

**Entgegnung auf den Aufsatz von J. Morozewicz.**Von **Berta Vukits** in Graz.

Auf die Angriffe von J. MOROZEWICZ (dies. Centralbl. No. 5. 148) über Unzulässigkeiten in der Experimentalmethodik habe ich folgendes zu erwidern:

1. Eine Wiederholung der Analyse des von mir verwendeten Eläoliths von Miaß anzustellen, war in meinem Falle nicht notwendig, da die betreffenden Angaben in HINTZE, p. 868, genügten, mir ein Bild seiner chemischen Zusammensetzung zu geben, und es lag kein Grund vor, an der Richtigkeit dieser Analysen von so einfach zusammengesetzten Mineralien zu zweifeln. Das Alter der Analyse kam dabei nicht in Frage, denn wie früher nicht, so ist es auch jetzt nicht möglich, bei einer genauen Bestimmung von in sehr kleinen Mengen vertretenen Bestandteilen eines Minerals bei nochmaliger Analyse ganz dieselben Resultate bezüglich dieser in Spuren vertretenen Substanzen zu erhalten. Gerade die Analyse No. 31 zu meinen Berechnungen heranzuziehen, veranlaßte mich der Umstand, daß bei Versuch b meiner II. Versuchsreihe sich eben sehr viel Spinell bildete, was absolut nicht möglich gewesen wäre, wenn MgO und CaO nur spurenweise vorhanden wären. Beim ersten Versuche bildete sich kein Spinell, was wahrscheinlicher Weise der verschiedenen Abkühlungsgeschwindigkeit zuzuschreiben ist, die MOROZEWICZ gar nicht berücksichtigt, deren Einfluß jedoch, wie aus zahlreichen Versuchen hervorgeht, bei der Bildung metastabiler Körper sehr groß ist.

Bei dem Umstande, daß MOROZEWICZ seine Regeln<sup>1</sup> für die Ausscheidung von Korund, Spinell und Sillimanit nicht mit genügender Klarheit zusammenfaßt, wäre ein Mißverständnis wohl möglich gewesen; ich glaube aber, daß dieses trotzdem nicht vorliegt, da sich meine Auseinandersetzungen bei der Besprechung der Ergebnisse meiner II. Versuchsreihe speziell auf Punkt 6, p. 57, in der Zusammenstellung seiner Hauptresultate beziehen, also auf jenen Punkt, der über Korund- und Spinellbildung handelt, der also in diesem Falle allein für mich von Wichtigkeit war. Da dieser Punkt 6 die zwei vorhergehenden in sich faßt, mußte ich mich notwendigerweise auch an diese beiden letztgenannten halten.

Von einem zersetzten Eläolith kann bei dem von mir verwendeten Material unbedingt nicht die Rede sein, denn es erschien schon makroskopisch vollkommen frisch und erwies sich auch mikroskopisch, also bei Untersuchung des Dünnschliffes als ganz un-

<sup>1</sup> J. MOROZEWICZ, Experimentelle Untersuchungen über die Bildung der Mineralien im Magma. TSCHERMAK'S Min. u. petrogr. Mitt. 1899. 56—58. N. Jahrb. f. Min. etc. 1900. II. -248-.

zersetzt; daher weist er auch keinen nennenswerten Wassergehalt auf. Gesetzt, der Eläolith würde Spuren von  $H_2O$  enthalten, wie könnte dadurch allein ein ganz anderes Resultat zustande kommen?

2. Eine Schmelze stellt nach den heute vertretenen Anschauungen im Gegensatze zu dem unhaltbaren, veralteten Standpunkte, den MOROZEWICZ einnimmt, nicht eine einseitige Lösung dar, d. h. eine solche, in der nur eine der Komponenten als Lösungsmittel auftritt, sondern es löst gegenseitig ein Bestandteil den andern und in diesem Sinne läßt sich auch nicht von einer an einem Bestandteile übersättigten Lösung sprechen. An dieser Stelle verweise ich auch auf eine Bemerkung VOGT's<sup>1</sup> darüber, wie MOROZEWICZ die Ausdrücke „Sättigung“ und „Übersättigung“ unrichtig benützt und welche Resultate VOGT für die Bildung von Spinell und Korund in Silikatschmelzflüssen erhalten hat. Die „Gesetze“ MOROZEWICZ' reduzieren sich überhaupt darauf, daß Anorthit, Nephelin etc. und Korund zusammengeschmolzen sich beide getrennt ausscheiden und sie sind nichts anderes als nur die Umschreibung der bekannten Tatsache, daß beim Zusammenschmelzen von Na-, Ca-, Al-Silikaten mit Korund, wobei das Verhältnis von Al :  $K_2$ ,  $Na_2$  oder Ca wie 1 : 1 ist, sowohl der Korund, als auch die Silikate sich getrennt ausscheiden, weil eben in den entsprechenden Silikaten jenes Verhältnis wie 1 : 1 ist. Bei entsprechend hoher Temperatur gibt es aber bei keinem Silikat eine Sättigung, es ist dies die sogenannte kritische Lösungstemperatur, bei der sich unbedingt die beiden Komponenten, in meinem Falle Eläolith (oder auch Anorthit) und Tonerde ineinander, also gegenseitig lösen, und man kann nicht sagen, daß nur das eine im andern löslich sei. Es kann also jedes Silikat Tonerde lösen und nicht nur, wie MOROZEWICZ irrthümlicherweise annimmt, bestimmte Silikate. Beim Erkalten werden sich beide getrennt ausscheiden, darin besteht die ganze Gesetzmäßigkeit und der ganze von MOROZEWICZ inaugurierte Streit ist eigentlich müßig. Tritt nun MgO hinzu und kann sie in den Nephelin nicht aufgenommen werden, so scheidet sie sich eben mit Tonerde als Spinell separat aus. Aber die Menge des ausgeschiedenen Spinells oder Sillimanits bei reichlichem MgO- oder  $SiO_2$ -Gehalt hängt nicht nur, wie MOROZEWICZ (p. 57) angibt, vom Überschuß der Tonerde, sondern auch von der Abkühlungsgeschwindigkeit ab, wie ich auch in meiner Arbeit des öfteren erwähnt habe und es können bei be-

<sup>1</sup> VOGT, Die Silikatschmelzlösungen I. p. 78: „Gegen seine (MOROZEWICZ') theoretische Erklärung habe ich doch vieles einzuwenden, namentlich weil er die Ausdrücke ‚Sättigung‘ und ‚Übersättigung‘ in einer Weise benutzt, die nicht mit der Bedeutung dieser Begriffe in der modernen Chemie zusammenfällt.“ — Siehe auch weiter p. 86.

stimmter großer Abkühlungsgeschwindigkeit kleine Mengen von Spinell und Sillimanit sich gesondert abscheiden.

3. Wegen der großen Fortschritte, die die mikroskopische Untersuchung auf dem Gebiete der petrographischen Forschung besonders bezüglich der Mineralbeschreibung in letzter Zeit erlangt hat, ist es selbstverständlich, daß sich die Gesetze der Mineraloptik, nach denen die mineralogische Natur der verschiedenen Gesteinsbestandteile festgestellt wird, auch in gleicher Weise auf die synthetisch dargestellten Gesteine anwenden lassen; und wie es nicht notwendig ist, ein nach optischen Eigenschaften und Merkmalen bestimmtes Mineral jedesmal noch chemisch zu analysieren, jene Fälle natürlich ausgenommen, in denen Zweifel über seine Identität oder über sein Mischungsgesetz bestehen, so habe auch ich von der Vornahme einer chemischen Analyse abgesehen, die doch nicht genau ausgefallen wäre. Es lassen ja überdies die chemischen Bestandteile einer Schmelze mit einiger Sicherheit darauf schließen, welche Mineralien sich im gegebenen Falle auskristallisieren werden. Die Bildung des Sillimanits war allerdings nach MOROZEWICZ nicht zu erwarten und ist bezüglich früher erwähnter Gesetzmäßigkeiten abnorm, dies hängt aber wahrscheinlich wieder mit der Abkühlungsgeschwindigkeit zusammen; denn bei verschiedener Abkühlungsgeschwindigkeit können sich metastabile Formen bilden, was in anderen Fällen ausbleiben würde und zu diesen gehört ja auch der Kalkspinell. Es geht aber nicht an, die so häufig beobachtete Sillimanitbildung auf eine Zersetzung des Materials zurückzuführen, die doch nicht vorhanden ist. Übrigens hat MOROZEWICZ in vielen Fällen seiner Untersuchungen selbst oft auf gleiche Weise Mineralien bestimmt, also ohne chemische Analyse, eine Methode, die er bei mir als unzulässig bezeichnet. Nicht genauer als meine Bestimmung ist z. B. jedenfalls die von MOROZEWICZ gemachte, wonach dihexaedrische Mikrolithen Quarz sein sollen (p. 163), ebensowenig die Bestimmung des Biotits oder die von Sphärolithen als Sanidin (p. 164). Und weil dieser Versuch bezüglich der Quarzausscheidung besonders wichtig wäre, da er im Gegensatze zu zahlreichen anderen Versuchen steht, wäre gerade hier eine viel genauere Bestimmung notwendig gewesen, man könnte daher nach MOROZEWICZ diese Bestimmung als unzulässig bezeichnen.

4. Was dann ferner die Berechnung anbetrifft, die ich bei meinem Versuche 4 Eläolith:1 Augit nach den Angaben MOROZEWICZ' angestellt, und in der ich die im Metasilikat vorhandene MgO-Menge zur Menge der anderen Basen ( $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ) zugezählt habe, so ließ ich mich dabei von folgenden Überlegungen leiten: MOROZEWICZ spricht in seinem Punkte 7 (p. 57) die Gültigkeit der vorhergegebenen Gesetze (Punkt 4 und 5) über die Aus-

scheidungsmöglichkeit von Korund, Spinell und Sillimanit auch jenen Magmen zu, die Augit und „mit Alumosilikaten gemeine Basen“, unter denen er  $\text{CaO}$  und  $\text{Na}_2\text{O}$  versteht, enthalten. Ich habe also das im Augit (Metasilikat) vorhandene  $\text{MgO}$  als Base berechnet und den anderen Basen zugezählt; denn wenn nach MOROZEWICZ das Metasilikat Augit in der Schmelze zulässig ist, muß es auch das im Augit vorhandene  $\text{MgO}$  für die Berechnung sein; es einfach unberücksichtigt zu lassen, wäre doch durchaus unzulässig gewesen. Beim Zusammenschmelzen von Eläolith und Augit wird sich wieder je nach der Abkühlungsgeschwindigkeit entweder Spinell ausscheiden, wofür genügende, bestätigende Versuche vorliegen, oder die Bestandteile des Spinells werden als isomorphe Bestandteile in den Augit aufgenommen. Es scheint anderseits auch die Möglichkeit vorhanden zu sein, daß, wie auch aus Versuchen von LENARČIČ<sup>1</sup> hervorgeht, Verbindungen in kleinen Mengen adsorptionsartig aufgenommen werden können. Die wesentliche Differenz zwischen MOROZEWICZ' und meiner Anschauung besteht also darin, daß er die Abkühlungsgeschwindigkeit nicht berücksichtigt.

Es ist Aufgabe praktischer Versuche, die Bestätigung gegebener Gesetze zu erbringen oder, wenn die Ergebnisse diesen Gesetzen nicht folgen, zum mindesten Abweichungen sich ergeben, zu untersuchen, inwieweit sich die Gesetze auf den bestimmten Fall anwenden lassen. Dies wird dadurch sehr erschwert, daß deren Verwendbarkeit wieder von verschiedenen Spezialfällen abhängig gemacht wird, wie es MOROZEWICZ getan hat, die ja zum Teil die Gültigkeit des vorher Gesagten wieder aufheben und dadurch dessen tatsächlichen Wert herabsetzen.

5. Um endlich auch auf das Zitat der Arbeit Z. WEYBERG's kurz einzugehen, bemerke ich, daß WEYBERG Schmelzen mit Br und J herstellte, die in der Natur nicht vorkommen und mit den von mir hergestellten in keiner Beziehung stehen, denn ich stellte zum Zwecke des Studiums der in Schmelzen stattfindenden Vorgänge solche Mischungen her, die ihrem chemischen Bestande nach einem natürlich vorkommenden Gesteine entsprechen. Wie aus WEYBERG's Arbeit weiter hervorgeht, war er ja auf die chemische Untersuchung seiner Schmelzpunkte angewiesen, da deren optische Merkmale ihm zu ihrer sicheren Bestimmung nicht genügten. Dieser Fall steht aber mit dem meinen in gar keinem Zusammenhang.

6. Was nun die Fehlerquellen bei Synthesen anbelangt, so sind diese selbstverständlich nicht nur bei meinen, sondern auch bei anderen, sogar bei denen von MOROZEWICZ vorhanden. Bei der Untersuchung von Mineralien hat man natür-

<sup>1</sup> LENARČIČ, Über gegenseitige Löslichkeit und Ausscheidungsfolge der Mineralien im Schmelzfuß. Dies. Centralbl. 1903. p. 705. 743.

lich mit deren unreiner Beschaffenheit zu kämpfen und man wird trachten, die Mineralien auszusuchen und möglichst frische Stücke zu verwenden. Es liegen hier also dieselben Fehlerquellen vor, wie bei den Mineralanalysen<sup>1</sup>. Selbstverständlich sind diese Fehler hier aber nicht so störend, als bei den Analysen, wo es sich darum handelt, die Konstitution eines Minerals zu eruieren, wo ganz geringe Beimengungen bereits einen größeren Fehler erzeugen können. Durch unsere Versuche hat sich ergeben, daß der Schmelzpunkt von Mineralien durch kleine Beimengungen zum mindesten nur sehr wenig verändert wird, während das bei Metallen bekanntlich eine große Erniedrigung verursacht. Diese Fehlerquellen müssen sich aus den praktischen Versuchen ergeben und können nicht a priori festgestellt werden, wie MOROZEWICZ es tut. Es bedurfte also nicht seiner Belehrung, damit wir die Fehlerquellen zu eliminieren bemüht waren. Dieses gelingt vollkommen aber bei keiner chemischen oder physikalischen Arbeit, was aber noch kein Grund ist, die Resultate zu verdächtigen oder sie als wertlos hinzustellen.

Bezüglich der Methode, nach der MOROZEWICZ mit chemischen Mischungen gearbeitet hat, ist zu bemerken, daß gerade diese bei größeren Mengen den Fehler haben, daß beim Schmelzen das Material nicht in allen seinen Teilen homogen erhalten wird, da ja Differentiationen, wie MOROZEWICZ selbst angibt, öfters eintreten. Außerdem ist das Isolieren einzelner Bestandteile aus den Schmelzen, wie gleichfalls aus MOROZEWICZ' Darstellungen p. 31 ersichtlich ist, mit noch größeren Fehlern verbunden, als das Isolieren natürlicher Mineralien, dies um so mehr, wenn sie wie der früher erwähnte Eläolith frisch sind und sehr wenig Verunreinigungen enthalten, während bekannterweise aus Schmelzfluß erhaltene Verbindungen sich durch eine große Zahl von Einschlüssen auszeichnen und ihre Analyse niemals so genau sein wird, wie die eines Naturproduktes. Abgesehen davon, könnten beispielsweise in einer Fabrik in durch Wochen sich selbst überlassenen Massen zufällige Veränderungen leicht eintreten. Übrigens wendet auch MOROZEWICZ Mineralien, wie Augit und Labradorit vom Ätna an, die nicht reiner als meine waren. Auch er verweist bei Anführung des von ihm verwendeten Olivins (Hekla) auf die vorhandenen Analysen (p. 21). Und gerade bei den Arbeiten von MOROZEWICZ sind mehrere Fehler zu berücksichtigen, vor allem das Anfressen der Tontiegel durch die Schmelzen, was er ja teilweise selbst zugibt. Das Tonmaterial der Tiegel ist übrigens, wie wir uns überzeugt haben, in manchen Fällen Fl-haltig, und es ist nicht ausgeschlossen, daß das Fluor bei MOROZEWICZ' Ver-

<sup>1</sup> C. DOELTER, Bemerkungen über den Wert der Mineralanalysen. Mitteilungen d. naturwissenschaftl. Vereins. Jahrg. 1877.

suchen als Mineralisator wirkte, obgleich er einen solchen Einfluß absolut leugnet.

Wollte ich die Arbeiten MOROZEWICZ' nach demselben strengen Maße beurteilen, wie er die meinen, so könnte ich genau auf dieselbe Weise zu dem Schlusse kommen, seine Resultate zu verwerfen, erstens wegen der angegebenen Fehlerquellen und zweitens weil die Reinheit der Mineralien nicht genügend nachgewiesen ist. Es liegt mir aber fern, dies zu tun, obwohl ich verlangen könnte, daß MOROZEWICZ an seinen eigenen Arbeiten dieselbe strenge Kritik übt wie an denen Anderer, insbesondere, da er Gesetze aufstellt, was ich nicht getan habe.

Wenn daher MOROZEWICZ über „Unzulässigkeiten“ spricht, so wäre er selbst jedenfalls in erster Linie verpflichtet gewesen, die vermeintlichen Unzulässigkeiten bei seinen eigenen Arbeiten zu vermeiden.

---