
**Sonder-Abdruck aus dem XLVII. Bande der Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie
der Wissenschaften.**

Ein Beitrag zur Bildungsgeschichte der Mandelsteine.

Von **Dr. Gustav Tschermak.**

(Mit 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 12. Februar 1863.)

Seitdem Lasius in seinem Werke über die Harzgebirge 1789 die Meinung aussprach, die Mandelsteine bei Ilfeld könnten sich in der Weise gebildet haben, dass ein schlammartiger wässeriger Absatz Gasblasen entwickelte und in den so entstandenen Höhlungen durch die Gewässer später verschiedene Mineralien abgesetzt wurden; seitdem ferner 1824 L. v. Buch dieselbe Idee vom vulcanistischen Gesichtspunkte aus verfolgend, annahm, das Gestein sei im feurigflüssigen Zustande emporgedrungen, und die Hohlräume hätten sich in derselben Weise gebildet wie bei den heutigen vulcanischen Laven, die Ausfüllung der Hohlräume hingegen sei in der von Lasius ausgesprochenen Weise erfolgt: seit dieser Zeit blieb es bei der Annahme v. Buch's, die man auf alle sogenannten Mandelsteine ausdehnte; nur in Bezug auf die Art der Ausfüllung gab es bei verschiedenen Forschern einige Abweichung. Während v. Buch ¹⁾ und nach ihm Nöggerath ²⁾, Kennigott ³⁾ und Andere eigene Zuführungscanäle voraussetzten, in welchen der Steinsaft in das Innere der Mandel eindrang, hielten Berzelius ⁴⁾ und W. Fuchs ⁵⁾ die Abnahme des Gasdruckes bei der Erkaltung für die Ursache des Eindringens der wässerigen Flüssigkeit durch die Risse des Gesteines so wie durch die Poren der die Mandel auskleidenden Mineralschicht; auch Haidinger sprach sich gegen die Annahme der Zuführungscanäle und für das allseitige Eindringen der Flüssigkeit in den Hohlraum aus ⁶⁾. C. v. Leonhard und Mohs konnten sich zu keiner der beiden Ansichten entschliessen, während einige Geologen von

¹⁾ Leonhard, Mineralogisches Taschenbuch f. 1824, S. 482.

²⁾ Naturwiss. Abhandlungen, herausgeg. v. W. Haidinger, III. Band, I. Abth. 93 ff. 147 ff.

³⁾ Ebendas. IV. Band, II. Abth. S. 71 ff.

⁴⁾ Jahresbericht für 1827. S. 300.

⁵⁾ Beiträge zur Lehre von den Erzlagerstätten, S. 38 ff.

⁶⁾ Berichte über die Milth. v. Freunden d. Naturw. IV. Band, S. 112 ff.

jeder solchen Bildung absehend, nicht nur die quarzigen Mandeln, sondern sogar solche mit Kalkspathausfüllung für eingeschmolzen hielten oder meinten, die ausfüllenden Mineralien hätten sich — wenigstens bei gewissen Mandelsteinen — beim Erstarren des Schmelzflusses aus demselben ausgeschieden. Man kümmerte sich überhaupt meist nur um die grossen Achatmandeln, weil diese durch ihre eigenthümliche Structur am meisten auffielen. Wie in anderen Fällen, so hatte man auch hier die schwierigste Seite des Gegenstandes zuerst in Angriff genommen. Die bisherige Betrachtungsweise konnte nun nicht mehr viel Neues bieten und die Idee v. Buch's wurde in den meisten Handbüchern wiederholt.

Im Jahre 1848 nun wies O. Volger darauf hin, dass der Melaphyr von Ilfeld wahrscheinlich aus einem Eisenthongebirge des Rothliegenden durch Umwandlung entstanden sei ¹⁾ und in seinen „Studien zur Entwicklungsgeschichte der Mineralien 1854“ führt er eine Beobachtung an, die ihn zu der Ansicht brachte, die Melaphyrmandelsteine seien umgewandelte Conglomerate (S. 533). Dieses war indessen zu paradox, als dass es eine weitere Würdigung gefunden hätte. So steht es nun jetzt mit der Frage um die Bildungsgeschichte der Mandelsteine. Alle die bisher über den Gegenstand geschrieben, sind wenigstens darüber einig, dass man zwei Zeiträume unterscheiden müsse, wovon der erste mit der Bildung des Gesteines, der zweite mit dessen „Umwandlung“ zusammenfällt, denn schon wegen der Achatmandeln muss auch der Anhänger der feurigflüssigen Bildung eine wässrige Umwandlung des einschliessenden Gesteines zugeben.

Was ich nun hinzuthun will, besteht nicht in der Behauptung von Möglichkeiten oder in der Vergleichung der bisherigen Ansichten, sondern in der Mittheilung vergleichender Beobachtungen, die gar keiner Annahme bedürfen. Die inductive Methode führt uns nicht von einer Bildungshypothese zu dem gegenwärtigen Zustande, sondern sie leitet uns in der entgegengesetzten Weise zum Resultate. Man darf also von mir nicht erwarten, dass ich zuerst ausspreche, wie ich mir die ursprüngliche Bildungsweise der Basalte, Melaphyre, Diabase u. s. w. denke, sondern dass ich beschreibe, was jetzt daran zu sehen sei und was daraus folge.

¹⁾ Leonhard und Bronn's Jahrb. für Mineralogie, 1848, S. 53.

Es lässt sich keine scharfe Definition des Begriffes Mandelstein geben, und ich beschränke mich darauf anzudeuten, dass ich hier alle sogenannten mandelsteinartigen Bildungen im Auge habe und von jeder Eintheilung nach der Entstehung vorläufig absehe, alles als eigentlichen Mandelstein ¹⁾ betrachtend, worin die Grundmasse von der sogenannten Mandel scharf geschieden ist.

Ich habe mir aus der reichen Sammlung des k. k. Hof-Mineralien-cabinet's Reihen von solchen Stücken zusammengestellt, die das Nämliche in verschiedener Ausbildung zeigen, und ich gehe nun an die Beschreibung derselben.

Die erste Reihe umfasst alte Laven, deren blasige Hohlräume theilweise mit Krystallen ausgekleidet sind, und reicht bis zu gewissen mandelsteinartigen Basalten.

Die Hohlräume in diesen Gesteinen sind nur selten etwas regelmässig gestaltet, am wenigsten dann, wann die Masse grössere Krystalle führt, selten sieht man vollständig runde. Die an derselben Stelle vorkommenden Hohlräume haben im Allgemeinen ähnliche Form, es finden sich nie kugelrunde neben solchen die bei gleicher Grösse nach verschiedenen Richtungen verästelt sind, nie durchsetzt ein Hohlraum einen Krystall. Die Räume sind selten ganz erfüllt. Denkt man sich die Ausfüllung hinweg, so hat das Gestein vollständige Ähnlichkeit mit dieser oder jener Lava.

Nichts widerspricht der Blasenraumnatur dieser Höhlungen und es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die betreffenden Mandelsteine aus lavaartigen Massen hervorgegangen seien, indem sich die Wände der Blasenräume mit Krystallen überkleideten. Ich kann die weiteren Einzelheiten vollständig übergehen, da genug über diesen Gegenstand geschrieben worden; nur darauf möchte ich hindeuten, dass eine Schwierigkeit, auf welche z. B. W. Fuchs (S. 37) aufmerksam macht, nicht bestehe. Er sagt: „Diese in der starr werdenden Masse eingeschlossenen Luftblasen (Dampfblasen?) mussten nun jedem eindringenden Fluidum oder jeder hineinkrystallisirenden Substanz mit derselben Kraft Widerstand leisten, mit der sie früher die umschliessende Flüssigkeit zurückdrängten, und es ist durchaus nicht abzusehen, wie, so lange die eingeschperrten Luft-

¹⁾ Vergl. Naumann, Geognosie 1838, Bd. I, S. 584 (Kalkaphanit). — Blum's Lithologie 1860, S. 27.

arten nicht entweichen konnten, eine anderweitige Ausfüllung des Raumes hätte stattfinden können“. Dabei ist offenbar übersehen, dass die von Laven entwickelten Aushauchungen nicht Luft, sondern ein Gemisch von Wasserdampf, Kohlensäure, schwefeliger Säure, Salzsäure, Schwefelwasserstoff, Stickgas u. s. w. sind, dass also diese und entsprechende unverbrannte Gasarten wie Kohlenwasserstoffe die Blasenräume füllen: dass diese Dämpfe sich bei der Abkühlung zum Theil condensiren, endlich dass der Rest bei dem spätern Eindringen des Wassers in das Gestein von dem Wasser aufgenommen — absorhirt — und weggeführt wird. Ein anderer Punkt, an dem sich verschiedene Meinungen begegnen, ist die Ausfüllungsweise der Hohlräume. Darüber theile ich später Beobachtungen mit.

Eine zweite Reihe von Mandelsteinen umfasst solche Vorkommnisse, die nicht mit den vorerwähnten zusammengestellt werden dürfen. Es sind mandelsteinartige Dolorite, Melaphyre, Diabase, Augitporphyre u. dgl., bei deren Beschreibung ich länger verweilen muss.

Ein mandelsteinartiger Augitporphyr von der Seisseralp hat in einer braungrauen Grundmasse, deren Härte beiläufig vier neben schwarzgrünen fettglänzenden morschen Augitkrystallen eine Anzahl meist unregelmässig gestalteter Mandeln von sehr verschiedener Grösse. Die grössten sind fast zolllang, die kleinsten kaum mit dem Auge sichtbar, sie bestehen aus Kalkspath oder Quarz, haben den charakteristischen grünen Überzug und sind von der Grundmasse scharf gesondert. Die genauere Betrachtung gibt bald über die Entstehung dieser Mandeln Aufschluss. An einer Stelle finden sich geradlinige Umriss auf der einen Seite einer Kalkspathmandel, während die Fortsetzung der letzteren in eine ganz rundliche Mandel ausläuft, die sich an die vorige anschliesst. Fig. 1 gibt ein treues Bild davon in $2\frac{1}{2}$ maliger Vergrösserung. Jeder muss bei diesem Anblicke vermuthen, dass er eine Pseudomorphose vor sich habe, doch Viele sind in solchen Fällen sehr geneigt dem Zufall zuzuschreiben, was nicht sogleich mit gewissen Annahmen stimmt. Ein sorgfältiges Durchmustern der übrigen Mandeln führt auf nämliche Erscheinung bei vielen derselben, während andere vollständig gerundet sind. Wer könnte bestreiten, dass die ersteren Mandeln durch die Zerstörung von Krystallen — wie es wahrscheinlich ist, von Feldspathkrystallen — entstanden seien, wer möchte für die übrigen eine andere Entstehungsweise annehmen wollen und nicht

vielmehr zugeben, dass bei ihnen die durch den weitgreifenden Zersetzungsvorgang bedingte Abrundung bloß weiter vorgeschritten sei als bei den übrigen, wo sich noch etwas von der eckigen Form der verschwundenen Substanz erhielt?

Nun werden mir freilich Manche sagen, der eben beschriebene sei gar kein echter, kein eigentlicher Mandelstein. Ja freilich! Man hat, wie so häufig, für die Mandelsteine eine Definition aufstellen wollen, die sich auf deren Entstehungsweise gründet, ohne dass man über die letztere irgend sicher war. Nun will die Bildungsart nicht zu dem aufgestellten Begriffe passen. Das Folgende wird übrigens wahrscheinlich machen, dass gar viele für echte und eigentliche Mandelsteine gehaltenen Felsarten vollständig unecht seien, denn ich kann noch mehrere solche Beobachtungen anführen, wie die letztere.

In einem grauen „Thonporphyr“ von den Braids bei Edinburgh, den Boué in seinem „*Essai géologique sur l'Ecosse*“ p. 156 kurz beschreibt, findet sich eine grosse Zahl kleiner Feldspathkrystalle, die ganz in Kaolin umgewandelt sind; überdies kommen kleinere, hier und da auch zollgrosse Mandeln vor. Diese sind aus Kaolin, Kalkspath, Eisenspath gebildet. Wer sich's nicht verdrissen lässt, die kleinen Feldspath-Pseudomorphosen aufmerksam durchzusehen, wird bald finden, dass einige ihre ursprünglichen Umrisse schon zum Theile eingebüßt, dass ihre Ecken sich gerundet haben; ferner dass andere wenig mehr von ihren früheren Begrenzungen zeugen, bis man endlich in dieser Weise zu vollständig runden kleinen Mandeln kömmt, und so den Übergang von den Feldspath-Pseudomorphosen bis zu den Kaolinmandeln verfolgt hat. Fig. 2 zeigt verschiedene Stadien dieses Überganges in dreifacher Vergrösserung. Die Mandeln führen öfters dunkelgewordenen Eisenspath, daher die Flecke in ihrem Durchschnitte. Die Härte der Grundmasse ist ungefähr 2. Der vorliegende Fall ist sehr interessant, weil er zeigt, dass der Umwandlungsvorgang auch vollständig kugelförmige „Mandeln“ im Gesteine erzeugen könne.

Ein Handstück von Schalstein aus der Gegend von Dillenburg führt in einer dichten grünlichgrauen Grundmasse eine grosse Zahl von Pseudomorphosen, die aus Kalkspath bestehen. Die unvollkommen erhaltene Form ist bei einer Anzahl, die eines (triklinischen) Feldspathes, bei den übrigen ist die Deutung unsicher, vielleicht sind einige Augit-Pseudomorphosen darunter. Die Kalkspathkörper

zeigen hie und da einige Abrundung. An einem zweiten Handstück lässt sich der Übergang von der eckigen Form in die länglichrunden oder kugelrunden vollständig verfolgen (Fig. 3). Man kömmt zuletzt auf wohlgerundete Mandeln mit schwarzgrünem Überzug, auch auf solche, die, fast ganz mit einer chlorophäitartigen Masse erfüllt sind.

Ein Stück „Melaphyr“ von Oberstein, welches den übrigen Stücken von diesem Fundorte wenig gleicht, zeigt die bisher beschriebene Erscheinung in der Weise, dass in der rothbraunen Grundmasse neben wenig veränderten kleinen Feldspathkrystallen Feldspathpseudomorphosen liegen, die aus Kaolin und Kalkspath bestehen, während andere, bei denen die Veränderung ersichtlich weiter vorgeschritten ist und die bereits mancherlei Abrundung zeigen, von Chalcedon und einer speckstein-ähnlichen Substanz gebildet sind. Vollständig gerundete Mandeln finden sich an dem Stücke nicht, wohl aber an einem zweiten von demselben Fundorte und gleicher Grundmasse.

Handstücke des Mandelsteines von Montechio maggiore bei Vicenza zeigen dieselbe Erscheinung wie das früher beschriebene Gestein von der Seisseralp. An einem Stück lassen sich die Übergänge von den eckigen Formen, die wieder nur stark veränderte Feldspathpseudomorphosen sind, bis zu den unregelmässigen gerundeten leicht verfolgen, während andere Stücke von den letzteren bis zu vollständigen bis zollgrossen Mandeln führt, indem an demselben Stücke sich ebensowohl ganz unregelmässige, gleichsam verästelte Formen neben solchen die noch geradlinige Umrisse zeigen, vorfinden, und auch hie und da rundliche Körper mit grünem Überzug sich beobachten lassen.

Der Andesit von Szenna in Ungarn zeigt zwar keine mandelsteinartige Ausbildung, doch ist er deshalb interessant, weil die Zersetzungserscheinung nicht blos an Feldspathkrystallen wahrzunehmen ist, sondern auch mitten in den Hornblendekrystallen beginnt, und beim weiteren Fortschreiten rundliche Hohlräume bildet, welche mit Eisenhydrat und erdiger Substanz zum grössten Theil erfüllt sind, dabei aber mit einer Rinde gegen das Gestein abgegrenzt sind, so dass sich öfters ein rundlicher Körper vollständig herausheben lässt. Die Mandelsteinbildung ist noch nicht weit vorgeschritten, da die erwähnten rundlichen Körper noch nicht in grosser Anzahl auftreten.

Bei anderen Mandelsteinen, die sonst grosse Ähnlichkeit in ihrer Ausbildungsweise zeigen, lässt sich das erste Stadium, nämlich

die Pseudomorphosenbildung nicht erkennen, öfters wohl wegen der Kleinheit der ursprünglichen Feldspathkrystalle, ferner desshalb weil die Zersetzung wohl häufiger an unvollkommenen Krystallen, an Körnern beginnen mag. Die vorstehenden Beobachtungen zeigen, dass manche Mandelsteine ihre Entstehung einer Zersetzung von Krystallen, und zwar meistens Feldspathkrystallen verdanken, und es sind viele Mandelsteine darunter, die Jeder als echte und eigentliche ansehen würde, der nicht durch solche Beobachtungen auf ihre Natur aufmerksam gemacht wird. Die hieher gehörigen Mandelsteine sehen sehr häufig jenen der ersten Reihe, also den durch Ausfüllung von Blasenräumen entstandenen ähnlich oder gleich, weil beide oft ganz unregelmässige Mandeln führen, und es lässt sich ohne vergleichende Beobachtung keine scharfe Grenze zwischen diesen und jenen ziehen, auch die parallele Lage der Ausfüllungsmassen ist kein Beweis der ersteren Entstehung, weil auch durch Zersetzung parallelliegender Krystalle solche Mandelsteine hervor gehen können.

Wer die Beobachtungen nicht selbst gemacht hat, wird noch immer geneigt sein, zu glauben, man müsste die Bildungen der zweiten Abtheilung leicht von den ersteren unterscheiden, indem bei jenen nur nesterartige Ausfüllungen vorkommen könnten, und ich will desshalb nochmals auf meine Beobachtungen hinweisen, wo ich stets ausdrücklich anführte, dass das Ende der Bildung auch hier oft ganz vollständige Mandeln seien, die nicht nur vom Gestein scharf abgegrenzt, sondern auch mit jenem grünen Überzuge versehen seien, der öfters ihre vollständige Ablösung von der Gesteinsmasse ermöglicht.

Zu erklären, wie hier aus einer eckigen Pseudomorphose zuletzt ein rundlicher Körper wird, hat wohl keine Schwierigkeit, wenn man bedenkt, dass hier die Abrundung nur den umgekehrten Weg verfolgt, wie bei der Verwitterung freier Krystalle.

In dem letzteren Falle ist an jeder Kante verhältnissmässig weniger Stoff dem Angriffe einer grösseren Menge der zerstörenden Flüssigkeit ausgesetzt. Bei den eingewachsenen Pseudomorphosen wirkt im vorliegenden Falle der Zerstörungsprocess von innen, aber an den Grenzen wird auch etwas von der Umgebung angegriffen, die Umrisse verlieren ihre Schärfe und es erfolgt die Abrundung auf Kosten der umgebenden Masse, indem die Kanten sich verwischen.

Sobald nun bei einer solchen Pseudomorphose auf die erste Substanz, z. B. Kaolin ein zweiter Stoff, z. B. Kalkspath als Verdränger folgt, auf diesen ein dritter z. B. Chalcedon und zugleich sich von aussen Delessit anlegt, so kann offenbar eine vollständige Rundung und eine scharfe Abgrenzung nicht ausbleiben, und es können so die schönsten Kalkspath- oder Achatmandeln entstehen.

Im Allgemeinen lässt sich nach den mitgetheilten Beobachtungen in Bezug auf die Abtrennung der zweiten Abtheilung von der ersten so viel sagen, dass ausgebildete Mandelsteine, in denen nesterartige Bildungen, vielfach verzogene und verästelte Formen mit vollständigen Mandeln eng vereinigt sind und sonst Zersetzungserscheinungen vorkommen, mit Wahrscheinlichkeit zur zweiten Reihe gerechnet werden können, wofern nicht die vergleichende Beobachtung es mit Sicherheit ergibt. Damit ist indess nicht gesagt, dass solche Mandelsteine, die lauter regelrechte wohlgerundete Mandeln zeigen, zur ersten Abtheilung zu stellen wären, ich werde vielmehr für manche derselben eine ganz andere Entstehungsweise in Anspruch nehmen müssen.

Dass mandelsteinartige Massen durch Zersetzung in der von mir beobachteten Weise entstehen, ist wohl schon lange bekannt, indess hat man nicht zugeben wollen, dass echte Mandeln sich in dieser Weise bilden und eine scharfe Trennung von der Grundmasse vorkomme. Das Letztere glaube ich durch meine Beobachtungen widerlegt zu haben.

Nun komme ich zu einer dritten Abtheilung von Mandelsteinen. Sie führen die schönsten und regelmässigsten Mandeln, deren Längensaxen meistens parallel liegen. Ich beginne mit einem Puddingstein (Feuersteinconglomerat) aus England. Viele werden es sonderbar finden, dass ich einen Puddingstein neben die Mandelsteine gelegt habe, doch werden sie es mir verzeihen, da ich von keiner Annahme über die eruptive oder sedimentäre Entstehungsweise der letzteren ausging, und desshalb zum Vergleiche alles heranziehen kann, woran die Bildung von Mandeln zu beobachten ist. Ich verweise zuerst auf die in Fig. 4 dargestellten Durchschnitte einiger Geschiebe aus jenem Puddingstein.

In einer quarzigen Grundmasse liegen neben kleinen eckigen Feuersteintrümmern grössere und kleinere Geschiebe, die auf dem polirten Durchschnitt fast sämmtlich eine deutliche concentrische

(Tschermak.)

Streifung zeigen, nur manche kleinere zeigen einen mehr unregelmässigen Farbenwechsel. Eines von den Geschieben ist hohl und führt eine pulverige kieselige Auskleidung. Die grösseren Geschiebe haben braune und rothe Farben, abwechselnd mehr oder weniger durchscheinende auch durchsichtige concentrische Schichten. Bei den kleineren Geschieben zeigt sich oft ein bunterer Wechsel von gelben, blauen, rothen, braunen Schichten, und bei diesen ist die Ähnlichkeit mit Achatmandeln eine vollständigere. Trotzdem wird man keines von den vor mir liegenden Geschieben mit einer Achatmandel verwechseln können, denn bei dieser hat man scharf abgegrenzte Schichten, die auf einen periodischen Absatz hindeuten, dort aber einen Farbenwechsel, der von einer nach innen fortschreitenden Veränderung der compacten Masse herrührt. Genau dasselbe was ich hier beschrieben, beobachtet man an Stücken des sogenannten egyptischen Jaspis oder Kugeljaspis, die offenbar nichts anderes als verkieselte Geschiebe und Concretionen sind. Manche davon erscheinen innen hohl, mit Quarzkrystallen ausgekleidet.

Andere Stücke von Puddingstein, die vor mir liegen, benehmen gewiss Jedem den Zweifel, ob auch wirkliche Achatmandeln im Puddingstein vorkommen mögen. In einigen grossen Geschieben sieht man eine wahre Ausfüllung durch Chalcedon, ja man könnte Zuführungscanäle auffinden, es ist alles vorhanden, was zu dem Wesen einer Achatmandel gehört. Manche Geschiebe sind zerbrochen und von kieseliger Grundmasse durchsetzt. Fig. 5 ist die Abbildung der beschriebenen Mandeln. Ich möchte nicht, dass Jemand glaubte, die Geschiebe hätten alle schon die jetzige innere Beschaffenheit gehabt, bevor sie ein Bestandtheil des Puddingsteines geworden: Dies widerlegen solche Geschiebe, die eine deutliche Schieferung zeigen, welche offenbar von dem Gesteine herrührt, aus dem sie entstanden.

Als hierher gehörig führe ich noch eine Beobachtung aus Buckland's und Conybear's *Observations on the South-Western Coal-District of England* (in den *Transactions of the geol. soc.* 2d ser. vol. I. p. 292) an. In der Beschreibung des dolomitischen Conglomerates zwischen Devonshire und Staffordshire heisst es: „Das Conglomerat ist besonders in der Gegend von Wells merkwürdig, wegen des Vorkommens von wenig unregelmässigen Höhlungen von einem Zoll bis zu einen Fuss im Durchmesser, welche aus-

gekleidet, und oft gefüllt sind mit concentrischen Schichten, die in ihrer Structur jenen beim Achat ähnlich sind, und aus Kalkspath, gemeinen Chalcedon und Quarzkrystallen bestehen. Diese Geoden werden nach ihrer Form Kartoffelsteine genannt. In geringerer Grösse finden sie sich auch im dichten Dolomit von Old-Clevedon, und sind meistens vollständig kieselig, indem sie wirkliche Achate darstellen, innen hohl, mit Quarz ausgekleidet und oft Cölestinkrystalle enthaltend“. In dem Conglomerat von Clifton bei Bristol kommen nach denselben Beobachtern hohle Quarzgeoden vor, die mit klaren Bergkrystallen, sogenannten Bristoler Diamanten, ausgekleidet sind, zuweilen auch Kalkspath und Cölestinkrystalle führen.

Nach all' dem ist es wohl unzweifelhaft, dass in Conglomeraten wirkliche Achatmandeln vorkommen. Dass ich mich hierbei jeder Täuschung ent schlagen habe, zeigt das Resultat jener Beobachtungen, die ich an den Kugeljaspis ähnlichen Geschieben anstellte.

Jetzt erst nehme ich einige sehr schöne Mandelsteine her. Als Fundort ist bei zweien Oberstein angegeben, bei einem Norwegen, bei einem die Gegend von Vicenza; bei einem Mandelstein vom Riesendamm in Irland bin ich noch etwas zweifelhaft, ob er hierher zu stellen sei. Diese Reihe ist, wie schon gesagt, ausgezeichnet durch die regelmässige Form der Mandeln. Denkt man sich die Ausfüllung der letzteren hinweg, so hat das Gestein mit keiner Lava, mit keinem schlackigen Basalt eine Ähnlichkeit. So viel ich von den letzteren gesehen habe, zeigt kein solches blasiges Gestein jenen Fall, wo zwei grosse Blasen, die einander entweder so hart berühren, dass die zwischenliegende Wand kaum die Dicke eines Menschenhaares besitzt, oder was noch wichtiger ist, dass bereits in einem Punkt ein Durchbrechen stattfand, wo also solche Blasen sich nicht vereinigt hätten, so zwar, dass am Orte der dünnen Stelle oder dem Durchbruchpunkte bloss eine Einschnürung des vereinigten Raumes blieb.

An den vorliegenden Mandelsteinen ist ein vollständiges Berühren der Mandeln an einem Punkte nichts Seltenes, aber man bemerkt keine Spur einer Verbindung zwischen den vollkommen gerundeten Mandeln. Von Laven und Basalten habe ich von solchen, die länglich verzogene Blasenräume zeigen, noch nie ein Stück gesehen, wo nicht neben den regelmässigen Höhlungen auch solche von vollständig unregelmässiger Begrenzung vorkommen, was sich

daraus erklären lässt, dass doch immer hie und da einige solche Blasen zusammenfliessen. In den vorliegenden Mandelsteinen weicht keine einzige der eingeschlossenen Mandeln von der Form ab, welche den Geschieben zukömmt (Fig. 6). Jeder der solche Stücke mit dem Vorsatze in die Hand nimmt, ungestört von vorgefasster Meinung zu beobachten, muss zu der Ansicht kommen, dass sie Conglomerate seien. Dazu kömmt noch die vollständige Ähnlichkeit vieler darin vorkommender Achatmandeln mit solchen, die im Puddingstein vorkommen; aussen eine trübe Rinde, innen eine gleichförmige, meist nicht sichtbar geschichtete Ausfüllung von Chaledon oder Quarz, oder eine Auskleidung des letzteren. Nun muss ich nochmals auf die Wahrnehmung Volger's hinweisen, welche diesen sorgfältigen Beobachter zu dem obigen Ausspruche bewog; er beschrieb (a. a. O.) eine grösstentheils aus Eisenspath bestehende Mandel, die wahrscheinlich von Oberstein stammte, und welche den vollständigen Charakter eines Geschiebes an sich trug. Dies war freilich eine vereinzelte Beobachtung, welche denjenigen, der die Sache nicht mit eigenen Augen gesehen hatte, zweifelhaft lassen konnte. Ich muss bekennen, dass ich selbst, bevor ich eben zu dem vorliegenden Zwecke Beobachtungen anstellte, wenigstens die letztere Bildung der Mandelsteine nicht für sehr wahrscheinlich hielt. Ich wundere mich daher auch nicht, dass Naumann die Volger'sche Ansicht „auffallend“ findet und werde mich nicht wundern, wenn manche es unnöthig finden, dass ich einen Gegenstand wieder aufnahm, über den „fast allgemein dieselbe Ansicht herrscht“ Darauf möchte ich hier noch aufmerksam machen, dass Volger selbst ausspricht (a. a. O.), er sei weit entfernt die Bildung aller Achatkugeln für eine gleichartige zu halten, besonders jene von ganz unregelmässigen Umrissen, bei denen wohl die Auflösung eines Feldspathkrystalles oder einer Gruppe derselben zur Bildung eines Knollencentrums Anlass gab. Daher meint wohl auch Volger keineswegs, dass alle sogenannten Mandelsteine Conglomerate seien, vielmehr deutet er eben hier auf Bildungen hin, die ich in der zweiten Abtheilung besprochen habe.

Manche werden sich nicht überzeugen lassen, dass Mandelsteine durch Zersetzung entstehen, welche von einem Krystall ausgeht, die meisten aber werden es durchaus nicht zugeben wollen, dass gerade die schönsten Mandelsteine Conglomerate sein sollen, denn die

Mandelsteine von Oberstein, Ilfeld u. s. w. sind ja eruptiver Entstehung. Dies ist nun freilich nicht erwiesen, sondern blos der Analogie wegen angenommen. Um indess nicht gegen die herrschenden Ansichten gar auffallend zu verstossen, könnte man annehmen, diese Mandelsteine seien aus Melaphyrtuffen hervorgegangen, welche Geschiebe einschlossen, was freilich auch nicht erwiesen ist, aber besser zu der angenommenen eruptiven Entstehung passt.

Nach den vorliegenden Beobachtungen hätte man also dreierlei Bildungsarten der Mandelsteine zu unterscheiden: 1. Ausfüllung der Hohlräume in blasigen Gesteinen; 2. Knollenbildungen durch Zersetzung; 3. Umwandlung von Conglomeraten.

Die ersten zwei Fälle erzeugen meistens blos sogenannte mandelsteinartige Producte, der letztere Fall immer eigentliche Mandelsteine. Es dürfte vielleicht nicht zu übersehen sein, dass auch zweierlei Vorgänge zugleich eintreten können. Meine Beobachtungen haben mir indess nichts ergeben, was hierher zu rechnen wäre. Manche werden glauben, es mögen wohl zuweilen auch Mandelsteine durch Concretionsbildung entstehen. Ich bemerke daher, dass die zweite Abtheilung eben auch den Fall umfasst, wo Concretionen an der ursprünglichen Lagerstätte vorkommen. Ob in Mandelsteinen auch umgewandelte Concretionen von fremder Lagerstätte vorkommen, dafür habe ich keine Beobachtung. Somit wäre gleichsam das erste Stadium der Mandelsteinbildung besprochen, und es erübrigte noch die Einzelheiten bezüglich der Bildung jener Mineralien zu betrachten, welche die sogenannten Mandeln zusammensetzen. Dabei werde ich nur in wenigen Fällen genöthigt sein, auf die ursprüngliche Bildung zurückzukommen, im übrigen sind die Erscheinungen beiallen fast gleich.

Die folgenden Beobachtungen sind nicht vollständig und betreffen nur die gewöhnlichsten Fälle; doch sind sie vielleicht geeignet darauf hinzuweisen, dass auch hier, bei diesen oft sonderbar aussehenden Bildungen, dieselben Gesetze herrschen wie überall bei der Mineralbildung. Auf eines will ich noch zuvor aufmerksam machen. Es betrifft die Unterscheidung der erdartigen, specksteinartigen und ähnlichen Mineralien, von denen sich nur sehr selten eine genügende Menge zur genaueren Bestimmung gewinnen lässt, und welche übrigens fast immer Gemenge sind. Ich werde jene Substanzen, die mit Kobaltlösung Thonerdereaction geben und keine über den 2. Grad hinausreichende Härte zeigen, Kaolin, die andern, welche dies nicht zeigen

und mit dem Steatit Ähnlichkeit haben; Speckstein nennen, während die sonst noch vorkommenden Dinge genauer beschrieben werden.

Kaolin.

Die Bildung von Kaolinmandeln lässt sich, wie bereits erwähnt, an dem mandelsteinartigen Thonporphyr aus der Gegend von Edinburgh gut erkennen. Sie entstehen durch die Abrundung der Feldspath-Pseudomorphosen (Fig. 2). Da nun die Rechnung ergibt, dass bei der Umwandlung von Feldspath (Orthoklas, Albit) zu Kaolin eine Verminderung des Volums, und zwar fast an die Hälfte eintritt, da ferner bei der Abrundung eine Vergrößerung der Pseudomorphose erfolgt, so muss bei diesem Vorgange noch Stoff hinzukommen. Dies zeigt sich auch in der That bei dem vorliegenden Gestein. Je grösser die entstandenen Knollen werden, desto mehr nehmen sie an fremder Substanz auf; es tritt Kalkspath und Eisenspath hinzu, hie und da ist die weisse Substanz mild, specksteinartig, zeigt aber doch starke Thonerde-Reaction. In dem Geschiebe-Mandelstein aus „Norwegen“ liegen neben Kalkspathmandeln auch solche, die zum Theil aus einer kaolinartigen Substanz bestehen und eine braune Rinde tragen. Diese Mandeln mögen wohl durch Umwandlung eines feldspathhaltigen Geschiebes entstanden sein.

Kalkspath.

An den Gesteinen von der Seisseralp, von Dillenburg, Montecchio maggiore, wurde, wie früher erwähnt worden, aus dem allmählichen Übergang der eckigen Kalkspath-Pseudomorphosen in rundliche Knollen und Mandeln gefolgert, dass in diesen Fällen durch die fortschreitende Zersetzung Kalkspathmandeln entstehen. In dem Harzer Schalstein, dessen völligen Übergang in Thonschiefer ich am Ort beobachten konnte, ist die Pseudomorphosenbildung nicht mehr zu erkennen. Dasselbe ergeben auch die Beobachtungen am zersetzten Augitporphyr von Tököro in Siebenbürgen, an dem andesit-ähnlichen Gestein aus der Umgebung von Neutitschein, in dem Augit-Grünstein von dem Salisbury craigh bei Edinburgh. In den letzteren Fällen sind alle die rundlichen Kalkspathkörper und Mandeln klein. In den Knollen des Dillenburger Gesteines findet sich auser Calcit noch etwas kaolinartige Substanz und der Gehalt an Thonerde lässt sich deutlich nachweisen. Die letztere ist offenbar ein Rest des verschwundenen Feldspathes, ähnlich wie in dem

zersetzten Trachyporphyr von Offenbánya, welcher Pseudomorphosen enthält, die aus Kaolin und Kalkspath gebildet sind, und ähnlich wie in dem beschriebenen Thonporphyr von Edinburgh, in welchem sich neben dem Kaolin allmählich Kalkspath einfindet und so bei den grösseren Mandeln zugleich mit dem Eisenspath den Hauptbestandtheil ausmacht.

Dort, wo die Mandelsteinbildung mit der Zersetzung von Feldspathstückchen beginnt und späterhin reine Kalkspathmandeln aufweist, muss offenbar der Kaolin aufgelöst und weggeführt worden sein, also wieder ein Beispiel, dass auch ein Stoff, den wir als das Endproduct der Verwitterung kennen und gewöhnlichen Einflüssen gegenüber für fast unveränderlich halten, eben so gut aufgelöst und verändert wird, wie die übrigen Substanzen.

Die eben erwähnten Beobachtungen bezogen sich auf Zersetzungsmandelsteine. Was nun die Ausfüllungsmandelsteine anlangt, bemerke ich vor Allem, dass ich keinen Fall kenne, in welchem Kalkspath die erste Ausfüllungs- oder Auskleidungsmasse eines Blasenraumes wäre. Zuerst erscheinen fast immer Zeolithe, der Kalkspath kommt erst später und wenn es auch in manchen Fällen scheint, dass Kalkspath die ursprüngliche Auskleidung bildete, so mag wohl nur eine Verdrängungserscheinung vorliegen. So ist es wenigstens bei einem zersetzten andesit-ähnlichen Gestein aus Centralamerika, wo ein erdiger Rückstand in den Calcitmandeln daran erinnert und in dem Mandelstein von Liebisch bei Neutitschein, in welchem die gegen die Oberfläche hin vorkommenden Kalkspathausfüllungen aus Apophyllit entstanden sind, welcher die übrigen Hohlräume erfüllt.

In den Conglomeratmandelsteinen finden sich wohl nur selten Kalkgeschiebe, die sich so wenig verändert hätten, dass ihr Gehalt an Kalkspath der ursprüngliche wäre, ich habe wenigstens niemals beobachtet, dass hieher gehörige Kalkspathmandeln so aussahen, dass man sie für ganz unveränderte Geschiebe halten könnte. Es lässt sich in den meisten Fällen wohl auch gar nicht erwarten, dass noch etwas Substanz von dem ursprünglichen Geschiebe unangegriffen geblieben wäre, denn immer finden wir die Umgebung stark verändert durch später eingedrungene Stoffe, die Mandel selbst mit einer Delessitkruste überzogen, ihren Kalkspath schon stellenweise von Speckstein, Quarz u. dgl. verdrängt.

Unter den Kalkspathmandeln aller Arten von Mandelsteinen finden sich bekanntlich öfters solche, bei denen dieselbe Spaltfläche durch die ganze Mandel reicht, die als ein Krystallstück zu betrachten ist.

Die Ausfüllungsweise dieser Mandeln war bisher unklar und es mussten verschiedene Annahmen dem Mangel an Beobachtungen das Gleichgewicht halten, doch lässt sich an den Stücken von der Seisseralp, von Montechio maggiore diese Bildung leicht verfolgen: Hier ist in einer Höhlung ein Skalenoëder ganz allein angesiedelt, schon ist ihm der Raum zu enge, denn seine Spitze ist hart an die Decke angewachsen, das Skalenoëder ist abgestumpft. Damit hat es wohl noch nicht seine Wachstumsgrenze erreicht. In der That findet sich nicht weit davon in einer anderen Höhlung die Fortsetzung: ein Skalenoëder, das auch oben anstösst, dabei aber weiter in die Breite gewachsen ist und auch in dieser Richtung bald den ihm zugemessenen Raum ausfüllen würde. Endlich hat man auch eine grössere compacte Mandel: die Spaltflächen gehen in einer Flucht durch sie hindurch, nur in einem Punkte ist noch eine kleine Lücke, und man erkennt dort an den glatten Flächenstückchen den letzten Rest der Oberfläche des früheren Krystalles, der fortwuchs, bis er die Höhlung füllte. Indessen zeigt nicht allein der Kalkspath diese Erscheinung; auch an den Apophyllitausfüllungen in dem Mandelstein von Liebisch bei Neutitschein bemerkt man das Gleiche.

Ich möchte dabei noch erinnern, dass Conglomeratmandelsteine, welche Mandeln der eben beschriebenen Art führen, der beobachteten Bildungsweise nicht widersprechen, denn wie sogleich angeführt werden soll, kommt es sehr häufig vor, dass derlei Geschiebe innen hohl werden, auch ganz verschwinden und dann entwickeln sich dieselben Vorgänge wie in den Hohlräumen der anderen Mandelsteine.

Zeolithe.

Nach meinen Beobachtungen zeigen sich Zeolithe fast nur in den Blasenraum- und Zersetzungsmandelsteinen, während ich dieselben in Conglomeratmandelsteinen kaum spärlich vertreten fand. Es kommt in allen diesen Fällen nicht häufig vor, dass Zeolithe andere Mineralien verdrängen, desto häufiger sieht man den umgekehrten Fall. Abgesehen von der bekannten Verdrängung von

Stilbit und Analcim durch Quarz, kommt noch der Fall vor, dass Apophyllit durch Kalkspath (Liebisch bei Neutitschein) ein skolezitähnlicher Zeolith durch Kalkspath (Molignon in Südtirol) ein höchst feinfaseriger natrolithähnlicher Zeolith durch eine gelbliche, specksteinartige Substanz und durch Quarz verdrängt wird (Doleritmandelstein von Steinau bei Hanau). Hier mag noch eine Wahrnehmung Platz finden, welche zeigt, dass in manchen Fällen die Ausfüllung der Hohlräume wirklich durch Zuführungscanäle geschieht, wie ein Blick auf Fig. 7 ergibt. In dem Mandelstein vom Molignon lässt sich nämlich sehr schön beobachten, wie ein feiner Spalt durch das Handstück durchsetzt und viele Mandeln theils durchschneidet, theils berührt. Der feine Spalt und alle diese Mandeln sind mit rothem Stilbit, auch etwas Quarz erfüllt, die übrigen aber mit andern Mineralien.

Q u a r z e.

Opal und Chalcedon finden sich als Auskleidungen und Ausfüllungen oft in solcher Weise, dass nicht zu zweifeln ist, die kiesel-erdeführende Auflösung sei entweder von allen Seiten durch die Gesteinsporen oder zugleich auch durch eine Spalte hereingedrungen und habe diese Mineralien abgesetzt.

So finden sich in einem Dolerit aus der Umgebung von Frankfurt kleine Mandeln, die mit Chalcedon und Opal theilweise erfüllt sind. Der Chalcedon macht die dünne Rinde aus, das Übrige ist Opal; der letztere ist oft schichtenweise abgesetzt, die Schichtenflächen aller solchen Geoden im ganzen Handstück liegen parallel, die Spalten, welche eine Zeit lang als Zuführungscanäle gedient haben, sind gänzlich erfüllt. Man bemerkt sie an vielen der Mandeln (Fig. 8). Chalcedonmandeln, an denen eine Ausfüllung von Hohlräumen stattgefunden hat, finden sich häufig; die letztangeführte Schichtenbildung ist bekannt, und wie schon L. v. Buch sagt, besonders in Irland, Schottland, Island häufig. Wie Fig. 9 zeigt, fehlt es auch bei uns nicht an solchen Vorkommnissen. Diese Ausfüllung findet sich in dem Felsitporphyr von Planitz bei Zwickau: Eine Chalcedonrinde, hierauf geschichteter Chalcedon, der übrige Raum durch Quarz erfüllt.

Die Auskleidung durch Quarzkrystalle findet sich meistens gleichförmig, selten herrscht sie an einem Punkte vor.

Im Allgemeinen erfolgt die Bildung von Quarzgeoden, seltener durch Auskleidung oder Ausfüllung von Hohlräumen, viel öfter durch die Verdrängung von Kalkspath, wohl auch anderer Mineralien, wie vorhin bei den Zeolithen bemerkt wurde.

Es wäre unnöthig, für die Thatsache, dass in den Mandeln eben so wie in den Spalten der Kalkspath sehr häufig durch Quarz verdrängt wird, viele Beispiele anzuführen, nachdem dies von Andern bereits nachgewiesen worden, nur einige Einzelheiten mögen hier Platz finden. Vor allem verweise ich auf die beobachteten Pseudomorphosen von Quarz nach Kalkspath in den Mandelsteinen ¹⁾ auf die Beobachtungen des Freiherrn v. Richthöfen in Südtirol ²⁾.

Ich habe Mandelsteine von Oberstein, von Montecchio maggiore, vom Riesendamm in Irland, aus Südtirol, Sachsen, Kaukasien vor mir, die alle mehr oder weniger deutlich die Verdrängung des Kalkspathes durch Quarz innerhalb der Mandeln beweisen.

Es finden sich oft Mandeln, die zum Theil aus Kalkspath, zum Theil aus Quarz bestehen. Zuweilen findet sich die Grenze scharf abgeschnitten, öfters aber auch ein Übergang der Art, dass die Verdrängung klar wird; von einem oder von mehreren Punkten aus verbreitet sich der Quarz, vor sich ein Gemisch von Kalkspath und Quarz, zwischen sich kleine Kalkspathpartikel. Die Erscheinung lässt sich nicht anders auffassen, aber die Beschreibung nicht so überzeugend geben, als es der Anblick ist. Sehr interessant ist das Vorkommen beider Mineralien in manchen Fällen in theilweise erfüllten Geoden: Der Quarz ist klar, frisch, jünger als der Kalkspath, dieser aber in Auflösung begriffen oder er sieht aus wie ein abgelecktes Stückchen Kandis. Damit ist aber nicht gesagt, dass nicht andere Fälle vorkommen, wo der Kalkspath jünger wäre als der Quarz oder dass nicht periodisch abwechselnde Bildungen vorkämen. In einem Mandelsteine aus der Gegend von Vicenza fand sich auf Quarz eine kleine Pseudomorphose von Quarz nach Kalkspath und darauf wieder Kalkspath. Solche Dinge sind aber Seltenheiten.

¹⁾ Nöggerath l. c. p. 157. ff.

²⁾ Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. XXVII, S. 353.

Das Vordringen der Quarzsubstanz ist schon zu bemerken an einem Doleritmandelstein von Pullendorf im Ödenburger Comitате in Ungarn (Fig. 10).

An einem Ende der Geode hat sich rother jaspisartiges Quarz gesammelt, vor sich gleichsam hohle Halbkugeln schiebend, die abwechselnd aus einer eisenärmeren und eisenreicheren Quarzmasse bestehen und im Durchschnitte als concentrische Bögen erscheinen. Die Bögen lassen allmählich grössere Zwischenräume, die Quarzmasse nimmt ab, ein Gemisch von Kalkspath und Eisenspath findet sich ein; bei den letzten dunklen Bögen hört aller Quarz auf, an dem andern Ende hat man blos Kalk- und Eisenspath. Dieses Vordringen von einem Punkte, ist es nicht vielleicht nur ein scheinbares? Diese Vermuthung ist durch die Beobachtungen zurückgewiesen, nach welchem die Quarz- und Kalkspathbildung nicht gleichzeitig erfolgt; übrigens geben uns die an den in Verkieselung begriffenen Kalkschalen der Mollusken so häufig vorkommenden Kieselringe eine ausgezeichnete Parallelerscheinung, die sich offenbar nicht anders auffassen lässt. Blum hat hierüber viele interessante Beobachtungen angestellt und das Bekannte gesammelt 1). Dasselbe Vordringen wie es in den beiden citirten Fällen vorkommt, ist eine sehr gewöhnliche Erscheinung und es erklären sich dadurch bei gewissen Achatmandeln Dinge, die sonst ganz unbegreiflich erscheinen. Bevor ich indess hierüber spreche, muss noch eine Beobachtung aufgeführt werden.

In einem Mandelsteine aus der Gegend „zwischen Elisabethpol und Surnabad in Kaukasien“ ist in einigen Mandeln der Kalkspath ganz oder zum Theil durch Quarz verdrängt; in anderen bemerkt man blos in der Mitte krystallinischen Quarz, weiter nach aussen aber eine trübe Chalcedonsubstanz, die noch weiter hin in eine schneeweisse Masse übergeht, welche dieselbe schalige Structur zeigt, wie der Chalcedon. Diese weisse Substanz, die auch Freiherr von Richthofen (l. c.) an solchen Punkten gefunden, wo die Verdrängung des Kalkspathes durch Quarz unzweifelhaft ist, besteht aus Kieselerde, ist höchst fein porös, hängt an der Zunge, wird im Wasser durchscheinend, ist also eine Art von Hydrophan, offenbar

1) Die Pseudomorphosen. I. Nachtrag, S. 182.

aus dem Chalcedon oder Quarz entstanden, wie es scheint in der Weise, dass feine Kalkspaththeilchen, welche der Chalcedon einschloss, aufgelöst und weggeführt wurden.

Ein Beispiel hiefür gibt ein Versuch, den ich an einem Hornstein von Schneeberg in Sachsen ausstellte. Dieser ist innig mit Kalkspath gemengt und liefert bei der Behandlung mit Säure eine schneeweisse Substanz von der Beschaffenheit wie die oben beschriebene.

Dieselbe Erscheinung wie die zuerst beschriebene zeigt sich auch an einzelnen Handstücken, als deren Fundort die Gegend von Oberstein angegeben ist. Eine grosse Anzahl von Quarzmandeln ist bei diesen mit einer quarzhaften weissen Rinde oder mit einer weiche- ren wasseransaugenden Schicht bedeckt. Manche Mandeln hingegen bestehen ganz daraus, diese und jene zeigen in der weissen Masse eine ausgezeichnete Schalenstruktur.

Nun möchte ich wohl noch einige Worte über die Achatmandeln hieher setzen, doch nur so, dass ich Beobachtungen mittheile, ohne zu versuchen, auf die Arbeiten jener ausgezeichneten Männer einzugehen, welche sich mit diesem Gegenstande beschäftigt haben.

Die schönen Achatmandeln von unregelmässigem Umriss finden sich nach meinen Beobachtungen nur in Zersetzungs-Mandelsteinen. Es sind nesterartige Bildungen von sehr verschiedenen Dimensionen. Ihre Bildung scheint sehr häufig mit einem Verdrängungsprocesse zu beginnen, und zwar ist es der Kalkspath, an dessen Stelle sich Quarze absetzen, wie aus den bereits früher citirten Beobachtungen hervorgeht. Dabei ist Kieselerde führende Flüssigkeit von allen Seiten her eingedrungen. Die Zuführungscanäle oder vielmehr die gefüllten Spalten, die man als solche ausgesprochen hat, finden sich, wie man aus vergleichenden Beobachtungen findet, hie und da, sind aber keine Bedingung der Achatbildung, sondern eine zufällige Nebenerscheinung, wie ich dieses bei den Zeolithen, bei dem Chalcedon und Opal erwähnte.

Die Structur der Achatmandeln erinnert sehr an die Bildung von Kieselringen bei der Verkieselung der Molluskenschalen, und es hat Volger sich dafür erklärt, dass die Achatbildung auf demselben Wege erfolge, indem die Kalkspathmasse von verschiedenen Punkten von Kieselsubstanz gleichsam angegriffen wird, indem sich von diesem Punkte aus gleichsam Halbkugeln vorschieben und so die

Kalkspathmasse verdrängen, so wie ich es oben bei der Beschreibung des Pullendorfer Dolorit angegeben habe.

Demnach wäre in solchen Fällen von einer Schichtung des Chalcedons nicht zu reden, und der Wechsel der weissen oder trüben oder gefärbten Schichten, mit den farblosen oder durchsichtigen würde sich aus der oben berührten Erscheinung erklären, wo die Chalcedonmasse durch vollständige Auslaugung des eingeschlossenen Kalkspathes in eine schneeweisse Substanz überging. Indess erinnern die Lagen in den schönen Achaten zu lebhaft an die Schichtung, und bei den hohlen Stücken schliesst das Ganze mit einer und derselben Schichte, so dass die eben erwähnte Bildung wohl für andere Fälle gilt, wie ich einen noch später erwähnen will.

Das eben Besprochene gilt nur für die Zersetzungsmandelsteine. Was nun die Bildung der quarzigen Conglomeratmandelsteine betrifft, erinnere ich vor Allem an das bei dem Puddingstein Gesagte. Die Quarzmandeln der Conglomeratmandelsteine sind ja nichts anderes als verkieselte Geschiebe. Woraus die Geschiebe ursprünglich bestanden, lässt sich zwar nicht geradezu ermitteln, so lange man keine vollständige Übergangsreihe vor sich hat, aber nach allem was ich beobachten konnte, scheint es mir, das es meistens Kalksteingeschiebe waren, welche dem Verkieselungsprocesse unterlagen. Nicht blos, weil die Verdrängung des Kalkspathes durch Quarze eine so allgemeine Erscheinung ist, sondern auch wegen der Gleichförmigkeit der Quarzausfüllung, meist ohne Rest der Schieferung des ursprünglichen Geschiebes, was eben bei diesem Processe gewöhnlich ist, besonders aber auch wegen des häufigen Vorkommens hohler Mandeln, die ganz den hohlen Kalkgeschieben entsprechen, welche Haidinger ¹⁾ und nach ihm von Morlot ²⁾ beschrieben haben. Überdies findet sich an vielen Obersteiner Quarzmandeln aus Conglomeratmandelsteinen jene weisse poröse Kieselsubstanz, die man so oft an solchen Stellen findet, wo der erwähnte Vorgang stattfand. An Stücken von Oberstein finden sich Mandeln, die zum Theil aus Quarz, zum Theil aus Kalkspath bestehen.

¹⁾ Die hohlen Geschiebe aus dem Leithagebirge. Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. XXI, S. 480. ff.

²⁾ Berichte über die Mittheilungen von Freunden der Naturwissenschaften. Herausgegeben von W. Haidinger. Bd. III, S. 102.

Die Verquarzung der Kalkmandeln kann bald von aussen her, bald von innen begonnen haben; bei hohlen Geschieben geschah ausser der Verdrängung noch öfter auch eine blosser Ausfüllung wie es z. B. Fig. 5 zeigt. Hohlräume, die durch gänzliche Auflösung, von Kalkgeschieben entstanden waren, wurden so ausgefüllt wie die Höhlungen in den Zersetzungsmandelsteinen, daher zuweilen auch echte Achatmandeln in den Puddingsteinen und Conglomeratmandelsteinen. Das Vorschieben von Halbkugeln bei der Verdrängung der Kalkspathmasse zeigt sich oft bei den Conglomeratmandelsteinen. Fig. 11 stellt Durchschnitte von unechten Achatmandeln von Oberstein dar, welche wohl auf solchem Wege gebildet wurden, denn von einer Schichtung ist darin nichts zu bemerken. Eben auf solchem Wege sind die unechten Achatmandeln im Puddingstein, eben so die egyptischen Jaspisse entstanden. Das Zusammenhalten der Erscheinungen am Pullendorfer Dolorit, ferner der Bildung von Kieselringen oder eigentlich von Kieselhalbkugeln bei der Verkieselung, mit jenen eigenthümlichen Vorkommnissen bewegt mich zu diesem Schlusse.

Bei der Aushöhlung der Kalkgeschiebe bleibt oft eine Wand stehen, die mehr Widerstand leistet, oder es bleiben deren mehrere, wie an den von Haidinger beschriebenen Stücken häufig zu sehen. Bei den Mandeln, die ich daraus entstanden glaube, kommen derlei Wände nicht selten vor, so an denen von Oberstein, von Montechio maggiore; aber es ist alles verkieselt, so dass solche Deutungen nicht überzeugend sind. Indess glaube ich, dass durch Sammlung von reichen Suiten und Beobachtungen an Ort und Stelle der hier berührten Vorgänge sich genau werden verfolgen lassen.

Bei den Blasenraummandelsteinen ist das Auftreten der Quarze ähnlich wie bei den Zersetzungsmandelsteinen, doch sind es meistens zweifelhafte, bei denen ich eine nennenswerthe Quarzbildung beobachtet habe.

Speckstein.

Vorhin wurde erwähnt, dass im Dolorit von Steinau ein specksteinartiges Mineral mit zersetztem Zeolith in solcher Verbindung vorkommt, dass man auf die Entstehung von jenem aus diesem schliessen darf, freilich nicht ohne Vermittlung von Kalk- und Magnesiicarbonat, die sich bei der Verhandlung mit Säure als Begleiter erkennen lassen. Dieser Seltenheit gegenüber mögen

wohl jene Fälle häufiger sein, wo der Speckstein an der Stelle von Quarz auftritt, indess habe ich keine Beobachtung dafür. Eine gewöhnliche Erscheinung ist das Vorkommen des Specksteins unter solchen Umständen, wo man auf dessen Entstehung aus Kalk- und Bitterspath schliessen darf. In dem „Dolerit vom westlichen Ende des Riesendamms in Irland“ finden sich Specksteinmandeln mit Resten von Kalkspath. Meistens hat man aussen eine Rinde oder dicke Schichte des gelblichgrauen specksteinartigen Minerals, innen krystallinischen Kalkspath. An einem Stücke von Oberstein sieht man innen gelbe Specksteinsubstanz, aussen Kalkspath oder Quarz. Zum Kaolin der Mandeln tritt öfters Specksteinsubstanz und man hat dann ein Gemenge beider, so ist es an dem Stück von Edinburgh und dem aus Norwegen. Sehr interessant ist das Nebeneinander-vorkommen von Quarz, Speckstein, Kalkspath in einem Stück von Oberstein (Fig. 12). Aussen ist eine Rinde von Quarz, in paralleler Lage damit weiter nach innen eine Schicht von Speckstein, innen ein Kern von Kalkspath zu bemerken. Der letztere hat eine rauhe, wie zerfressen aussehende Oberfläche, der Speckstein ist innig damit verbunden. Dieses Vorkommen ist so interessant, weil der Speckstein von dem einen Nachbar die Kieselsäure, von dem andern die Magnesia entlehnt zu haben scheint. Ich konnte, ohne alles zu zerstören, den Kalkspath nicht auf Magnesia prüfen, doch ist dies von keiner so grossen Wichtigkeit, weil auch die Abwesenheit von Magnesia der Vorgang nur insoweit modificirt würde, als eine Verdrängung von Kalk durch Magnesia der Specksteinbildung vorhergegangen wäre, wie es ja öfters beobachtet worden.

Delessit und Chlorophäit.

Vor Kurzem habe ich eine Beobachtung mitgetheilt, welche die Verdrängung des Kalkspathes durch Delessit wahrscheinlich macht ¹⁾. Dies war bei einem Stücke des Zwickauer Melaphyrmandelsteines der Fall. Ich habe ausserdem kein so ausgezeichnetes Vorkommen mehr gesehen, auch was den Chlorophäit betrifft, habe ich nichts Ähnliches gefunden. Dagegen beobachtete ich an dem norwegischen Mandelsteine eine ausgezeichnete Rindenbildung durch

¹⁾ „Einige Pseudomorphosen“ in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie. Bd. XLVI, S. 483.

ein braunes radialfaseriges Mineral, das in die Nähe des Delessites gehört. Die Mandeln bestehen aus einem Gemisch von kaolin- und specksteinartiger Substanz, nur wenige aus einem farblosen Kalkspath. Alle haben einen braunen Überzug, der bei den ersteren ziemlich dick ist und sich leicht ablösen lässt (Fig. 14).

Das braune Mineral ist leicht zur schwarzen Schlacke schmelzbar, sobald es mit verdünnter Säure längere Zeit behandelt worden, ist sein Eisengehalt entfernt und man hat eine weisse unschmelzbare Masse, ähnlich der ersteren Mandelausfüllung. Desshalb und weil auf Spalten hie und da das braune Mineral sich auch in's Innere der Mandel verfolgen lässt, schliesse ich, dass hier ebenfalls eine Verdrängung vorliege und dass dieses eisensilicatführende Mineral, theilweise aus der Substanz der ersteren Mandeln sich bildete, indem das Eisen von aussen hinzutrat. Bei den Kalkspathmandeln ist der Überzug auffallend dünn, so dass er nicht so untersucht werden konnte, wie jener.

Grünerde.

Die eine Art von Grünerde ist ein Zersetzungsproduct des Augites. Diese findet sich allein oder zugleich mit Kalkspath und Quarz in Geoden (Oberstein, Montechio maggiore). Die andere Art, welche bekanntlich arm an Thonerde ist, erscheint als Auskleidung in den Mandelsteinen Irlands und der Faröer. Fig. 13 zeigt ein solches Vorkommen, wo sich in allen Hohlräumen zuerst eine braune specksteinartige Substanz Wasser eben abgesetzt hat und später eine Auskleidung von Grünerde nachgekommen ist.

Brauneisenerz.

Die Bildung dieses Minerals nach Kalkspath und Eisenspath lässt sich aus dem Verhältnisse schliessen, in welchem sie im Darmstädter Mandelstein auftreten. Einzelne Mandeln bestehen aus Kalkspath, aussen mit einer Rinde von erdiger Substanz; andere aus einem Gemisch von Eisenspath mit Kalkspath, aussen dieselbe Rinde.

Sehr viele Mandeln zeigen nun dieselbe Rinde und haben im Innern pulveriges oder schwammiges Brauneisenerz, andere zeigen ausserdem innen einen Kern von Kalkspath, der wie zerfressen aussieht und woran Brauneisenerztheilchen kleben.

Schon im Anfange wurde erwähnt, dass im Andesite von Szenna in Ungarn sich die Folge von Feldspath, Kaolin, Thon, thoniges Brauneisenerz erkennen lasse; so wie dass auch Hornblendekrystalle durch ihre Zersetzung zur Bildung von erdigem Brauneisenerz Anlass geben.

Die wenigen hier mitgetheilten Beobachtungen zeigen, dass die Bildung der Mandelsteine denselben Regeln folgt, wie die Bildung und Umwandlung aller Gesteine. So wie im Allgemeinen die durch mechanische Gewalt oder chemische Vorgänge erzeugten Spalten und Hohlräume sich allmählich durch neu entstehende Mineralien füllen, so wie überall mitten im Gesteine durch allmählich fortschreitende Prozesse stets wiederum neue Gruppierungen der Stoffe sich bilden, so wie die durch Bodensatz gebildeten Schichten sich allmählich zu Steinarten ausbilden, welche ihren Ursprung fast ganz verleugnen, so verhält es sich auch bei der Entstehung der hier behandelten Gesteine, denen ihre eigenthümliche Structur einen allgemeinen Namen eingetragen hat. Aber eben wegen dieser Gleichheit der Wirkungen lässt sich zwischen den eben besprochenen Bildungen und allen übrigen Vorkommnissen keine Grenze ziehen.

Die Ausfüllung der Gangspalten, die Bildung von Nestern, Concretionen, Höhlungen, im Gebirge die Umwandlung der Felsmassen, umfasst die Mandelsteinbildung als einen einzelnen Fall und es kann nur durch Annahme bestimmter Dimensionen eine willkürliche Grenze gezogen werden.

Die Mineralbildungen und die Verdrängungserscheinungen in den Mandelstein sind genau dieselben, wie sie auf Gängen vorkommen und es lässt sich für jede der von mir beschriebenen und nicht beschriebenen Fälle eine gleiche Erscheinung citiren, die anderswo in grösserem Massstabe auftritt.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, dem Herrn Director des k. k. Hof-Mineraliencabinetes Dr. M. Hörnes, für die gütige Unterstützung und allseitige Förderung der vorliegenden Arbeit meinen besten Dank auszudrücken.

Fig. 1.

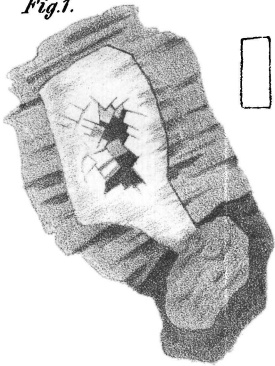


Fig. 2.



Fig. 3.

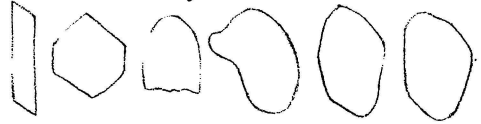


Fig. 4.

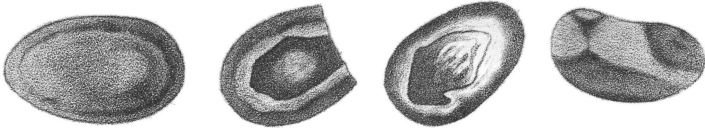


Fig. 5.

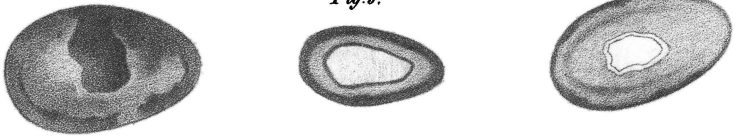


Fig. 6.

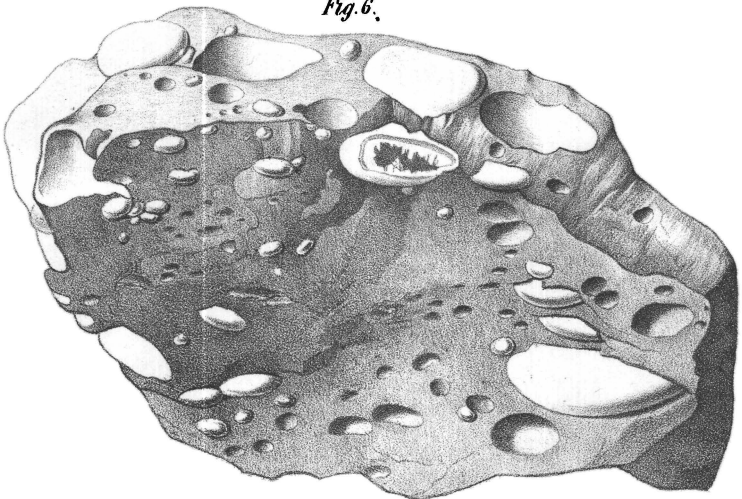




Fig. 7.

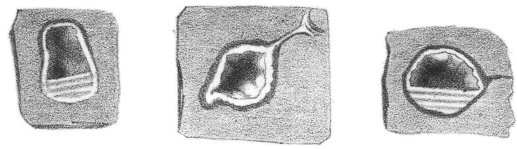


Fig. 8.

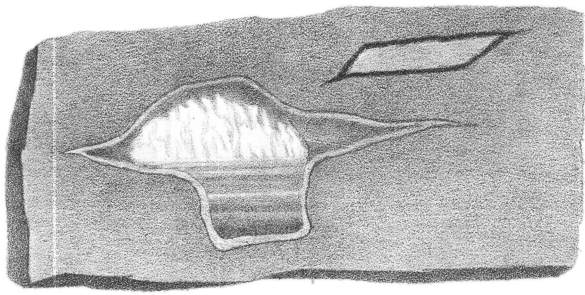


Fig. 9.

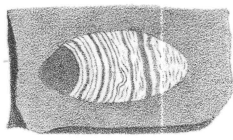


Fig. 10.

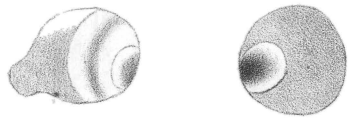


Fig. 11.

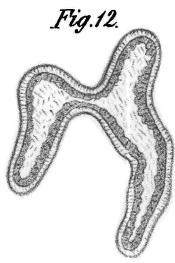


Fig. 12.

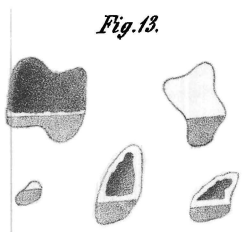


Fig. 13.

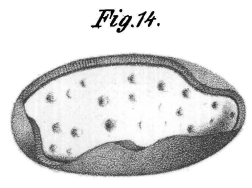


Fig. 14.