

nicht, wie Herr Prof. GEINITZ behauptet, Lokalmoräne, sondern ganz zweifellos ganz normale, graue Grundmoräne vorhanden ist; die Proben sind vorhanden und können jedem gezeigt werden; dagegen will ich zugeben, daß man den in Bohrung II in 77,4—78 m Tiefe vorhandenen, durch Braunkohlensubstanz braun gefärbten Geschiebemergel allenfalls als Lokalmoräne bezeichnen könnte — ich würde es nicht tun, weil es, abgesehen von der eigentümlich braunen Färbung, eine ganz normal beschaffene Grundmoräne ist, und wir bei dieser Fassung des Begriffes „Lokalmoräne“ dieses Wort sehr häufig gebrauchen müßten, aber ich will zugeben, daß das Auffassungssache ist, über die sich reden läßt.

Berlin, 2. Januar 1906.

Ueber die Flüssigkeitseinschlüsse im Quarz alpiner Mineralklüfte.

Von J. Königsberger und W. J. Müller.

Freiburg i. B. und Mülhausen i. E., 23. Dezember 1905.

DAVY, BREWSTER, SORBY, SÖCHTING und viele andere bedeutende Forscher¹ haben das Verhalten der Flüssigkeitseinschlüsse und Libellen gegen Temperaturänderungen und den chemischen Bestand der Einschlüsse untersucht. H. CL. SORBY hat als erster aus der Größe und Zusammensetzung der Flüssigkeitseinschlüsse in Kristallen und in gesteinsbildenden Mineralien eingehende Folgerungen über die flüssige Phase bei der Auskristallisation gezogen. Er nahm an, daß im Moment des Einschließens die eingeschlossene Substanz ein homogener Teil der flüssigen Phase war. Wenn später nach der Abkühlung außer der Flüssigkeit noch eine gasförmige Libelle vorhanden ist, so wäre diese durch Entweichen adsorbierten Gases und Bildung von Dampf aus der Flüssigkeit bei Volumkontraktion der letzteren infolge von Abkühlung zu erklären. SORBY mußte daher annehmen, daß in einem Kristall das Volumverhältnis der Libelle zur Flüssigkeit überall das gleiche ist.

Er hat zu dessen Bestimmung die Flächenausdehnung von Libelle und Flüssigkeitseinschluß in der Ebene des zufällig geführten Schnittes gemessen und fand, daß eine solche Konstanz zwar durchaus nicht immer aber doch häufig vorhanden war. Jedoch bestätigten die bald darauf erfolgenden Untersuchungen an Flüssigkeitseinschlüssen in Gesteinen von ALLPORT, JUDD und besonders von J. A. PHILIPPS die Ansicht von SORBY nicht. PHILIPPS²

¹ Vergl. die Literatur bei H. ROSENBUSCH und E. A. WÜLFING, Mikroskopische Physiographie. 1. (1.) 374 ff. 1904. Stuttgart und F. ZIRKEL, Lehrbuch der Petrographie. 2. 166 ff. 1893.

² J. A. PHILIPPS, Quart. Journ. geol. soc. London. 31. 332. 1875.

hat an Granit aus den Minendistrikten von Cornwall verschiedene Temperaturen für das Verschwinden der Libellen festgestellt, bei den meisten etwa 80° , bei einigen über 180° . Seitdem galt die Ansicht von Sorby als widerlegt, und man hat meistens wohl nur gelten lassen, daß der chemische Bestand des ganzen Einschlusses freie und adsorbierte Gase, Flüssigkeit und feste Körper qualitativ die Zusammensetzung der Mutterlauge der Kristalle gibt.

Im folgenden soll gezeigt werden, daß die Hypothese von Sorby jedenfalls für die Kluftminerale des Biotitprotogin des Aarmassivs mit großer Annäherung zutrifft, und daß daher die Analyse der Einschlüsse auf etwa 1—2% genau die Zusammensetzung der homogenen flüssigen Phase bei der Auskristallisation ergibt, und daß ferner die Temperatur der Auskristallisation auf etwa 15° genau bestimmt werden kann.

Zunächst muß darauf hingewiesen werden, daß die Temperatur, bei welcher die Libelle verschwindet, selbstverständlich nur dann die der Auskristallisation sein kann, wenn die Lösung noch als Flüssigkeit den ganzen Hohlraum ausfüllt; denn nur dann kann bei weiterer wesentlicher Temperaturerhöhung die Ausdehnung der Flüssigkeit durch keinen praktisch vorkommenden Druck verhindert worden sein. Es sind also von vorneherein alle Einschlüsse auszuscheiden, bei welchen die scheinbare kritische Temperatur der flüssigen Phase unterhalb oder sehr nahe derjenigen liegt, bei welcher der Hohlraum ganz ausgefüllt wird. Man erkennt dies schon daran, daß in letzterem Falle mit Verkleinerung der Libelle gleichzeitig ihre Begrenzung undeutlich wird und der Totalreflexionsrand abnimmt.

Beobachtungen.

Das von uns untersuchte Material waren sehr einschlußreiche Quarzkristalle vom Bächistock¹, heller Rauchquarz vom Alpengletscher¹ und dunkler Rauchquarz vom Tiefengletscher¹. Wir haben die genauen Versuche mit den ersteren gemacht, obgleich wir uns auch hier wieder² überzeugen konnten, daß ein Vorhandensein von Kohlenwasserstoffen in den alpinen Rauchquarzen nicht nachzuweisen ist.

Ein elektrischer Erhitzungssofen innen mit Kupferwänden ausgekleidet, trägt auf einem massiven durchbohrten Kupferklotz das Präparat. Die Kupferwände sind ober- und unterhalb desselben durchbohrt, um Durchsicht zu gestatten; aber um Luftströmungen

¹ Siehe KÖNIGSBERGER, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XIV. 86, 79, 66, 1901.

² Min.-petr. Mitt. 19. 148. 1900. Neuere Versuche scheinen darauf hinzuweisen, daß möglicherweise freies Silicium oder ein niederes Oxyd desselben die Färbung verursacht.

zu vermeiden, sind die Öffnungen mit Platten von amorphem Quarz verschlossen. Ein kleines Thermometer geht durch die Kupferwandung in den innen befindlichen massiven Kupferklotz, so daß sein Quecksilbergemäß in diesem unmittelbar seitlich vom Präparat sich befindet. Die ganze Vorrichtung wird auf den durch Asbest, Holz und Luft geschützten Mikroskopisch gesetzt. Es ist möglich, Temperaturen bis 400° durch Regulierung des elektrischen Stromes auf $\frac{1}{2}^{\circ}$ 20 Minuten lang konstant zu halten und die Temperatur des Präparats ebenso genau auf $\frac{1}{2}^{\circ}$ zu bestimmen, was durch Schmelzpunktsbeobachtungen an Naphthalin etc. kontrolliert worden war. Das Mikroskopobjektiv besaß Wasserkühlung.

Es ergab sich folgendes:

Die Libellen in einem Kristall verschwinden fast gleichzeitig innerhalb eines Temperaturintervalls von $3-12^{\circ}$.

Für farblose Quarzkristalle aus dem Biotitprotogin des Watteringer Tunnel der Gotthardbahn liegt die Grenze zwischen 199° und 210° , für Quarz vom Bächistock (vergl. oben) zwischen 215° und 222° , für den Rauchquarz vom Alpigengletscher zwischen 223° und 229° .

Die Flüssigkeit bleibt hierbei als solche bestehen. Das Verschwinden der Libelle ist nicht wie bei den Kohlensäureeinschlüssen mit einem Unsichtbarwerden der Grenze Flüssigkeit—Gas verbunden, vielmehr nimmt die Libelle stetig bis unter mikroskopische Sichtbarkeit ab. Da die Abnahme ihres Durchmessers der Temperatur bei 200° angenähert proportional¹ ist, ist es nicht notwendig, mit stärksten Vergrößerungen das absolute Verschwinden festzustellen. Ob der verhältnismäßig kleine Temperaturunterschied von $6-10^{\circ}$ des Verschwindens verschiedener Libellen im gleichen Kristall dadurch zu erklären ist, daß ein sehr kleines Gasbläschen die Veranlassung zum Einschluß der Mutterlange durch den fortwachsenden Kristall bildete, ist praktisch gleichgültig. Aus der Temperaturdifferenz und dem sich daraus ergebenden Volumen des Gasbläschens berechnet sich dessen Menge auf etwa $1-0,1\%$ der Masse des Einschlusses. Jedenfalls ist nachgewiesen, daß praktisch auf etwa 1% genau der gesamte Einschluß ein homogener Teil der flüssigen Phase war und das Verhältnis von Libelle zu Flüssigkeit bei diesen Quarzen ein konstantes und kein zufälliges ist. —

Für die chemische Analyse kommen, da die Einschlüsse als feste Salze auch Alkalikarbonate gelöst enthielten (vergl. unten),

¹ Da die Volumzunahme des Wassers von $0-100^{\circ}$ nur 4% beträgt, ist es erklärlich, daß VOGELSANG und GEISLER und andere Forscher, die nicht weit über 100° erhitzen, keine merkliche Volumänderung beobachteten. Bei 220° ist das Volumen dagegen das 1.198 fache desjenigen bei 0° .

als flüchtige Säuren nur Kohlensäure in Betracht, da alle andern nicht organischen Säuren die Karbonate zerlegt hätten. Auf indifferenten Gase, von Wasser bezw. Wasserdampf abgesehen, haben wir nicht geprüft; denn für unsern Zweck, die Zusammensetzung der Lösung zu erfahren, um die gleiche zur künstlichen Synthese der Kluftminerale zu verwenden, ist ihre Anwesenheit gleichgültig. Einwandfrei ihre, wie aus der Differenz Glühverlust — (Wasser + Kohlensäure) folgt, jedenfalls geringe (unter 3 %) Masse festzustellen und deren chemische Natur zu erforschen, ist sehr schwierig.

Durch Erhitzen des Quarzes im Kaliglasrohr, was Dekrepitation der Einschlüsse bewirkt, und Durchleiten trockener Luft wird das Wasser in bekannter Weise im Chlorcalciumrohr, die Kohlensäure im LIEBIG'schen Kaliapparat aufgefangen und gewogen. Bei der sehr geringen Menge von einigen Milligramm müssen alle Fehlerquellen, wie äußere Adsorption des Wassers etc., durch Trocknen und Kontrollversuche möglichst sorgfältig eliminiert werden. Gleichwohl bereiten auch dann noch gewisse systematische Fehler, welche hauptsächlich die CO_2 -Menge zu groß erscheinen lassen, einer genauen Bestimmung Schwierigkeiten.

Nur eine größere Zahl von Versuchen erlaubt zu beurteilen, welches der auf etwa $\pm 3\%$ richtige Wert für das Verhältnis Wasser : Kohlensäure ist.

Wir fanden dafür am Quarz vom Alpligengletscher 92 : 8 bis 91 : 9; Quarz vom Bächistock 83 : 17 und 92 : 8, wovon etwa 1—2 % gebundene Kohlensäure ist, wie sich bei der Untersuchung der Salze herausstellte. Der Kohlensäuregehalt scheint demnach etwas zu variieren¹, in den viel unlösliche Karbonate enthaltenden Klüften ist er geringer.

Dieser Befund stimmt gut zu den Resultaten von VOGELSANG und GEISSLER². Diese wiesen spektralanalytisch und qualitativ chemisch in den Einschlüssen von Quarz aus dem Maderanertal, der ebenfalls zu den Kluftmineralien und zwar von sehr ähnlichem Typus wie die des Biotitprotogins gehört, Wasser und Kohlensäure nach.

Der Prozentgehalt der festen Bestandteile der Lösung wurde ermittelt, indem der zerkleinerte Quarz zunächst in groben Stücken gewogen und dann im Platintigel erhitzt und darauf wieder gewogen wurde. Die Differenz gibt die Menge des entwichenen Wassers und der Kohlensäure. Die Stücke werden dann mit reinem Wasser ausgelaugt, was mehrere Stunden erfordert; die Lösung

¹ An Quarz aus einer viel Kalkspat haltenden Mineralkluft [Vorderer Feldschr (Göschenen)] war das Verhältnis $\text{H}_2\text{O}:\text{CO}_2$ 100:1.

² VOGELSANG und GEISSLER, Pogg. Ann. 137, 56—75, 1869 und ebenda 257—271.

wird in der Platinschale zur Trockne gedampft, der Rückstand schwach geglüht und gewogen. Auch hier müssen, um systematische Fehler zu vermeiden, die Versuchsbedingungen vielfach abgeändert werden. Doch ergaben sich stets gut übereinstimmende Resultate:

Versuch 2. 19 g Quarz vom Bächistock. Vorher schwach getrocknet, dann mittelstark geglüht. Glühverlust: $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = 0,0325$. Rückstand, 12 Stunden lang extrahiert, $= 0,0030$; davon entfallen auf das zum Auslaugen etc. benutzte Wasser $0,0004$; also in den Einschlüssen $= 0,0026$. Demnach flüchtige zu festen Bestandteilen $100 : 7,9$. Bei 210° enthielten also 100 Teile Lösung $7,3$ Teile feste Salze gelöst.

Versuch 3. 16 g Quarz vom Bächistock. Scharf bei 150° getrocknet. Glühverlust: $0,0300$. 4 Stunden lang extrahiert. Rückstand $0,0029 - 0,0004 = 0,0025$. Demnach flüchtige zu festen Bestandteilen $100 : 8,3$ oder auf 100 Teile Lösung kommen $7,7$ Teile Salze.

Ein anderer Versuch ergab auf 100 Teile Lösung $7,1\%$, ein weiterer $6,9\%$. Im Mittel kann man rund 7% als richtig annehmen. In diesen wurde noch eine quantitative Chlorbestimmung unter Beobachtung aller Vorsichtsmaßregeln ausgeführt; diese ergab eine Chlormenge von $1,6\%$. Die andern noch vorhandenen Säureionen sind CO_2 etwa $1,8$ und SO_4 etwa $0,5\%$. Die Metalionen wurden erst qualitativ spektralanalytisch ermittelt; am stärksten war die Natriumlinie vorhanden, dann Kalium; Lithium und Calcium dagegen nur schwach. Die Prüfung mit Kaliumplatinchlorid zeigte, daß das Verhältnis von $\text{Na} : \text{K}$ etwa $= 3 : 1$ war.

Die Einschlüsse im Quarz vom Bächistock bestehen demnach aus:

H_2O}	. . . . .	83,4
CO_2	. . . . .	9,5
Na	. . . . .	2,0
K	. . . . .	0,7
Li	. . . . .	0,2 (?)
Ca	. . . . .	0,3
Cl	. . . . .	1,6
SO_4	. . . . .	0,5
CO_3	. . . . .	1,8

Die Einschlüsse von Quarzen aus andern Fundorten des Biotitprotogins dürften, wie uns Versuche zeigten, eine sehr ähnliche Zusammensetzung haben, in der nur der Kohlensäuregehalt etwas variiert. Wie uns synthetische Versuche, über die an anderer Stelle berichtet wird, zeigten, ist die Anwesenheit solcher ziemlich großer Mengen von Alkalisalzen (7%) für die Mineralbildung von höchster Bedeutung. Die sicher konstatierte Anwesenheit von

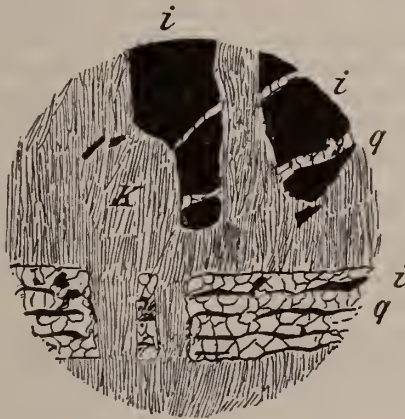
Chlor neben Kohlensäure scheint darauf zu deuten, daß das Erstarren der eruptiven Gesteinsmassen des Aarmassivs und die Bildung der Kluffmineralien in der gleichen geologischen Periode stattgefunden hat.

Karpholithführende Quarzgerölle aus den Diluvialablagerungen des Herzogtums Anhalt und der Provinz Sachsen.

Mit 1 Figur.

Von **Felix Cornu** in Wien.

Im Jahre 1870 hatte **LOSSEN** über das Vorkommen des Karpholiths in einer Zone der oberen Wieder Schiefer zwischen Breitungen und Greifenlagen im südöstlichen Harze berichtet¹. Das Mineral



Dünnschliff eines karpholithführenden Quarzgeschiebes. *K* = Karpholith
q = Quarz, *i* = roter Jaspis. 30fache Vergr.

findet sich hier in Gestalt von Trümmern und Schnüren in dem Quarze eingewachsen, der Knauern und Linsen bildend in den erwähnten grünen oder violetten Schiefen des Unterdevons auftritt. Vor einigen Jahren nun erhielt ich von Herrn **MATHES**, damals in Unterpeiß bei Bernburg, gegenwärtig in Wittenberg, einige Diluvialgeschiebe aus der Bernburger Gegend zur Bestimmung eingesandt, unter denen sich bis faustgroße Gerölle von typischem Harzer Karpholith befanden. Auf meine Bitte hin hat Herr

¹ **K. A. LOSSEN**, Über Karpholith von Wippra im südöstlichen Harz. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1870. 22. p. 455. Das Vorkommen erwähnt zuerst **RÖMER**, (Synops. Min. 1856. p. 185.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [1906](#)

Autor(en)/Author(s): Königsberger Joh., Müller Wolf Johannes

Artikel/Article: [Ueber die Flüssigkeitseinschlüsse im Quarz alpiner Mineralklüfte. 72-77](#)