© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

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

Von **R. Nacken** in Greifswald.

Mit 6 Textfiguren.

Es ist mehrfach [1] versucht worden, das Verhalten von Flüssigkeitseinschlüssen in Mineralien bei Erwärmen zu benutzen, um Aufschluß über die Bildungsbedingungen zu erhalten. Man geht dabei von der Annahme aus, daß die bei Zimmertemperaturen in mehreren Phasen vorliegenden Gebilde bei ihrer Einschließung durch den wachsenden Kristall ein homogenes System darstellen. Würde daher durch Erwärmen ein homogener Zustand erreicht, so sollte die Temperatur des Eintritts dieser Erscheinung gleichbedeutend sein mit der Temperatur, bei der ein homogener Tropfen der Mutterlauge von dem wachsenden Kristall umschlossen wurde, d. h. es wäre dies die Bildungstemperatur des Kristalls an der Einschlußstelle. Von einer Beschreibung der Einschlüsse selbst sei hier abgesehen. Es soll vielmehr im Folgenden gezeigt werden, daß nicht so ohne weiteres derartige Schlußfolgerungen möglich und manche Angaben hierüber nicht richtig sind.

Sieht man von seltenen Einschlüssen, wie ölartigen Substanzen, ab, so bilden Kohlensäure und Wasser, für sich und gemischt, das Material der flüssigen Phasen, auch kommen noch Salze hinzu, so daß häufig ein kompliziert zusammengesetztes chemisches System vorliegt. Es ist anzunehmen, daß diese Gruppen genetisch zusammenhängen; zunächst sollen jedoch die einzelnen Fälle gesondert betrachtet werden.

I. Einschlüsse von reiner Kohlensäure.

Einschlüsse von flüssiger und gasförmiger Kohlensäure haben wohl am meisten die Aufmerksamkeit auf sich gezogen, schon allein infolge der chemischen Eigenart dieses Materials. Alle Schlußfolgerungen aber, die auf dem Verhalten dieser Einschlüsse beim Erwärmen beruhen, führen, wie gleich hier hervorgehoben werden soll, zu bestimmten Werten der Entstehungstemperatur oder des Drucks für das betreffende Mineral nicht. Es sind nur Schlußfolgerungen allgemeiner Art möglich. Es soll dies im Folgenden nachgewiesen werden. Um so leichter ist es, zu zeigen, als die für Kohlensäure gültigen Daten in solchem

[1] Vgl. hierzu die Arbeiten von J. Königsberger und W. J. Müller, dies. Centralbl. 1906. 72. — A. Johnsen, Naturwissenschaften. 7. 665. 1919 u. N. Jahrb. f. Min. etc. 1921. I. — R. Scharizer, dies. Centralbl. 1920. 143.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Umfange bekannt sind, daß eine ausführliche Diskussion über ihr Verhalten in den Einschlüssen möglich ist.

Es sei also von der Annahme ausgegangen, daß reine CO_2 im Einschluß vorhanden sei. Wie weit der „Bodenkörper", etwa Quarz oder Kalkspat, eine Rolle spielt, bleibe zunächst unerörtert, es sei vielmehr angenommen, daß eine wesentliche Löslichkeit bei den in Frage kommenden niederen Temperaturen nicht besteht. So können wir den CO_2-Tropfen als eingeschlossen in ein Gefäß betrachten, dessen Wände für diese Substanz indifferent sind. Unter diesen Verhältnissen läßt sich an der Hand des Temperatur-Druck-Diagrammes für Kohlendioxyd das Verhalten unter beliebigen Bedingungen verfolgen. Von E. H. Amagat[1] ist das Zustandsdiagramm ausgearbeitet worden. In der Tabelle 1 finden wir die zusammengehörigen Werte von Druck und Temperatur, die für konstantbleibendes Volum gelten, in Fig. 1 ist der größte Teil der Daten zur graphischen Darstellung gebracht.

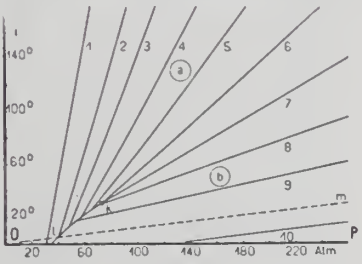


Fig. 1.

Auch bei den Flüssigkeitseinschlüssen handelt es sich um Systeme, denen von vornherein ein bestimmtes, konstantbleibendes Volum erteilt wurde, nämlich der Hohlraum im Kristall. So können wir in der Fig. 1 eine Antwort auf unsere Frage finden.

In ihr bedeutet 1k ein Stück der Gleichgewichtskurve flüssig—dampfförmig. Diese Dampfspannungskurve der gesättigten flüssigen Kohlensäure beginnt in einem bei tieferen Temperaturen gelegenen Tripelpunkt: kristallisiert—flüssig—gasförmig, der in der Fig. 1 nicht mehr gezeichnet ist. Sie endet im kritischen Punkt k, dessen Koordinate nach Amagat 31,35° C und 72,9 Atm. sind. Durch 1k werden im Zustandsfeld Gebiete abgegrenzt, die mit a und b bezeichnet sein mögen, die jedoch außerhalb des kritischen Punktes k kontinuierlich ineinander übergehen.

Von der Kurve 1k aus gehen fächerförmig die Kurven 1—10, die, nach Angabe der Tabelle konstruiert, die PT-Ebene überdecken, indem sie sich links oben der T_2-Ordinate, rechts unten der P-Abszisse nähern.

Von jedem Punkt der Kurve 1k gehen mithin je zwei Kurven ab, entsprechend der Tatsache, daß einmal der dem System zur Verfügung stehende Raum mit einer Gasphase, das andere Mal mit flüssiger Phase vollständig erfüllt sein kann. Es geben somit die beiden abzweigenden Kurven die Druckänderungen an, die

[1] E. H. Amagat, Ann. chim. phys Ser. VI. 29. 114. 1893.

Tab. 1: Temperatur — Druck Abhängigkeit bei konstantem Volum für Kohlendioxyd nach E. H. Amagat.

	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	137°	198°	258°	
1	31,0	33,0	35,0	37,0	39,0	40,9	42,8	44,7	46,6	48,5	50,5	57,0	68,0	78,5	Atm.
2	34,4	41,8	45,1	48,3	51,4	54,5	57,6	60,6	63,5	66,5	69,5	80,0	97,0	112,0	„
3	34,4	44,4	51,1	55,5	59,7	63,8	67,8	71,8	75,7	79,6	83,6	97,5	120,0	140,0	„
4	34,4	44,4	56,3	62,8	68,6	74,5	80,2	85,8	91,3	96,7	102,3	121,5	153,5	181,0	„
5	34,4	44,4	56,4	68,3	76,6	84,8	92,8	100,6	108,2	116,0	123,8	151,0	195,0	234,5	„
6	34,4	44,4	56,4	70,7	83,1	94,7	106,2	117,5	128,8	140,2	151,3	191,0	257,0	316,0	„
7	34,4	44,4	56,4	70,7	87,8	104,8	121,9	138,9	156,3	173,5	191,1	252,5	356,0	449,5	„
8	34,4	44,4	56,4	71,5	98,0	125,3	153,8	183,2	211,5	240,5	271,0	376,0	554,5	—	„
9	34,4	44,4	64,4	109,0	155,0	201,0	250,5	298,5	346,0	394,5	443,5	619,0	909,0	—	„
10	122,5	209,0	300,0	384,0	470,5	560,0	651,0	745,0	832,5	918,0	998,0	—	—	—	„
	307,5	404,0	520,0	627,5	750,5	856,5	953,5	—	—	—	—	—	—	—	„

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

mit einer Temperaturänderung derartig abgeschlossener homogener Systeme verbunden sind. Auf die absolute Größe des Hohlraums kommt es dabei nicht an.

Zur näheren Erläuterung seien die bei ca. 20° abzweigenden Äste 4 und 9 betrachtet, die einmal als von einem Punkte ausgehend angenommen sein sollen. Würden sie genau bei 20° abzweigen (die richtigen Kurven würden fast mit 4 und 9 zusammenfallen), so ist zu untersuchen, wie sich die PT-Änderung der homogenen Gasphase und die der homogenen Flüssigkeitsphase verhält: Erwärmung bewirkt einmal eine Drucksteigerung der Kurve 4, im andern Fall der Kurve 9 entsprechend.

Eine Temperaturänderung um 80°, auf 100° also, bewirkt demnach Druckänderung um etwa 46 Atm. nach der Kurve 4, um etwa 390 Atm. nach Kurve 9, wie sich aus der Tabelle entnehmen läßt.

Wird also durch Umkrustung ein Teil der homogenen Phase in einem Zustande eines beliebigen Punktes von 4 oder 9 eingeschlossen, so durchläuft das System die Punkte dieser Kurven und der Systempunkt trifft die Kurve 1k stets bei 20° und 56,4 Atm. Hier beginnt die Bildung der flüssigen oder die der dampfförmigen Phase neben der vorhandenen anderen. Weitere Abkühlung bewirkt eine Vermehrung der neu aufgetretenen Phase, und es läßt sich für eine bestimmte Endtemperatur das Mengenverhältnis der beiden berechnen, wenn man die Dichten der einzelnen Phasen kennt. Für 10° muß gelten $100\, d^{20°} = x\, d^{10°}_{fl.} + (100 - x)\, d^{10°}_{gasf.}$, worin $d^{20°}$ einmal die Dichte des CO_2-Gases, das andere Mal die des flüssigen CO_2 bei 20° ist. Setzt man die Daten von Amagat ein: $d^{20°}_{fl.} = 0{,}766$, $d^{20°}_{gasf.} = 0{,}190$; $d^{10°}_{fl.} = 0{,}856$, $d^{10°}_{gasf.} = 0{,}133$, so erhält man als Werte für x 87,5 %, bezw. 7,8 % flüssige CO_2. Man kann also rechnerisch erschließen, bei welcher Temperatur ein Gemenge flüssig—gasförmig homogen werden muß, wenn man die Volumina kennt. Ist 45,7 % flüssige CO_2 bei 20° im Einschluß, so wird dieser im kritischen Punkt homogen, da hier $d_{fl.} = d_{gasf.} = 0{,}464$ ist.

Auf Grund dieser Gleichung angestellte Berechnungen können nun nicht irgendwelche Folgerungen über die Bildungstemperatur gemacht werden. Sie gibt lediglich Auskunft über die Temperatur bezw. den Druck, bei der der Systempunkt die Kurve 1k verläßt. Sie beschreibt also nur den direkten Erhitzungsversuch, der unmittelbar diese Größen genauer bestimmt.

Erst die in Fig. 1 eingezeichneten Kurven 1—10 lassen eine weitere Diskussion zu. Vor allem ist zu beachten, daß

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

jeder Punkt der einzelnen Kurven 1—10 durch Abkühlung zu gleichen Zuständen führt, d. h. jeder Punkt der Kurve 9 führt zu einem heterogenen Gebilde, das bei 20° aus 87,5 %, und jeder Punkt von 4 zu einem solchen, das aus 7,8 % flüssiger CO_2 besteht.

Um einen bestimmten Punkt dieser Kurven als den Punkt für den Kristall angeben zu können, bei dem der Einschluß erfolgte, braucht man daher noch weitere Angaben. Man hat versucht, hierzu die durch die Gesteinsüberlagerung bewirkte Druck- und Temperaturerhöhung heranzuziehen. Nimmt man etwa eine Temperaturerhöhung von 3° C und eine Druckerhöhung von 25 Atm. für je 100 m Gesteinsschicht an, und wird für die Oberfläche 0° und 1 Atm. gerechnet, so erhält man die Gerade O l m, die die Temperatur-Druck-Abhängigkeit mit der Tiefe anzeigt. 1000 m Gesteinsschicht entsprechen danach einem Druck von 251 Atm. und einer Temperatur von 30° C. Die Gerade l m liegt zwischen den Kurven 9 und 10, von einem Schnitt mit einer der von Amagat bestimmten Kurven ist nicht die Rede, so daß wir also aus diesen Annahmen nicht zu einer weiteren Bestimmungsgröße für die Bildungstemperatur des Einschlusses kommen können.

Indessen lassen sich einige Schlüsse allgemeiner Natur aus den beschriebenen Verhältnissen ziehen. Auf der Hand liegt die Frage nach dem Verhalten der Einschlüsse in Mineralien, die sich unter Wirkung der angenommenen Tiefenstufe bildeten. Da die Gerade l m eine Neigung besitzt, die flacher ist als die von 9 und ungefähr gleich der von 10, so wird jedes System, dessen Zustandspunkt auf l m liegt, durch Abkühlung in einen heterogenen Zustand kommen, der Punkten der Dampfspannungskurve l k unterhalb l entspricht. Ist die Gerade l m identisch mit einer PT-Kurve (nennen wir sie einmal 9'), so müßte bei 5° eine Libelle auftreten. Praktisch wird sie mehr oder weniger unter 5° auftreten, da l m sich nicht genau einordnet.

Am Endresultat werden also Änderungen nicht eintreten, ob der Einschluß über der kritischen Temperatur 31,35° oder unter ihr erfolgte. Eine Einteilung danach in Zonen verschiedener Entstehungsbedingungen ist bei Annahme dieser geothermischen Tiefenstufe nicht möglich.

Bei allen sich anders verhaltenden Einschlüssen, die oberhalb 5° Heterogenität zeigen, kann eine Entstehung entsprechend dieser geothermischen Tiefenstufe nicht stattgefunden haben. Da nun die Gegenwart der Kohlensäure auf vulkanische Prozesse hindeutet, so würde eine andere, vielleicht sich nach rechts oben hin krümmende Kurve statt der Geraden l m wohl besser den Verhältnissen gerecht werden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Verfolgen wir z. B. die Kurve 8, die bei etwa 30° und 70 Atm. die Kurve 1k verläßt. Bei etwa 200° besteht ein Druck von ca. 560 Atm. Der Druck würde einer Gesteinsschicht von rund 2300 m entsprechen. Es ist nicht zweifelhaft, daß solche Verhältnisse in der Nähe eines vulkanischen Herdes stattfinden können. Die Kohlensäure befindet sich hierbei in einem fluiden Zustand.

Bemerkenswert ist, daß also ein bei 200° gebildeter Einschluß entsprechend der Kurve 8 in dem Gebiet b flüssig bleibt und erst bei 30° das Auftreten der Gasphase zeigt.

Man sieht aus diesem Beispiel, daß die Angabe „über der kritischen Temperatur der Kohlensäure entstanden" nichts besagt für den Endzustand, auch daß es nicht einwandfrei ist zu sagen „oberhalb der kritischen Temperatur kann CO_2 im flüssigen Zustand unmöglich bestehen". Es bleibt dem Ermessen des einzelnen überlassen, welchen Zustand er mit „flüssig" bezeichnet, oder mit „fluid" bzw. „gasförmig". Die kritische Temperatur hat als solche damit nichts zu tun. —

Die Kurven 1—6, vielleicht 7 noch einbegriffen, führen zu homogenen gasförmigen Systemen, wenn die Zustandspunkte die Kurve 1k erreichen. Eine homogene fluide Phase müßte hier bei relativ viel niedrigeren Drucken eingeschlossen werden, d. h. es müßten bei nicht allzu großer Tiefe erhebliche Temperaturen herrschen. Solche Einschlüsse sind bei plutonisch gebildeten Mineralien zu erwarten und treten hier auch auf. Es können aber auch infolge bestimmter lokaler Verhältnisse Einschlüsse bei nicht zu hohen Temperaturen entstehen, die ein gleiches Verhalten zeigen. Als Beispiel sei Kurve 5 gewählt. Bei 137° herrscht ein Druck von 151,0 Atm. Dies entspricht einer Gesteinsschicht von 600 m. Es sind dies ebenfalls durchaus mögliche Voraussetzungen.

Eine weitere Unsicherheit kommt dadurch in die Berechnung, daß auch die Zerreißungsfestigkeit von Gesteinen eine erhebliche Rolle spielen kann, sie wird bei nicht allzu starken Bedeckungen den größten Einfluß haben und die Tiefe scheinbar vergrößern. Ihre Wirkung erleuchtet am besten die Tatsache, daß man einen mit CO_2-Einschlüssen behafteten Quarzkristall selbst im Dünnschliff einer ganz bedeutenden Erwärmung aussetzen kann, ohne daß er zerspringt. —

Zusammenfassend kann man nach den vorstehenden Darlegungen also sagen: Das Auftreten zweiphasiger CO_2-Einschlüsse in Mineralien unterhalb 31° deutet darauf hin, daß bei ihrer Entstehung andere Temperatur-Druckverhältnisse herrschten, als sich aus der geothermischen Tiefenstufe 3° für 100 m voraussagen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

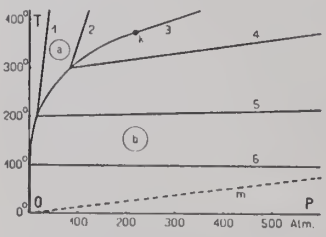
läßt, es muß vielmehr eine besondere Wärmequelle hierbei eine Rolle gespielt haben. Eine eindeutige Bestimmung der Bildungs-Bedingungen ist auf diesem Wege nicht möglich. Das gilt besonders für die Entstehungstemperatur und für den hierbei herrschenden Druck und damit auch für die Tiefe, in der die Einschlüsse entstanden. Nur eine untere Temperaturgrenze läßt sich durch das Verschwinden der Libelle festlegen.

II. Einschlüsse von reinem Wasser.

Wird an Stelle der Kohlensäure Wasser in dem Hohlraum eingeschlossen, so gelten ähnliche Überlegungen, indessen besteht ein sehr wesentlicher Unterschied darin, daß die kritische Temperatur des Wassers bei 374° bedeutend höher liegt, als bei flüssigem Kohlendioxyd. Auf diesen Punkt hat J. Königsberger[1] schon früher ausdrücklich hingewiesen.

Leider fehlen die entsprechenden Daten, so daß ich in Fig. 2 nur eine schematische Figur für die Temperatur-Druckkurven wiedergeben konnte. In Kurve O k ist die Dampfspannungskurve des gesättigten Wasserdampfes nach den Werten[2] der Tabelle 2 graphisch dargestellt.

Fig. 2.



Tab. 2:

Druck des gesättigten Wasserdampfes bei verschiedenen Temperaturen.

100° . . .	760 mm Hg	=	1 Atm.
200 . . .	11 647 „	„	15,3 „
300 . . .	64 290 „	„	84,6 „
370 . . .	157 200 „	„	206,8 „
374 . . .	—		217,5 „

k ist der kritische Endpunkt, dessen Koordinaten 374° und 217,5 Atm. sind. Die von O k ausgehende Kurvenschar 1—6 überdeckt die Felder a und b in gleicher Weise wie in Fig. 1, und es gelten hier die gleichen Überlegungen für ein in ein indifferentes Gefäß eingeschlossenes Volum wie im vorhergehenden Absatz. Auch hier gehen von jedem Punkte der Linie O k je zwei Kurven ab: in das Feld a, wenn eine homogene Gasphase, ins Feld b, wenn eine homogene Flüssigkeitsphase im gegebenen Volumen vorlag.

[1] J. Königsberger und W. J. Müller, a. a. O.

[2] Nach Holborn und Baumann, Ann. d. Phys. (4.) 31. 945. 1910.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Der oben erwähnte Unterschied zeigt sich deutlich, wenn man etwa die Kurven, die bei 200° die Dampfspannungskurve verlassen, näher betrachtet. No. 1 entspricht in ihrem Verlauf der Art der CO_2-Kurven im Feld a, Kurve 5 dagegen verläuft fast horizontal, parallel zur P-Achse. Sie geht durch das Gebiet b, welches hier noch weit unter der kritischen Temperatur liegt, so daß das Wasser noch den Charakter einer Flüssigkeit besitzt. In diesem Fall ist infolge der geringen Zusammendrückbarkeit von Flüssigkeiten eine außerordentlich starke Druckänderung mit einer geringfügigen Temperaturänderung verbunden.

Eine Reihe von Beobachtungen in dieser Hinsicht liegen vor[1]. Die Temperaturen für die vollständige Ausfüllung des Hohlraums mit einer homogenen Phase sind sehr wechselnd, unter 100° und über 200° verschwinden die Libellen. Ein Quarzkristall unbekannter Herkunft ergab nach meinen Messungen Temperaturen zwischen 210 und 220°.

Es mag dahingestellt sein, ob hier wirklich reines Wasser vorliegt, vielleicht sind es Salzlösungen, jedenfalls dürfte dann, wenn nicht wesentliche Mengen von Gasen mit eingeschlossen sind, der so fixierte Temperaturpunkt der wahren Bildungstemperatur nahekommen.

Gerade die Tatsache, daß bei Wassereinschlüssen die Libelle beträchtlich unter der kritischen Temperatur verschwindet und hier noch der Charakter einer Flüssigkeit für die Einschlüsse gewährleistet ist, gibt uns die Möglichkeit, die Bildungstemperatur des Kristallwirtes in enge Grenzen einzuschließen.

Dagegen können wir über den Bildungsdruck nichts aussagen, und damit sind Schlüsse über die Entstehungstiefe nicht ohne weitere Angaben zu ziehen. Davon erhält man eine Vorstellung, wenn man die Gerade O m einzeichnet, die auch hier die PT-Abhängigkeit in der Erdrinde angibt, einer geothermischen Tiefenstufe von 3° auf 100 m entsprechend. Ihr Schnittpunkt mit der Kurve 6 würde bei ca. 100° und 825 Atm. liegen. Dies entspräche einer Gesteinsüberlagerung von ca. 3,3 km Mächtigkeit. Wenn die Libelle bei 100° verschwindet, so könnte eine derartige Entstehung wohl möglich sein. Für 200° käme mindestens eine doppelte Tiefe mit 6,6 km und ca. 1600 Atm. Druck in Frage. Auch dies wäre denkbar, jedoch wird für höhere Temperaturen diese Art der Entstehungsweise immer unwahrscheinlicher wegen des Verlaufs der Kurven 4 und 3 nach rechts oben hin im Feld b. Ob man die Entstehung der erwähnten Einschlüsse in eine diesem Verlauf entsprechende große Tiefe verlegen soll,

---

[1] Vgl. u. a J. A. Phillips, Phil. Mag. Nov. 1868; Quart. Journ. geol. soc. London. 31. 332. 1875. — J. Königsberger und W. J. Müller, a. a. O.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

erscheint mir zum mindesten fraglich. Einfacher ist es auch hier, lokale Erwärmungen anzunehmen, wie sie ja bei postvulkanischen Prozessen stets beobachtet werden.

Jedenfalls geht aus der Diskussion des Verhaltens wässeriger Einschlüsse hervor, daß bei der Verwertung der Daten zur Bestimmung des Drucks bzw. der Tiefe ihrer Entstehung die größte Vorsicht am Platze ist. —

Die im Vorstehenden gemachten Überlegungen gelten in erhöhtem Maße für Salzlösungen. Durch Hinzufügen einer schwer flüchtigen Komponente, wie NaCl, KCl oder Sulfaten wird das kritische Gebiet in um so höhere Temperaturen gerückt, je konzentrierter die Lösungen sind. Dadurch wird noch mehr der Flüssigkeitscharakter des Einschlusses selbst bei relativ hohen Temperaturen gewährleistet, so daß nach der homogenen Ausfüllung Temperatursteigerung eine Drucksteigerung bedingt, die nur durch gewaltige Überlagerungen kompensiert werden könnte. Die Bildungstemperatur wird dann in noch engere Grenzen einzuschließen sein, der Druck dagegen bleibt noch unbestimmter.

(Schluß folgt.)

Spuren arider Wüsten im Diluvium Schleswig-Holsteins.

Von **H. Reitz** in Elmshorn.

Mit 8 Textfiguren.

Die Forschung hat noch nicht völlige Klarheit darüber gebracht, wie oft das Gletschereis von Fennoskandia in die norddeutsche Tiefebene hinabgedrungen ist. Nach E. Geinitz verlief die Eiszeit als einheitliche Erscheinung bei gemäßigtem Klima, ohne Unterbrechung durch wärmere Abschmelzperioden. F. Schucht[1] nimmt zwei Hauptvereisungen an und setzt dementsprechend die Interglaziale Schleswig-Holsteins in eine Altersstufe. Die Mehrzahl der Diluvialgeologen erklärt sich, nach dem Vorgang Gottsche's, für drei Eiszeiten. A. Schulz[2] dagegen schließt auf Grund seiner Forschungen auf eine mindestens fünfmalige Vergletscherung Norddeutschlands, deren letzte bis zur sog. baltischen Endmoräne reichte. Von den

[1] F. Schucht, Der Lauenburger Ton als leitender Horizont für die Gliederung und Altersbestimmung des nordwestdeutschen Diluviums. Jahrb. d. Kgl. Pr. Geol. Landesanst. 1908. p. 145 u. 149/50 ff.

[2] A. Schulz, Das Klima Deutschlands während der seit dem Beginne der Entwicklung der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Deutschlands verflossenen Zeit. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. Abh. 1910. p 99.

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? 12-20