

4. Nossentiner Hütte, Heidesand, 1918. Der Blitzschlag in eine Kiefer. Eine dicke und zwei schwächere Nebentröhen. Die Haupttröhre 1,5 m lang, oben 1,5 cm stark, mit drei wurzelförmigen Abzweigungen, in der Mitte eine größere Gabelung zeigend, unten blasig aufgetrieben. Am Ende noch in gelbem Lehm mit schwacher Verglasung.

Welche Folgerungen ergeben sich aus dem Auftreten von Flüssigkeitseinschlüssen in Mineralien?

Von R. Nacken in Greifswald.

Mit 6 Textfiguren.

(Schluß.)

III. Einschlüsse von Wasser und Kohlensäure.

Für die Lösung der Frage nach den Entstehungsbedingungen liefern diese interessanten Einschlüsse, wie wir später sehen werden, neue Gesichtspunkte. Ist die eine oder die andere Substanz überwiegend vorhanden, so liegen die Verhältnisse genau so wie bei den reinen Stoffen H_2O und CO_2 .

In Fig. 3 ist mit gleichen Maßstäben Fig. 1 für CO_2 mit Fig. 2 für H_2O miteinander vereinigt. Man erkennt in ihr deutlich den verschiedenartigen Verlauf, der von den Dampfspannungskurven ausgehenden Druckkurven für konstantes Volum.

Wäre etwas über 100^0 in einem Kristall ein Wassereinschluß und ein Kohlendioxydeinschluß unter einem Drucke von 271 Atm. gleichzeitig nebeneinander entstanden, so würde der erstere bei 100^0 , der andere bei 30^0 heterogen werden. In diesem, allerdings kaum möglichen Fall könnte man zu einer einwandfreien Bestimmung der Bildungstemperaturen gelangen, da ja durch den Schnitt der beiden Geraden ein Punkt eindeutig bestimmt ist.

Geht man zu Gemengen beider Stoffe über, so ist zwischen den beiden kritischen Endpunkten der Dampfspannungskurven eine Faltenpunktskurve zu ziehen. Wie sie im System CO_2-H_2O verlaufen wird, ist experimentell, soviel ich sehe, noch nicht ermittelt. Die Raumkurve könnte ein Minimum oder ein Maximum aufweisen oder ohne beides kontinuierlich verlaufen, das letztere wurde angenommen.

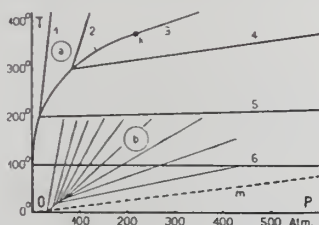


Fig. 3.

Aus dem Verhalten der Einschlüsse mit angenähert gleichen Teilen beider Stoffe geht nun hervor, daß flüssige CO_2 und Wasser nur begrenzt miteinander mischbar sind. Erhitzt man solche Einschlüsse, so verschwindet zunächst die Libelle der Kohlendioxyd-Phase, so daß also auch bei Beginn des fluiden Zustands CO_2 mit Wasser nur sehr wenig mischbar ist.

Sind 3 Phasen dieses Zweistoffsystems nebeneinander stabil, so hat das System nur einen Freiheitsgrad, d. h. durch die Temperatur allein ist sein innerer Zustand, wie Dampfdruck und Zusammensetzung der koexistierenden Phasen, bestimmt. Diese Verhältnisse lassen sich am besten an einem Schnitt durch das Druck-Temperatur-Konzentrationsmodell¹ erläutern.

In Fig. 4 ist ein isobarer Schnitt dargestellt. Es ist angenommen, daß für die Stoffe A und B (CO_2 und H_2O) im flüssigen Zustand ein Gebiet begrenzter Mischfähigkeit besteht, das von der

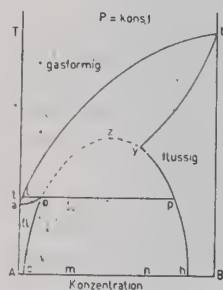


Fig. 4.

unteren Kurve ab zum Schnitt kommt. Ist das der Fall, dann ergibt sich, daß nur bei der Temperatur t 3 Phasen koexistieren, nämlich gasförmig l + flüssig o + flüssig p . Außer von der Bruttozusammensetzung etwa m oder n hängt das Mengenverhältnis der Phasen, solange eine Gasphase vorhanden ist, noch von dem zur Verfügung stehenden Raum ab. Durch Vermindern des Volums bei konstanter Temperatur nimmt bei gleichbleibendem Druck die Menge der Gasphase ab. Ist sie gerade verschwunden, so gilt zwischen o , p und m die bekannte Hebelbeziehung. Ist die Gasphase vorhanden, so kann diese Regel unmittelbar nur auf die jeweils vorhandenen Mengen flüssiger Phasen bezogen werden, die Menge der Gasphase ist unbestimmt.

Verkleinert oder vergrößert sich also in einem gegebenen Volum die Libelle durch Temperaturerhöhung, so müssen gleichzeitig beide Flüssigkeitsphasen ihre Zusammensetzung ändern.

¹ Vgl. H. W. B. ROOZEBOOM, Heterogene Gleichgewichte II. Braunschweig 1904.

Diese Überlegungen machen das Verhalten mancher Einschlüsse dieser Art verständlich. So beobachtet man einerseits das Verschwinden von Libellen unterhalb $31,3^{\circ}\text{C}$, obgleich ein Stoff mit höherem kritischem Punkt beigemischt ist, andererseits bemerkt man auch, besonders bei schneller Erwärmung, ein kurzes Auftauchen neuer Libellen an der Grenze der beiden flüssigen Phasen. Vielleicht tritt dabei CO_2 aus der Wasserphase herans, das würde darauf hinweisen, daß die Kurve yph bei p einen Verlauf hat, der von der der Fig. 4 abweicht, d. h. daß mit steigender Temperatur eine Abnahme der Löslichkeit für CO_2 im Wasser erfolgt.

Andererseits ist es möglich, daß bei großen Libellen die CO_2 -reichen Phasen erst homogen werden, wenn sie über die kritische Temperatur des Kohlendioxids erhitzt werden. Es findet das seine Darstellung in der schematischen Raumfig. 5. Je höher die Temperatur wird, um so mehr ziehen sich die namentlich aus einer kontinuierlichen Kurve bestehenden Gleichgewichtskurven für gasförmige und flüssige Phasen, die die Faltenpunktskurve tangieren, zusammen, bis sie schließlich am kritischen Punkt des zweiten Stoffes verschwinden, wenn kein Maximum vorliegt. Das ist in Fig. 5 durch die Kurven f und f' für die Drucke P und P' ausgeführt. Es wird daher ein Punkt eintreten, wo die Verbindungsgerade op die Kurve f bei o so schneidet, daß die Verlängerung von op über o hinaus f nicht noch einmal trifft. Ob dieser Zustand für ein bestimmtes System erreicht wird, hängt ab von dem zur Verfügung stehenden Volum bzw. von dem Mengenverhältnis der ursprünglich koexistierenden 3 Phasen.

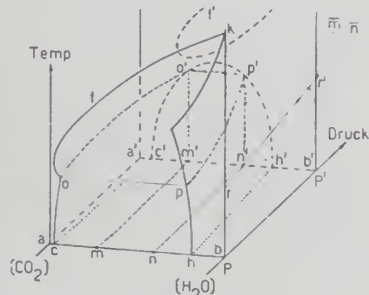


Fig. 5.

Verschwinden auf diese oder die andere Art die Libellen, so verhalten sich doch von diesem Moment an die Einschlüsse im Kristall gleich. An Hand des ganz schematischen Diagramms sei dies erläutert (Fig. 5). Es ist dabei angenommen, daß der kritische Mischungspunkt z (vgl. Fig. 4) nicht allzu hoch liegt, so daß also die Dampf-Flüssigkeitsfläche von dem Entmischungsgebiet bei höheren Drucken nicht mehr geschnitten wird. Gleichzeitig ist der Einfachheit halber die Veränderung der Mischbarkeit mit dem Druck vernachlässigt, auch ein ev. Konzentrationsmaximum nicht berücksichtigt worden. In diesem einfachsten Fall wird sich in dem allseitig geschlossenen System mit 2 flüssigen Phasen o und p mit steigender Temperatur eine starke Drucksteigerung bemerklich machen. Die flüssigen Phasen verändern dabei kontinuierlich ihre Zusammensetzungen, und zwar o nach oo' , p nach pp' .

War m die Bruttozusammensetzung des Systems, so wird bei o' Homogenität erreicht sein, war n die ursprüngliche Zusammensetzung, so tritt dieser Moment bei der gleichen Temperatur bei p' ein. Die beiden Kurven des Entmischungsgebiets oo' und pp' projizieren sich auf die PT-Ebene rechts in der Kurve vv' . Von dem Punkt v' an erhalten wir aber für weiteres Erwärmen zwei Kurven, von denen die eine für m' von o' in den Raum gehend infolge des mehr fluiden Charakters der Phase eine geringere Drucksteigerung mit steigender Temperatur aufweisen wird, als die andere von p' ausgehende zum System n gehörige, das mehr Flüssigkeitscharakter zeigen wird. Ihre Projektionen mögen $r'\bar{m}$ und $r'\bar{n}$ sein.

Die Projektion in der PT-Ebene zeigt deutlich, daß auch hier zur eindeutigen Bestimmung von Druck und Temperatur die vorhandenen Daten nicht ausreichen. Zeigt der Einschluß bei der Temperatur der Homogenisierung Flüssigkeitscharakter, so ist wenigstens die Bildungstemperatur in enge Grenzen einschließbar, bei fluidem Charakter ist auch das nicht möglich.

Das Rammmodell könnte durch Veränderung der gegenseitigen Lagen seiner Flächen leicht verändert werden, so daß besonderen Verhältnissen Rechnung getragen wird. Da aber Zahlenwerte für das System H_2O-CO_2 nicht vorliegen, so ist hierauf verzichtet worden.

IV. Folgerungen für das natürliche Vorkommen.

Nachdem im Vorhergehenden die prinzipiellen Erscheinungen festgelegt worden sind, soll versucht werden, aus ihnen für die Entstehung Folgerungen zu ziehen und man wird sehen, daß sie zu Anschauungen führen, die z. T. neu sind¹.

1. — Unter der Annahme, daß die gewöhnliche Tiefenstufe (3^0 auf 100 m) gültig ist, können dieser entsprechend gebildete Einschlüsse von CO_2 bei Zimmertemperatur einen heterogenen Zustand niemals aufweisen. Erst wenn die Abkühlung unter etwa 5^0 gesunken ist, kann sich eine Gaslibelle bilden. Bei 20^0 würde vielmehr ein flüssiges System existieren, in dem ein Druck von ca. 170 Atm. herrscht.

Hierbei gilt die willkürliche Voraussetzung, daß zur Zeit der Entstehung die geothermische Tiefenstufe von oberflächlich 0^0 C an zu rechnen sei. Es fehlt indessen jede Unterlage, ob dieser oder andere Werte in Rechnung zu setzen sind. Man kann aber nach der Fig. 1 aussagen, daß erst ein Verschieben dieser Oberflächentemperatur auf $+ 22^0$ C das Auftreten einer Libelle von $31,3^0$

¹ Vgl. dazu die Ausführungen von A. JOHNSON und R. SCHARIZER, a. a. O.

abwärts für einen „bathogen“ entstandenen Einschluß bedingt. Man muß hierzu eine Gerade durch den Punkt k der Kurve lk parallel Om ziehen. Aber nur ein unter 72,9 Atm. Druck entstandener Einschluß zeigt bei 31,3° die erste Libelle, alle anderen zeigen das Phänomen tiefer.

Verschiebt man die Kurve Om parallel noch weiter, so sind auch unter höheren Drucken bathogen entstandene CO_2 -Tropfen möglich, deren Inhalt bei niedrigen Temperaturen gasig ist.

Für die Annahme derartig geänderter Tiefenstufen besteht jedoch ein Grund nicht. Mir erscheint es einfacher an einen lokalen heißen Herd und, wegen der Gegenwart der CO_2 -Mengen naheliegend, an postvulkanische Prozesse zu denken, auch wenn sie etwa Kontaktwirkungen ihr Entstehen verdankt. Die geothermische Tiefenstufe zeigt unter solchen Verhältnissen wesentlich höhere Werte, wie z. B. die Beobachtungen von Graf MANDELS-LOH¹ zeigen. Am Neuffen beträgt danach die Tiefenstufe 10,46 m.

Die Gerade Om müßte danach im rechten Teil des Diagramms Fig. 1 steiler verlaufen, vielleicht durch eine zur P-Achse konvexe Kurve ersetzt werden.

R. SCHARIZER versucht das Auftreten verschiedenartiger Einschlüsse zu deuten durch Annahme verschiedener Zonen im Erdinnern, die er nach der gewöhnlichen geothermischen Tiefenstufe aufstellen zu können glaubt.

Die einzige scharfe Grenze, die sich so angeben ließe, ist durch den Schnitt von Om mit lk bei 1 bestimmt. Hier ist der Gesteinsdruck und der Dampfspannungsdruck gleich 40 Atm. und ebenso die Temperatur 5° gleich. Unter Vernachlässigung der Zerreißfestigkeit der Gesteine, die bei nicht zu großen Hohlräumen eine wesentliche Rolle zu spielen vermag, kann in geringeren Tiefen als 160 m flüssige CO_2 nicht bestehen.

Leider liegt die Umwandlungstemperatur von Quarz, in dem diese Einschlüsse vor allem vorkommen, bei 575° reichlich hoch, so daß auch mit ihrer Hilfe ein Einschließen der Bildungsbedingungen in enge Grenzen nicht möglich ist. Nimmt man an, daß sich die Kurven des Diagramms Fig. 1 weiterhin linear fortsetzen und berücksichtigt man die geringe Änderung der Umwandlungstemperatur mit dem Druck, die sich für 100 Atm. Steigerung um 1° C erhöht, so errechnen sich die Koordinaten des Schnittpunkts von Om mit dieser Umwandlungskurve zu 5227 Atm. und 627° C. Die maximale Bildungstiefe beträgt somit 20,9 km.

Sie wird wesentlich niedriger sein müssen, wenn CO_2 -Einschlüsse im Quarz vorkommen. Man findet dann am einfachsten die Grenztemperaturen, wenn man etwa die Kurven 7 und 8 gerad-

¹ Bei W. BRANCA. Vulkanembryonen Schwabens. Ver. f. vaterl. Naturk. Württ. 1894. p. 642.

linig bis zum Schnitt mit der Umwandlungskurve verlängert. Man kommt so zu folgenden Grenzzahlen: für Kurve 7 etwa 1000 Atm., für 8 etwa 1600 Atm., demnach zu Tiefen von annähernd 4 und 6,5 km. Bemerkenswert ist, daß die Libelle einmal bei $31,5^{\circ}$, das andere Mal bei $29,5^{\circ}$ C verschwinden wird. Die Differenz von 2° würde einer Druckänderung von ca. 600 Atm. entsprechen, also die Tiefe um fast 2,5 km verlegen; hierdurch werden die Zahlen sehr unsicher.

Liegt ein wäßriger Einschuß vor, so ist, wie sich aus der Fig. 3 ergibt, der Verlauf der Kurven 5 und 6 vermutlich so, daß sie eher zum Schnitt mit der Geraden Om kommen, als mit der Umwandlungskurve des Quarzes. —

Nach Angaben von F. ZIRKEL¹ verschwinden die Libellen von CO₂-Einschlüssen in basaltischen Augiten bei $30-32^{\circ}$, und zwar wird die Hohlraumfüllung homogen flüssig, während sie in basaltischen Olivinen, wenn nur wenig Flüssigkeit vorhanden war, dampfförmig wurde. Eine Grenzkurve, welche diese verschiedenen Arten von Einschlüssen trennt, dürfte in Fig. 1 die in k endigende Kurve 6 sein. Links von ihr liegen die zum Gebiet a gehörigen, rechts davon die zum Gebiet b gehörigen Kurven. Bei einer Entstehung aus Schmelzfluß muß der Druck ein recht erheblicher gewesen sein, da die Kurve 6 mit steigender Temperatur schnell zu höheren Drucken ansteigt, selbst wenn man annimmt, daß sie die Tendenz hat, mit steigender Temperatur nach links umzubiegen.

Auch hier ist man zur Extrapolation geneigt. Setzt man die Bildungstemperatur der Olivine zu 1000° C im Magma an, und verlängert die Kurve 6 Fig. 1 linear bis zum Schnitt mit der 1000° -Horizontalen, so entspricht dieser Punkt einer Tiefe von etwa 4,5 km.

Bei gleicher Entstehungstemperatur könnte bei Druckentlastung etwa durch Aufsteigen des Magmas an Stelle des Einschlusses der ersten Art ein solcher der gasförmigen Art treten. Bei gleichem Druck würde die umgekehrte Reihenfolge durch Abkühlung eintreten. Erst die Kombinationen einer Reihe von Merkzeichen könnten über den Vorgang einwandfrei Auskunft geben. Das Auftreten der CO₂-Einschlüsse in pyrogenen Mineralien ist wohl so zu deuten: Durch die Kristallisation des Magmas werden Gase frei. Ihre Abscheidung beginnt in Bläschen an der Oberfläche eines wachsenden Kristalls besonders leicht, da an solchen Phasentrennungsflächen bei derartigen Vorgängen Übersättigungen sich leichter aufheben als in der homogenen Phase.

2. — Man pflegt die CO₂-Einschlüsse als solche besonderer Art zu betrachten, was mir jedoch nicht immer richtig scheint, sie

¹ F. ZIRKEL, Basaltgesteine. 1870. p. 33, 21, 60.

sind vielmehr genetisch meist mit den wasserhaltigen verknüpft, und zwar in dem Sinne als auch die CO_2 -Phase aus wäßrigen Lösungen stammt. Gerade die Tatsache, daß CO_2 mit H_2O im flüssigen (fluiden) Zustand zwei begrenzt mischfähige Phasen bildet, führt unter Zugrundelegung der Verhältnisse der Fig. 5 dazu, wie kurz dargelegt werden mag.

Versuche an Quarzpräparaten mit Einschlüssen zweier sich nicht mischenden Flüssigkeiten zeigten mir, daß sich bis 200° etwa die relativen Volumina noch wenig verändern. Höher konnte ich die Präparate, ohne sie zu zerstören, nicht erhitzen und sehr starke Vergrößerungen anzuwenden, um die kleinsten Bläschen zu verfolgen, erlaubte meine Versuchsanordnung nicht. Stets sprangen die Präparate unter heftigem Spratzen auseinander. Danach ist bei 200° und darüber neben einer wäßrigen eine kohlensäurehaltige Phase stabil, die vermutlich nur wenig H_2O enthält.

Denken wir uns nun einmal einen Hohlraum, in dem die Kristallisation vor sich geht, angefüllt von einem flüssigen System der Zusammensetzung n der Fig. 5, so wird bei der Temperatur und dem Druck des Punktes p' nur eine homogene flüssige Phase vorliegen. Wie in ihr die Kristallisation des Quarzes erfolgt, sei dahingestellt. Kühlt sich dieses System ab, oder sinkt der Druck, oder erfolgt beides gleichzeitig, so spaltet sich aus der homogenen Phase o' ab. Derartige Entmischungsvorgänge erfolgen unter der Bildung einer Einulsion. Wie bei dem Versuch mit Phenol und Wasser

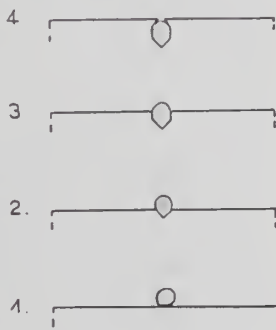


Fig. 6. Vier Stadien des Einschusses eines Flüssigkeitstropfens durch einen wachsenden Kristall.

bilden sich feine Tropfen, hier der CO_2 -reichen Phase. Ein Teil derselben wird oberflächlich von den Flächen der wachsenden Kristalle festgehalten, ein anderer Teil vereinigt sich und sondert sich entsprechend seinem spezifischen Gewicht, so daß im Gesteinshohlraum zwei Schichten entstehen. Die Kristallisation kann weiter durch die Phase p' erfolgen, und so kommt es, daß die festhaftenden CO_2 -Tröpfchen von der wachsenden Kristallschubstanz nach und nach umschlossen werden. Es ist auch nicht schwierig, sich dabei die Entstehung von Flächen auf der Innenseite des eingeschlossenen Raumes vorzustellen. In der Fig. 6 sind einzelne Stadien dargestellt, die wohl ohne weiteres verständlich sind. Die negative Quarzform mag dabei besonders geeignet sein. So kann ein Tropfen der Phase o' rein eingeschlossen werden, es ist aber nicht ausgeschlossen, daß sich auch noch ein Teil von p' gleich von vornherein beimengt. Schließlich kann natürlich auch die wäßrige

Phase allein eingeschlossen werden, wenn etwa der CO_2 -reiche Tropfen infolge des Auftriebs sich aus dem Hohlraum entfernt.

Auf einen solchen emulsionsartigen Entmischungsvorgang deuten die massenhaften Einschlüsse z. B. in gewissen Quarzen von Brancheville und anderen Fundpunkten hin. Ein mir vorliegender, 5 cm langer Quarz ist bemerkenswert dadurch, daß in der Mitte des ca. 1 cm im Durchmesser haltenden Kristalls durch Anhäufung von Einschlüssen Rhombocederflächen markiert werden, während oben und unten die Substanz klar ist. Ist nämlich einmal die Entmischung eingetreten, so befindet sich die 2. Phase im System, und es wird durch ihre Gegenwart im allgemeinen eine weitere Übersättigung vermieden.

Bei weiterer Abkühlung ist nun zu beachten, daß der Inhalt des Hohlraums unter einem konstanten Druck steht, da ja die gleichbleibende Gesteinschicht auf ihm lastet. Dagegen ist der eingekapselte Tropfen diesem Einfluß entzogen. Während sich also der Zustandspunkt der Hohlraumfüllung längs der Geraden $p'n'$ nach n' zu bewegt, durchläuft der des CO_2 -Einschlusses o' die Kurven $o'o$ und $p'p$. Es bilden sich die beiden flüssigen Phasen aus, und von der Temperatur t des Schnittes Fig. 4 an sind 3 Phasen l , o , p im Einschluß stabil.

Im Hohlraum bilden sich die beiden sich nicht völlig mischenden Phasen entsprechend den Kurven $o'c'$ und $p'h'$, es entstehen nach und nach an CO_2 , bzw. an H_2O reichere Phasen. Da die Möglichkeit zur Bildung neuer Einschlüsse bestehen bleibt, so können sich schon durch relativ geringe Schwankungen solche von ganz verschiedenem Verhalten in ein und demselben Kristall bilden. Aber es kann auch die Verschiedenheit darauf zurückzuführen sein, daß bei der gleichen Entstehungstemperatur verschiedene Mengen der Phase p' mit der CO_2 -reichen eingeschlossen wurden. Komplikationen können ferner durch gleichzeitige Druckänderungen bedingt sein, die wohl auch auftreten werden. Ihre Mannigfaltigkeit läßt sich nicht übersehen, sie entspricht aber durchaus den Beobachtungen, die J. A. PHILLIPS¹, G. SPEZIA² und J. KÖNIGSBERGER³ machten. So beobachtete PHILLIPS in Quarzgesteinen von Gängen der Goldregion Californiens Flüssigkeits-einschlüsse, deren Libellen bei ganz verschiedenen Temperaturen, z. B. 82^0 , 100^0 und darüber, verschwanden. Auch G. SPEZIA fand im Kalkspat von Traversella gleichzeitig Einschlüsse von flüssigem CO_2 , solche, deren Libellen gegen geringe Temperaturerhöhung wenig empfindlich waren, und solche, deren Libellen erst unter Zimmertemperatur entstanden. Weniger starke Unterschiede fand J. KÖNIGS-

¹ J. A. PHILLIPS, Quart. Journ. geol. soc. London. 31. 332. 1875.

² G. SPEZIA, Atti R. Acc. d. Sc. di Torino. 42. 261. 1907.

³ J. KÖNIGSBERGER und W. J. MÜLLER a. a. O.

BERGER (a. a. O.) in einem farblosen Quarzkristalle vom Wattinger Tunnel (St. Gotthard).

Es ist verständlich, daß nach diesem einfach gewählten Beispiel alle in der Natur vorkommenden Erscheinungen sich nicht ohne weiteres werden deuten lassen. Hierzu müßte der Einfluß von Salzen und ähnlichen Stoffen bekannt sein, zum mindesten aber die genauen Werte für das Temperatur-Druck-Konzentrationsmodell (CO_2 — H_2O).

3. — Wichtig erscheint mir noch der Hinweis auf folgenden Umstand. Entsteht nämlich der Einschuß, wie eben skizziert, nach der Fig. 5, so wird nicht die Mutterlange als solche eingeschlossen sein. Der uns vorliegende Rest stellt nur einen Teil derselben dar, und man kann nur bedingte Schlüsse aus der Natur der Einschlüsse über ihre Art tun. Ebenso, wie der CO_2 -Einschuß der pyrogenen Phase, wird der der hydrothermalen nur einen Teil der Mutterlange darstellen, so daß damit die Folgerung, CO_2 sei z. B. ein Lösungsmittel für Quarz, wegfallen könnte. Auch die Einschlüsse ölartiger Substanzen im Quarz von Alabama¹ reihen sich hier an, auch hier findet man den Einschluß von Flächen umgrenzt, obgleich doch gewiß eine Löslichkeit ausgeschlossen erscheint. Man hat für die Entstehung solcher Flächen Temperaturschwankungen verantwortlich machen wollen, wie sie bei wäßrigen Einschlüssen in löslichem Steinsalz etwa zu würfelförmigen Gebilden führen. Es besteht dann aber die Schwierigkeit, zu erklären, weshalb sich in ein und demselben Quarzkristall unregelmäßig-schlauchförmig begrenzte neben regelmäßig begrenzten finden.

Überblickt man die vorstehenden Ausführungen, so wird klar, wie mannigfaltig die Möglichkeiten sind, die zur Bildung von Einschlüssen führen. Nur die Kenntnis der homogenen und heterogenen Gleichgewichte kann uns einigermaßen durch die Fülle der Erscheinungen leiten. Jedentalls erscheinen die Schlußfolgerungen auf Grund einzelner Versuche sehr unsicher. Die Untersuchung zahlreicher Einschlüsse ein und derselben Lokalität könnte vielleicht mehr befriedigende Resultate liefern. Eine genaue experimentelle Erforschung der physikalisch-chemischen Gesetze der in Frage kommenden chemischen Systeme ist aber als Grundlage unerlässlich. —

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Geheimrat Prof. Dr. TH. LIEBISCH für Überlassung wertvoller Präparate aus der mineralogischen Sammlung der Universität Berlin herzlichst zu danken.

Greifswald, Mai 1920.

¹ Vgl. C. HINTZE, Handb. d. Mineral. I, 2, 1915, p. 1345.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1921

Band/Volume: [1921](#)

Autor(en)/Author(s): Nacken Richard

Artikel/Article: [Welche Folgerungen ergeben sich aus dem Auftreten von Flüssigkeitseinschlüssen in Mineralien? \(Schluß.\) 35-43](#)