6. Umwandlung des Feldspats in Sericit (Kaliglimmer).

Von

Carl Benedicks.

Bei den meisten schwedischen Feldspatvorkommnissen beobachtet man, dass der Feldspat an der Oberfläche und in der Nähe der Risse mit einer gelben Substanz überzogen ist, deren Farbe sich bisweilen ins grün, bisweilen ins rot zieht. Dieselbe Erscheinung findet man oft bei Ytterby, Kårarfvet, Österby (Dalekarlien) und bei anderen Pegmatitvorkommnissen.

Die Ursache, dass diese allgemein vorkommende Substanz noch nicht untersucht worden ist, dürfte darin liegen, dass dieselbe im Allgemeinen nur in so dünnen Schichten zu finden ist, dass sich kaum genügend reines Analysenmaterial sammeln lässt.

Bei einem Besuch in der Quarzgrube von Österby im Jahre 1899 gelang es mir jedoch, die fragliche Substanz in centimeterdicken, anscheinend ganz homogenen Stücken zu erhalten, die sich gut zu Analysen zu eignen schienen. Dadurch wurde es mir möglich, die Natur derselben festzustellen.

Die Analysen wurden in der Abteilung für quantitative Analyse des hiesigen Chem. Universitätslaboratoriums durchgeführt, und zwar 1. an reinem Albit, aus welchem die gelbe Substanz, wie es scheint, durch irgend welche Umwandlung gebildet ist, und 2. an zwei verschiedenen Proben der gelben Substanz.

Das folgende Analysenresultat hat sich ergeben:

Analyse.

	1. *Albit.* Analyse von Fil. Kand. Eva Ramstedt.	2. *Umwandlungsprodukt.* Analyse von Fil. Kand. A. Odencrants.	3. *Do.* Analyse von Fil. Stud. W. Nisser.	4. *Sericit*-analysen.
SiO_2	68,30	53,10	50,33	41,33—55,80
Al_2O_3	18,86	22,88	32,99	19,28—36,76
Fe_2O_3	0,56	4,65	0,31	Spur — 3,81 (17,87)
CaO	0,59	0,31	0,50	0,14—0,63
MgO	—	—	0,91	0,50—2,06
K_2O	0,32	10,18	6,76	4,41—11,67
Na_2O	11,50	3,19	2,84	0,72—4,00
H_2O (Glühverl.)	0,26	5,99	5,39	3,77—6,19
	100,39	100,30	100,03	

Es geht daraus hervor, dass die gefundene Zusammensetzung des Albits sehr nahe mit der theoretischen übereinstimmt, welche fordert: SiO_2 68,7, Al_2O_3 19,5, CaO 0,0 und Na_2O 11,8 %.

Die beiden Analysen des Umwandlungsproduktes lassen zwar unter sich sehr erhebliche Abweichungen zum Vorschein kommen, sie zeigen jedoch unzweideutig, dass das Produkt aus derjenigen Varietät des Kaliglimmers besteht, die als *Sericit* bezeichnet wird. In der letzten Spalte der Tabelle wurden die Grenzwerte der zugänglichen Sericitanalysen (nach Dana's Mineralogie) angegeben; wie ersichtlich fallen die gefundenen Werte jedenfalls innerhalb dieser Grenzwerte.

Als Grund der, ganz besonders bei den Al-Bestimmungen, grossen Abweichungen der beiden Analysen scheint mir ein verschiedener Umwandlungsgrad der beiden Proben kaum allein genügend. Die Richtigkeit der Analysen näher zu kontrolliren schien mir jedoch nicht der Mühe wert, weil jedenfalls die Zusammensetzung des Sericits aus denselben hervorgehen dürfte.

Tatsächlich zeigt die mikroskopische Untersuchung dass ein ganz homogenes Umwandlungsprodukt *nicht* vorliegt, sondern dass in beiden Fällen eine gewisse, wahrscheinlich verschiedene Menge unzersetzten Albits, und möglicherweise auch von Quarz, vorhanden ist. Die Abscheidung des unzersetzten Albits mittels schwerer Flüssigkeiten war wegen des unbeträchtlichen Unterschiedes der spez. Gewichte nur schwierig durchzuführen; und völlig ausgeschlossen war es, die zu analysirende Probe während 5 Monate mit Chlorwasserstoffsäure zu digeriren, um Quarz,

Feldspat und Glimmer gänzlich wegzuschaffen, wie bei der äusserst sorgfältigen Sericitanalyse LASPEYRES[1] geschehen ist.

Dazu kommt noch, dass alle übrigen Kennzeichen mit denjenigen des Sericits übereinstimmen; auch wäre, nach den eigehenden Untersuchungen LASPEYRES, die bewiesen haben, dass die Zusammensetzung des Sericits, unter Voraussetzung völliger Reinheit, mit derjenigen des Kaliglimmers genau übereinstimmt, eine neue diesbezügliche Untersuchung von wenig Interesse.

Die Farbe des Minerals, ist, wie schon angegeben, eine gelbe, mit Stich ins Ziegelrote, oder, wie besonders bei Ytterby häufig zu beobachten ist, eine gelbgrüne.

Das Mineral, das sich wie Talk anfühlt, hat Fettglanz. An grüngefärbten Stücken beobachtet man oft ein Übergangsstadium zwischen kryptokrystallinischer Substanz und glänzenden Glimmerschuppen. Dieser Umstand hat mich auch früher dazu veranlasst, in diesem Umwandlungsprodukt feinkörnigen Glimmer zu vermuten. Dies letztere gilt namentlich von den bei Kårarfvet und Ytterby gesammelten Stücken. Am letzteren Platze beobachtet man oft, wie der Feldspat durch die Sericitisierung eine grüne Farbe angenommen hat, im übrigen jedoch seine Spaltrichtungen und sein Aussehn überhaupt beibehalten hat. In grobkörnigem Granit — z. B. bei Djursholm — habe ich eine solche grünliche Färbung des Feldspates beobachtet, die überhaupt eine ziemlich häufige Erscheinung zu sein scheint.

Der Härtegrad liegt zwischen 1 und 2.

Vor dem Blasrohr schmilzt das Mineral nach vorübergehender Schwarzfärbung unter schwacher Blasenbildung mit starkem Aufschwellen zu einem reinweissen Emaille der mit Kobaltnitrat beim Anblasen Blaufärbung ergibt.

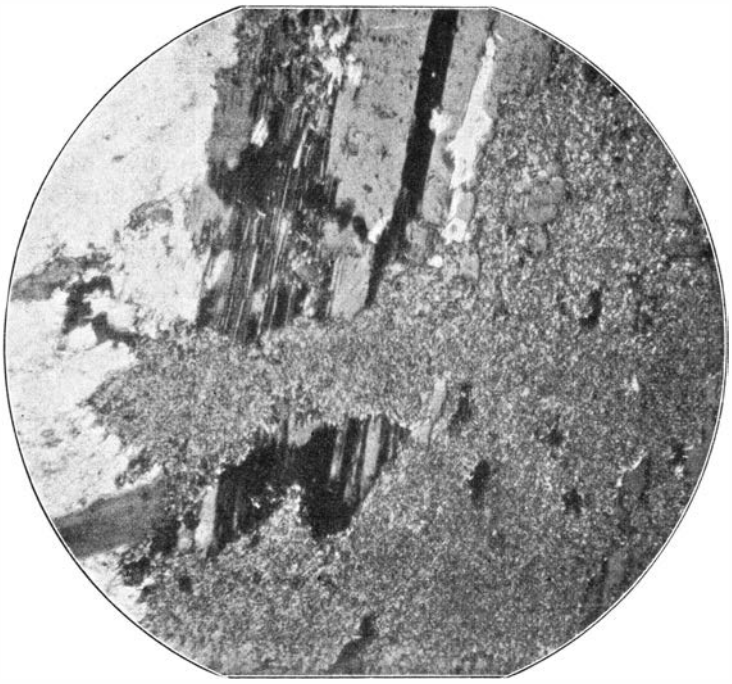
Das *spez. Gewicht* des Minerals, bestimmt vermittelst der Schwebemethode, ist, wie ich fand, 2.73, während das spez. Gewicht des umgewandelten Albits 2.63 war. Der erstere Zahlenwert ist etwas niederer als die früher für Sericit angegebene Ziffer.

Es ist bereits erwähnt worden, dass sich, wie die mikroskopische Untersuchung zeigte, im Sericit hier und dort noch Spuren von Albit fanden. Das mikroskopische Aussehn dürfte in deutlicher Weise hervorgehen lassen, dass der Sericit durch Umwandlung *in situ* aus dem Albit entstanden ist. Man kann Albitpartien mit charakteristischer Zwillingsstreckung beobachten, welche auf beiden Seiten von Sericitpartien weiterlaufen, welch letztere wiederum sich, dem Aussehn nach, so zu sagen in den Albit hineingefressen haben. Man vergleiche das beigefügte Mikrophotogramm, welches bei 90-facher Vergrösserung und gekreuzten Nicholen aufgenommen ist. Die Fortsetzungen der Zwillingsstreckung zu beiden Seiten der Sericitpartie in der Mitte ist allerdings nicht besonders deutlich, aber im Übrigen ist das erhaltene Bild typisch.

[1] H. LASPEYRES. Z. f. Krystallogr. 3 (1880), 244.

Bei stärkeren Vergrösserungen zeigt der Sericit an den Stellen, wo er, an den Albit grenzend, in isolirten Krystallen beobachtet werden kann, feine Nadeln, die oft sphärolitisch angeordnet sind. In dichteren Partien scheinen diese Nadeln in gestreckte blattförmige Massen überzugehen.

Die Bildungsweise des Sericits ist schon vielfach diskutiert worden. Schon LIST,[1] der zuerst den Sericit beschrieben hat, nahm an, dass derselbe aus dem Albit gebildet sei und LASPEYRES[2] kommt zu der Überzeugung, dass er aus Feldspat, Orthoklas und Plagioklas, gebildet sei. Diese Auffassung, die wohl nunmehr die allgemeine sein dürfte, scheint



Albit aus Österby, teilweise in Sericit umgewandelt.
Vergr. 90 ×; gekreuzte Nicholen.

mir nach mikroskopischer Untersuchung von Sericitstücken von Österby und Ytterby ohne Zweifel das Richtige zu treffen.

Ganz von selbst wirft sich einem die Frage auf, wo die Ursache zu einer solchen Umwandlung zu suchen sei. Hierbei hat man zunächst zu beachten, dass der Sericit vorzugsweise längs und in der Nähe von vorhandenen Rissen im Gestein vorkommt und dass man ihn überhaupt vor allem in Gesteine beobachtet, die durch Pressung zerdrückt worden sind.[3]

[1] K. LIST. Ann. d. Chem. u. Pharmacie 81 (1852), 193.

[2] A. a. O.

[3] Vgl. F. ZIRKEL: Lehrbuch der Petrogr., 2. Aufl., Leipzig 1893, I, 341: „Der Sericit ist ein Mineral, welches sich mit Vorliebe da sekundär entwickelt, wo nachweisbare Zertrümmerungserscheinungen auf erfolgte Gebirgspressung hinweisen.»

Es liegt hier nahe, anzunehmen, dass die Umwandlung auf Wasser zurückzuführen sei, das in den Rissen circuliert hat. Nichts deutet an, dass der Sericit eine primäre Bildung sei; im Gegenteil macht er den Eindruck einer recht jungen Umwandlung und hierbei dürfte an ein anderes Reagens als Wasser kaum zu denken sein.

Diese Auffassung wird bekräftigt und gewinnt an Interesse durch eine neuerdings veröffentlichte Arbeit von DITTRICH:[1] »Chemisch-geologische Untersuchungen über 'Absorptionserscheinungen' bei zersetzten Gesteinen.»

DITTRICH zeigt a. a. O., dass ein Hornblende-Granit im Odenwald, wo er von einer Quelle durchzogen wird und infolgedessen in der Nähe derselben verwittert ist, bei der Verwitterung den überwiegend grössten Teil seines Natriumgehalts verloren und statt dessen seinen Kaliumgehalt um das doppelte vermehrt hat. In dem Quellwasser, das man sich allem Anschein nach ursprünglich als ungewöhnlich rein vorzustellen hat, lässt sich die verloren gegangene Natriummenge nachweisen, während der Kaliumgehalt des Wassers ganz gering ist. Für den Gehalt an Alkalimetallen und Wasser hat DITTRICH folgende Ziffern erhalten:

	Hornblende-Granit vor der Verwitterung.	*Hornblende-Granit* nach der Verwitterung.	*Quellwasser* g auf 100 cdm.
K_2O	4.07	7.73	0.136
Na_2O	4.26	1.72	0.613
H_2O	0.95	3.24	—

Diese Veränderung des Gehaltes an Kalium und Natrium in dem verwitterten Gestein im Vergleich mit der ursprünglichen Beschaffenheit des Granits erscheint ganz besonders deshalb so intressant, weil genau dieselbe Umwälzung, obwohl in noch höherem Grade, in den oben angeführten Analysen des Albits und seines Umwandlungsproduktes zu Tage tritt.

DITTRICH wies weiterhin dasselbe Verhältnis in einem Schwarzwälder Granit nach, wo der Kalium- respektive Natriumgehalt in dem unverwitterten Gestein 5.59 % resp. 4.00 % war. In dem verwitterten Gestein war der Kaliumgehalt auf 5.89 % gestiegen, der Natriumgehalt bis auf 1.17 % herabgesunken.

Ferner wurde gezeigt, dass sich bei der Behandlung von frischem pulverisirtem Gestein mit verdünnter Chlorkaliumlösung ($^1/_{10}$n) »ungemein rasch» bedeutende Mengen von (Calcium, Magnesium und) Natrium auflösten,

[1] M. DITTRICH. Z. f. anorg. Chem. 47 (1905), 151. — Meine Aufmerksamkeit wurde auf diese Arbeit von meinem Freund Fil. Kand. R. WIDMAN gerichtet, welcher sich eingehender mit der Einwirkung reines Wassers auf Mineralpulver beschäftigt hat und demnächst in diesem Bull. darüber berichten wird.

während an deren Stelle Kalium absorbirt wurde. Das so aufgenommene Kalium erwies sich als fest gebunden und konnte durch Wasser nicht vollständig entfernt werden.

Wie bekannt hat man angenommen, dass die Ackererde gewisse hypotetische Zeolite (wasserhaltige Aluminiumdoppelsilicate) enthalte, denen man das Vermögen zugeschrieben hat, aus Lösungen Kali zu absorbiren und stark zu binden. DITTRICH weist nach, dass der von seinen frisch gewonnenen pulverisierten Gesteinen aufgenommene Kaligehalt sich ganz genau in derselben Weise verhalte, wie dieses sogenannte zeolitische Kali.

Mir scheint es nun aus dem eben Erwähnten als sehr wahrscheinlich hervorzugehen, dass diese für den Haushalt des Bodens und der Natur überhaupt wichtige Aufnahme von Kalium in enger Beziehung steht zu dem Übergang des Feldspats in Sericit. DITTRICH weist selbst, auf Grund des hohen und fest gebundenen Kaligehaltes, welcher von seinem pulverisirten Gestein aufgenommen wurde — dies Gestein enthielt ja beträchtliche Quantitäten Feldspat — auf eine wahrscheinliche Glimmerbildung hin, aber auf Grund des fein verteilten Zustandes konnte es ihm nicht gelingen, mikroskopisch oder auf eine andere Weise den Glimmer nachzuweisen.

Wie bekannt, ist die Bildung von Sericit eine ganz gewöhnliche Erscheinung. Im Obigen habe ich nur den Übergang des Albits in Sericit berührt, aber es ist sowohl aus älteren Angaben, wie aus den Vorkommnissen von Österby und Ytterby (nebst mehreren anderen Fundorten) klar, dass Orthoklas, Mikroklin und verschiedene Plagioklase in ebenso hohem Grad dieser Umwandlung unterworfen sind. Dieselbe ist jedoch keineswegs auf Feldspat beschränkt. Der bei Kårarfvet, Stripåsen und an anderen Stellen vorkommende Damourit, der, wie der Sericit, nichts anderes ist als Kaliglimmer, wenn auch ein Kaliglimmer von grossblätteriger Form, ist, wie die Krystallbegrenzung zeigt, aus *Topas*[1] hervorgegangen — nämlich dadurch, dass $3AlF_2$ durch KH_2 ersetzt wurde.

Aus *Spodumen* entsteht pseudomorph eine Substanz, der Killinit, in welchem der Lithiumgehalt des Spodumens fast vollkommen von Kalium ersetzt wird, so dass die Zusammensetzung die des Kaliglimmers wird.

Ähnliche Umwandlungen in Glimmersubstanz sind für eine ganze Anzahl verschiedene Mineralien, z. B. für Nephelin, Leucit, Andalusit, Kordierit, Disthen u. a. m. bekannt, sowie aus LASPEYRES'[2] Aufzählung bereits seit dreissig Jahren über zwanzig kryptokrystallinische, aus verschiedenen Mineralien gebildete »pinitartige» Substanzen, den man im Lauf der Zeit verschiedene Mineraliennamen gegeben hat, deren Zusammensetzung jedoch aufs innigste mit der des Kaliglimmers übereinstimmt.

---

[1] Vgl. A. ATTERBERG, Geol. För. Förh. 2 (1875), 402 und O. TENOW, Bull. of the Geol. Instit. Upsala 5 : II (1901), 268.

[2] H. LASPEYRES. Tschermaks min. Mitt. 1873, 166.

Es ist klar, dass der Process, mit dem wir es bei der Sericitbildung zu tun haben, ungemein häufig in der Natur vorkommt und dass der Kaliglimmer das schliessliche stabile Produkt einer Reihe von Umwandlungen ist. Dies Mineral selbst scheint, wie ZIRKEL[1] angiebt, Verwitterung im gewöhnlichen Sinne nicht unterworfen zu sein.

Es schien mir intressant, konstatiren zu können, dass auch im vorliegenden Fall, der Umwandlung von Albit, Auslösung von Natriumsalzen wirklich mit grosser Geschwindigkeit vor sich geht. Ich bin in der Lage, dies auf zweierlei Art und Weise zu konstatiren, teils durch eine chemische Analyse, welche Fil. Kand. A. BYGDÉN die Güte hatte, für mich auszuführen, teils durch Bestimmung des elektrischen Leitungsvermögens von Wasser, das ich auf Albit habe einwirken lassen und mit demselben gesättigt wurde.

Für die chemische Untersuchung wurden 10 g pulverisirter Albit von Österby, der ein wenig Sericit, von dem er sich nicht vollkommen scheiden liess, enthielt, in 500 ccm dest. Wasser von 17° C. verschlammt.

Nach der Verschlammung, die ebenso wie alle übrigen Operationen in Platingefässen vorgenommen wurden, liess man den Schlamm im Verlauf von 1 $^1/_2$ Stunden sich setzen. Die Lösung, welche später (durch mehrfache Analysenfilter) abfiltriert wurde, war nicht vollständig klar; die geringe Menge Schlamm, die sich bei besonders ausgeführten Bestimmungen im Wesentlichen als unveränderter Albit erwies, wurde nach Eindunstung abfiltriert; die ganze Quantität des Albits machte 0.0568 g aus.

Aus dem hieraus gewonnenen Filtrat wurde Kieselsäure (0.0010 g) durch Abdunstung bis zur Trockenheit ausgeschieden, woraufhin die Summe von Tonerde + Eisenoxyd (0.0010) bestimmt wurde; schliesslich wurden die Alkalichloride gewogen (Gesamtgewicht 0.0129 g, wovon Kaliumchlorid 0.0016, der erhaltenen Menge K_2PtCl_6 0,0053 gemäss). Die Analyse ergab somit, dass bei der Behandlung von 10 g Albit mit 500 ccm dest. Wasser folgende Mengen gelöst wurden:

SiO_2	0,0010 g
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	0,0010 „
K_2O	0,0010 „
Na_2O	0,0060 „

Diesen Zahlen gemäss sind es nicht unbedeutende Mengen Natrium, die in kurzer Zeit mit reinem Wasser aus dem Albit gelöst werden. Damit beispielsweise ein Gramm Albit in seiner Gesammtheit dem Natriumverlust von 11,5 % herunter bis auf 3 %, wie die Analysen auf Seite 280 angeben, unterzogen werde, so würden, vorausgesetzt, dass die gefundenen Ziffern

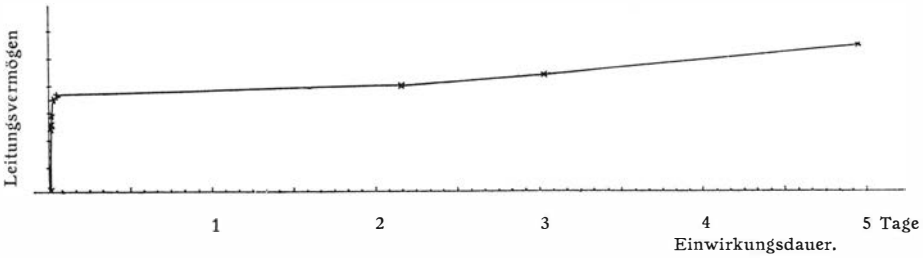
[1] F. ZIRKEL. Lehrbuch der Petrogr. 2. Aufl. 1893, II, 340: »... erscheint er selbst der gewöhnlichen Verwitterung gar nicht unterworfen, sondern allenthalben, selbst in recht zersetzten Gesteinen, von charakteristischer Frische.

auch für länger fortgesetzte Einwirkung als giltig betrachtet werden können, hierzu 14 cdm Wasser genügen. Ein geringer Gehalt von Verunreinigungen des Wassers würde diesen Wert wahrscheinlich noch weiterhin herabsetzen.

Auf die Geschwindigkeit der vorliegenden Auflösung noch etwas näher einzugehen wurde ermöglicht durch die Bestimmung des elektrischen Leitungsvermögens von Wasser, das verschieden lang in Platingefässen in Berührung mit pulverisirtem Albit (1.9 g auf 50 ccm Wasser) stehen gelassen wurde. Zur Bestimmung des Leitungsvermögens wurden in Jenaglasgefässe eingeschmolzene Tauchelektroden verwendet, die nur bei der Ausführung der Bestimmungen in die Flüssigkeit eingesenkt wurden.

Figur S. 286 veranschaulicht das Resultat zweier Versuchsserien. Die Abscissen geben die Zeiten nach der Verschlammung (ein Skalteil gleich zwei Stunden), die Ordinaten das entsprechende Leitungsvermögen an, welch letzteres nach einem willkürlichen Masse abgeschätzt wurde.

Es ergiebt sich hieraus, dass die Lösungsgeschwindigkeit eine ausnehmend grosse ist; innerhalb einer Stunde sind zwei Dritteile der ganzen Menge gelöst worden, die später in 5 Tage in Lösung ging. Aus dem sich ergebenden starken Knie der Kurve scheint also hervorzugehen, dass in



einem ganz kurzen Zeitraume ein gewisser Sättigungszustand sich einstellt und dass die Substanzmenge, die nachher in Lösung geht, von relativ untergeordneter Bedeutung ist. Es könnte vielleicht von Interesse sein, die Lösungsgeschwindigkeit bei verschieden grober Zerteilung des Albits u. s. w. zu untersuchen und ebenso zu erforschen, inwieweit sich auf diesem Wege das gleiche Resultat ergiebt als auf dem rein chemischen Wege. Eine Bestimmung, die ich an einer mit demselben Wasser erhaltenen 0.0026 n Chlornatriumlösung ausführte gab an, dass die in einer Stunde gelöste Salzmenge, wenn dieselbe bloss aus Chlornatrium bestehen würde, zwischen halb und ein Drittel so gross sein würde als die von Herrn BYGDÉN gefundene. Es dürfte nicht schwierig sein, eine solche Abweichung zu erklären und auf alle Fälle ist die Grössenordnung der gelösten Natriummenge die gleiche.

Man könnte in Frage ziehen, ob es wirklich angezeigt ist, die Benennung Sericit beizubehalten, da dieses Mineral ja nichts anderes als Kaliglimmer zu sein scheint. Dass ich die obige Benennung beibehalten habe, beruht auf Folgendem: 1. Das Mineral kommt in deutlichen Nadeln vor,

was mit gewöhnlichem Glimmer nicht der Fall zu sein scheint, wenn man auch hinwiederum zugeben muss, dass diese Nadeln, — vielleicht eine Art Krystalliten — später in Glimmerblättchen vom gewohnten Aussehn übergehen.[1] 2. Es ist *a priori* wahrscheinlich, dass sich physikalische Verschiedenheiten finden zwischen gewöhnlichem, (wenigstens des öfteren) aus Schmelzen hervorgegangenem Glimmer und solchem von sekundärer Bildung. 3. Das vorliegende Vorkommen von Kaliglimmer hat sich von grosser Bedeutung für die Petrographie erwiesen, wo der Name Sericit ja auch allgemein aufgenommen worden ist. Wenn fernerhin, wie tatsächlich der Fall zu sein scheint, diese sekundäre Glimmerbildung auch für die Pflanzenwelt eine wichtige Rolle spielt, haben wir so viel mehr Anlass, den Spezialnamen Sericit beizubehalten.

Es sei mir gestattet, diese Zeilen mit den Worten zu schliessen, mit denen LASPEYRES vor über einem Viertel Jahrhundert seine für die Erforschung der Natur des Sericit so aufhellende Abhandlung begonnen hat: »Der Sericit gewinnt für die Petrographie und Geognosie, wie es scheint, immer grössere Bedeutung.»

Upsala, Chemisches Universitätslaboratorium, Juni 1906.

[1] Bei der Bildung des Damourits unterscheidet sich nach ATTERBERG (a. a. O.) zwei verschiedene Stadien; nur im letzteren kommen deutlich ausgebildete Glimmerschuppen vor.