

6. Mineralogische Notizen.

3. Über einen Muscovit von Orust.

Von

Torsten Krokström.

1. Einleitung.

Von der Firma JOHN R. RETTIG, Stockholm, wurden dem Mineralogisch-Geologischen Institut zu Upsala einige Blättchen eines hellen Glimmers von Orust zur Verfügung gestellt. Da neuerdings eine recht bedeutende Anzahl von Untersuchungen über die Glimmergruppe veröffentlicht worden ist, Untersuchungen, die zur Aufstellung von sehr divergierenden Hypothesen geführt haben, vor allem in betreff der chemischen Konstitution der Glimmer und der Abhängigkeit ihrer optischen Eigenschaften vom Chemismus, schlug mir Herr Professor H. G. BACKLUND vor, diesen Glimmer einer näheren Untersuchung zu unterziehen und dabei auch zu untersuchen, inwiefern Möglichkeiten beständen, ihn irgendeiner der aufgestellten Hypothesen anzupassen. Da vorliegender Aufsatz begrifflicherweise keinen Anspruch macht, das komplizierte Problem der chemischen Konstitution der genannten Mineralgruppe in irgendeiner Weise zu lösen — eine Aufgabe, die, nach allem zu urteilen, ein erheblich reicheres experimentelles Material verlangen würde — so beschränke ich mich auf die Mitteilung der Resultate der physikalisch-chemischen Untersuchungen. Die gewissermassen neue Auffassung, die ich betreffs der systematisch-chemischen Seite des Problems im Schlusswort dargelegt habe, mag nur als eine Hypothese angesehen werden, die sich mir im Laufe der Untersuchung aufgedrängt hat, und auf deren weitere Ausgestaltung und experimentelle Prüfung leider noch verzichtet werden muss.

2. Das Vorkommen.

Der vorliegende Glimmer stammt von der Brattåsgrube auf Orust in Bohuslän (1). Laut gütiger brieflicher Mitteilung (19. März 1928) seitens Herrn JOHN R. RETTIG, Stockholm, hat das Vorkommen folgendes Aus-

sehen: »Die Grube hat gegenwärtig eine Tiefe von 40 Meter und ihre innere Länge möge etwa 175 Meter betragen. Der Muscovitglimmer kommt sehr sporadisch zwischen dem Quarz und dem Feldspat vor. Am stärksten ist er im oberen Teile der Grube vertreten und ausserdem in deren tiefsten Teilen, während die Mittelpartien in beiden Richtungen sich als recht glimmerarm erweisen. Der Glimmer liegt in sogenannten Büchern mit sehr unregelmässig grossen Blättern gesammelt und ist selten ganz eben und gleichmässig ausgebildet, sondern gebogen und gesplittert, weshalb sein Verkaufswert sehr gering ist. Ausser Feldspat, Quarz und Glimmer tritt in der Brattåsgrube auch Granat auf und ausserdem ein wenig Schwefelkies und Biotit. Als die Grube geöffnet wurde, soll sie Feldspat und Quarz in sehr grossen und reinen Krystallen aufgewiesen haben, die doch allmählich an Grösse abnehmen. Das angrenzende Gestein besteht aus verschiefertem Gneis.» (Übersetzung.)

3. Optisch-Physikalische Untersuchung.

Das verfügbare Glimmermaterial der Brattåsgrube besteht aus einer Anzahl von Blättern, von denen das grösste einen Flächeninhalt von ungefähr 3 dm^2 und eine Dicke von $1 \text{ à } 2 \text{ mm}$ haben dürfte. Da diese Blätter im Gegensatz zur Mitteilung des Herrn RETTIG vollständig eben sind, scheinen sie aus dem besten Material ausgewählt worden zu sein. Der Glimmer weist in dickeren Platten einen bräunlichen Farbenton auf, in dünneren Blättern ist er aber ganz farblos. Risse oder andere Anzeichen mechanischer Einwirkung sind kaum vorhanden. Die Spaltbarkeit ist ungemein vollkommen, was die optischen Untersuchungen gewissermassen erschwert, da ein makroskopisch ganz ungespaltetes Blatt sich oft unter dem Mikroskope als aus mehreren etwas verschieden orientierten, übereinander gelagerten Blättchen bestehend erweist.

Die optisch-physikalischen Untersuchungen erstreckten sich auf Messungen des optischen Achsenwinkels, der Lichtbrechung, der Doppelbrechung und des spezifischen Gewichts. Die Bestimmung der Lichtbrechung, die nach der Totalreflektometermethode ausgeführt wurde (2), ergab folgende Werte:

$$\left. \begin{array}{ll} N_{\alpha} & 1,5625 \\ N_{\beta} & 1,5975 \\ N_{\gamma} & 1,6025 \end{array} \right\} \text{Na-Licht.}$$

Aus diesen Werten wurde der wahre Achsenwinkel berechnet (3):

$$2 V = 38^{\circ} 46'$$

Der Achsenwinkel wurde ausserdem mit den unten mitgeteilten Resultaten nach mehreren verschiedenen Methoden bestimmt:

1. **Achsenwinkelapparat** nach WÜLFING (Konstr. C. LEISS).

Wellenlänge in $\mu\mu$	533	589	671
$2 V_a$	$38^\circ 17'$	$38^\circ 34'$	$38^\circ 50'$

2. **Universaltisch** nach FEDOROFF (4).

Wellenlänge in $\mu\mu$	533	589	671	Tageslicht
$2 V_a$	39°	39°	$39^\circ,5$	$38^\circ,5$

3. **Zeichentisch** nach BECKE (5).

$$2 V_a \underset{\text{Tageslicht}}{=} 38^\circ \pm 1^\circ 40'$$

In Verbindung mit der letztgenannten Bestimmung wurden einige Berechnungen der möglichen Genauigkeit dieser Methode ausgeführt. Ausser der Fehlerquelle, die die Abweichung des Bissektrix von der Oberflächennormalen enthält, die in diesem Falle nicht auftritt, müssen wir mit zwei anderen rechnen, nämlich einem Messungsfehler beim Bestimmen der Mallardschen Konstante und einem Messungsfehler bei der endgültigen Bestimmung des Winkels. Wir führen die folgenden Bezeichnungen ein:

- K = die Mallardsche Konstante
- $2 D$ = die gemessene Entfernung der Achsenbalken
- $2 E$ = der scheinbare Achsenwinkel in Luft
- $2 A$ = Achsenwinkel in Luft des für die Konstantenbestimmung benutzten Minerals.

Man findet:

$$\left. \begin{aligned} K &= \sin A/D \\ \sin E &= K \cdot D \end{aligned} \right\} \left. \begin{aligned} \lg K &= \lg \sin A - \lg D \\ \cot E \cdot dE &= dK/K + dD/D \end{aligned} \right\} \left. \begin{aligned} |dK/K| &= |dD/D| \\ dE &= 2 \operatorname{tg} E \cdot dD/D \end{aligned} \right\}$$

Wenn wir den Messungsfehler beim Bestimmen der Entfernung $2 D$ gleich $0,2$ mm setzen, wird $dD = 0,1$.

Wir erhalten demgemäss folgende Formel:

$$dE = 0,2 \operatorname{tg} E/D.$$

Mit Hilfe dieser Formel wurde eine Tabelle der Fehler bei verschiedenen D - und E -Werten errichtet (Tabelle 1). Die in Frage kommenden Werte (Fehler $< 2^\circ$) wurden in ein rechtwinkliges Koordinatensystem eingetragen und aus dem resultierenden Diagramm kann der Fehler des halben Achsenwinkels in Luft direkt abgelesen werden (Fig. 1).

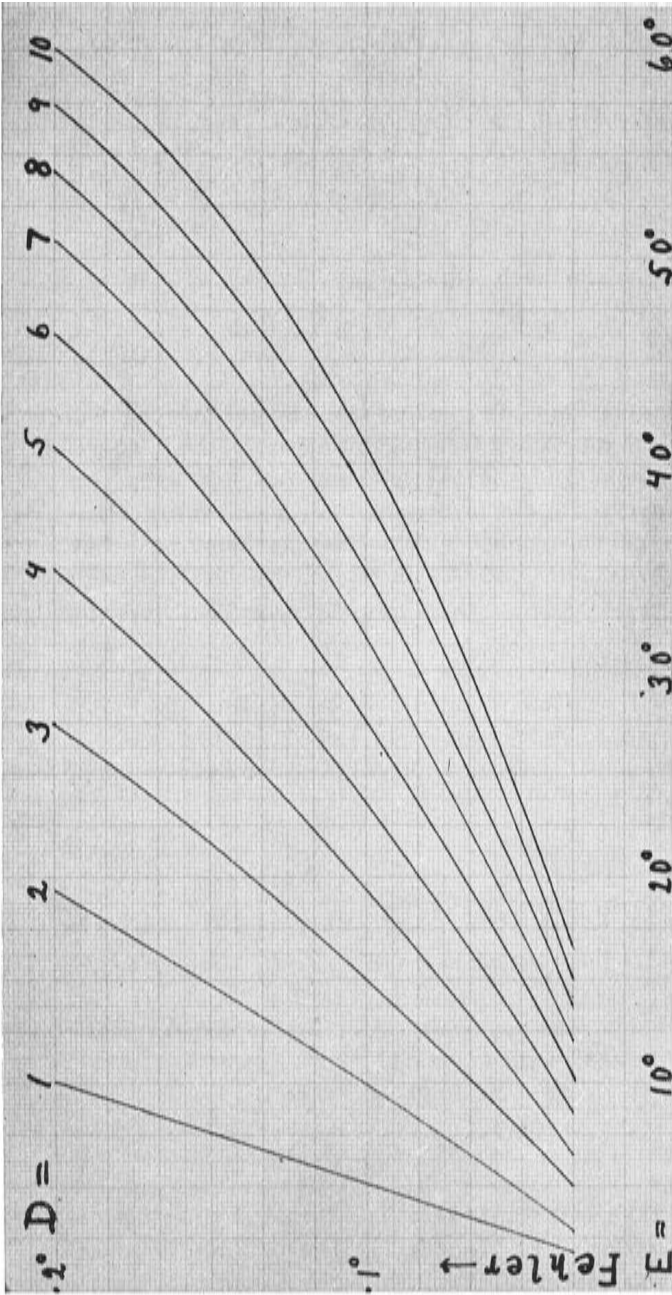


Fig. 1. Fehlerdiagramm für den Beckeschen Zeichentisch.

Man geht mit dem gefundenen Wert E in das Diagramm ein, geht dann parallel der Ordinatenachse bis zur Kurve des gefundenen Wertes D und liest an der Ordinatenachse den Fehler ab.

Tabelle I.

<i>D</i> in mm	Der halbe Achsenwinkel in Luft = <i>E</i>					
	10°	20°	30°	40°	50°	60°
1	3°,03	6°,17	9°,93	—	—	—
2	1°,52	3°,13	4°,96	7°,21	—	—
3	1°,01	2°,08	3°,31	4°,81	6°,83	9°,70
4	0°,76	1°,56	2°,48	4°,54	5°,12	7°,44
5	0°,61	1°,25	1°,99	2°,89	4°,10	5°,95
6	0°,51	1°,04	1°,65	2°,40	3°,41	4°,96
7	0°,43	0°,89	1°,42	2°,06	2°,93	4°,25
8	0°,38	0°,78	1°,24	1°,80	2°,56	3°,72
9	0°,34	0°,70	1°,10	1°,60	2°,28	3°,31
10	0°,30	0°,63	0°,99	1°,44	2°,05	2°,98

Die Doppelbrechung wurde mit den Kompensatoren von BABINET und von NIKITIN-BEREK bestimmt (4). Die Dicke des Glimmerblattes wurde teils nach der Methode des HERZOGS VON CHAULNES bestimmt, teils mittels eines Okularmikrometers an dem auf seine hohe Kante gestellten Blatt direkt gemessen. Hierbei ergab sich eine Dicke von 0,083 mm und für die Doppelbrechung wurden die folgenden Werte erhalten:

	Gangunterschied in $\mu\mu$	Doppelbrechung $\gamma - \beta$
Kompensator n. BEREK	359	0,0043
» » BABINET	366	0,0044
Berechnet	—	0,0045

Mit Hilfe der Schlagfigur wurde konstatiert, dass die optische Achsen-ebene senkrecht zur Symmetrieebene verläuft. Der Glimmer ist folglich ein Glimmer erster Art.

Spezifisches Gewicht. Da nach mehreren Autoren der Glimmer die Neigung zeigt, von schweren Flüssigkeiten nur unvollständig benetzt zu werden, wurde die Suspensionsmethode vermieden. Durch Wägen in Luft und in Benzol (sp. Gewicht $_{22^\circ} = 0,8767$) wurde der folgende Wert erhalten:

$$D_{22^\circ} = 2,915 .$$

4. Chemische Zusammensetzung.

Eine chemische Analyse, von Dr. N. SAHLBOM ausgeführt und von Herrn JOHN R. RETTIG gütigst zur Verfügung gestellt, ergab die Zahlen unter a (Tab. II).

Tabelle II.

	a	b	c	d
SiO ₂	44,79	44,60	7396	48,96
TiO ₂	0,43	0,43	54	0,36
Al ₂ O ₃	32,87	32,73	3202	21,20
Fe ₂ O ₃	3,39	3,38	212	1,40
FeO	1,39	1,38	192	1,27
CaO	0,74	0,74	132	0,87
MgO	1,82	1,81	449	2,97
K ₂ O	9,47	9,43	1001	6,63
Na ₂ O	1,50	1,49	240	1,59
H ₂ O	4,02	4,01	2228	14,75
	100,42	100,00		100,00

- b. Analyse auf die Summe 100 umgerechnet.
 c. Molekularproportionen.
 d. Molekularprocente.

Der Gesamteisengehalt lässt sich zu

$$3,44 \%$$

berechnen.

Nach J. JACOB (6) sollte der Gehalt an CaO aller Muscovitanalysen von Einschlüssen oder von unreinen Reagentien herrühren. Wenn man dieser Auffassung folgt, dürfte in der vorliegenden Analyse, aller Wahrscheinlichkeit nach, der letzte Fall eintreffen, da sich das Mineral mikroskopisch als ungewöhnlich rein und frei von Einschlüssen irgendwelcher Art erweist, und da ausserdem die Analysensumme den Wert 100 merklich übersteigt. Die Analyse nach Abzug von CaO auf die Summe 100 umgerechnet, ergibt folgende Zahlen (Tab. III):

Tabelle III.

SiO ₂	49,47	} Molekularprocente
TiO ₂	0,36	
Al ₂ O ₃	21,39	
Fe ₂ O ₃	1,41	
FeO	1,28	
MgO	2,99	
K ₂ O	6,69	
Na ₂ O	1,61	
H ₂ O	14,80	
	100,00	

Infolge des ziemlich hohen Gehaltes an zweiwertigen Oxyden ist nicht zu erwarten, dass beim Vergleich mit den von W. KUNITZ (7)

errichteten Kurven annehmbare Werte erhalten werden. KUNITZ hält nämlich vor, der Muscovit repräsentiere eine Mischung der beiden Endkomponenten $(K,H)_3Fe_3(SiO_4)_3$ und $(K,H)_3Al_3(SiO_4)_3$. Statt dessen müssen wir hier die KUNITZschen Formeln für die Veränderung der optischen Eigenschaften in Abhängigkeit von dem Gesamteisengehalt benutzen (Tabelle IV).

Tabelle IV.

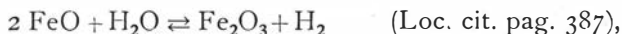
	α	β	γ	$2 E (Na)$	D
Gefunden	1,5625	1,5975	1,6025	63°42'	2,975
Berechnet n. KUNITZ	1,5655	1,6000	1,6055	68°	2,860
Differenz	-0,0030	-0,0025	-0,0030	- 4°18'	+ 0,055

Wie aus der Tabelle hervorgeht, sind die Abweichungen der Brechungsindizes nicht erheblich gross, und die Differenzen sind ausserdem gleichsinnig und mit dem von KUNITZ hervorgehobenen Verhältnis übereinstimmend, dass die optischen Eigenschaften nur bei sehr geringem Gehalt an FeO streng linear parallel dem Gesamteisengehalt sich ändern, während die Projektionspunkte der ferrohaltigen Glimmer sämtlich etwas unter der Geraden liegen. Betreffs des Achsenwinkels ist die Abweichung eine Bedeutend grössere, und das spezifische Gewicht zeigt gar keine Übereinstimmung mit dem berechneten Wert. Überhaupt scheint es, als hätten die von KUNITZ abgeleiteten Regelmässigkeiten in der Schwankung der optischen Eigenschaften der Glimmer keine ganz allgemeine Gültigkeit. So führt z. B. VON ECKERMANN (8) zwei Muscovitanalysen an, die ein Abnehmen sowohl der Brechungsindizes als des spezifischen Gewichts bei steigendem Gesamteisengehalt zeigen.

5. Besprechung.

Für eine systematisch-chemische Klassifikation der Glimmergruppe ist neuerdings eine grosse Anzahl von Theorien aufgestellt worden, aber irgendeine Einigkeit der verschiedenen Autoren ist kaum zu vermerken. Der Verfasser hat einen Versuch gemacht, einige der Hypothesen gewissermassen vergleichend zu diskutieren, vor allem betreffs der chemischen Formel des Muscovits, und dabei auch zu untersuchen, inwiefern die vorliegende Analyse den verschiedenen Formeln anzupassen ist.

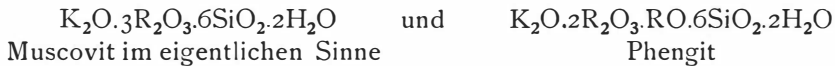
W. KUNITZ (7) will den Muscovit als aus zwei Endkomponenten, $KH_2Al_3(SiO_4)_3$ und $KH_2Fe_3(SiO_4)_3$ bestehend auffassen, die innerhalb eines Gebietes von 1—10 % der Ferroverbindung Mischkrystalle bilden dürften. Das in vielen Muscoviten in ganz bedeutenden Mengen vorhandene zweiwertige Eisen lässt er völlig dahingestellt. Zwar wird hervorgehoben, dass der Ferrogehalt in der folgenden Reaktion eine Erklärung findet:



aber um die Mehrzahl der Muscovitanalysen mit den von KUNITZ hergeleiteten Formeln in Übereinstimmung bringen zu können, würde man genötigt sein, diesen Hinweis des Verfassers so aufzufassen, als wäre alles Eisen primär dreiwertig gewesen und erst sekundär reduziert worden. Dies stimmt aber nicht gut überein mit dem von demselben Verfasser später verteidigten Standpunkt, alles Eisen sei primär zweiwertig. (Loc. cit. pag. 389.) Da nämlich Muscovit und Biotit in granitischen Gesteinen oft in enger Gemeinschaft auftreten, scheint ein so ausgeprägter Unterschied im Oxydationsgrade gar nicht wahrscheinlich, wenn auch die Biotitbildung bei höheren Temperaturen vor sich gehen dürfte.

Die übrigen zweiwertigen Elemente des Muscovits betrachtet KUNITZ als blosse Verunreinigungen, eine Ansicht, die doch kaum annehmbar erscheint, teils schon infolge des oft ganz bedeutenden Gehaltes dieser Elemente, teils infolge des von HALLIMOND (9) hervorgehobenen, bemerkenswert konstanten Wertes der Summe $R_2O_3 + RO$. Die von KUNITZ aufgestellte Muscovitformel entspricht also der alten TSCHERMAKschen des Biotits, nur mit dem Unterschied, dass KUNITZ das der letzteren Formel angefügte Olivinsilikat weglässt.

A. F. HALLIMOND (9) geht beim Aufstellen der Muscovitformel von der Annahme aus, dass RO in stöchiometrischem Verhältnis R_2O_3 ersetzen kann. Diese Folgerung liegt aus dem Grunde sehr nahe, dass eine grosse Anzahl von Analysen, die von HALLIMOND zusammengestellt worden sind, eine weit grössere Konstanz im Wert $R_2O_3 + RO$ als in den Werten irgendeiner der beiden einzelnen Gruppen zeigt. HALLIMOND will für die Muscovite folgende zwei Endkomponenten aufstellen:



Die ideale Zusammensetzung eines nach diesen Formeln aufgebauten Muscovites, mit der Zusammensetzung des Brattåsglimmers verglichen, geht aus untenstehender Tabelle hervor (Tabelle V). Die Molekularproportionen sind auf die Summe 600 für SiO_2 umgerechnet.

Tabelle V.

	SiO_2	K_2O	$RO + R_2O_3$	H_2O
Ideale Zusammensetzung	600	100	300	200
Der Brattåsglimmer	600	100	326 (51+275)	178

Wie ersichtlich, ist die Übereinstimmung der Alkaliwerte ganz vollkommen, während für die übrigen Gruppen kleine Abweichungen konstatiert werden können. Was den Wassergehalt betrifft, hat KUNITZ (7) gezeigt, dass dieser in älteren Analysen gewöhnlich infolge der eintretenden Reaktion



zu niedrig bestimmt worden ist. Aus diesem Grunde hat z. B. VON ECKERMANN (11) eine Kontrollbestimmung von dem Wassergehalt einer von Dr. N. SAHLBOM vor der Veröffentlichung der KUNITZschen Arbeit ausgeführten Analyse ausgeführt, und tatsächlich einen um 0,30 % zu niedrigen Wassergehalt konstatiert. Entsprechend dürfte man vielleicht annehmen, der Wassergehalt der vorstehenden Tabelle sei zu niedrig bestimmt worden. Wenn das richtig ist, bleibt in der Tabelle nur eine Differenz übrig, nämlich der etwas zu hohe Gehalt an $\text{R}_2\text{O}_3 + \text{RO}$. Diesen erklärt HALLIMOND mit der Annahme einer unvollständigen Löslichkeit des Biotits in dem Muscovit, was ja sehr plausibel erscheint. HALLIMOND stellt nun für die »basischen« Glimmer die folgenden Formeln auf (12):



Wenn wir den Brattåsglimmer unter der Annahme einiger Biotitbeimischung gemäss den Formeln von HALLIMOND aufzustellen versuchen, ergibt sich (Tab. VI):

Tabelle VI.

	Die Analyse	Muscovit-Phengit	Biotit
SiO_2	600	561,0	39,0
K_2O	100	93,5	6,5
$\text{R}_2\text{O}_3 + \text{RO}$	326	280,5	45,5
H_2O	<u>200</u>	<u>187,0</u>	<u>13,0</u>
	1226	1122,0	104,0

In dieser Tabelle ist die Summe der Alkalioxyde unter der Bezeichnung K_2O zusammengefasst, und der Analysenwert für H_2O ist in Übereinstimmung mit dem oben bemerkten auf den von den HALLIMONDSchen Formeln verlangten Wert erhöht worden. Gemäss dieser Aufstellung sollte ein Glimmer der Muscovitgruppe mit einer Beimischung von 8,5 % Biotit oder Phlogopit hier vorliegen. Über das Verhältnis der Muscovit- und Phengitsilikate kann ja nicht entschieden werden, da man nicht bestimmen kann, ob der beigemischte basische Glimmer ein Biotit oder ein Phlogopit ist. Im ersteren Falle würde sich — was vielleicht das wahrscheinlichste ist — die folgende Zusammensetzung herausstellen:

73,26 % Muscovit + 26,74 % Phengit,

im letzteren Falle

87,16 % Muscovit + 12,84 % Phengit,

alles in Molekularprozenten. Falls die basische Beimischung aus sowohl Biotit als Phlogopit besteht, wird das Verhältnis Muscovit : Phengit zwischen den beiden oben angeführten Extremwerten liegen.

Gemäss den vorstehenden Erörterungen erhält man, ausgehend von den HALLIMONDSchen Formeln, eine verhältnismässig einfache Aufstellung der Glimmergruppe und vermeidet dabei sämtliche Folgewidrigkeiten, die dem KUNITZschen Vorschlag anzuhafte scheinen. Jedoch bewirkt die soeben nachgewiesene Unsicherheit betreffs der Proportionen der Muscovit- und Phengitsilikate, sobald ein basischer Glimmer — was in den meisten Fällen notwendig scheint — als beigemischt angenommen werden muss, dass diese Formeln keine eigentlichen Stützpunkte für die Ermittlung der Entstehungsbedingungen dieser Minerale geben.

Solche Stützpunkte dürfte man dagegen vielleicht erhalten mit Hilfe der alten TSCHERMAKschen Muscovitformel (10), die in der letzten Zeit von v. ECKERMANN gewissermassen modifiziert worden ist. TSCHERMAK nimmt bekanntlicherweise an, dass die magnesiumhaltigen Glimmer aus einem Aluminiumsilikate, $\text{KH}_2(\text{Al,Fe})_3(\text{SiO}_4)_3$ (Muscovit) und einem polymeren Olivinmolekül zusammengesetzt sind. Diese Auffassung ist von v. ECKERMANN aufgenommen worden, wobei er aber eine »Restgruppe« einführt, die nicht nur einem Olivinsilikat entspricht, sondern auch aus Eisen- oder Magnesiummetasilikat und SiO_2 besteht. Wenn wir diese drei Moleküle O, M und K nennen, sollte die Restgruppe v. ECKERMANNs eine der folgenden Zusammensetzungen haben:



Diese Aufstellung dürfte, der HALLIMONDSchen gegenüber, den Vorteil haben, dass man vielleicht aus der Grösse der Restgruppe im Verhältnis zu dem Aluminiumsilikat und aus dem orto- oder metasilikatischen Charakter der ersteren gewisse Schlüsse auf die Entstehungsbedingungen und den Umwandlungsgrad des Glimmers ziehen könnte. Es ist ja z. B. zu erwarten, dass ein Glimmer aus quarzreicher Paragenese eine ganz oder teilweise in die kieselsäurereiche Richtung verschobene Restgruppe aufweisen sollte, was auch von den wenigen Analysen bestätigt wird, die mit Angabe der Paragenese des Glimmers publiziert worden sind. (Siehe vor allem J. JAKOB (6).)

Für den Brattåsglimmer kann eine Aufteilung nach der nachstehenden Tabelle durchgeführt werden (Tab. VII).

Tabelle VII.

	Mol.-%	$(\text{K,H})_3(\text{Al,Fe})_3(\text{SiO}_4)_3$	Restgruppe
RO_2	49,83	45,60	4,33
R_2O_3	22,80	22,80	—
RO	4,27	—	4,27
R_2O	<u>23,10</u>	<u>22,80</u>	<u>0,30</u>
	100,00	91,20	8,80

Nach dieser Tabelle sollte der Glimmer aus 91,2 % der Aluminium-Eisenverbindung und 8,8 % einer Restgruppe bestehen, die letztere in diesem Falle von beinahe völlig metasilikatischem Charakter.

6. Schlusswort.

Diese beigefügte Restgruppe des Muscovits hat mich zum Aufstellen einer Hypothese verlockt, über deren Wert doch infolge unzureichenden Analysenmaterials nicht entschieden werden kann. Man könnte annehmen, die Restgruppe repräsentiere das Residuum eines früher vollständigen Magnesiaglimmermoleküls, das durch Verwitterung, Hydrolyse oder Auslaugen seinen Gehalt an Eisen und Alkali verloren habe. Eine Anzahl Untersuchungen über die Verwitterung der Magnesia-Eisenglimmer und über die dabei entstandenen Produkte sind veröffentlicht worden (13, 14, 15, 16), ohne dass ihre Resultate im eigentlichen Sinne diese Hypothese zu stützen scheinen. Es ist aber konstatiert worden (17), dass eine Ausbleichung des Biotits oft stattfindet, die zu einem Minerale führt, das von dem Muscovit kaum zu unterscheiden ist. Wenn man nun in der Art von HALLIMOND eine gewisse Mischbarkeit des Muscovits und des Magnesia-Eisenglimmers annimmt, könnte man das Restmolekül des Muscovits als eine Spur eines früher vorhandenen, beigemischten Biotits auffassen. Die Tatsache, dass der Kernmuscovit als unversehrt erhalten angenommen wird, braucht keine Unwahrscheinlichkeit in sich zu schliessen. Zwar hat GOLDSCHMIDT (13) gezeigt, dass die Stabilität des Muscovits sehr überschätzt worden ist, aber sie dürfte doch ganz wesentlich höher sein als die der Magnesia-Eisenglimmer. Es ist auch nicht zu erwarten, dass eine solche Verwitterung oder Hydrolyse in rein mechanischen Veränderungen zum Ausdruck kommen muss. Man müsste also hier ein Auslaugen von Eisen und Alkali annehmen, was in keiner Weise mit den von ZSCHIMMER (15) und MALT (16) gewonnenen experimentellen Resultaten in Widerspruch steht. Für die Hypothese spricht ausserdem die Tatsache, dass die Glimmer, die von der von KUNITZ deduzierten lineären Abhängigkeit der optischen Eigenschaften von dem Gesamteisengehalt Abweichungen zeigen, immer einen höheren Eisengehalt verlangen als tatsächlich vorhanden ist.

V. ECKERMANNS hebt nun hervor, dass das Verhältnis des Muscovit-silikates zur Restgruppe für die von ihm untersuchten Glimmer, sowie für eine von ihm angeführte, dem früher zitierten Aufsätze von KUNITZ entnommene Analyse bemerkenswert konstant ist, und dass dieses Verhältnis etwa 9:1 beträgt. Wenn man aber diese Berechnung für eine grössere Anzahl von Analysen ausführt, findet man erheblich schwankende Werte, wie aus der nachstehenden Tabelle hervorgeht (Tab. VIII).

Tabelle VIII.

N:o	3	4	5	6	7	8	9	10	11	I	II	B
Quotient	22,7	34,2	7,1	10,3	7,4	12,2	6,5	8,0	2,0	10,2	6,7	10,4

3—11. Die Analysen von KUNITZ, nach seinem Aufsätze (7).

I, II. » » » V. ECKERMAN nach seinem Aufsätze (8).

B. Der Brattåsglimmer.

Ein Versuch, die Werte dieses Quotienten mit den optischen Eigenschaften zu konnektieren, hat keine regelmässige Variation an die Hand gegeben.

Zum Schlusse wurde eine Berechnung von 12 Analysen unternommen unter der oben angedeuteten Annahme, dass die Restgruppe ein reliktes Biotitmolekül darstelle.

Um eine Vorstellung zu geben, wie gross die Differenzen sein würden, wenn man laut obiger Hypothese eine Muscovit-Biotitmischung annimmt und die so errechneten Werte mit denen der Restgruppe vergleicht, die für ein Glimmermineral, das im derzeitigen Zustande laut Analyse als Muscovit klassifiziert wird, gelten, habe ich eine solche Berechnung für die soeben genannten 12 Analysen unternommen und die Ergebnisse dieser Berechnung tabellarisch zusammengestellt. Die Analysen sind für einen eventuellen Fluorgehalt umgerechnet, und der Berechnung ist die Annahme zu grunde gelegt, dass das Aluminium keiner Auslaugung ausgesetzt worden ist. Für den Muscovit und den Biotit sind die KUNITZschen Formeln, $R_3R_3(SiO_4)_3$ resp. $R_3RR_3(SiO_4)_3$ angenommen worden. Der Gang der Berechnung geht aus den Tabellen hervor (Tab. IX, X und XI).

Tabelle IX.

(Muscovitanalysen.)

Mol. %

N:o	RO ₂	R ₂ O ₃	RO	R ₂ O
3	49,70	24,05	1,41	24,83
4	50,28	24,29	0,87	24,56
5	49,67	22,16	3,05	25,12
6	49,97	22,78	2,84	24,41
7	49,33	22,01	3,04	25,62
8	50,71	23,11	2,09	24,09
9	50,58	21,66	3,44	24,32
10	50,22	22,21	2,63	24,94
11	49,53	23,79	2,68	24,00

N:o	RO ₂	R ₂ O ₃	RO	R ₂ O
I	48,61	22,76	3,50	25,13
II	49,87	21,74	2,79	25,60
B	49,83	22,80	4,27	23,10

Tabelle X.

(Aluminium zwischen Muscovit und Biotit geteilt.)

Mol.-%

N:o	Muscovit	SiO ₂	Al ₂ O ₃	RO	R ₂ O
3	95,24	1,92	0,32	1,41	1,10
4	96,14	2,04	0,34	0,87	0,61
5	85,43	6,42	1,07	3,05	4,03
6	88,48	5,29	0,88	2,84	2,51
7	84,86	6,37	1,06	3,04	4,67
8	89,74	5,39	0,90	2,09	1,88
9	82,29	8,71	1,45	3,44	4,11
10	85,36	6,96	1,16	2,63	3,89
11	93,99	2,34	0,39	2,68	0,60
I	89,18	3,71	0,62	3,50	2,99
II	83,12	7,67	1,28	2,79	5,14
B	88,65	5,08	0,85	4,27	1,15

Tabelle XI.

Mol.-%

N:o	1	2	3	4	5
3	1,92	1,41	0,96	1,10	5,10
4	2,04	0,87	1,02	0,61	5,36
5	6,42	4,05	3,21	4,03	16,69
6	5,29	2,84	2,64	2,51	13,75
7	6,37	3,04	3,18	4,67	16,68
8	5,39	2,09	2,69	1,88	14,12
9	8,71	3,44	4,35	4,11	22,01
10	6,96	2,63	3,48	3,89	17,86
11	2,34	2,68	1,17	0,60	6,23
I	3,71	3,50	1,85	2,99	9,28
II	7,67	2,79	3,83	5,14	19,75
B	5,08	4,27	2,54	1,15	13,26

1. Erforderlicher Gehalt an RO in der Restgruppe für die Bildung eines Biotit-moleküls.
2. Tatsächlich vorhandener Gehalt an RO in der Restgruppe.
3. Erforderlicher Gehalt an R₂O in der Restgruppe für die Bildung eines Biotit-moleküls.
4. Tatsächlich vorhandener Gehalt an R₂O in der Restgruppe.
5. Gehalt an Biotit in Molekularprozenten der angenommenen früher vorhandenen Muscovit-Biotitmischung.

Wie aus der untenstehenden Tabelle hervorgeht (Tab. XII), kann kein Zusammenhang regelmässiger Art zwischen den in dieser Weise erhaltenen Prozentzahlen für das Biotitsilikat und den optischen Eigenschaften entdeckt werden.

Tabelle XII.

N:o	Mol.-% Biotit	$2 V$	D
3	5,10	44°25'52''	2,8350
4	5,36	43°14'30''	2,8382
11	6,23	36°24'52''	2,8764
12	9,98	43°6'	2,8460
14	13,26	38°46'	2,9150
6	13,75	41°6'36''	2,8500
8	14,12	39°1'40''	2,8561
7	16,68	40°39'22''	2,8554
5	16,69	41°46'12''	2,8427
10	17,86	39°16'24''	2,8748
13	19,75	40°10'	2,8090
9	22,01	38°40'	2,8831

Dies braucht jedoch nicht gegen die Hypothese zu sprechen, da es ja scheint, als wäre das am stärksten bestätigte Gesetz des KUNITZschen Aufsatzes gerade die Variation der optischen Eigenschaften mit dem Gesamteisengehalt, ein Gesetz, dessen Abweichungen vielmehr durch die Annahme einer Eisenauslaugung vielleicht aufgehoben werden könnten. Eine Methode zu entscheiden, ob die Hypothese ein Bild von der wirklichen Konstitution des Muscovits gibt, kann scheinbar noch nicht angegeben werden, was indessen auch für die Formeln von TSCHERMAK und HALLIMOND gilt. Es scheint überhaupt, als wäre das einzige, was erreicht werden kann, eine bequeme und übersichtliche Systematik, ohne dass man im Stande ist, darüber zu entscheiden, ob diese gekünstelt ist oder nicht.

Die vorstehende Untersuchung ist im Frühjahr 1928 im hiesigen Mineralogisch-Geologischen Institut ausgeführt worden. Ich will hier die Gelegenheit benutzen, meinem Lehrer, Herrn Professor H. G. BACKLUND, der mir die Anregung zur Untersuchung gegeben hat und der mir im Laufe der Arbeit in der entgegengekommensten Weise mit wertvollen Ratschlägen beigestanden hat, meinen tiefen Dank zu sagen. Herrn JOHN

R. RETTIG, Stockholm, der das Material zur Verfügung gestellt und die Analyse gütigst bekostet hat, sage ich auch meinen Dank. Fernerhin bin ich Herrn Amanuensis D. MALMQVIST grossen Dank schuldig, da ich oft die Gelegenheit gehabt habe, hierher gehörende Probleme mit ihm zu besprechen, wodurch ich wertvolle Anregungen erhalten habe.

Literaturverzeichnis.

1. Erläuterungen zur geologischen Karte Uddevalla (S. G. U. Ser. Ac. N:o 3).
2. PULFRICH. Das Totalreflektometer. Leipzig 1890.
3. C. VIOLA. Über die Berechnung des Achsenwinkels zweiachsiger Krystalle aus den Grenzwinkeln der Totalreflektion. Zeitschrift für Krystallographie 32, 1900, p. 78.
4. M. BEREK. Mikroskopische Mineralbestimmung mit Hilfe der Universal-drehtischmethoden. Berlin 1924.
5. L. DUPARC et M. REINHARD. La détermination des plagioclases. Genève.
6. J. JACOB. Beiträge zur chemischen Konstitution der Glimmer II: 1. Zeitschr. f. Kryst. 62, 1925, p. 443.
7. W. KUNITZ. Die Beziehungen zwischen der chemischen Konstitution und den physikalisch-optischen Eigenschaften innerhalb der Glimmergruppe. Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 50, 1924, p. 365.
8. H. v. ECKERMANN. The optical and physical properties of two Swedish muscovites. Geol. Fören. Förh. 49, 1927, p. 229.
9. A. F. HALLIMOND. On the chemical classification of the mica group. The Mineralogical Magazine 20, 1923—25, p. 305.
10. G. TSCHERMAK. Die Glimmergruppe. Zeitschr. f. Kryst. 3, 1879, p. 122.
11. H. v. ECKERMANN. Die Glimmerminerale in Mansjö Kalkkontakt. Tschermaks mineralog. und petrogr. Mitteilungen 38, 1925, p. 280.
12. A. F. HALLIMOND. On the chemical classification of the mica group II. The Mineralogical Magazine 1926.
13. V. M. GOLDSCHMIDT. Glimmermineraleenes betydning som kalikilde för planterne. Norges Geol. Undersökelse 108, 1922.
14. H. FISCHER. Über die Löslichkeitsverhältnisse von Bodenkonstituenten. Internat. Mitteilungen für Bodenkunde 3, 1913.
15. E. ZSCHIMMER. Die Verwitterungsprodukte des Magnesiaglimmers. Inaug. Diss. Jena 1898.
16. F. MALT. Beitrag zur Kenntnis des chemischen Abbaus von Talk, Chlorit und Anomit. Inaug. Diss. Leipzig 1913.
17. A. SAUER. Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Sachsen. Sekt. Brand, p. 6.
18. H. v. ECKERMANN. The rocks and contact minerals of the Mansjö mountain. Geol. Fören. Förh. 44, 1922, p. 203.

Gedruckt 24/5 1928.

