger, hvori med sikkerhed er paavist et tetragonalt mineral, har surstofforhold:

1 : 1.48, 1.48, 1.47, 1.46, 1.435, 1.42, 1.38, 1.37, 1.36, 1.32, 1.28, 1.27, 1.23, 1.22, 1.21, 1.20, 1.18, 1.18, 1.16, 1.14, 1.12, 1.12, 1.11, 1.10, 1.08, 1.08, 1.05, 1.05, 1.04, 1.03, 1.03, 1.01, 0.99, 0.98, 0.95, 0.94, 0.91, 0.89, 0.79, 0.72, 0.71, 0.71 og 0.62.

Af denne oversigt, som indeholder resultaterne af ikke mindre end 119 kvantitative analyser, fremgaar, at den chemiske grænse mellem pyroxen-slaggerne paa den ene side og olivin- & melilith-slaggerne paa den anden ligger ved surstofforhold ca. 1 : 1.50—1.55, og at grænsen mellem hexagonal- og melilith-slaggerne ligger ved ca. 1 : 1.40—1 : 1.45. — Herom er dog at bemærke, at vi aldeles savner relativt basiske og MgO-

[1]) Om beregningen af dette se i afsnittet om lerjordens optræden i slagger.

[2]) Naar lidt $RO.R_2O_3$ fraregnes. saaledes som det her egentlig burde gjöres, blir surstofforholdet for disse slaggers vedkommende lidt större end angivet.

[3]) Stivslag fra Kongsberg (efter de forskjellige analyser med surstofforhold 1 : 1.69, 1.65, 1.55, 1.47 og 1.39, se Norsk teknisk tidsskrift, 1883) medtages ikke, da bestemmelsen af sillikat-mineralet ikke er ganske sikker.

rige pyroxen-slagger, saa grænsen mellem de stærkt MgO-rige olivin-slagger paa den ene side og enstatit- med MgO-rige-augit-slagger paa den anden ikke kan angives med nöjagtighed.

For at faa adgang til at levere mere detaillerede oplysninger skal vi gjennemgaa en enkelte mineral-grupper hver for sig.

De SiO_2-rigeste af vore tetragonal-slagger karakteriseres ved surstofforhold 1 : 1.48, 1.48, 1.47, 1.46, 1.435 og 1.42; hertil kan föjes, at jeg netop har havt anledning til at foretage mikroskopisk undersögelse af nogle (3) smelteprodukter, af surstofforhold nöjagtig 1 : 1.50, (med resp. 2.0, ca. 2.2 og ca. 2.4 dele CaO : 1 RO, uden Al_2O_3), fremstillede af professor R. ÅKERMAN[1]); ogsaa i disse er fundet et tetragonalt mineral (som i enhver henseende er identisk med vort nye led, se tillægget, pag. 291—292). Vi faar altsaa tetragonale slagger indtil ved surstofforhold, som följende oversigt viser:

Surstofforhold	1.50	1.50	1.50	1.48	1.48	1.47	1.46 o. s. v.
% Al_2O_3	0.0	0.0	0.0	4.57	6.58	4.96	6.92.

Paa den anden side karakteriseres de mest basiske af de af vore augit-slagger, som har samme forhold mellem CaO og MgO som tetragonal-slaggerne, ved:

Surstofforhold.....	1.53[2])	1.54	1.56	1.57
% Al_2O_3	ca. 5	5.48	5.80	5.01.

Som resultat erholdes, at grænsen mellem de smeltemasser, hvoraf augit paa den ene side og tetragonal-mineralerne paa den anden krystalliserer ud (först eller alene), ligger ved surstofforhold mellem ca. 1 : 1.50 og ca. 1 : 1.53; disse værdier gjælder for en hvilkensomhelst Al_2O_3-gehalt mellem 0 og ca. 8 %[3]), og (ifölge oversigtstabellen) for hvilketsomhelst muligt forhold mellem CaO og RO (naar RO betyder MgO med kun temmelig lidet MnO og FeO).

De SiO_2-rigeste af vore olivin-slagger holder:

Surstofforhold.....	1.55	1.50	1.47	1.45	1.43
% Al_2O_3.....	5.74	7.75	3.40	2.40	4.36.

[1]) ÅKERMANS experiment no. 39, 163 og 160. — Det tetragonale mineral (som *ikke* kan holde Al_2O_3, da smeltemassen var ganske lerjordsfri) optræder i alle tre fald i rigelig mængde, udgjörende mindst ca. 75 % af den hele masse; hist og her sees lidt tvivlsom augit, som no. 2 udkrystalliseret, mellem det tetragonale minerals stænger.

[2]) Augit-slag fra Bångbro, 1884 (analyseret af DR. A. TAMM, ikke publiceret her).

[3]) Rimeligvis ogsaa for större gehalter.

Om disse er at bemærke, at den förstnævnte udmærker sig ved særdeles stor MgO-gehalt (7.27 RO : 2.73 CaO); de övrige derimod tilhörer i det hele og store vore mest CaO-rige olivinslagger (med ca. 5.5 RO : 4.5 CaO).

Til disposition af nogenlunde basiske augit-slagger, der förer saa meget MgO (sammen med MnO[1]) og FeO) i forhold til CaO, at olivin vilde være bleven konstitueret i end mere basiske smeltemasser, staar följende:

No. 13—15, med surstofforhold 1 : 1.73, 1.76 og 1.77, med 3.83—6.45 % Al_2O_3 og med 0.52—0.57 RO : 0.48—0.43 CaO.

No. 162 og 166, med 1 : 1.71 og 1.71, 3.44—8.54 % Al_2O_3 og 0.53—0.61 RO : 0.47—0.39 CaO.

No. 163, med 1 : 1.65, 4.11 % Al_2O_3, 0.56 RO—0.44 CaO.

No. 180, med 1 : 1.57, 5.01 % Al_2O_3, 0.51 RO : 0.49 CaO (naar der ikke tages hensyn til alk.).

Hertil kommer enstatit-slag fra Svartnæs, med surstofforhold 1 : 1.92, med 5.30 % Al_2O_3, 0.74 RO : 0.26 CaO.

Af denne oversigt maa det være berettiget at slutte, at olivin altid krystalliserer ud, ved normal afkjöling og i tilstrækkelig MgO-rige smeltemasser, naar surstofforholdet er i max. 1 : 1.50; grænsen flyttes til i alle fald 1 : 1.55, naar der er særdeles meget MgO tilstede. — Paa den anden side danner pyroxen sig altid ved surstofforh. i min. ca. 1 : 1.65, naar der er tilstede ca. 0.50—0.60 RO : 0.50—0.40 RO; det er mulig, at grænsen flyttes lidt opad i endnu mere MgO-rige smeltemasser.

Af de to analyser no. 65 og 67 fremgaar — hvis de chemiske bestemmelser kan tillægges fuld tiltro —, at det hexagonale kalksilikat kan konstitueres i lidt mere basiske smeltemasser, nemlig ned til surstofforhold 1 : 1.441 og 1.426, end tilfældet er med pyroxen-mineralerne. Vi vil gjöre opmærksom paa, at den sureste af vore tetragonal-slagger, der har samme forhold mellem RO og CaO som hexagonal-slaggerne, viser surstofforhold 1 : 1.424; de mere SiO_2-rige tetragonalslagger förer samtlige saa meget RO, at det hexagonale kalksilikat ikke kunde blive konstitueret (cfr. oversigtstabellen).

[1]) Paa oversigtstabellen er (af hensyn til forholdet mellem augit og enstatit) i de hidhörende slagger MnO regnet i forbindelse med CaO, ikke med MgO.

Af slagger, hvori der *samtidig* (nöjagtig eller tilnærmelsesvis) har krystalliseret ud forskjellige slags mineraler, staar kun yderst faa til disposition; de ligger alle i chemisk henseende netop paa grænsen mellem de sammensætninger, hvor de resp. enkelte mineraler er eneherskende (cfr. oversigtstabellen). — Af hidhörende slagger kjendes hidtil kun följende:

No. 20, med 20.11 % MnO mod 16.79 % CaO, 7.27 % MgO, o.s.v., hvori der har dannet sig augit og rhodonit (se pag. 34—36).

No. 60, med 0.45 RO : 0.55 CaO, med kun 3.5 % Al_2O_3, förende olivin og melilith (se pag. 120—121).

Slag fra Sandviken, 1884, chemisk sammensætning ikke bestemt, med augit og det nye, tetragonale mineral (se pag. 131—133).

Da afkjölingen af slaggerne altid, under normale forholde, foregaar meget hurtig, har der i regelen ikke været tid til dannelse af forskjellige slags silikat-mineraler *efter* hinanden; produkter, analoge med de eruptive bergarter, erholdes altsaa ikke[1]). I regelen viser slaggerne sig kun at indeholde et enkelt silikat-mineral; hist og her har der dannet sig et mineral no. 2, men hertil er ogsaa krystallisations-serien bleven indskrænket.

Som typus paa de sidstnævnte slags produkter vil vi vælge slag no. 19 (med surstofforhold 1 : 1.65, 36.83 % MnO). — Her har, som det efter de chemiske forholde maatte ventes, först krystalliseret ud rhodonit; i mikroskopisk præparat afgjöres, at dette mineral udgjör ca. $\frac{2}{3}$ af den hele masse. Eftersom bisilikatet udsondres, blir det resterende mere og mere basisk; tilslut faar vi en »moderlud» med surstofforhold ca. 1 : 1.15 og med meget store mængder af FeO, desuden noget MnO, lidt Al_2O_3 og spor af CaO og MgO. Under disse betingelser kan ikke længere rhodonit konstitueres; derimod maa vi, i henhold til de tidligere iagttagelser, ubetinget vente, at fayalit nu skal begynde at danne sig. I virkeligheden finder vi, at der, paavoxet rhodonit-tavlerne, sidder et mineral no. 2, som efter udslukningsforholde, interferensfarver, habitus og begrænsende krystalflader[2]) maa holdes for fayalit (altsaa et olivinmineral)[3]).

[1]) F. Fouqué & M. Lévy har som bekjendt fremstillet artificielle »bergarter», svarende til basalt m. m.

[2]) Som i alle fald hist og her kan iagttages.

[3]) I foreliggende fald maa altsaa det *mere basiske* mineral (singulosilikatet olivin) være dannet *efter* det relativt kiselsyre-rige (bisilikatet rhodonit).

De slagger, hvori der har krystalliseret to mineraler, det ene efter det andet, ligger ogsaa i chemisk henseende nær ved de tidligere omhandlede grænser mellem de forskjellige mineral-grupper; grunden hertil er let at fatte.

Om den chemiske sammensætning og de fysiske forholde, hvorpaa dannelsen af glimmer beror, kan kun leveres meget faa oplysninger (se pag. 42—45). Derimod har vi nogenlunde detailleret kunnet udrede de betingelser, som er nödvendige for dannelsen af spinel med magnetit, dels ogsaa övrige RO. R_2O_3-forbindelser (se pag. 153—165).

For rent grafisk at anskueliggjöre det raaderum i chemisk henseende, inden hvilket de enkelte slag-mineraler (med MgO, FeO eller CaO som karakteriserende base) konstitueres, er paa fig. 36 (»oversigtstabellen») afsat de i dette arbejde meddelte analyser af slagger, förende augit, wollastonit, enstatit, (rhodonit), olivin med fayalit o. s. v., hexagonalt kalksilikat, de tre tetragonale mineraler og spinel; til glimmer-slaggerne har vi ikke kunnet tage noget hensyn. — Paa ordinat-axen er afsat surstofforholdet[1]), paa abscisse-axen proportionen mellem CaO og MgO (reduceret til chemisk valens). Det sidste er udfört paa den maade, at der er indtegnet, med lige store intervaller, forholdene

1.0 CaO : 0.0 MgO (længst tilvenstre) 0.9 CaO : 0.1 MgO 0.8 CaO : 0.2 MgO .....

Da FeO bidrager, paa nöjagtig samme maade som MgO. til at danne saavel olivin som rhombisk pyroxen, medens den modarbejder dannelsen af melilith-mineralerne, wollastonit, augit o. s. v., er FeO overalt uden videre adderet sammen med MgO[2])

---

[1]) Af hensyn til pladsen er tabellen afskaaret ved surstofforhold 1 : 2.70: emaljslagger fortsætter i alle fald indtil ca. 1 : 3.50. — Al_2O_3 er overalt i sin helhed medregnet som base, ogsaa der, hvor der er paavist spinel; herved opnaar vi grafisk at kunne anskueliggjöre de chemiske betingelser, hvoraf spinel-dannelsen afhænger.

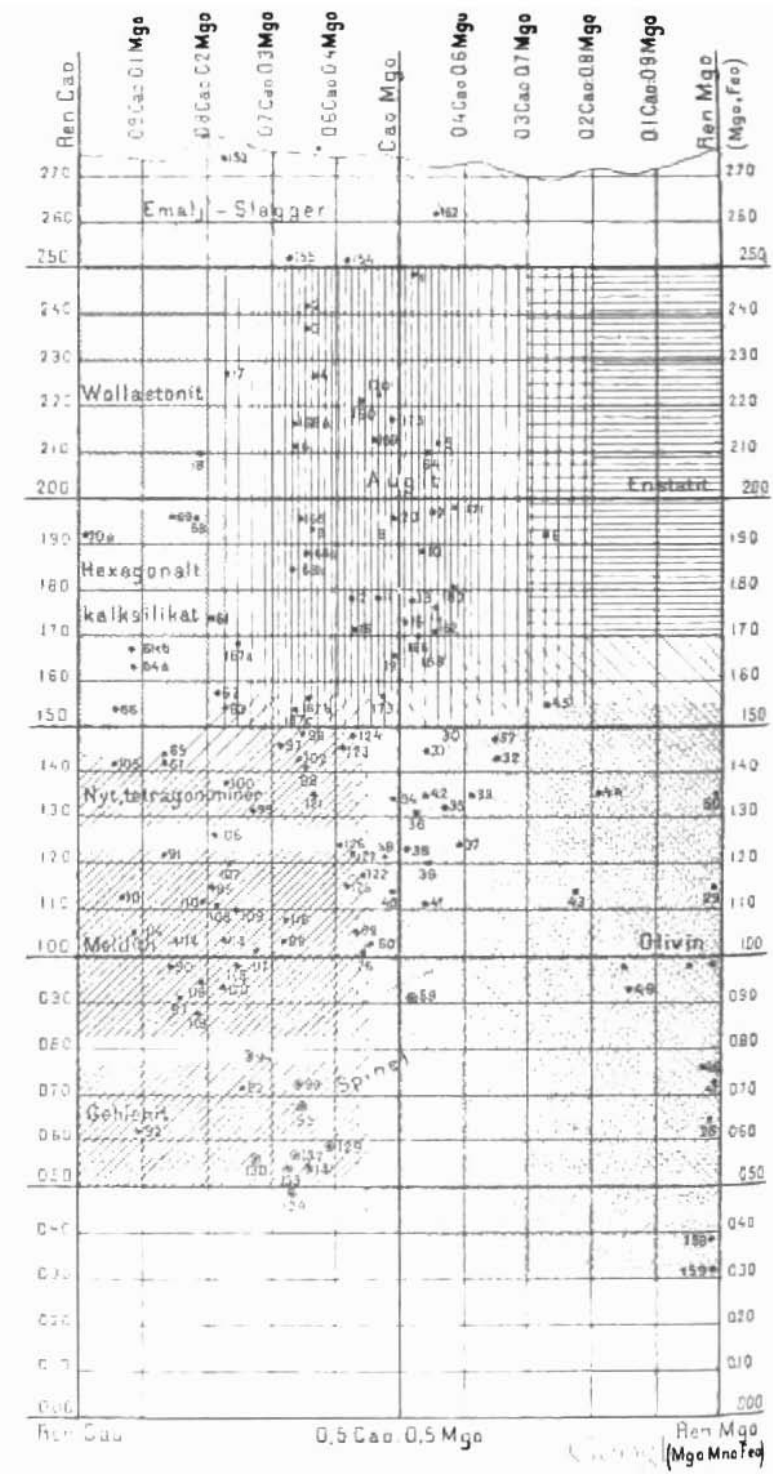
[2]) FeO spiller kun en fremtrædende rolle i fayalit-slaggerne (no. 158, 159, 28, 46—50), som samtlige ligger i nærheden af »ren MgO». — Til de FeO-rige pyroxen-slagger no. 176, a—d, er ikke taget hensyn, da vi ikke med absolut sikkerhed kjender deres krystalsystem.

(efter reduktion til chemisk valens). MnO er, af tilsvarende grunde, i slagger med surstofforhold under 1 : 1.50 slaaet sammen med MgO og FeO; ved slagger, förende augit, enstatit, wollastonit og det hexagonale kalksilikat, derimod er MnO, som altid kun er tilstede i meget ringe mængde, i de analyser, som indeholder mere MgO & FeO end CaO, adderet sammen med CaO, medens den i de, som indeholder mere CaO end MgO & FeO, er slaaet sammen med de sidste. Grunden hertil er, at i förstnævnte fald modarbejder MnO dannelsen af enstatit, i sidstnævnte derimod af wollastonit, medens den begge steder fremmer dannelsen af augit. — Det raaderum, hvor rhodonit konstitueres, kan ikke gjengives grafisk paa vor oversigtstabel. Det eneste hensyn, som derfor er taget til analyse no. 19 og 20, bestaar i, at surstofforholdet er projiceret ind paa linjen 0.5 CaO : 0.5 MgO. — Mulig forhaanden-værende alkali er i singulosilikat-slaggerne altid adderet sammen med CaO, idet Na_2O (og K_2O) formodes, om end neppe i fuldt saa stærk grad som CaO, at bidrage til dannelsen af melilith-mineralerne; vore bisilikat-slagger indeholder aldrig nogen nævneværdig alkali-gehalt.

Exempel paa beregningsmaaden: — Analyse no. 87 holder 18.30 surstof i SiO_2, 5.64 i Al_2O_3 og 14.52 i RO-baserne tilsammen, surstofforhold altsaa 1 : 0.91; reduceret til chemisk valens erholdes proportionen (12.05 CaO + 0.34 K_2O & Na_2O) : (1.13 MgO + 0.94 FeO + 0.06 FeO) eller 0.85 CaO (med alk.) : 0.15 RO. Analysen indtegnes følgelig lidt over surhedsgrad 1 : 0.90 (i ordinat-retningen) og midt mellem 0.8 CaO : 0.2 MgO og 0.9 CaO : 0.1 MgO (i abscisse-retningen).

Nummerne paa tabellen henviser til analyserne. — De slagger, hvori er paavist spinel, er anmærkede ved punkt med ring om.

De partier, inden hvilke det, i henhold til analyserne, kan sluttes, at et enkelt af de forskjellige mineraler altid konstitueres, er betegnede ved schraffering (mörk eller dobbelt), en for hvert slags mineral. De mellemrum, hvor grænsen ikke er sikkert bestemt, er betegnede ved enkelt (eller tynd) schraffering, se tabellen; hvor der samtidig formentlig kan konstitueres flere mineraler, krydser schrafferings-linjerne fra de enkelte felter over hverandre. — Alle de tetragonale mineraler angives ved en fælles schraffering; for at fremhæve den approximativt rigtige inddeling i grupper efter surheds-



Ren Cao
Cao Mgo
Ren Mgo
(Mgo, Feo)
Emalj - Slagger
Wollastonit
Augit
Enstatit
Hexagonalt
kalksilikat
Nyt, tetragonominer
Meldich
Olivin
Spinel
Gehlenit
0,5 Cao 0,5 Mgo
Ren Mgo
(Mgo Mno Feo)

Til tabellen: No. 30 er afsat med surhedsgrad 1 : 1.48 istedenfor med 1 : 1.50. — Tallene 47 og 48 skulde paa tabellen ombyttes med resp. 46 og 47. — No. 60 er afsat med surhedsgrad 1 : 1.03 istedenfor med 1 : 1.08. — I det hexagonale kalksilikats omraade er no. 70 b og 71, med forsæt, ikke indtegnede. — No. 101, 103 og 104 er med forsæt ikke indtegnede, da bestemmelserne ikke ansees ganske sikre. — No. 172 a—c, 176 a—d og 177 er med forsæt ikke afsatte.

Nyt, tetragon. miner. er forkortning for Nyt, tetragonalt mineral.

---

graden er der gjort aabne mellemrum ved surstofforhold ca. 1 : 0.80 og ca. 1 : 1.25. — Mellem det hexagonale kalksilikat og wollastonit er der draget grænse ved surstofforhold 1 : 2.00; dette er noget vilkaarligt. De övrige grænser derimod er nogenlunde sikre, da de er baserede paa en mængde iagttagelser. — Til disposition staar, som tidligere omtalt, flere (tilsammen 3—4) enstatit-slagger, men kun af en enkelt [1]) foreligger analyse; bestemmelsen af det raaderum, hvor enstatit konstitueres, er följelig mere begrundet, end det synes at fremgaa af tabellen.

Lidt under surstofforhold 1 : 1.00 er afsat en linje (punkteret), som grafisk skal angive, at under samme dannes spinel (naar smeltemasserne holder tilstækkelig meget Al_2O_3). Linjen er tegnet paa skraa (se tabellen), idet spinel konstitueres i nogenlunde MgO-rige smeltemasser ved relativt större SiO_2-gehalt end i MgO-fattige.

Praktisk anvendelse i metallurgien.

Et detailleret studium af slaggernes sammensætning kan afgive flere interessante og nyttige oplysninger for den praktiske metallurgi; for det förste kan herved, som i det foregaaende ved mange anledninger er paavist, erholdes et mere indtrængende kjendskab til affinitets-forholdene hos de ordinære smeltemasser og til den maade, hvorpaa de enkelte bestanddele er forbundne med hinanden [2]); dernæst kan man lære af slaggernes struktur og de optrædende mineraler at gjöre tilbagegaaende slutninger angaaende smeltemassens chemiske sammensætning i sin helhed, saa de kvantitative analyser delvis

[1]) Paa tabellen angivet ved »E».

[2]) Dette kan specielt være af nytte, naar slagger skal omsmeltes. Exempelvis anföres, at færsk slagger og andre FeO- & R_2O_3-förende slagger maa være mere letreducerbare, end man i alm. forestiller sig. — Undersögelse over kobbergehalten i slagger udsættes til senere.

kan erstattes. Vi har nemlig seet, at mineral-dannelsen principielt afhænger af chemiske love, som kun inden meget snevre grænser modificeres ved de variationer i de fysiske forholde, som er mulige ved de hidhörende metallurgiske processer i sin almindelighed. Ved hjælp af strukturen og de optrædende mineraler kan man vistnok ikke faa angivet slaggernes sammensætning med detaillerede procenttal; man kan kun erholde approximative oplysninger, hvilke dog for det praktiske behov ofte kan være tilstrækkelige.

Som bekjendt spiller slaggernes chemiske sammensætning en ren dominerende rolle ved mange metallurgiske processer (f. ex. ved masovnsdriften); det er derfor i praxis jævnlig af direkte ökonomisk interesse at faa nöjagtig besked paa sammensætningen (f. ex. ved fuldstændig kvantitativ analyse). For til en vis grad at kunne hjælpe sig ved det daglige behov har man en hel del ydre kjendemærker paa slaggerne (f. ex. om smeltemassen flyder tyndt eller seigt, om slaggen stivner hurtigt eller langsomt, om overfladeglasset er tykt eller tyndt eller om det aldeles mangler); disse mærker er dog temmelig svævende og lidet nöjagtige, og endvidere giver de i regelen kun oplysning om slaggens surhedsgrad og ikke tillige om forholdet mellem de enkelte baser [1]). — Det er ikke min mening, at bestemmelser ved de i slaggerne dannede mineraler, — naar det indbyrdes forhold mellem disse i chemisk henseende blir tilstrækkelig udredet —, skal kunne gjöre de kvantitative analyser ganske overflödige, tvertom, paa den nys angivne maade kan kun erholdes visse approximative grænseværdier for kiselsyren og de forskjellige baser; alene ved de processer, hvor slaggen netop ligger ved en grænsestilling, kan man faa nogenlunde fornöden detailleret besked. — Skal methoden kunne anvendes i praxis, maa den förste betingelse være, at de forskjellige slagger med tilhörende krystaller har et typisk udseende, letkjendelig endog for dem, som ikke har spor af kjendskab til krystallografi [2]); ved at gjennemgaa de enkelte slag-varieteter skal vi paavise, at alle rimelige fordringer til et typisk udseende tilfredsstilles, i alle fald for masovnsslaggernes vedkommende; forelöbig holder vi os kun til disse.

[1]) Mangan- og titanrige masovnsslagger kjendes delvis paa farven.
[2]) Skal man ty til mikroskopiske præparater, blir undersögelsen altfor besværlig, kræver desuden for store forkundskaber.

Frit udviklede krystaller er, naar vi ikke tager hensyn til stærkt lerjordsrige smelteprodukter, overmaade vanlige i slagger [1]). — Jeg har selv mange gange havt anledning til at overbevise mig om, at ved masovne, hvor der produceres augit-, olivin- eller melilith-slagger, kan man paa slag-varpene i et öjeblik finde en utallig mængde krystaller, ja, mange steder sidder der tydelige, karakteristiske krystaller i hver eneste slagsten [2]). Hvorledes det i den her omhandlede henseende forholder sig med enstatit, wollastonit og det hexagonale kalksilikat, kan jeg ikke give sikker oplysning om; det sidstnævnte mineral maa, saavidt det kan dömmes efter literaturen og samlinger ved forskjellige bergakademier, rimeligvis med stor lethed kunne danne store krystaller, noget, som antagelig ikke er tilfælde med enstatit og wollastonit. — Den praktiske undersögelse simplificeres i höj grad derved, at hvert enkelt af de forskjellige arter slag-mineraler altid er udviklet efter en eneste type eller efter flere, hinanden meget nærstaaende. For at godtgjöre dette skal vi minde om: Saavel i metallurgiske samlinger som ved bessemer-værk har jeg havt anledning til at se store mængder af rhodonit-krystaller, hvilke samtlige, uden undtagelse, har været udviklede nöjagtig paa samme maade [3]) (nemlig som fig. 14). De forskjellige, i slagger optrædende olivin-mineraler, er altid begrænsede af $\infty \breve{P} \infty$, $2\breve{P}\infty$, ∞P, sjelden desuden af andre flader; krystallerne er næsten uden undtagelse tavleformige efter $\infty \breve{P} \infty$. Den egentlige melilith er altid begrænset af $OP . \infty P \infty$, hyppig desuden af ∞P, yderst sjelden desuden af andre flader; krystallerne er oftest kortsöjleformige; det nye, tetragonale silikat synes altid at være rent tavleformig, med $OP . \infty P \infty$, hyppig desuden med ∞P. Det hexagonale kalksilikat er altid begrænset af $OP . \infty P$, sjelden desuden af andre flader; det er oftest kort-söjleformig. Augit i slagger er altid lang-söjleformig efter c-axen; mineralet optræder i flere, hinanden meget nærstaaende typer (se fig. 1—4).

Allerede af strukturen og udseendet kan man, naar frie krystaller fattes, jævnlig bestemme, hvad slags mineral der

[1]) De dannes med særlig lethed, naar man med forsæt afkjöler lidt langsommere end vanligt er, f. ex. ved at stille en del slagstene sammen i gruppe.

[2]) Efter min erfaring er rhodonit og fayalit de slag-mineraler, som med störst lethed konstitueres i store (1—2 cm. lange) krystaller; disse to optræder aldrig i ordinære masovnsslagger.

[3]) De ser ud som tynde, spidse og skjærende skarpe, knivsblad-lignende dannelser (oftest 1—2 cm. lange), som er meget lette at kjende.

har dannet sig. — Augit-, muligens ogsaa enstatit-slagger er i regelen eller altid temmelig grovkrystallinske, bestaaende af en hel del, hyppig 1—2 cm. lange individer, der i den zone, hvor afkjölingen har foregaaet relativt hurtig, næsten altid er anordnede med længderetningen (c-axen) normalt paa afkjölingsoverfladen. — Wollastonit-slagger bestaar af tynde, lange blade, som langs kanterne er nogenlunde parallelt grupperede, med længderetning lodret paa overfladen. — Slagger, förende MgO-olivin, er altid finkrystallinske, med en mængde smaa individer; der er næsten altid tilstede en hel del fine druserum (fremkaldte ved kontraktion), hvori gjerne sidder smaa olivin-tavler. Overfladeglasset hos olivin-slaggerne er sjelden ganske klart og gjennemsigtigt (som ved augit-slaggerne), begrundet i udsondring af en hel del fine olivin-mikrolither.

For sikkerheds skyld skal vi gjennemgaa et par exempler paa tilfælder, hvor man paa en rationel maade kan benytte de udkrystalliserede mineraler som ledetraad ved driften.

Ved de svenske masovne önsker man, naar der blæses lancashire-rujern, at holde slaggen omtrent ved bisilikat ɔ: man skal altid have pyroxen-krystaller (muligens desuden lejlighedsvis hexagonale krystaller) i slaggen; denne maa paa den ene side ikke antage emaljstruktur (thi da er surstofforholdet 1 : 2.50 eller derover), paa den anden side maa olivin eller melilith-mineraler ikke vise sig (thi da er surstofforholdet sunket ned til ca. 1 : 1.55). Naar bessemer-rujern produceres (ved svenske masovne), vil man i alm. holde sin slag midt mellem bi- og singulo-silikat ɔ: omtrent ved grænsen mellem pyroxen-grupperne med det hexagonale kalksilikat paa den ene side og olivin- og melilith-grupperne paa den anden. Specielt ved dette stadium i basisitets-grad kan man have stor nytte af bestemmelse ved de udkrystalliserede mineraler. Vi har allerede omtalt et tilfælde, hvor vi har gjort temmelig vidtrækkende slutninger af mineralerne: i slag fra Sandviken, 1884 (se pag. 131—132) optræder samtidig i samme stuf krystaller af saavel augit som af det nye, tetragonale silikat; heraf sluttes for det förste, at surstofforholdet temmelig nöje maa ligge ved 1 : 1.50—1 : 1.55, og dernæst, at forholdet mellem CaO og MgO maa ligge inden grænserne ca. 1.25 CaO : 1 MgO og ca. 4 CaO : 1 MgO; Al_2O_3-gehalten kan ikke være over ca. 12 %, thi ellers vilde slaggen blive glasagtig. — Det ligger i sagens natur, at ved samme masovn varierer slaggens sam-

mensætning lidt fra dag til dag, selv om malmene og beskikningsforholdene er konstante; ved de slagger, som ligger ved ca. 1.5-silikat, vil man under en periode erholde augit, under en anden olivin eller melilith, under en tredie det hexagonale kalksilikat og under en fjerde kanske samtidig i samme stuf flere af de nævnte mineraler; paa denne maade faar man adgang til daglig paa en meget letvindt maade at kontrollere gangen.

End mere interesse end paa det nuværende stadium vil de hidhörende undersögelser kunne afgive, naar de blir mere systematisk udförte, saa kjendskaben til de chemiske principer, som er de dominerende ved mineral-dannelsen, udvides, og naar man samtidig faar oversigt over det afhængigheds-forhold, hvori slaggernes smeltbarhed staar til den chemiske sammensætning. Man vil utvivlsomt i tidernes löb faa bestemt, hvilke mineraler man bör holde i sine slagger, naar man vil have en letsmeltelig beskikning, medens man paa den anden side kan faa oplysning om, hvilke mineraler man bör se at undgaa [1]).

Negative resultater.

Hornblende-mineraler dannes aldrig ved normal smeltning. — Hverken ved de direkte synthetiske experimenter eller ved undersögelse over slagger og lignende produkter har man nogensinde med sikkerhed paavist hornblende, dannet ved smeltning [2]). Som bekjendt erholdes augit, naar hornblende omsmeltes. — I analogi hermed finder vi, at augit (med enstatit) i mineralriget fortrinsvis hörer hjemme i de eruptive bergarter, amphibolerne derimod fortrinsvis i de sedimentære.

---

[1]) I denne forbindelse henvises til, at de i dette arbejde erholdte resultater bör sammenholdes med de detaillerede oplysninger om slaggernes smeltbarheds-forholde, som professor R. ÅKERMAN snarlig kommer til at publicere i Jernkontorets Annaler.

[2]) Saavel A. GURLT som K. C. v. LEONHARD (i resp. Uebers. d. pyrogen. künstl. Min., 1857, og Hüttenerz., 1858 — hvorfra angivelserne uden videre er vandrede over i C. W. C. FUCHS Die künstl. dargestellt. Miner., 1872) omtaler hornblende som optrædende nogenlunde hyppig i slagger, men af beskrivelserne fremgaar, at diagnosen neppe nogensinde kan have været rigtig; der tales flere steder f. ex. om hornblende med »augit-vinkel 87° 6'» eller med »augit-lignende pyramide». — A. GURLT opförer under hornblende bl. a. augit-slag fra Olsberg (analyse no. 168, a—c, i dette arbejde), ja, endog de af Dr. SCHNABEL undersögte hexagonale slagger (no. 64, a og b). — F. FOUQUÉ et M. LÉVY optager ikke hornblende i oversigten over de paa kunstig vej dannede mineraler.

I slagger er hidtil aldrig fundet nogen repræsentant af *feldspath-familien*[1]). — Ifölge temmelig omfattende experimenter, udförte af franske mineral-synthetikere, kan de forskjellige feldspath-mineraler konstitueres ved smeltning, CaO-feldspathen meget let, de rene alkali-feldspather, navnlig orthoklas, kun vanskelig (ɔ: under gunstige forholde). Det vil derfor ved förste öjekast rimeligvis synes at være paafaldende, at vi i slagger aldrig finder nogen slags feldspath; ved nöjere undersögelse viser det sig dog, at kun lidet omfattende slutninger kan bygges paa det erholdte negative resultat. — Ordinære slagger indeholder aldrig store mængder af alkali; orthoklas, albit og övrige, nogenlunde alkali- og SiO_2-rige feldspather kunde derfor gjerne i og for sig konstitueres med ligesaa stor lethed som f. ex. olivin eller augit, uden at vi nogensinde vilde antræffe dem i slagger. Den eneste slags feldspath, som fölgelig af de i praxis foreliggende, rent chemiske grunde skulde kunne antages at optræde, maatte være anorthit, muligens desuden labrador eller mellemled mellem denne og anorthit.

For oversigtens skyld hidsætter vi, efter TSCHERMAKS tabel, sammensætningen af nogle stærkt basiske feldspather:

Albit: anorthit.	2 : 3	1 : 4	0 : 1.
SiO_2	52.9	47.9	43.0.
Al_2O_3	30.3	33.6	36.9.
CaO	12.3	16.3	20.1.
Na_2O	4.5	2.2	—

Kun yderst sjelden anvendes i praxis i den grad Al_2O_3-rige slagger, som ovenstaaende analyser udviser; specielt kan bemærkes, at det næsten udelukkende er smeltemasser med basisitet lig eller under singulosilikat, som förer saa meget som 25—30 % Al_2O_3.

[1]) Derimod er feldspath gjentagne gange fundet kunstig dannet i stelvægge og lign.

De udmærket vakre fund af *orthoklas* (omtrent ren kali-orthoklas) i stelvægge i skaktovne (til kobbersmeltning) ved Sangershausen vakte i den förste halvdel af aarhundredet megen opsigt (orthoklasen blev dannet ved en sublimations-proces; ifölge privat meddelelse af hyttemænd i Mansfelder-distriktet, hvortil Sangershausen hörer, blev orthoklasen kun fundet, saalænge flusspath anvendtes som beskikningsmiddel, og saalænge trækul brugtes som brændmaterial, hvoraf fremgaar, at orthoklasens kali rimeligvis skyldtes trækuls-asken, og at Fl rimeligvis spillede rolle som «agent minéralisateur»; se forövrigt den meget righoldige literatur). — Ifölge F. FOUQUÉ et M. LÉVY er anorthit flere gange truffet som tilfældig dannelse i smelteovne og lign. (men ikke i slagger).

De eneste af vore analyser, hvori paa forhaand en feldspath, nemlig anorthit, kunde formodes, maatte være no. 89—90 og no. 92—95 (med surstofforhold resp. 1 : 1.05—0.98 og 1 : 0.79—0.62 og med resp. 29.31—24.12 og 27.81—22.32 % Al_2O_3), men ikke noget sted optræder det nævnte mineral, derimod overalt melilith eller gehlenit. — Det faktum, at et overskud af lerjord i sin almindelighed modarbejder krystallisationen i slagger, leder tanken hen paa, at stærkt lerjordsrige silikater overhovedet ikke konstitueres uden ved langsom afkjöling; dette maatte da være grunden til, at der i foreliggende slagger ikke noget sted har dannet sig anorthit (eller noget andet feldspath-mineral). Under enhver omstændighed maa kunne sluttes, at anorthit ikke konstitueres med fuldt saa stor lethed som melilith o: at anorthit kræver længere tid til sin dannelse, eller at det er mere ömfintligt lige over for tilblanding i matrixen af bestanddele, som ikke egentlig hörer hjemme i mineralets sammensætning. Af hensyn til det sidste moment vil vi specielt henlede opmærksomheden paa, at melilith kan optage i sig en temmelig betydelig MgO-gehalt, noget, som ikke er tilfælde med feldspatherne.

Heller ikke mejonit (med ca. 41.9 % SiO_2, 31.9 % Al_2O_3 og 26.2 % CaO) eller andre led af den *egentlige skapolith-række* optræder i slagger, antagelig af samme grunde som de, vi nys gjennemgik for anorthitens vedkommende [1]).

Ikke noget sted har vi i slagger paavist tilstedeværelse af fri syre (nemlig hverken SiO_2, kvarts & tridymit, eller TiO_2, rutil & anatas), heller ikke af fri sesquioxyder (Al_2O_3, korund, eller Fe_2O_3, jernglans) eller af frit svovl og lign. — I denne forbindelse vil vi minde om, at i færskslaggerne existerer en hel del jernoxydul (nemlig overskuddet over singulosilikatet og magnetiten) fri som saadan.

Oversigt over krystallisations-processerne ved hurtig afkjöling i silikat-smeltemasser.

Medens de i de naturlige eruptiver optrædende mineraler næsten gjennemgaaende udmærker sig ved en regelmæssig, skiktvis opbygning, karakteriseres slag-mineralerne i alm. ved

[1]) De egentlige skapolither er söjleformige, har levende interferensfarver, stærk dobbeltbrydning, hvilke egenskaber ikke karakteriserer det i slag no. 90 optrædende mineral.

»gitter- eller skelet-struktur». — Dette forhold har allerede den bekjendte engelske petrograf H. C. SORBY været opmærksom paa [1]); han fremholder, at han i en svite mikroskopiske præparater af slagger og blæserörs-perler altid har fundet, at de udkrystalliserede forbindelser, hvis natur han forövrigt i alm. ikke har kunnet bestemme, kun optræder i krystal-skelet (»krystalliter, beloniter, trichiter [2]) o. s. v.»), medens han paa den anden side aldrig har kunnet opdage ganske tilsvarende dannelser [3]) i de mange præparater af basalt og analoge bergarter (naar obsidian fraregnes), som han specielt har gjennemgaaet med dette maal for öje. — Grunden til denne difference vil man, siger S., uvilkaarlig först forsöge at forklare ved at antage, at den tid, som medgik til krystallisationen, skal have været det bestemmende; herved tror S. dog ikke at kunne faa nogen fyldestgjörende forklaring, idet han ikke har kunnet finde krystalliter og lign. i eruptive bergarter, langs grænsen mod sidestenen. S. kommer tilslut til den konklusion, at tilstedeværelse af eller mangel paa vand (med kulsyre o. s. v.) sandsynligvis skal have været den faktor, som, i alle fald principielt, betingede difference-punkterne. I overensstemmelse hermed inddeler han de her omhandlede produkter i tre grupper, som han anser for vel karakteriserede, nemlig

a) *artificielle slagger* og lign., som ved udkrystallisationen overhovedet ikke holdt noget vand;

b) *vulkanske bergarter*, som holdt vand i dampform [4]);

c) *granitiske bergarter*, som holdt vand (og kulsyre) i vædskeform.

Mod denne opfatning indvender F. FOUQUE et M. LÉVY [5]), at man ved enkel smeltning, naar der afkjöles tilstrækkelig langsomt, kan erholde produkter, aldeles analoge de yngre eruptiver (f. ex. basalt, augitandesit, leucittefrit m. m.); heraf

[1]) On the Comparative Structure of artificial Slags and Eruptive Rocks. Adress to the Geol. Section of Brit. Association for the Advancement of Science. Geol. magazine, 1880, pag. 468.

[2]) Egentlige trichiter, svarende til dem i obsidian o. s. v., har jeg aldrig truffet i slagger.

[3]) Kun feldspath fra en gang ved Beaumaris viser antydning til skeletdannelse.

[4]) Ogsaa ordinære slagger kan, saalænge de befinder sig i smeltet tilstand, holde oplöst lidt gas (ovnsgas), som undviger ved afkjölingen. Dette sluttes af, at slagger lejlighedsvis, naar krystallisations-processen er naaet frem til et vist stadium, afgiver CO_2 og CO, hvilken sidste brænder med den karakteristiske blaa flamme. — Dette forhold har jeg navnlig studeret ved de Freiberg'ske hytter.

[5]) Synthèse d. min. et d. roches. 1882, pag. 43—45.

drages den slutning, at vand eller vanddampe ikke spiller nogen fremtrædende rolle ved forholdet mellem slag- og basaltstruktur. Betingelsen for, at der skal konstitueres færdige krystaller og ikke krystal-skelet, beror efter F. F. & M. L. (fortrinsvis eller udelukkende) paa krystallisations-processens varighed. De franske mineral-synthetikere har i sin almindelighed ved sine experimenter anvendt langsom afkjöling; heri og i den ringe sympathi [1]), de i regelen har næret for undersögelse af slagger, er at söge grunden til, at den i virkeligheden saa interessante gitter- eller skelet-struktur i slagger hidtil har været saa lidet kjendt.

Ved nöjere studium viser det sig, at der ikke existerer nogen skarp grænse mellem strukturen hos slagger og lignende produkter paa den ene side og hos yngre eruptiver paa den anden. — For det förste indeholder de sidstnævnte, som F. F. & M. L. bemærker, (naar afkjölingen sker hurtig) lejlighedsvis krystallitiske dannelser; dette er f. ex. tilfælde med obsidian og med tachylit og begsten (naar disse optræder i tynde gange). Hertil skal tilföjes: typisk gitter-opbygning, i enhver henseende aldeles analog med den hos slag-mineraler, har jeg havt anledning til at iagttage hos augit i en limburgit fra Sababurg, Hessen; man kan her iagttage opbygning efter c-axen og efter to skraa-retninger, en paa hver side af c og med samme dannende en vinkel paa ca. 20°; disse maa være identiske med $\pm$ 5 P-retningerne hos slag-augit. — Strikket magnetit, omtrent som f. ex. paa fig. 22 og 23, om end ikke fuldt saa vakkert udviklet, viser sig ogsaa hist og her i eruptiver. — Basalternes olivin er lejlighedsvis heller ikke fuldt færdig opbygget; exempelvis nævnes, at olivin i magmabasalt fra Kilauea, Hawaii, fotografisk gjengivet i E. COHENS »Samml. v. Mikrophotografien, 1881», Tafel IV, no. 3, kun er en del længere fremme end de paa fig. 25 aftegnede krystaller; paa samme trin staar ogsaa flere af de i G. TSCHERMAKS »Die mi-

[1]) F. F. & M. L. (l. c., pag. 4—5) gjör opmærksom paa, at det fortrinsvis er fremmede forskere, som har beskjæftiget sig med undersögelser over krystalliserede hytteprodukter, medens det er den franske nation, som har æren af de systematiske mineral-syntheser — et forhold, som söges begrundet i »la nature même du caractère française. Notre génie nationale répugne á l'idée d'accumuler un trop grand nombre de faits scientifiques sans les coordonner . . . . . .» — Den opfatning, som har fremkaldt denne tankegang, beror paa, at slagger og andre hytteprodukter er blevne anseede som delvis »tilfældige dannelser».

kroskopische Beschaffenheit der Meteoriten» og i F. F. & M. L's og L. BOURGEOIS's arbejder gjengivne oliviner.

Paa den anden side förer ordinære slagger hist og her færdige, normale krystaller, analoge de i bergarterne i alm. optrædende. — Vi har allerede gjort opmærksom paa, at MgO-spinel [1]) i slagger hidtil kun er fundet i oktaedere, som ikke viser spor af særskilte vækstretninger. Melilith-mineralerne optræder hyppig i omtrent fuldt færdige krystaller (se f. ex. fig. 31 og fig. 33); de övrige silikat-mineraler i ordinære, paa vanlig vis afkjölede slagger derimod viser sig oftest i skelet, dog ikke altid (se f. ex. den paa fig. 12 indtegnede, porfyrisk udsondrede augit, til hvis dannelse der vistnok har medgaaet et par timer længere tid end vanligt; cfr. ogsaa olivin i slag fra Tobo, pag. 54). — Saavel af sagens natur som af de nys omhandlede kjendsgjerninger fremgaar, at ikke samtlige mineraler, naar de övrige betingelser er lige, behöver nöjagtig lige lang krystallisations-tid for at danne færdige, skiktvis opbyggede krystaller og ikke krystal-skelet.

Foruden krystallisations-tiden har rimeligvis ogsaa andre fysiske faktorer, specielt *trykket*, udövet en vis indflydelse paa det her omhandlede forhold; antagelig er det dog *tiden*, som spiller den vigtigste rolle. Vi finder nemlig, at ved de fleste mineral-syntheser, hvor produktet er bleven smeltet under lidet tryk, paa samme maade som ved vore slagger, har man erholdt nogenlunde færdige krystaller; grunden hidtil maa, i alle fald fortrinsvis, være at söge i, at krystallisations-processen ved de nys nævnte synthetiske experimenter gjerne har medtaget et tidsrum af *nogle dage*, slaggernes afkjöling derimod i alm. kun *nogle faa timer*.

I principet maa den gitter-struktur, som i alm. karakteriserer slag-mineralerne, skyldes de samme aarsager som de ejendommelige vækstforholde ved krystallisationen, som i de senere tider navnlig er blevne udförlig omhandlede af O. LEHMANN, paa basis af undersögelser over salte, fornemmelig organiske, og lign. (se en svite afhandlinger i Zeits. f. Krystallo-

[1]) ZnO-spinel i zinkovnenes muffelvægge derimod er gjerne byggede op efter tre lodret paa hinanden staaende retninger; det samme er ogsaa i alm. tilfælde med magnetit.

graphie und Mineralogie, B. I, IV, V, VI, VIII, IX og andre steder). I »Ueber das Wachsthum der Krystalle» (B. I) gjengiver LEHMANN de resultater, som han har naaet frem til, med følgende ord:

»Durch *Erhöhung der Schnelligkeit der Krystallisation*[1]), der Schwerlöslichkeit der Substans und der Dickflüssigkeit der Lösung wird das regelmässige Wachsthum der Krystalle gestört und zwar treten auf:

1) *Störungen der regelmässigen Form*, in der Weise, dass die *Stellen stärkster Zuschärfung*[1]) mit verstärkter und zwar abnehmend beschleunigter Geschwindigkeit zu Wachsthumsästen auswachsen, an welche sich dann sekundäre und tertiäre Aeste ansetzen. Es ist diese Erscheinung bedingt durch die in der Nähe der Krystalle herrschenden Concentrationsverhältnisse.

2) *Störungen der regelmässigen Struktur*, in der Art, dass die Krystalle entweder gebogen erscheinen, oder gerade gestreckt aber mit inneren Spannungen, oder endlich mehr oder minder pinselartig verzweigt und in extremen Falle als Sphärokrystalle . . . . . .»

LEHMANN begynder med at betone, at en normal, skiktvis vækst ikke finder sted, naar krystallisationen foregaar tilstrækkelig hurtig. Dette gjælder, efter de nys omhandlede undersögelser, ikke alene for organiske salte og lign, men i alm. ogsaa for mineraler, der krystalliserer ud i silikat-smeltemasser *o: det er formentlig en generel lov.*

Grunden til det nævnte forhold söger LEHMANN i ydre, magmaen eller moderluden tilhörende omstændigheder (nemlig koncentrations- og lösligheds-forholdene med deraf følgende strömninger, som skal bevirke, at de udsondrede partikler afsætter sig paa den allerede dannede kjærne-krystals længst *fremspringende dele*, altsaa hjörner og kanter). Allerede tidligere har vi ogsaa berört, at den egentlige *betingelse* for skelet-dannelsen beror paa de fysiske forholde, hvorunder krystallisationen finder sted, derimod ikke paa selve substansens krystallografisk-chemiske egenskaber. Af de sidste afhænger derimod den *maade*, hvorpaa opbygningen i hvert enkelt tilfælde gaar for sig. Paa det sidste moment har L. hidtil, saavidt det kan skjönnes, lagt mindre vægt.

Den opfatning, som L. har præciseret i den nys citerede sats, forudsætter, at der, forinden skelet-dannelsen paabegyndte,

[1]) Udhævelserne gjorte her.

allerede forelaa en normal, skiktvis opbygget krystal; heraf følger, at det endelige individ maa vise forskjellig-arted struktur i de forskjellige dele. — Til noget saadant kan i vore slagpræparater, f. ex. af orienterede augit-krystaller, ikke mærkes nogen antydning; det kunde dog vistnok tænkes, at den eventuelt optrædende primære krystal er saa yderst liden, at den ikke kan öjnes, eller at den oftest falder udenfor snit-fladen. — For at undgaa misforstaaelse skal vi gjöre opmærksom paa: ogsaa inde i den kjærne, som olivin-mikrolitherne jævnlig viser (f.ex. fig. 26), kan i alm. de domatiske opbygnings-retninger iagttages. Det hexagonale kalksilikat besidder, paa lignende maade som f.ex. augit, to slags opbygnings-retninger, nemlig efter OP og efter en pyramide (P, eller et rhomboeder); i individernes centrale del har opbygningen i alm. fortrinsvis gaaet for sig efter OP, langs kanterne derimod fortrinsvis efter P. Denne omstændighed er ikke at opfatte paa den maade, at der i midten skal foreligge en enkelt, skiktvis opbygget krystal; der er vistnok gjerne en enkelt, större OP-tavle, men desuden ogsaa i nærheden af samme en hel del mindre OP-tavler, som veksler med P-stavene, fra hvilke de endog hyppig udgaar. — Grunden til disse ejendommelige forholde er formentlig at söge i, at den tendens, hvormed det hexagonale kalksilikats molekyler ved krystallisationen ordnede sig ind til hinanden, er en funktion af det stadium, hvorpaa individ-dannelsen befinder sig; aarsagen hertil igjen kan ikke nöjere angives.

De i det foregaaende omhandlede undersögelser godtgjör, at hvert enkelt af de undersögte slag-mineraler besidder konstante, krystallografisk-lovmæssige opbygnings-retninger, der er karakteristiske for mineral-substansen som saadan[1]). — Enkelte mineraler, f. ex. olivin og melilith, synes kun at være underkastede en enkelt opbygnings-lov, andre derimod, f. ex. augit og monosulfiderne, kan i alle fald have to, fra hinanden i mere eller mindre grad afvigende[2]).

[1]) Vi vil specielt gjöre opmærksom paa, at det sidste led i vor sats strider mod den af H. VOGELSANG fremholdte opfatning (se »Die Krystalliten», pag. 34), nemlig at »die allgemeinen Bedingungen für eine derartige regelmässige Gruppirung umfassen sehr wahrscheinlich ganze Krystalsysteme, und fordern daher für die constituirenden Einzelglobuliten wohl eine gewisse Isomorphie, aber nicht eine völlige Uebereinstimmung der chemischen Zusammensetzung».

[2]) Augit nemlig 1) efter c og ± 5P-retningerne og 2) efter c og to andre skraa-retninger (se pag. 238); monosulfiderne efter 1) det regulære systems hovedaxer alene og 2) efter hovedaxerne og samtidig desuden mellemliggende mellemaxer.

Aarsagen til slag-mineralernes gitter- eller skelet-struktur maa følgelig rimeligvis være at söge i, at de sig udsondrende mineral-molekyler — naar de *ydre, fysiske betingelser* dertil er forhaanden — paa grund af en selve *krystal-substansen iboende egenskab* ikke ordner sig ind til hinanden efter alle mulige retninger, men kun efter enkelte, *krystallografisk-lovmæssig bestemte*, der er *karakteristiske for hvert enkelt mineral-species som saadant.*

En nöjere udredning af det indbyrdes forhold mellem de ydre, fysiske betingelser paa den ene side og de indre, krystallografiske egenskaber paa den anden kan paa det nuværende stadium ikke leveres.

Petrografiske analogi-slutninger.

Vi har tidligere paavist, at i slagger — ɔ: i smeltemasser (bestaaende af SiO_2, Al_2O_3, CaO, MgO, FeO og lidt af andre forbindelser), som afkjöles nogenlunde hurtigt og ved lavt tryk — afhænger mineral-dannelsen ganske principielt af gjennemsnits-produktets (»moderludens») chemiske sammensætning; mineralerne fremgaar som resultat af chemiske massevirkninger — eller med andre ord, det er affinitets-forholdene, som er det principielt bestemmende[1]). De forskjellige slags fysiske faktorer, som kan fungere ved slag-dannelser i sin almindelighed, virker kun rent sekundært modificerende paa de chemiske love, hvorefter mineralerne konstitueres.

Det maa paa forhaand formodes, at de resultater, vi har naaet frem til, i principet, om vistnok ikke i alle detailler, maa kunne overföres ogsaa at gjælde ved udkrystallisationen af de blandt de naturlige eruptiver (med typus basalt), som ved udbruddet var underkastede nogenlunde samme fysiske betingelser som vore slagger. — Basalt og övrige yngre erup-

[1]) Ex. ZnO har (rimeligvis) större affinitet end MgO til Al_2O_3, og MgO ubetinget större end CaO; FeO har stor affinitet til Fe_2O_3. — Da olivin, med MgO som hovedbase, konstitueres selv ved tilstedeværelse af mere CaO end efter forholdet CaO : MgO, medens melilith-mineralerne först krystalliserer ud, naar der er overvejende meget CaO tilstede —, da den udkrystalliserende olivin i alm. kun optager i sig lidet eller intet CaO, om der end af krystallografiske grunde ikke er noget ivejen for, at CaO indgaar i vilkaarligt forhold i olivin-mineralerne, medens der paa den anden side i melilith-mineralerne gjerne indgaar betydelige mængder af MgO —, og da olivin kan konstitueres ved hurtigere afkjöling end melilith-mineralerne, ledes vi til at antage, at MgO (i alle fald i de basiske smeltemasser) har större affinitet til SiO_2, end tilfældet er med CaO.

tiver er, efter F. Fouqué et M. Lévy (Synthèse d. min. et d. roches, pag. 63) dannede ved »formation purement ignée»; den rolle, som vand, kulsyre o. s. v. spillede ved krystallisationen, var kun af rent underordnet betydning for selve mineral-dannelsen (se herom ogsaa i dette arbejde, pag. 283). Den forskjellighed i fysiske betingelser, hvorunder krystallisationsprocessen fandt sted i vulkanske bergarter paa den ene side og slagger paa den anden, reduceres følgelig til variationer i afkjölings-periodens varighed, den herskende temperatur, tryk og lign. — Forinden vi gaar videre, skal vi undersöge, saavidt som gjörligt er, om nogen af de sidstnævnte fysiske faktorer kan formodes fuldstændig at ville kuldkaste det i det tidligere udviklede chemiske system, som er gjældende for vore slagger.

De sidste har snart været udsatte for særdeles höj temperatur, snart for relativ lav, men alligevel har mineral-dannelsen altid rettet sig efter næsten nöjagtig samme chemiske princip[1]) ɔ: den modificerende indflydelse, som temperaturen udöver paa virkningen af de chemiske affiniteter i den her omhandlede henseende, synes kun at være meget ringe. Hertil kommer, at de yngre eruptiver utvivlsomt i regelen er blevne dannede ved en temperatur, som ligger indenfor de ydergrænser, — der overhovedet gaar fra det lavest mulige minimum, hvorved silikater kan smeltes, til omtrent det i praxis opnaaelige maximum —, som vore slagger lejlighedsvis har været udsatte for. — Af disse omstændigheder følger, at de fysiske faktorer, som direkte lader sig derivere af den herskende temperatur, ikke kan formodes at öve nogen stærkt modificerende indflydelse.

Heller ikke afkjölings-periodens varighed kan, naar man ikke kommer ned under en vis minimums-grænse[2]), spille nogen særdeles stærkt fremtrædende rolle med hensyn til, hvilke forbindelser der skal krystallisere ud[3]); vi finder nemlig, at

---

[1]) F. ex. Vi erholder, naar sammensætningen tillader det, fayalit saavel ved martin- og bessemer-processerne (ɔ: ved overmaade höj temperatur) som ved stensmeltnings-ovne med letsmeltelig beskikning (ɔ: ved relativ lav temperatur).

[2]) Denne er relativ stor, nemlig ca. et par dage, for de Al_2O_3-rige mineralers vedkommende (f. ex. anorthit, Al_2O_3-rig augit). — Det nye, tetragonale, ikke Al_2O_3-förende mineral behöver en afkjölings-periode (fra over smeltetemperatur ned til ca. 20° C.) paa kun ca. 5—7 minutter for at danne krystaller af ca. 1.5 mm. længde (regnet ∓ OP).

[3]) Af tiden afhænger derimod fortrinsvis den maade, hvorpaa individerne optræder.

krystallisationen af basalt-magmaer i principet gaar for sig paa samme maade langs salbaands-grænserne o: hvor afkjölingen sker relativ hurtig, og i kjærnen af gangene eller dækkerne o: hvor der medgaar lang tid. Paa begge steder begynder krystallisationen med udsondring af de samme mineraler; i midten kan omtrent den hele masse individualiseres, ved grænserne derimod indtræder stivning af moderluden, efter at de förste krystallisations-stadier ver tilbagelagte. — Saavel inde i kjærnen af basalt-kupper, altsaa ved relativt stort tryk, som ved synthetiske experimenter, foretagne ved almindeligt lufttryk, erholdes af de samme smeltemasser aldeles analoge endeprodukter.

Som resultat af disse udviklinger fremgaar, at i de yngre eruptiver maa mineral-dannelsen i principet afhænge af de chemiske affinitets-forholde, nogenlunde paa samme maade, som tilfældet er med vore slagger. Endvidere drager vi den analogi-slutning, at krystallisations-processen i eruptiver i sin almindelighed rimeligvis i mere fremtrædende grad, end man plejer at formode, er begrundet i gjennemsnits-massens chemiske sammensætning.

Det er ikke hensigten med dette arbejde at gaa nöjere ind paa de rent petrografiske detailler; vi skal indskrænke os til at gjöre opmærksom paa följende.

Grænsen i surhedsgrad mellem silikat-masserne i augitandesiterne paa den ene side og basalterne paa den anden ligger ved ca. 1 : 1.50—1 : 1.60[1]); basalternes surstofforhold er oftest ca. 1 : 1.30, augitandesiternes gjerne ca. 1 : 1.80—2.00. I denne difference maa være at söge hovedaarsagen til forskjellen mellem de to nævnte bergarter (eller bergartgrupper). — Næst efter surstofforholdet er det proportionen mellem RO (MgO, FeO med MnO) og CaO (med Na_2O, K_2O), som vi spörger efter; basalt-analyserne viser gjennemgaaende mere RO i forhold til CaO end efter proportionen 0.45 RO : 0.55 CaO. I overensstemmelse hermed skal, ifölge vor oversigtstabel, i basaltmagmaen altid olivin være det silikat-mineral, som *först* konstitueres[2]); dette indtræder ogsaa i virkeligheden[3]). Eftersom

[1]) Rigtigheden af denne angivelse kan man overbevise sig om ved at studere de mange analyser, som er leverede i f. ex. Dr. E. Bořicky's arbejde over böhmiske basalter og Justus Roth's bidrag til de plutonske bergarters petrografi.

[2]) Naar vi ikke tager hensyn til hauyn og lign. eller til olivin-knollernes mineraler.

[3]) Cfr. F. F. & M. L. Synthèse d. m. et d. r. pag. 50.

singulosilikatet udsondres, stiger i moderluden eller det resterende gehalten af SiO_2, Al_2O_3 og CaO med alkalier; naar en vis grænse er naaet, kan ikke længere olivin fortsætte at danne sig, men andre mineraler maa begynde. — I almindelighed vil moderluden paa det nuværende stadium være bleven saa SiO_2-rig, at et bisilikat maa konstitueres[1]); paa grund af forholdet mellem MgO og CaO blir det oftest augit, som nu danner sig. Herved igjen synker moderludens surstofforhold samtidig med, at CaO-, alkali- og Al_2O_3-gehalten jævnt voxer; naar paany grænsen for mineral-dannelsen overskrides, stanser krystallisationen af augit, og istedet dannes, i henhold til sammensætningen, melilith, nefelin eller leucit. — Som exempel paa tilfælder, hvor man rent punkt for punkt, i henhold til den oprindelige sammensætning, kan følge krystallisations-serien paa basis af de resultater, som er angivne paa oversigtstabellen (fig. 36), henvises til de to melilith-basalter fra Hochbohl og Deviner berg (beskrevne af A. STELZNER, l. c.). Begge steder dannes först olivin; i den förstnævnte kommer dernæst augit (naar intet hensyn tages til den sparsomt optrædende glimmer); paa det nuværende trin er næsten hele den forhaanden-værende MgO- og FeO-gehalt konsumeret; da det resterende igjen er blevet tilstrækkelig basisk, med overvejende meget CaO og alkali i forhold til MgO og FeO og med mere CaO end alkali, krystalliserer melilith ud; tilslut kommer nefelin. I basalten fra Derviner Berg er moderluden, efterat olivinen er bleven færdig, fremdeles temmelig basisk; CaO-gehalten, som allerede oprindelig var temmelig stor, er bleven aldeles overvejende; følgelig krystalliserer strax, uden mellemled, melilith ud.

Ogsaa dannelsen af magnetit, spinel (picotit), titanjern, perowskit og lign. kan, som allerede delvis tidligere er paavist, uden videre deduceres af de chemiske affinitets-forholde.

[1]) Vi tager her ikke hensyn til feldspath-basalterne, da vi ikke kan give tilstrækkelig fornöden oplysning om de chemiske betingelser, hvorpaa feldspath-dannelsen beror.

Tillæg og rettelser.

Til augit. (Pag. 12, anm. 1, 2 og 3). a-axen i det af P. GROTH angivne axeforhold maa være feilagtig udregnet; augitsöjlens vinkel 87° 6′ giver nemlig, naar $\beta = 89° 38'$, $a = 1.05196$, medens GROTH'S $a = 1.0585$ vilde svare til en vinkel 86° 45′; ifölge maalinger af N. v. KOKSCHAROW, G. v. RATH og G. FLINK har augit neppe nogensinde saa liden söjlevinkel.

(Pag. 16). Den antagelse, at de fine, i moderluden mellem augitstængerne udsondrede naale skal bestaa af rhombisk pyroxen, er efter reviderende undersögelse end mere uvis, end tidligere fremholdt.

Forövrigt henvises til supplerende bemærkninger paa pag. 231—240.

Til enstatit. I en stærkt MgO-rig bisilikat-slag fra Svartnæs er fundet enstatit (se 251).

Til wollastonit. Ved reviderende undersögelse af slag fra Högfors, 1874, (no. 17) blev i snit $\perp$ b iagttaget, at tavlerne hist og her foruden af $\infty P \infty$ og OP ogsaa er begrænsede af to orthodomer, efter de approximative maalinger sandsynligvis svarende til $P \infty$ og $\div P \infty$; efter i alle fald en af disse viser mineralet spaltbarhed.

Til rhodonit. Ogsaa i flere tyske bessemer-slagger har jeg fundet rhodonit-krystaller, udviklede nöjagtig efter den tidligere omhandlede type. — P. v. JEREMÉJEW har beskrevet kunstig dannet rhodonit, fra et stöberi ved St. Petersburg (se Verh. d. kais. russ. min. Ges. 1878, referat i Z. f. Krystal. u. Mineral. III, pag. 439).

Til det babingtonit-lignende mineral, se tillæg og rettelser pag. 240—243.

Til glimmer. Det er sandsynligt, at de paa pag. 39—41 beskrevne glimmer-slagger, som opgives at være fra Kafveltorp, i virkelighed skriver sig fra Garpenberg; der har været konfusion i etiketterne. I Berliner Bergakademies samlinger har jeg seet en glimmer-slag fra Garpenberg, efter vedföjet etikette netop af den slags, som MITSCHERLICH har beskrevet (1822—23): den havde udseende nöjagtig som min egen original. — Den bemærkning midt paa pag. 44, at olivin konstitueres i saa sure slagger som med surstofforhold 1 : 1.61, er ikke korrekt. — Ordet »to» paa pag. 44, femte linje fra neden, udgaar. — Videre bemærkninger om glimmer, se pag. 118—120 og pag. 251.

Til olivin. Paa pag. 45 er monticellitens formel skrevet $Ca_2 SiO_4$ istedenfor Ca Mg SiO_4.

Til nyt, tetragonalt, relativt CaO- og SiO_2-rigt mineral. — I nogle (3) smeltemasser [1]) af surstofforhold nöjagtig 1 : 1.50, med resp. 2,00, ca. 2.20 og ca. 2.40 CaO : 1 MgO, uden Al_2O_3 (naar forurenende spor, som ikke gaar op til 0.5 %, fraregnes) optræder det nye, tetragonale mineral, noget, som allerede af oversigtstabellen maatte ventes. — I mikroskopisk præparat af produkt fra forsög no. 36 og 163 afgjöres, at det optrædende mineral er optisk enaxigt, kvadratisk begrænset, altsaa *tetragonalt, optisk positivt,* men nogenlunde stærk dobbeltbrydning, udviklet i *tynde tavler* $\doteqdot$ *OP,* med matte, ren *graa interferensfarver* og forövrigt med habitus og udseende nöjagtig som det tetragonale mineral i slag fra Hofors, Löfsjöen og Molnebo; ligheden er saa stor, at præparaterne af no. 39 og 163 og af slag fra Löfsjöen let kunde forveksles med hinanden. Ogsaa i no. 160 optræder det samme tetragonale mineral, men her er det udviklet i saa smaa individer, at det er vanskeligt at undersöge. I de to förstnævnte produkter udgjör det tetragonale mineral, som optræder i indtil ca. 1.5 mm. lange tavler [2]), den allerstörste del (efter skjön mindst

[1]) Fremstillede experimentelt af professor R. ÅKERMAN, i anledning undersögelse over silikaternes smeltbarhed (försög no. 39, 163 og 160).

[2]) Præparatet af forsög no. 163 er forfærdiget af den slagmasse, som stöbtes ud i kalorimeteren, og til hvis afkjöling der kun medgik et tidsrum af indtil ca. 5—7 minutter; præparaterne af de to andre er af den masse, som blev igjen i smeltedigelen.

¾) af den hele masse; resten er glas, som paa enkelte steder i sparsom mængde holder et mineral med levende interferensfarver (udskilt efter det tetragonale mineral). — Ogsaa i chemisk henseende maa der være fuld overensstemmelse mellem det her foreliggende mineral (som er produceret i Al_2O_3-fri smeltemasser, af surstofforhold 1 : 1.50, med 2—2.40 CaO : 1 MgO) og det tidligere omhandlede (i slagger med lidet Al_2O_3. 1 : 1.42—1.48, med 1.8—2.2 CaO : 1 MgO). — Af de tidligere kjendte fakta er vi forud komne til det resultat, at det nye, tetragonale mineral enten ikke holder spor af Al_2O_3 eller kun meget lidet; nu kan vi med fuld sikkerhed drage den slutning, at mineralet overhovedet ikke holder Al_2O_3 som karakteriserende bestanddel. Dette resultat er interessant, idet mineralet formentlig indgaar som led i skapolith-melilith-rækken. — Dets surhedsgrad maa ligge mellem grænserne ca. 1 : 1.33 og ca. 1 : 1.50; formelen er altsaa rimeligvis

$$\left.\begin{matrix}(RO_3)\,.\,(SiO_2)_2\\ R_3\,Si_2\,O_7\end{matrix}\right\} \text{ eller } \left.\begin{matrix}(RO)_4\,(SiO_2)_3\\ R_4\,Si_3\,O_{10}\end{matrix}\right\}$$

(eller liggende mellem disse grænser). RO betyder CaO med en del MgO, i foreliggende fald ca. 2 CaO + 1 MgO.

Paa overfladen viser slaggerne fra alle tre forsög meget jævnlig en hel del frit udviklede krystaller, nemlig tynde tavler, indtil ca. 4 mm. brede, med pyramide- eller dome-flader paa toppen; fladerne i c-zonen stikker oftest, om end ikke altid, ind i slagmassen, er altsaa i alm. ikke synbare. — Topfladerne er stærkt skinnende, men altid saa facetterede, at nöjagtig maaling er umulig.

Ved maaling blev fundet paa en krystal (fra no. 160): Vinkelen mellem topfladerne, maalt over topkanten, maa ligge mellem grænserne 11° 5′—13° 3′ og 10° 45′—12° 29′, sandsynligvis ved ca. 11½°; vinkel, maalt over sidekanten, maa ligge mellem grænserne 7° 58′—9° 19′, 7° 58′—8° 51′, 7° 52′—9° 36′, 7° 43′—8° 56′, er sandsynligvis lidt over 8°. — En anden krystal (ogsaa fra no. 160) gav: over topkanten 11° 19′—11° 26′; over sidekanten 7° 48′—7° 57′, 7° 38′—8° 5′, ca. 8°, 3° 10′—8° 44′. — NB. Til topkantvinkel 11° 19′ og 11° 26′ svarer sidekantvinkel resp. 8° 1′ og 8′ 6′.

Som det sandsynlige resultat vælger vi 8° 1′ og 11° 19′.

Dette giver en vertikal-axe, naar vi forudsætter fladerne at svare til:

Pyramide.	Dome.
0.07006	0.09908.

Skapolith-melilith-mineralerne karakteriseres ved:

	Skapolith (mejonit).	Melilith.	Gehlenit.
P =	63° 42′	65° 30′	59° 0′
c =	0.4393	0.4548	0.4001.

Hvis vort mineral, saaledes som det efter tidligere krystallografiske iagttagelser (se pag. 133) er naturligt at forudsætte, er homöomorft med de nys nævnte, maa den optrædende flade, hvis vi holder den for en pyramide, svare til $\frac{1}{6}$ P, hvorefter vort mineral faar en vertikal-axe = ca. 0.42 —, og, hvis vi holder den for et dome, til ¼ P ∞, hvorefter vertikalaxen blir = ca. 0.40.

Mere indgaaende slutninger kan ikke drages.

Af hensyn til den specielle interesse, som de tre forsög no. 39, 160 og 163 afgiver for kjendskaben til silikaternes smeltbarheds-forhold, vil vi gjöre opmærksom paa följende: — Præparater af no. 39 og 163 (med resp. 2.0 og ca. 2.2 CaO : 1 MgO) er saa lige, som vel præparater af to forskjellige slagger kan være; no 160, (med ca. 2.4 CaO : MgO) differerer lidt fra de to förstnævnte, idet den for den förste er mere finkrystallinsk (hvilket formentlig i sin helhed er begrundet i ydre, fysiske forholde), og idet den dernæst holder mindre af det som no. 2 udsondrede mineral (augit?) end de to förste (hvilket muligens kan være begrundet i en yderst liden forandring i SiO_2-gehalten; hvis surstofforholdet gaar over fra 1 : 1.50 till 1 : 1.52, vil der strax udsondres meget mere bisilikat mellem det tetragonale mineral. tavler).

Resumée.

Die hier vorliegende Arbeit behandelt die Zusammensetzung der Schlacken, von krystallographisch-mineralogischem, chemischen und metallurgischen Gesichtpunkt studirt. — Bis jetzt sind in Schlacken folgende Mineralien angetroffen:

Augit, Enstatit, Wollastonit, Rhodonit und ein *Babingtonit-ähnlicher, asymetrischer Pyroxen* [1]).

Ein hexagonales Kalksilikat.

Glimmer.

Olivin mit *Fayalit, Tephroit, Monticellit-ähnliche*, CaO-reiche Olivine und *ZnO-reicher Fayalit.*

Willemit.

Melilith, Gehlenit und ein *tetragonales, Al_2O_3-freies, relativ SiO_2- und CaO-reiches Mineral.*

Spinell (reiner MgO-Spinell, CaO-haltiger MgO-Spinell, ZnO-reicher Spinell) und *Magnetit.*

CaS, MnS, (Mn, Ca)S, FeS u. s. w.

Kuprit, gediegnes Kupfer, freies FeO.

In den stark SiO_2-reichen Schlacken (Emaljschlacken) erscheint ein nur in kleinen Globuliten und Krystalliten auftretendes Mineral, vielleicht von der Zusammensetzung $(RO)_2 . (SiO_2)_3$.

Unter diesen entspricht der Babingtonit-ähnliche, asymetrische Pyroxen, das hexagonale Kalksilikat [2]) und das tetragonale, Al_2O_3-freie, relativ SiO_2- und CaO-reiche Silikat keinem in der Natur bis jetzt gefundenen Mineral; die Stellung des in den Emaljschlacken auftretenden Minerals ist fraglich.

Negative Resultate. Amphibol-Mineralien sind nie in Schlacken gefunden, auch nie durch Mineral-Synthesen (bei Schmelzung) dargestellt worden. — *Feldspath-Mineralien* treten auch nicht in Schlacken auf; Alkali-Feldspäthe können dies überhaupt nicht des Mangels an Alkali in den Schlacken wegen; nur Anorthit (und Labrador) wären zu erwarten, nämlich in den basischen, Al_2O_3- und CaO-reichen, (z. B. in No. 89—90 und. No. 92—95); hier erscheint aber immer Melilith (oder

[1]) P. GROTH erwähnt in »Tabellarische Uebers. d. Mineralien, 1882, pag. 107», *Babingtonit* in einer Eisenschlacke (mit 12 % MnO).

[2]) Dieses Mineral ist früher von KOCH, Dr. C. SCHNABEL und I. FR. L. HAUSMANN, in den Jahren resp. 1822, 1851 und 1854, erwähnt worden, ist aber seit jener Zeit in der Wissenschaft ganz vergessen worden; die zwei übrigen sind in dieser Arbeit als neue Species eingeführt.

Gehlenit)[1]). — *Freie Säuren* (SiO_2, als Quarz oder Tridymit, TiO_2, als Rutil oder Anatas) oder *freie Sesquioxyde* (Al_2O_3, als Korund, oder Fe_2O_3, als Eisenglanz) kommen auch nicht in Schlacken vor.

Die Mineralien der Schlacken sind beinahe ausschlieslich als Krystalskelette ausgebildet, hauptsächlich der sehr schnellen Abkühlung[2]) wegen. Durch Vergleich der Untersuchungen über Schlacken mit den Resultaten der Mineral-Synthetiker geht hervor, dass die sich bildenden Mineralien im allgemeinen nur als Skellette auftreten, wenn der Krystallisations-Process nur *einige Stunden* dauert, dagegen in normal aufgebauten Krystallen, wenn der Process *einige Tage* dauert. Die Skelette- oder Gitter-Struktur ist darin begründet, dass die sich ausscheidenden Mineral-Moleküle, — wenn die äusseren, physischen Bedingungen[3]) es erlauben oder fordern — einer der Krystall-Substanz für sich angehörigen Eigenschaft wegen nicht nach beliebigen Richtungen sich an einander reihen, sondern nur nach einzelnen, gesetzmässig krystallographisch orientirten, für jedes Mineral-Species karakteristischen Wachsthums-Richtungen angeordnet werden.

Die skelettartig aufgebauten Mineralien brauchen äusserlich nicht von normalen Krystallebenen begrenzt zu sein; dagegen sind sie oft von Scheinflächen umgeben, welche sich mitunter krystallographischen Ebenen nähern; die Scheinflächen sind als Umhüllungsflächen der einzelnen Bau-Elemente zu betrachten. Bisweilen haben die Umhüllungsflächen dieselben krystallographischen Konstanten wie die äusseren Begrenzungsflächen der einzelnen Elemente; bisweilen ist dies aber nicht der Fall (sieh z. B. Fig. 4, Augit; die einzelnen Stäbe, welche das Gesamt-Individuum bilden, sind oben von $\frac{3}{2}$ Pn begrenzt; die Umhüllungsfläche (S) oben ist dagegen $\frac{1}{2}$ Pm).

Die Wachsthums-Richtungen des *Augits* (Pag. 4—23, 231—240) sind in der Regel c (∞ P) und $\pm$ 5 P (oder $\pm$ 5 P∞, 5 P∞), sieh Fig. 5, 6, 7 und 8 (Detail-Zeichnung), selten c (∞ P) und $\frac{9}{4}$ P∞, $\frac{5}{4}$ P∞ (?). — Die frei ausgebildeten Augitkrystalle sind nach mehreren Typen entwickelt, sieh Fig. 1—4.

---

[1]) Möglicherweise, weil ein grosser Thonerde-Gehalt den Krystallisations-Process verzögert, was vielleicht darin begründet ist, dass Al_2O_3-reiche Mineralien relativ lange Zeit zu ihrer Bildung brauchen.

[2]) Cfr. auch O. LEHMANN »Ueber das Wachsthum der Krystalle», Zeits. f. Kryst. u. Mln. I.

[3]) Cfr. LEHMANN's Untersuchungen.

Beim *Enstatit* (Pag. 24—27, 251) haben sich zuerst einige Stäbe ∓ c (∞ P) gebildet, und von diesen aus sind Zweige ∓ einem Doma (2 P̄ ∞ oder 2 P̆ ∞) ausgewachsen, sieh Fig. 11. — Fig. 12 zeigt Augit, in einer Grundmasse von Enstatit(?) porphyrisch ausgeschieden.

Der *Wollastonit* [1]) (Pag. 27—29, 291), der in einigen stark CaO-reichen Bisilikat-Schlacken nachgewiesen ist, tritt in dünnen Krystallen, tafelförmig nach ∞ P ∞, auf, sieh Fig. 13 (Schnitt ⊥ b).

Der künstliche *Rhodonit* (Pag. 29—37), der sehr leicht freie und ziemlich grosse Krystalle bildet, ist, nach meiner Erfahrung, immer nach einem und demselben Typus ausgebildet, sieh Fig. 14 und 15; Fig. 16 zeigt stänglichen Rhodonit, ⊥ c und ∓ c geschnitten.

Der neue, *Babingtonit-ähnliche Pyroxen* (Pag. 37—39, 240—243) wird durch: ∞ P = 87° 6′—9′ und ∞ P̄ ∞ : ∞ P̆ ∞ = 90° 9′—11′ karakterisirt; dass er asymetrisch ist, schliest man aus dem asymetrischen Habitus der Krystalle, den optischen Verhältnissen und den Winkel-Differenzen.

Glimmer (Pag. 39—45) als künstlich gebildetes Produkt ist mit absoluter Sicherheit nur in einer alten, schwedischen Kupfer-Rohschlacke von Garpenberg nachgewiesen worden (schon von MITSCHERLICH beschrieben), sieh Fig. 18, Krystal ∓ OP, und Fig. 19, Schnitt der Glimmerschlacke. Der Glimmer ist optisch zweiaxig und optisch positiv; die spitse Bissectrix steht annähernd genau ⊥ OP; der Winkel der optischen Achsen ist sehr klein; dieser Glimmer ist als ein CaO-reicher Meroxen anzusehen.

Der *Olivin* (pag. 45—86) ist in den Schlacken von ∞ P̆ ∞ . 2 P̆ ∞ . OP, selten daneben von anderen Flächen, begrenzt; die Krystalle sind beinahe immer tafelförmig nach ∞ P̆ ∞, sieh. Fig. 21. P̄ ∞ ist die am meisten hervortretende Wachsthums-Richtung, sieh Fig. 22—24; das Mikrolith-Stadium auf Fig. 26.

Ein *hexagonales Kalksilikat* (Pag. 86—105), optisch positiv, ziemlich stark doppelbrechend, mit lebendigen Interferenzfarben, Combination OP . ∞P, genau oder annähernd von der Zusammensetzung RO . SiO_2 [vielleicht $(RO)_7 . (SiO_2)_4$ oder $(RO)_5 (SiO_2)_3$], wo RO = CaO, bisweilen mit etwas MgO, MnO und FeO, spielt in den CaO-reichen, ziemlich SiO_2-reichen Schlacken (sieh Analysen No. 61—71) eine sehr her-

[1]) Früher nicht künstlich dargestelt worden.

vortretende Rolle. — Fig. 27, a und b, und Fig. 28 sind orientirte Krystalschnitte; Fig. 29 und Fig. 30 geben Detail-Zeichnungen der eigentlichen Schlacken-Masse.

Der *Melilith* (Pag. 105—123) von OP . ∞P∞ (oder ∞P), oft daneben von ∞P (oder ∞P∞) begrenzt, gewöhnlich kurzsäulenförmig, wird durch himmelblaue Interferenzfarben, Spaltbarkeit ∔ OP, bisweilen auch durch »Pflockstruktur» (sieh z. B. Fig. 31) karakterisirt; er tritt viel öfter in beinahe fertigen Krystallen auf als die übrigen Silikat-Mineralien der Schlacken. Die Diagonale des Quadrats ∔ OP bildet die am meisten hervortretende Wachsthums-Richtung, sieh Fig. 32 (Mikrolith-Stadium) und Fig. 34.

Gehlenit (Pag. 123—126) tritt nur in sehr stark basischen, Al_2O_3- und CaO-reichen Schlacken auf; er hat blaue oder blaugelbe Interferenzfarben, Spaltbarkeit ∔ OP und ∞P∞, ist übrigens dem Melilith sehr ähnlich.

Das neue, *tetragonale, relativ SiO_2- und CaO-reiche Mineral* (Pag. 126—135, 291—292), welches nach den krystallographischen Untersuchungen wahrscheinlich ein Glied der Melilith-Skapolith-Reihe bildet, besteht aus $(RO)_3(SiO_2)_2$ oder $(RO)_4 . (SiO_2)_3$, vielleicht aus einem Zwischenglied dieser, wo RO = CaO (mit etwas MgO). Es ist optisch positiv, mit ziemlich starker Doppelbrechung, zeigt graue Interferenzfarben, Spaltbarkeit ∔ ∞P∞, Gleitflächen (Spaltbarkeit?) ∔ ∞P, vielleicht auch Spaltbarkeit ∔ OP; es tritt in sehr dünnen Tafeln ∔ OP auf. Mit Sicherkeit ist es in No. 96—99 und in drei Thonerde-freien Schmelzprodukten von dem Sauerstoffverhältnisse 1 : 1.50, mit 2 bis ca. 2.4 CaO : 1 MgO, nachgewiesen worden.

Spinell (Pag. 148—168), in isotropen, stark lichtbrechenden, farblosen bis hellblauen, von HCl und HFl unangreifbaren Oktaedern (mit bis 0.4 mm. grossen Durchschnitten), welche immer früher als die Silikat-Mineralien auskrystallisirt sind, tritt in Hohofenschlacken nur dann auf, wenn der SiO_2-Gehalt sehr niedrig und der Al_2O_3- und MgO-Gehalt relativ hoch ist (sieh die Analysen No. 128—133, 59, 88, 94—95). — Der Spinell führt theils nur MgO, theils auch CaO (sieh die Analysen No. 128 b—133 b); ZnO-Spinell bildet sich leichter als MgO-Spinell (sieh die Analysen No. 28—29 und No. 134—135).

Ein *Ueberschuss von Al_2O_3* (Pag. 168—177) hindert (vielleicht doch nicht in sehr basischen Schmelzmassen) den Krystallisations-Process bei schneller Abkühlung, bewirkt folglich, dass

die Schlacken glasig werden (cfr. die Analysen No. 136—143, 89—90 mit den früher angegeben).

Schwefel in Schlacken (Pag. 189—215) erscheint immer als Bestandtheil regulär krystallisirender *Monosulfide* (CaS, MnS, FeS, isomorphe Mischungen derselben); die von H. Vogelsang in »Die Krystalliten» (Pag. 24—35, Tafel II—III) beschriebenen Globuliten, Longuliten, Margariten und Krystalliten in der Siegburger-Schlacke bestehen aus MnS oder (Mn,Ca)S und repräsentiren auf eine typischen Weise den Aufbau der Monosulfide in den Schlacken.

Die *Emaljstruktur* (Pag. 215—225) wird durch die Ausscheidung unzählig vieler, kleiner, globulitischer Körper hervorgerufen. Es giebt theils stark SiO_2-reiche Emaljschlacken — mit Sauerstoffverhältniss wenigstens 1 : 2.50 (sieh die Analysen No. 150—157), ein in Globuliten und Krystalliten auftretendes Silikat, vielleicht $(RO)_2(SiO_2)_3$, führend, (sieh Fig. 35) — und theils basische, wo RS-Globuliten die eigenthümliche Struktur begründen.

Die *Frischschlacken* (Pag. 225—231) bestehen aus Fayalit, Magnetit und Ueberschuss von FeO; Analyse No. 158 z. B. aus 39.7 % $(FeO)_2SiO_2$ + [14.5 % Fe_3O_4 + 43.0 % FeO].

Der chemische Theil dieser Arbeit ist hauptsächlich auf den hier mitgetheilten kvantitativen Analysen (in der Anzahl 195)[1]) gegründet. — No. 1—16, 160—171, 172 a—d, 173—175 geben die Zusammensetzungen von Schlacken an, in welchen sich Augit zuerst oder allein gebildet hat; 172 a—d repräsentiren entweder Augit oder Hypersthen, wahrscheinlich das letztere. Die einzige Analyse einer Enstatit-Schlacke ist auf Pag. 251 (als Zusatz) angegeben. No. 17—18 sind Analysen einiger Wollastonit-Schlacken; in No. 19 hat sich zuerst Rhodonit, später Fayalit, in No. 20 gleichzeitig Rhodonit und Augit gebildet. No. 21—23 sind Glimmerschlacken. No. 30—43, 45, 57—59 führen MgO-Olivin, No. 44 Tephroit, No. 24, 46—47, 49—56 Fayalit, No. 28—29 ZnO-reichen Fayalit, No. 27 MnO-reichen Fayalit, No. 26 CaO-FeO-Olivin, No. 60 gleichzeitig CaO-, MnO-, MgO-Olivin und Melilith, No.61—70 das früher erwähnte hexagonale Kalksilikat, No. 85—91 Melilith, No. 92—95 Gehlenit, No. 96—99 das neue, tetra-

[1]) Unter diesen sind 101 aus der Literatur genommen; die übrigen sind (wenn No. 65, 85, 86, 160 und 161 abgerechnet werden) auf der Bergakademie Stockholms ausgeführt worden; einzelne dieser sind früher in »Jernkontorets Annaler» gedruckt worden, jedoch ohne Erläuterung der mineralogischen Konstitution.

gonale, relativ CaO- und SiO_2-reiche Mineral, No. 100—102 wahrscheinlich auch dasselbe, No. 105—127 (aus der Literatur genommen) ein tetragonales Mineral, am öftesten als Melilith angegeben. No. 128—133, 59, 88, 94—95 sind Analysen Spinell-führender Hohofenschlacken, No. 128 b—133 b die Analysen des betreffenden Spinells (in No. 128—133); No. 28—29 sind Analysen ZnO-Spinell-führender Fayalit-Schlacken; No. 134—135 zeigen die Zusammensetzungen des ZnO-Spinells. No. 136—143, 89—90 sind Schlacken, welche ihres hohen Al_2O_3-Gehalts wegen glasig geworden sind. No. 150—157 sind Emaljschlacken (SiO_2-reiche).

Ein vergleichendes Studium der Analysen zeigt, dass die *Mineralbildung* im Schmelzfluss ganz principiel von der *chemischen Zusammensetzung der Durchschnittsmasse* abhängt; die Mineralien gehen hervor als Produkte der chemischen Affinitäts-Wirkungen der vorherrschenden Bestandtheile (oder *die Mineralbildung beruht auf chemischen Massenwirkungen*). — Die verschiedenartigen *physischen Bedingungen*, welche bei der Bildung der Schlacken möglich sind, üben, wenn eine gewisse Minimums-Grenze für die Krystallisations-Zeit[1]) nicht überschritten wird, nur einen innerhalb enger Grenzen *sekundär modificirenden Einfluss auf die Mineralbildung*.

In den Bisilikat-Schlacken krystallisirt Enstatit aus, wenn die Schmelzmasse mehr MgO (mit FeO) in Verhältniss zu CaO (mit MnO) als: 2.44 MgO:1 CaO führt —, dagegen Augit, wenn mehr CaO vorhanden ist als: 1.40 : 1 CaO, (sieh Pag. 250—252). Augit bildet sich, so lange der CaO-Gehalt grösser ist als nach dem Verhältnisse 0.35 MgO : 1 CaO (Pag. 252). Wenn der CaO-Gehalt über die Grenze 0.30 MgO : 1 CaO wächst, scheidet sich Wollastonit oder das früher erwähnte Kalksilikat aus (das erste wahrscheinlich hauptsächlich in den relativ SiO_2-reichen Schmelzmassen, das zweite in den relativ SiO_2-armen). — Rhodonit bildet sich in Bisilikat-Massen, wenn mehr MnO in Verhältniss zu RO (ɔ: CaO, MgO, FeO) vorhanden ist als: MnO : 0.9 RO — dagegen Augit bei einem kleineren MnO-Gehalt als nach dem Verhältnisse 1 MnO : 7 MnO; bei einem mittleren MnO-Gehalt, nämlich bei 1 MnO :

[1]) Diese ist für (Al_2O_3-freie Mineralien) z. B. das neue, tetragonale Mineral (wenn die Schmelze nicht Al_2O_3 hält) nur einige Minuten, höchstens 5—7 —, für Al_2O_3-Mineralien in stark Al_2O_3-reichen Schmelzen dagegen mehrere Stunden bis Tage (cfr. z. B. die Analysen No. 136—143, 89—90).

1.82 RO, können sich Rhodonit und Augit gleichzeitig bilden. (Pag. 254—257).

In Schmelzmassen ungefähr bei Singulosilikat zusammensetzung bildet Olivin sich immer, wenn mehr RO (ɔ: MgO, MnO, FeO) in Verhältniss zu CaO (mit Na_2O, K_2O) als: 1 RO : 1.10—1.20 CaOvorhanden ist (die erste Grenze gilt bei einem grossen Al_2O_3-Gehalt, von ca. 20 %, die zweite bei einem kleinen, von ca. 3 %) —, dagegen Melilith oder einer der übrigen, tetragonalen Mineralien bei einem grösseren CaO-Gehalt als nach dem Verhältniss: 1 RO : 1.25—1.35 CaO (die Grenze ist etwas variirend nach dem Al_2O_3-Gehalt); sieh Pag. 259—266. In Schmelzmassen, welche genau im Zwischenraume der Grenzen liegen (z. B. No. 60) können gleichzeitig Mineralien der beiden Gruppen sich bilden.

Die Pyroxen-Mineralien mit dem hexagonalen Kalksilikat scheiden sich nur in Schmelzmassen aus, welche mehr SiO_2 enthalten als nach dem Sauerstoffverhältniss[1]) 1 : ca. 1.50—1.60 —, dagegen Olivin und die erwähnten tetragonalen Mineralien nur in Schmelzmassen, welche weniger SiO_2 enthalten (Pag. 267—268). Die Grenze zwischen den Schlacken, welche das hexagonale Kalksilikat und ein der tetragonalen Mineralien enthalten, scheint genau beim Sauerstoffverh. 1 : 1.42—1.45 zu liegen (Pag. 269); die Grenze zwischen den Augit-Schlacken und denjenigen, welche tetragonale Mineralien führen, bei 1 : 1.50—1.53 (Pag. 269) und zwischen den Augit- & Enstatit- und den Olivin-Schlacken bei ca. 1 : 1.55 (Pag. 269—270). — Vorhanden sein von mehr oder weniger Thonerde scheint die oben angegeben Grenzen nur ganz wenig zu ändern.

Innerhalb der Gruppe der tetragonalen Mineralien bildet das neue, relativ SiO_2- und CaO-reiche Glied sich zwischen den Sauerstoffverh. ca. 1 : 1.35—1.50 (vielleicht ausschlieslich, wenn nur wenig Al_2O_3 vorhanden ist) — und Gehlenit nur in Schmelzmassen, welche gleichzeitig stark basisch (unter ca. 1 : 0.80) und Al_2O_3-reich sind; der eigentliche Melilith hört im Zwischenraume (in chemischer Beziehung) der beiden übrigen zu Hause.

Die saueren Emaljschlacken enthalten immer mehr SiO_2 als nach dem Sauerstoffverh. 1 : ca. 2.50.

Der Thonerde-Gehalt geht in den Pyroxen-Mineralien der Schlacken als $Al_2O_3 . (SiO_2)_3$ hinein; auch in den etwas mehr

[1]) Mit dem ganzen Al_2O_3-Gehalt als Base gerechnet, sieh später.

basischen, nämlich mit Sauerstoffverh. grösser als ca. 1 : 1.10, muss Al_2O_3 mit SiO_2 verbunden sein, denn sonst würde die oben gefundenen Grenzen zwischen den Olivin-Melilith- und den Pyroxen-Mineralien u.s.w. sich in ein gesetzloses Durcheinander auflösen. — Spinell (oder freies Aluminat, das immer nach der Formel $RO . Al_2O_3$ zusammengesetzt ist) tritt nur in sehr stark basischen und gleichzeitig Al_2O_3- und MgO-reichen Schlacken auf (mit Sauerstoffverh. in Max. 1 : 1.00; die Tabellen Pag. 154 oben zeigen die wichtigsten chemischen Bedindungen einiger Schlacken, worin sich Spinell gebildet hat, die Tabellen Pag. 154 unten und Pag. 155 oben dagegen diejenigen einiger nicht Spinell-führender Schlacken). Die chemischen Affinitäts-Verhältnisse, auf denen die Spinell-Bildung beruht, werden von den bei Schlacken möglichen Variationen der physischen Bedingungen nur innerhalb enger Grenzen beeinflust[1]).

Als Resultat dieser Untersuchungen geht hervor, dass das Sauerstoffverh. auf folgende Weise berechnet werden muss: In Schmelzmassen mit einer nicht allzu geringen SiO_2-Menge (über 36—40 %, wenn die MgO- und Al_2O_3-Menge nicht abnorm gross ist) wird der ganze Sauerstoff-Gehalt der Thonerde ohne weiteres mit demjenigen der RO-Basen[2]) zusammen addirt; nur in den mehr basischen wird bisweilen (sieh Pag. 154) ein Theil der Al_2O_3-Menge (zwischen sehr wenig und der Hälfte) zur Bildung der Verbindung $RO. Al_2O_3$ weggerechnet.

Die Resultate der chemischen Untersuchungen betreffs der Affinitäts-Wirkung zwischen SiO_2, CaO (mit etwas Na_2O, K_2O), MgO (mit FeO, theils auch MnO) und Al_2O_3 sind graphisch auf der Tabelle Fig. 36 (Pag. 274) angegeben. Auf der Ordinat-Achse ist das Sauerstoffverh.[3]), auf der Abscisse-Axe die Proportion zwischen MgO und CaO (1.0 CaO : 0.0 MgO, 0.9 CaO : 0.1 MgO, u. s. w.) abgesetzt[4]). Die Zahlen weisen auf die Analysen-Nummer hin; die Spinell-haltigen Schlacken sind mit Punkt und Ring angegeben. — Die verschiedenartig schraffirten Felder zeigen graphisch die Zusammensetzungen derjenigen Schmelzmassen, wo die verschiedenen Mineralien sich bilden.

---

[1]) Es scheint, dass die Affinität zwischen Al_2O_3 und MgO mit wachsender Temperatur gesteigert wird.

[2]) Cu_2O in stark basischen Schlacken wird in diesen nicht mitgenommen; RS wird zuerst weggerechnet.

[3]) Durchweg mit Al_2O_3 als Base gerechnet, auch in den stark basischen Schmelzmassen, um auch die Spinell-Bildung graphisch anzugeben.

[4]) Die Analysen führen selten unter 4 % Al_2O_3.

In praktisch-metallurgischer Beziehung kann man die hier gewonnenen Resultate unter anderem dazu brauchen die Zusammensetzung der Schlacken approximativ nach der Struktur und den sich bildenden Mineralien, welche immer nur nach einzelnen, leicht erkennbaren Typen krystallisiren, zu bestimmen.

Bei denjenigen Eruptivgesteinen (mit Typus Basalt), welche bei der Eruption ungefähr denselben physischen Bedingungen unterworfen waren wie unsere Schlacken, geschieht die Mineralbildung ziemlich genau nach denselben chemischen Gesetzen, die an und für sich von genereller Natur sind, wie bei Schlacken; die Krystallisations-Serie z. B. der Basalte lässt sich folglich nach Schemata mit Typus Fig. 36 aus der Zusammensetzung der ursprünglichen Schmelzmasse ableiten. — Die Untersuchungen der Schlacken, welche als künstliche Gesteine (von sehr verschiedenen chemischen Zusammensetzungen, aber immer bei ziemlich genau denselben physischen Bedingungen gebildet) aufzufassen sind, führen zu dem Resultat, dass die Ursache der Mineralbildung bei Eruptivgesteinen im Allgemeinen in höherem Grad, als man gewöhnlich anzunehmen geneigt ist, in der chemischen Zusammensetzung der Durchschnittsmasse (ɔ: in den chemischen Affinitets-Verhältnissen der auftretenden Bestandtheile) zu suchen ist.

Das Material der vorliegenden Untersuchungen habe ich hauptsächlich von der Bergacademie Stockholms, durch freundliches Entgegenkommen des Hern Professor R. Åkerman, erhalten; von sehr wesentlicher Bedeutung wurde dies Material namentlich dadurch, dass die meisten Proben vorher kvantitativ untersucht waren. Meine Untersuchungen sind fast ausschliesslich am mineralogischen Institut der Universität Stockholms ausgeführt, wo ich täglich mit Herrn Professor W. C. Brögger über den Gang der Untersuchungen konferirt habe.

Indholdsfortegnelse.

Indledning ..... pag. 3.
Pyroxengruppen.
Augit ..... » 4.
Krystal-begrænsning 4—10. Opbygning m. m. 10—20. Analyser 21—23.
(Tillæg til augit pag. 231—240.)
Enstatit ..... » 24.
(Tillæg till enstatit pag. 251.)
Wollastonit ..... » 27.
Rhodonit ..... » 29.
Nyt, babingtonit-lignende mineral ..... » 37.
(Tillæg til do. pag. 240—243.)
Glimmer ..... » 39.
Olivingruppen.
Egentlig olivin og fayalit ..... » 45.
Tephroit ..... » 58.
Axeforholde 45—46, 60—73. Optiske forholde 78—79. Opbygning 48—59, 77—78. CaO i olivin 62—69. ZnO-fayalit 73—76. Analyser 79—86.
Hexagonalt kalksilikat ..... » 86.
Egenskaber 87. Optræden 88—89. Sammensætning 90—96. Opbygning 96—101. Analyser 102—105.
Melilith med *gehlenit* og *nyt, tetragonalt mineral.*
Melilith ..... » 105.
Oversigt over skapolith-melilith-mineralerne 105—110. MgO-gehalt i melilith 111. Slag-melilithens egenskaber 111—117. Melilith-slagger 117—123.
Gehlenit ..... » 123.
Nyt, CaO- og SiO_2-rigt, tetragonalt mineral ..... » 126.
Analyser af melilith-slagger, m. m. 137—148.
Spinel i slagger ..... » 148.
Egenskaber 148—152. ZnO-spinel 152—153. Betingelse for dannelsen 153—165. Analyser 165—168.
Lerjordsrige, glasagtige slagger ..... » 168.
Lerjordens optræden i slagger ..... » 177.
Jernoxydul i masovnsslagger ..... » 187.
Indflydelse paa farven 188 - 189.
Sulfid i slagger ..... » 189.
Metallurgiske erfaring 189—191. Tidligere opfatning 192—195. Monosulfidernes krystalsystem 195—196. Detailbeskrivelser 196—210. Sulfid i slagger fra stensmeltning 210—213.
Emaljslagger ..... » 215.
Med stor SiO_2-gehalt 215—224. Basiske, svovlrige emaljslagger 224—225.
Færskslagger og lign. ..... » 225.
Tillæg til augit ..... » 231.
Analyser 231—237. Krystal-begrænsning, opbygning 238—240.
Tillæg til nyt, babingtonit-lignende mineral ..... » 240.
Oversigt over de i chemisk henseende vundne resultater ..... » 243.
Bisilikat-mineralerne indbyrdes 243—258. Singulosilikat-mineralerne indbyrdes 259—267. Bisilikaterne mod singulosilikaterne 267—271. Oversigtstabellen.
Praktisk anvendelse i metallurgien ..... » 275.
Negative resultater ..... » 279.
Oversigt over krystallisations-forholdene ved hurtig afkjöling i silikat-smeltemasser ..... » 281.
Petrografiske analogi-slutninger ..... » 287.
Tillæg og rettelser ..... » 291.
Resumée ..... » 293.