

Briefliche Mittheilungen an die Redaction.

Ueber einige petrogenetische Fragen.

Von C. Doelter.

Die Ausscheidungsfolge der Mineralien hängt hauptsächlich ab von der chemischen Zusammensetzung des Magmas, der Löslichkeit. Schmelzbarkeit der Mineralien, von Druck und Temperatur. Untersuchen wir vorerst den einfacheren Fall der Laven und trockenen Schmelzen — hier scheiden sich die nicht silikatischen Bestandtheile zuerst ab, was man mit dem geringen Mengenverhältniss erklären wollte. Ich glaube, dass dieses einen solchen Einfluss nicht haben kann, da eine solche Lösung verdünnt erscheint, und aus einer verdünnten Lösung weniger Ausfallen zu erwarten ist als aus einer concentrirten. Ich sehe den Grund in der Schwerlöslichkeit in Silikaten, welche ich bei Zirkon, Korund, Titanit direkt constatiren konnte.

Bei Magnetit ist die Sachlage eine andere, die Lösung erscheint hier z. B. bei Basalten als eine concentrirtere. Magnetit ist in letzteren weniger löslich (nach meinen Versuchen) als in eisenärmeren Magmen, immerhin gehört Magnetit auch in jenen noch zu den relativ leicht löslicheren Substanzen. Sein frühes Ausscheiden ist daher nicht recht erklärlich; allerdings scheint die Löslichkeit stark mit der Temperatur zu wechseln, ich beabsichtige die Löslichkeit in verschieden concentrirten Lösungen quantitativ zu messen. Aehnliches gilt für Augit, welcher leichter löslich als Feldspath ist. Der Einfluss der Affinitäten spielt eine bedeutende Rolle, kann aber nur in einfachen Fällen festgestellt werden (vergl. den Aufsatz von LOEWINSON-LESSING, Studien über die Eruptivgesteine. Congrès géol. intern. VII. Session St. Petersburg 1899. Centralblatt f. Min. 1900. 183—192).

Um bei Magnetit und Augit die qualitative Löslichkeit in einem eisenreichen Magma festzustellen, habe ich dieselben (und zwar den schwer schmelzbaren Augit vom Bufaure T₁ 1175 T₂ 1195) in Lava

vom Aetna, welche bei 1030—1040° flüssig ist, in grösseren Bruchstücken eingetaucht, die Temperatur der Schmelze betrug 1070 bis 1110°, es konnte also Schmelzung nicht eintreten. In der 100fachen Menge Basalt war der Magnetit nicht völlig löslich, da er kein homogenes Glas gab, es bildeten sich concretionäre Ausscheidungen von Magnetit. Die Lösung war hier unter Berücksichtigung des im Basalt vorhandenen Magnetits sehr concentrirt. Die Concentration des Augits war der verwendeten Menge nach 1 : 200 eine geringere, es erfolgte Lösung. Immerhin ist die Löslichkeit jener Mineralien, wenn sie auch quantitativ noch nicht bestimmt ist, zu gross, z. B. im Vergleich mit Feldspäthen, um ihre frühe Ausscheidung zu erklären, ich möchte daher glauben, dass der in Ergussgesteinen beobachtete Fall, dass Augit nach Plagioklas sich ausscheidet, der normale ist¹, und das Entgegengesetzte der nicht normale, wenn auch häufige Fall. Die scheinbare Umkehrung der Löslichkeit dürfte vielleicht durch physikalische Verhältnisse verursacht sein, die wir jetzt betrachten wollen. Bei der Umschmelzung² einer und derselben Vesuvlava vom selben Handstücke beobachtete ich grosse Verschiedenheiten, die wohl von der Temperatur abhängen dürften, meistens war Leucit das erste Ausscheidungsprodukt, dann aber wieder Olivin oder Magnetit.

Zu den von vielen Autoren, wie BECKE, LAGORIO, BRAUNS, LOEWINSON-LESSING³, VOGT hervorgehobenen chemischen Einflüssen, möchte ich noch auf eine Reihe physikalischer Faktoren, welche mir von nicht geringer Bedeutung erscheinen, hinweisen; auf die Temperatur, welche die Löslichkeit und Schmelzbarkeit bedingt, auf den Grad der Unterkühlung (vielleicht auch auf die Differenz der Erhitzungstemperatur des Magmas und seiner Erstarrungstemperatur), ferner auf die Krystallisationsgeschwindigkeiten der Mineralien und ihre Härte. Bei den Temperaturverhältnissen kommt auch die Geschwindigkeit der Abkühlung in Frage.

Jedenfalls ist die Temperatur einer der wichtigsten Faktoren, weshalb es nothwendig sein wird, noch verschiedene experimentelle Arbeiten in dieser Hinsicht auszuführen. Die Erstarrungspunkte sind noch nicht für die Mineralien genau genug bestimmt, obgleich ich für einzelne wenigstens die relativen Punkte bestimmte; hauptsächlich wird auch die Differenz zwischen Schmelzpunkt und Erstarrungspunkt noch zu studiren sein. Die Temperatur spielt ferner eine bedeutende Rolle bezüglich der Löslichkeit, wie bereits bemerkt,

¹ Vergl. LOEWINSON-LESSING l. c.

² Tsch. Min. Mitth., XX, 312.

³ l. c. Spec. Gewicht und das Molekularvolumen spielt nach diesem Autor eine Rolle, ich werde darauf in einer anderen Mittheilung zurückkommen. Das spec. Gewicht ist jedenfalls von grossem Einfluss, allerdings haben basische Bestandtheile natürlich auch hohes spec. Gewicht, doch könnte die Thatsache, dass schwerere Bestandtheile sich zuerst ausscheiden, vielleicht doch nicht immer eine Consequenz der chemischen Zusammensetzung sein.

und sie beeinflusst ferner den Vertheilungsmodus der Salze, welcher bei verschiedenen Temperaturen ein verschiedener ist¹.

Endlich spielt auch die Zeitdauer der Erstarrung eine Rolle, denn raschere oder langsamere Abkühlung können diese Verhältnisse ändern. Bei Laven, trockenen Schmelzen ist der Temperaturintervall zwischen Beginn der Krystallbildung und Aufhören derselben kein sehr grosser, daher kleine Differenzen schon bedeutend einzuwirken scheinen. Der Einfluss der Eigenschmelzbarkeit macht sich selbstverständlich dadurch fühlbar, dass ein Körper, welcher sich ausscheiden könnte, wieder flüssig wird, wenn die Temperatur seinen Schmelzpunkt überschreitet, während bei einem gleichzeitig sich bildenden von hohem Schmelzpunkt das nicht der Fall ist; Löslichkeit und Schmelzbarkeit scheinen in manchen Fällen parallel zu gehen². Die Temperaturdifferenz zwischen Mineralien von sehr hohem Schmelzpunkt, wie Olivin, Leucit einerseits, Augit, Albit andererseits dürfte eine Rolle gespielt haben, wengleich dieser Einfluss durch die Wirkung der Affinität wieder aufgehoben werden kann, nur der Einfluss, dass ein Körper nicht über seinen Schmelzpunkt erhitzbar ist, bleibt³ bestehen.

Nach allerdings nicht sehr genauen Temperaturmessungen betrug der Temperaturintervall zwischen Beginn des Erstarrens und völligem Erstarren bei erwähnter Vesuvlava 30—35°. Der Einfluss der Temperatur scheint aber ein ausserordentlicher zu sein, da dieselbe Lava, von demselben Handstücke stammend, bei sonst gleichen Bedingungen, wie erwähnt, verschiedene erste Ausscheidungen zeigte. Ich vermute, dass die Zeitdauer des Beginns der Ausscheidung jener Mineralien keinen grossen Unterschied aufweist, und dass jene Verschiedenheit theilweise (abgesehen von einer direkten Einwirkung der Temperatur und auch vielleicht der Schmelzpunkte) auch der Krystallisationsgeschwindigkeit zuzuschreiben ist.

Die Krystallisationsgeschwindigkeit ist nach TAMANN u. A. eine Eigenschaft, welche bei verschiedenen Körpern die grössten Unterschiede zeigt. Sie ist abhängig von der Temperatur und der Viscosität, in der Nähe des Erstarrungspunktes nimmt sie schnell ab, diese Faktoren ändern sich aber in der erstarrenden Schmelzmasse.

Aus vielen synthetischen Versuchen schliesse ich, dass Augit

¹ Vergl. MEYERHOFER, Z. f. physik. Chemie, Bd. 37.

² C. DOELTER, TSCHERM. Min. Mitth. 1901.

³ Scheinbar ist dies aber auch nicht immer der Fall, da es mir bei zwei Versuchen gelang, grössere Bruchstücke eines Minerals in einer Schmelze von nahezu gleicher Schmelzbarkeit zu erhitzen, ohne dass dasselbe zerstört wurde (TSCHERM. Min. Mitth., Bd. XX, Ueber Schmelzbarkeit der Mineralien und ihre Löslichkeit im Magma, p. 309), dies dürfte dadurch verursacht sein, dass nicht die nöthige Zeit vorhanden war, um das Bruchstück zu schmelzen; unter Berücksichtigung der Schmelzwärme war offenbar die Temperatur des Bruchstückes niedriger als die der umgebenden Schmelze, deren Temperatur gemessen wurde.

in derselben Zeit grössere Krystalle bildet als Plagioklas und dass seine Krystallisationsgeschwindigkeit grösser ist als die des letzteren. Vielleicht hängt der Zustand der Viscosität, der bei Feldspathen beim Schmelzen und Erstarren beobachtet ist, und der viel länger anhält als bei Olivin und Pyroxen, mit geringerer Krystallisationsgeschwindigkeit zusammen.

Wenn die Bestandtheile, wie es wohl wahrscheinlich ist, verschiedene Krystallisationsgeschwindigkeiten haben, so könnte der etwas später sich ausscheidende Augit gegenüber dem unlöslicheren Plagioklas, den Vorsprung, welchen letzterer hat, wieder durch die raschere Krystallisation einholen, unsomehr als der Beginn der Ausscheidung kein sehr verschiedener ist, der normale Fall wäre aber den Löslichkeitsverhältnissen nach die erste Ausscheidung von Plagioklas, welche ja in Diabasen, Basalten vorkommt. Es wirken aber noch alle anderen genannten Faktoren mit und können diese Norm beeinträchtigen (zu berücksichtigen ist auch die Verschiedenheit der chemischen Zusammensetzung der Augite und die damit verbundenen physikalischen Unterschiede). Die Krystallisationsgeschwindigkeit ändert sich auch bedeutend mit der Viscosität des Magmas. Die Viscosität ändert sich mit der Temperatur sowie durch die in Folge der Ausscheidungen sich verändernde chemische Zusammensetzung des Magmas; das ursprüngliche Magma muss geringere innere Reibung besitzen als das spätere, welches mehr sauer ist und bereits auch in Folge des allmählichen Temperaturrückganges schon dem halbfesten Zustand zuneigt, auch muss die Krystallisationsgeschwindigkeit dann abnehmen, daher aus allen den Faktoren hervorgeht, dass zum Schlusse des Processes keine so gut ausgebildete Krystalle erscheinen werden.

Das ist nur einer der Einflüsse, von grösster Wichtigkeit sind aber die Temperaturverhältnisse an und für sich und ihr Einfluss auf die gegenseitigen Lösungsverhältnisse, worüber allerdings bei unseren Schmelzen noch wenig positives bekannt ist. Sehr wichtig dürfte, wie erwähnt, die Abkühlungsgeschwindigkeit auch auf die chemischen Verhältnisse sein¹.

Ich halte auch das Temperaturmaximum, welcher die Schmelze unterworfen war, resp. die Differenz zwischen jenem und der Ausscheidungstemperatur für nicht belanglos.

Kapillare Einflüsse könnten auch bei der Abscheidung von einigem Einfluss sein, es ist ja bekannt, dass durch die Anwesenheit eines Kryställchens die Krystallisation befördert wird; wenn nun die gleichzeitig begonnene Reaktion, z. B. Magnetit und Olivin, durch grössere Krystallisationsgeschwindigkeit und andere Einflüsse zu einer früheren Bildung von Magnetit führt, so würde die Magnetit-

¹ KÜSTER, Z. phys. Chemie, Bd. 25. FRIEDLÄNDER und TAMANN, ibid. Bd. 24.

bildung früher abschliessen als die Olivinbildung, oder die Augitbildung früher als die Plagioklasbildung.

Einfluss der Härte. Bei meinen Versuchen, Mineralien in geschmolzenen Gesteinen oder Mineralien zu lösen, erwies es sich, dass Olivin, Quarz, Korund, Zirkon verhältnissmässig am schwersten löslich sind, dann kommt erst Leucit; mit der Temperaturerhöhung der Schmelze wächst die Löslichkeit allerdings, immerhin sind jene Mineralien als schwer lösliche zu betrachten. Jene Mineralien zeigen sich durch hohen Schmelzpunkt und die drei ersten (Leucit ist immer leichter schmelzbar und löslich) sind auch durch grosse Härte ausgezeichnet. Die Rolle der Härte ist noch wenig studirt, sie scheint doch zu dem Molekularvolumen in einem gewissen Zusammenhang zu stehen². Der Unterschied der Schmelzpunkte zwischen Leucit und eisenhaltigen Olivinen ist kein grosser, jener der Härten bedeutend, Olivin ist viel weniger löslich als Leucit. Zwischen Härte und Löslichkeit dürften Beziehungen bestehen, welche noch zu studiren sind. Körper, deren Härte über 7 ist, haben zwar nicht immer, aber sehr häufig sehr hohen Schmelzpunkt: Quarz, Olivin, Andalusit, Korund, Spinell, Chrysoberyll, Beryll, Topas, Zirkon.

Tiefengesteine. Betrachten wir nun die im vulkanischen Heerde unter Druck in Gegenwart von Wasser und den Mineralisatoren sich abspielenden Vorgänge, so muss der Druck auch die Schmelzbarkeit, Löslichkeit und Krystallisationsgeschwindigkeit beeinflussen. Das Wasser hat nach ARRHENIUS einen chemischen Einfluss als Säure, und wirkt auch schmelzpunkterniedrigend. Die Viscosität wird durch Wasser gemindert. All dies muss andere Verhältnisse erzeugen als bei trockenen Schmelzen, daher auch vielfache Unterschiede in den Ausscheidungsverhältnissen sich ergeben³.

Die grössten Unterschiede werden die Mineralisatoren erzeugen; ihre Wirkung ist eine mehrfache: 1. Während der Schmelzpunkt durch Druck gehoben wird, wirken die Mineralisatoren im entgegengesetzten Sinne und zwar sehr kräftig, ähnliches scheint auch für Wasser der Fall zu sein (nach einem Versuche von FOUQUÉ und MICHEL-LÉVY, citirt in der Arbeit des letzteren, Porphyre bleu de l'Estérel, Bull. de la soc. géol., serie III, 27). Die Erhöhung der Schmelzpunkte durch Druck dürfte keine sehr grosse zu sein, denn nach meinen Versuchen war die Volumänderung beim Schmelzen einiger Mineralien keine so grosse, daher auch der Einfluss nicht sehr gross sein dürfte, aber er kann für verschiedene Mineralien verschieden sein. 2. Die Mineralisatoren ändern die Löslichkeit der Mineralien im Silikatmagma, diese dürfte durch den Druck vielleicht

¹ Vergl. MEYERHOFER l. c. 320.

² Siehe Referat von MAX BAUER über die Arbeit von SCHRÖDER VAN DER KOLK, Centralblatt 1902, p. 376.

³ Vergl. BECKE, T. Min. Mitth., XVI, p. 330.

sehr kräftig verändert werden, so dass dann umgekehrte Ausscheidungsfolge als in Laven möglich wäre. 3. Die Viscosität der Silikatschmelze wird gemindert, die Reaktionsgeschwindigkeiten können verändert werden. 4. Die Mineralisatoren wirken oft als Katalisatoren, Reaktionsbeschleuniger (im Sinne OSTWALD'S). 5. Endlich können sie andererseits in manchem Falle auch chemische Wirkung haben.

Wir sehen, dass der Druck hauptsächlich auf die Löslichkeitsverhältnisse wirkt und überdies indirekt, indem er das Wasser und die Mineralisatoren am Entweichen verhindert. Die behauptete Einwirkung des Druckes auf die Krystallbildung bestätigt sich nach den Versuchen OETLING'S nicht, bei Tiefengesteinen scheint dies eher von der langsamen Erstarrung abzuhängen, auch scheinen hier die Perioden der Ausscheidung einzelner Mineralgruppen länger gedauert zu haben und auch der zeitliche Beginn der Krystallisation bei einzelnen Gruppen weniger nahe zu liegen. Der Einfluss der Temperatur dürfte auch hier namentlich bei der Vertheilung der Salze in der Lösung ein sehr grosser sein; vielleicht noch grösser als bei Laven.

Was nun die **Differentiation** anbelangt, so glaube ich, dass dieselbe eigentlich nur der vollständig durchgeführte, chemisch-physikalische Process der Mineral-Ausscheidung ist, d. h. eine Sonderung der Mineralien, welche im undifferencirten Gesteine nur zur Ausscheidung derselben, im differencirten zur vollständigen Trennung führt, was in ersterem nur begonnen ist und im Kleinen durchgeführt, ist in letzterem im Grossen vollendet. Dabei glaube ich, dass die sogenannten Kerne nichts anderes sind als die Mineralien selbst, wie dies BRÖGGER¹ wahrscheinlich gemacht hat. Daher das Auftreten von Labradoriten, Pyroxeniten, Feldspathiten, Hornblenditen.

Differentiation kann bei viscosen Gesteinen nicht stattfinden, daher sie auch in den Ergussgesteinen fehlt; eine Wanderung in diesen Magmen ist nicht möglich, die zuerst ausgeschiedenen Mineralien, z. B. der Olivin repräsentirt sich als scheinbarer Einschluss, da er nicht wandern und sich zu Gangmassen oder Randfaciesbildungen concentriren kann. Differentiation findet daher nur unter Druck statt, der Druck ist aber erst in zweiter Linie wirksam, hauptsächlich verhindert er das Wasser in die Mineralisatoren zu entweichen; letztere halte ich für unbedingt nöthig bei der Differentiation, da sie die grosse innere Reibung, die bei viscosen Gesteinen vorhanden ist, vermindern, und einige Versuche in dieser Hinsicht zeigen dies².

Am Monzoni haben wir als Differentiationsprodukte Gang-

¹ Gangfolge des Laurdalits.

² Chem. Zusammensetzung etc. der Monzonigesteine, Tsch. Min. Mith., XXI, Heft 3.

massen von Pyroxen, Labrador, kleinere Ausscheidungen von Orthoklas, daneben Combinationen von Orthoklas-Plagioklas in Gangform, Pyroxen-Magnetit, Pyroxen-Biotit, Pyroxen-Plagioklas. Letztere sind intermediäre Bildungen, bei welchen die Differentiation noch unvollendet ist, es liessen sich diese als Zustände des Ungleichgewichtes bezeichnen. Der Fall der vollständigen Differentiation ist ein seltener, weil die hemmenden Kräfte sie verhindern, z. B. eintretende Viscosität in Folge des Sauerwerdens des Magma durch Druck-Aenderung, durch Sinken der Temperatur.

Dass jedoch die sehr häufig auftretenden chemischen Verschiedenheiten in den Gesteinen eines Eruptivstockes noch ausserdem durch Einschmelzung der durchbrochenen Massen, wenigstens theilweise und auch durch andere Ursachen bewirkt werden können, ist wahrscheinlich.

Was uns noch unverständlich erscheint, ist die Natur der Kraft, welche die Mineralien auseinander treibt, und in einigen Fällen zur vollständigen Sonderung führt, dass diese durch Viscosität, Temperaturverhältnisse, Capillare, durch Erstarrung und theilweise Ausscheidung gehemmt werden kann wie bei jeder Reaction, kann uns nicht wundern. Völlige Differentiation wäre vergleichbar mit einer im ganzen System (hier im Eruptivstock, Lakkolith) zu Ende geführten Reaction, diese scheint aber oft nur in wenigen Theilen desselben durchgeführt zu sein, zumeist nur theilweise. Es kann aber auch die entgegengesetzte Reaction wieder eintreten, wenn beispielsweise durch Nachschübe Temperaturerhöhung, oder wenn Druckverminderung eintritt, dann erfolgt Mischung, Wiederherstellung des gemengten Gesteines.

Das Gesetz der Wüstenbildung von Johannes Walther-Berlin 1900.

Von Carl Ochsenius.

Marburg, August 1902.

Dieses fesselnd geschriebene Buch enthält folgende Passus:

1. S. 73. »Die von OCHSENIUS mit so viel Nachdruck verfochtene Ansicht, dass eine Barre am offenen Meere Bestand habe und bei allen Abrasionsvorgängen und allen Oscillationen des Meeresspiegels persistiren könne, widerspricht aller Wahrscheinlichkeit und ässt sich aus der Gegenwart an keinem Beispiel belegen. Der vielgenannte Karabugas ist die Bucht eines abflusslosen Binnensees und wird uns noch von diesem Gesichtspunkt aus wichtige Aufschlüsse geben«.

2. S. 140. »Untersuchen wir die heutige Erdoberfläche, so stellt sich die eigenthümliche Thatsache heraus, dass weder am

Miscellanea.

— Durch einen Brand in der Universität Odessa sind Ende November die dortigen geologischen Sammlungen schwer geschädigt worden.

Personalia.

Gestorben: Der ehemalige Professor der Mineralogie an der Universität Dorpat **Johannes Lemberg** im 61. Lebensjahr. Er wirkte seit 1865 an der Universität Dorpat, längere Zeit als Dozent der Chemie, seit 1888 als Professor der Mineralogie, und wurde vor wenigen Jahren verabschiedet — In Freiburg i. B. der Univ.-Prof. Dr. **Graeff**, bekannter Petrograph.

Berichtigung.

pag. 550, Z. 9 v. u. statt in lies und.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [1902](#)

Autor(en)/Author(s): Doelter Cornelius

Artikel/Article: [Ueber einige petrogenetische Fragen. 545-551](#)