

# Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

---

Band X. Jahrgang 1880.

---

München.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

1880.

In Commission bei G. Franz.

Herr Dr. C. W. Gümbel spricht:

„Ueber die mit einer Flüssigkeit erfüllten  
Chalcedonmandeln (Enhydros) von Uruguay.“

Die schon im Alterthume bekannten und berühmten Wasserachate oder Enhydros, welche bereits Plinius beschreibt, indem er (XXXVII. 73) anführt: „Semper rotundatis absolutae in candore est laevis, sed ad motum fluctuat intus in ea veluti in ovis liquor“ stammten aus den Monti Berici bei Vicenza. Auch der Dichter Claudius (390 n. Ch.) widmete diesen Naturseltenheiten mehrere seiner Epigramme. Denn derartige geschlossene Steine mit beweglicher Gasblase waren damals in Rom sehr geschätzt und wurden zu den Edelsteinen gerechnet.

Diese Enhydros gehören zu den bekannten sog. Achatmandeln, welche mehr oder weniger dicke Ueberrindungen oder Schalenbildungen und Ausfüllungen von Blasenräumen eruptiver Gesteine aus verschiedenen Varietäten von Quarz, sog. Chalcedon und Achat, darstellen. Die Achatmandeln sind häufig in der Mitte hohl und in diesem Falle auch meist mit nach Innen vorstehenden mehr oder weniger ausgebildeten Quarzkrystallen, wohl auch mit Kalkspath, Zeolith und Grünerde überkleidet, oft selbst mit einer ockerigen, manganhaltigen Substanz versehen. Bei den Enhydros kommt dazu, dass der übrig bleibende Hohlraum mit einer Flüssigkeit und in der Regel mit einer Gasblase erfüllt ist, die sich stellenweis

durch die durchscheinende Chalcedonwandung deutlich wahrnehmen lässt. Solche Enhydros galten von jeher als die grössten Seltenheiten in den Mineraliensammlungen. Ihr Vorkommen war fast in Vergessenheit gerathen, als Fortis (*Mém. pour servir a l'histoire natur. de l'Italie* 1802 T. I. p. 52 und ff.) sie gleichsam wieder entdeckte und vom Monte Tondo und von Main des Mt. Galda bei Vicenza unter der Bezeichnung Achatenhydres beschrieb. Er bemerkt hierüber, dass solche Chalcedongeoden mit Wassereinschlüssen an dem zuerst genannten Orte sich häufig genug vorfänden, dass aber der Besitzer von Grund und Boden die Erlaubniss nach ihnen zu graben verweigere. Im Ganzen scheinen diese Enhydros wenig beachten geblieben zu sein und erst bei Humphry Davy finden wir eine nähere Angabe über die Beschaffenheit der eingeschlossenen Flüssigkeiten und Gase in diesen Wasserachaten von Vicenza. Es erwähnt zwar auch Bischof (*Lehrb. d. chem. u. phys. Geologie* 2. Aufl. Bd. III S. 632) das Vorkommen von mit Wasser erfüllten Achatmandeln bei Oberstein und von anderen Orten, geht aber nicht näher auf die Beschaffenheit dieses eingeschlossenen Wassers ein und ebenso berührt er nur flüchtig (*a. a. O.* Bd. II S. 855 u. ff.), dass nach Silleman eine milchige Flüssigkeit, womit Chalcedonmandeln erfüllt waren, beim Verdunsten an der Luft kleine farblose  $1\frac{1}{2}$  Linien lange Quarzkrystalle abgesetzt hätten.

Es traten in neuester Zeit die schon von Davy und Brewster begonnenen Untersuchungen der in mikroskopisch kleinen Hohlräumchen enthaltenen Flüssigkeiten krystallisirter Mineralien, hauptsächlich des Quarzes mehr in den Vordergrund, wobei sich aus den vortrefflichen Beobachtungen Sorby's, Vogelsang's und Anderer ergab, dass

---

1) Sur l'état où se trouve l'eau et les matières aéiformes dans les cavités des certains cristaus. *Annales de chimie et de physique* T. XXI. 1822 p. 132 et seq.

die in Krystallen eingeschlossenen Flüssigkeiten meist aus Wasser, oder doch vorwaltend aus Wasser mit einem Gehalt an verschiedenen Salzen (Chlornatrium, Chlorkalium, Sulphate von Kali, Natron, Kalkerde etc.) und Gasen (Kohlensäure) oder aber aus mehr oder weniger reiner, zu einer Flüssigkeit condensirten Kohlensäure bestehen.

Erst die reiche Vorlage von mit einer Flüssigkeit erfüllten Chalcedonmandeln auf der Pariser Weltausstellung im Jahre 1878, welche von der Regierung Uruguay's aus der Provinz Salto gesendet worden waren, lenkte die Aufmerksamkeit wieder mehr auf diesen Gegenstand zurück. Dadurch dass die Achatindustrie von Oberstein und Idar jetzt nicht mehr oder selten in der Nähe dieser Orte gewonnene Achate, sondern grösstentheils solche aus Südamerika bezogene Steine verarbeitet, begünstigte die Gelegenheit, mich in den Besitz einiger solcher amerikanischer Enhydros zu setzen, welche genau dieselbe Beschaffenheit besitzen, wie jene Exemplare, welche in der Novembersitzung der Herr Geh.-Rath Dr. v. Pettenkofer als Geschenk des Herrn Dr. Günther, der Chemikers Fleischextractfabrik in Fray Bentos der Akademie vorgelegt hat. Der Fundort der von mir untersuchten Enhydros ist unzweifelhaft der nämliche, wie jener nach der Angabe des Herrn Dr. Günther, nämlich bei Catalan, 30 Leguas NO. von der Stadt Salto in Uruguay, wo sich die grossen Achatgruben des Herrn Schuch befinden. Das von mir zur näheren Untersuchung verwendete grössere Exemplar von flachlinsenförmiger Gestalt liess an einzelnen dünnwandigen Stellen der durchscheinenden Chalcedonschale sehr deutlich eine mässig grosse Gasblase erkennen, welche sich bei dem Umwenden des Steins, einer Libelle gleich, lebhaft bewegte und die Anwesenheit einer ansehnlichen Menge von Flüssigkeit in dem Hohlraume verrieth.

Eine Reihe hochinteressanter geologischer Fragen schien

sich mir mit dieser Erscheinung zu verknüpfen. Zunächst war es wichtig festzustellen, sowohl aus welcher Gasart die Libelle besteht, als auch ob dieselbe eine geringere oder höhere Spannung besitze. Es durfte bei den verschiedenen Möglichkeiten der Zusammensetzung der eingeschlossenen Flüssigkeit wohl auch an einen hohen Gehalt an Kohlensäure und an Salzlösungen verschiedener Art, vielleicht selbst an Kieselsäure gedacht werden. Es lag die Frage nahe, ob die eingeschlossene Flüssigkeit etwa vielleicht gleichsam als die Mutterlauge, aus der sich die Quarzmasse der Mandel ausgeschieden habe<sup>1)</sup>, anzusehen sei.

Die mechanische Vorrichtung, welche für diese Untersuchungen nothwendig waren, verdanke ich der ausnehmenden Gefälligkeit von Herrn Professor *Bauschinger*, für dessen freundliche Unterstützung ich hier den besten Dank auszusprechen gerne Veranlassung nehme.

Was zunächst das *Aeusserere* der von mir untersuchten Chalcedonmandel anbelangt, so liess der flacheiförmige Stein bei einer grössten Länge von 53 mm. einer grössten Breite von 44 mm. und einer grössten Dicke von 22 mm. im Gewicht von 51,361 gr. auf der einen Flachseite eine ziemlich glatte Wölbung wahrnehmen, während die andere Seite aus einer Anzahl von warzen- oder fladenförmigen, unregelmässig concentrischen Chalcedon-Wülste zusammengesetzt erscheint. Diese Wülste deuten unzweifelhaft die einzelnen Stellen an, wo die sich absetzende Quarzsubstanz in den vorhandenen Mandelhohlraum eingeführt wurde. Oft ziemlich hochgewölbt bestehen diese Wülste, welche den harz- oder gummiartigen Ausschwitzungen mancher Bäume nicht unähnlich sind, aus verschiedenen nach und nach gebildeten Lagen, welche in unregelmässig

---

1) Diese kurze Mittheilung will nur als eine vorläufige angesehen werden, da es bis jetzt an Material fehlt, weitere exaktere Untersuchungen anstellen zu können.

concentrischen, ringförmigen und oft gekröseartig gelappten Absätzen terrassenförmig sich aneinander anschliessen. Die Aehnlichkeit mit den bekannten Kieselringen mancher in Quarzsubstanz übergegangener Muschelschalen ist unverkennbar. Es sind dies Erscheinungen in Folge der Infiltration der aus einer Lösung sich absetzenden Kieselsubstanz. Indem sich nun Wulst an Wulst anschloss, entstand im Innern des Blasenraumes irgend eines Eruptivgesteins nach und nach eine zusammenhängende Wand und eine oft völlig geschlossene Mandel mit grubigen Vertiefungen zwischen den fladenförmigen Warzen. Die untere glatte Wand von Kieselsubstanz scheint Stalagmiten-artig entstanden zu sein. Doch giebt es auch namentlich kleinere, nach allen Seiten hin gleichmässig warzige Mandeln, bei welchen der formgebende Blasenraum seiner Längenausdehnung nach wahrscheinlich mehr oder weniger senkrecht im Gestein gestellt war.

Die Substanz der Mandelwände ist *Chalcedon* d. h. anscheinend dichte, im polarisirten Lichte in bunten Aggregatfarben sich zeigende Quarzsubstanz, welche ohne Wasser zu enthalten theilweise in Kalilauge sich löst. Meine Versuche ergaben, dass bei anhaltendem Kochen des mittelfeinen Pulvers der äusseren Rinde in concentrirter Kalilauge nur 3,7% in Lösung gingen. Die Chalcedonwand ist durchscheinend genug, um die Gasblase deutlich zu sehen, aber doch nicht zureichend durchsichtig, um ihre Grenze genau feststellen zu können. Nach Innen wechseln hellere und milchigtrübe, concentrische Lagen mit einander und endlich geht diese Rindenschale in reine Quarzsubstanz über, welche in stark glänzenden prächtigen Krystallspitzen in den Hohlraum vorragt. Die meisten dieser schönen Quarzkrystalle sind wasserhell, einzelne gelblich oder rauchgrau; ein staubiger Ueberzug über den Krystallen wurde an den entleerten Mandeln nirgend bemerkt. Doch bestehen die meisten Steine

nicht bloß aus Quarzsubstanz. Man bemerkt auf der Oberfläche hier und da auch Kalkspaththeile, die in wasserhellen rhomboëdrischen Krystallen gleichsam zwischen und in den Chalcedonwülsten eingewachsen sind. Im Innern der Mandeln sah ich keinen Kalkspath.

Vorversuche hatten gelehrt, dass die Gasblase beim Erwärmen des ganzen Steins selbst bis auf  $100^{\circ}\text{C}$ . sich nicht wesentlich in ihren Dimensionen änderte, so weit sich dies durch die nur durchscheinende Chalcedonwand bemessen liess.

Eine höhere Temperatur anzuwenden schien nicht rätlich, nun sich nicht der Gefahr auszusetzen, durch ein Platzen der Wandung der Möglichkeit, andere Versuche anzustellen, beraubt zu werden. Hatte doch ein anderer Versuch an einem zum Glück nur kleinen Enhydros bereits Lehrgeld gefordert. Beim Erkalten desselben bis etwa  $-6^{\circ}\text{C}$ . war die Flüssigkeit im Innern gefroren. Denn die Libelle blieb unverrückbar bei jeder Wendung des Steins an der gleichen Stelle. Bei näherer Betrachtung zeigte sich aber auch an einer Stelle der Oberfläche eine kleine Eiskruste, die nur von aus dem Innern ausgetretener Flüssigkeit abstammen konnte. Diese Eiskruste zerschmolz genau bei  $0^{\circ}\text{C}$ . zu einer wässrigen Flüssigkeit, die keine anderen Eigenschaften, als die des Wassers zu erkennen gab. Bei näherer Besichtigung fand sich ein früher nicht vorhandener feiner Riss in der Wand, durch welche die Flüssigkeit bei dem Gefrieren des Wassers im Innern herausgepresst worden war. Dieser Verlust der inneren Flüssigkeit wurde auch unzweideutig durch die auffallende Vergrößerung der Libelle nach dem Wiederaufthauen bestätigt. Doch war durch diesen unglücklichen Versuch wenigstens so viel wahrscheinlich gemacht worden, dass, weil die Flüssigkeit so nahe übereinstimmend mit dem Wasser in festem und flüssigem Zustand übergeführt werden konnte, die eingeschlossene Flüssigkeit der Hauptsache nach aus Wasser bestehe. Bei einem

anderen Versuche verwandelte sich die Flüssigkeit eines kleinen Enhydros bei etwas unter  $-0^{\circ}$  in Eis, ohne dass die Wände zersprengt wurden, weil, wie es scheint, dieselben fest genug waren, der Ausdehnung des Eises Widerstand zu leisten.

Um nun zunächst die Natur der Gase der Luftblase kennen zu lernen, wurde der Enhydros in ein kleines Gefäss mit starken Gaswänden eingegypst und dieses Gefäss oben mit einem Deckel luftdicht verschlossen, durch welchen ein kleiner mit einem Diamant versehener Stift mittelst einer dichten Stopfbüchse hindurch geführt war, um an einer anscheinend dünnwandigen Stelle eine Oeffnung in den Stein bohren zu können. Ferner war dieser Fassungsraum durch zwei mit Hähnen luftdicht verschliessbaren Röhrenansätzen einer Seits mit einer Luftpumpe, anderer Seits mit einem Quecksilbermanometer in Verbindung gesetzt. Durch wiederholtes Auspumpen des Fassungsraumes unter Nachströmen von trockener, kohlensäurefreier Luft wurde schliesslich ein möglichst luftverdünnter Raum hergestellt. Alsdann wurde der Bohrer nach Abschluss der Verbindung mit der Luftpumpe und nach Herstellung der Verbindung mit dem Manometer in Bewegung gesetzt und gleichzeitig mit einem kleinen Fernrohr der Stand des Quecksilbers im Manometer scharf beobachtet. Herr Prof. Bauschinger hatte die Güte mir hierüber eingehende Mittheilung zu machen.

Bei Beginn des Bohrens war der Manometerstand 708,5 mm. bei einem Barometerstand von 726,5 mm. und  $15,5^{\circ}$  Lufttemperatur. Die Luft in dem Fassungsraum hatte also einen Druck von 18 mm. Quecksilbersäule bei  $15,5^{\circ}$  C. Dieser Druck sank während des Bohrens (etwa 15 Minuten) allmählig auf 31 mm.

Im Moment des Duchbohrens senkte sich die beobachtete Kuppe des Manometers plötzlich um 0,75 mm. Durch

den Ausfluss des Gases in der Libelle der Chalcedonhöhlung war mithin der Druck im Fassungsraum plötzlich von 31 mm. auf 32,5 gestiegen. Dieser Stand erhielt sich mehrere Minuten lang. Es darf wohl angenommen werden, dass die Verdunstung der eingeschlossenen Flüssigkeit eine geringe war. Durch ein Neigen des Manometerrohres wurde das Gas in die oberen Theile des Manometerrohres und der Verbindungsröhre in den Fassungsraum zurückgetrieben. Dabei beschlugen sich die Gaswände des Fassungsraums reichlich mit Flüssigkeitsperlen.

Nachdem nun an die Stelle des Manometers ein Chlorcalciumrohr und ein Kalikugelapparat angebracht und ebenso ein gleicher Apparat zwischen Fassungsraum und Luftpumpe eingeführt worden war, wurde das im Fassungsraum enthaltene Luft- und Gasgemisch mittelst der Luftpumpe langsam und behutsam durch das Chlorkalkrohr und den Kaliapparat abgesaugt und dies so lange fortgesetzt bis alle Gase des Fassungsraumes durch den vorgespannten Apparat zweifelsohne durchgetrieben worden waren. Das Chlorcalciumrohr hatte nach Beendigung der Operation um 0,009 gr. an Gewicht zugenommen, der Kaliapparat liess keine Gewichtszunahme beobachten. Die Gasblase der Chalcedonmandeln enthielt folglich keine merkliche Menge von Kohlensäure, nur Wasserdampf und wahrscheinlich atmosphärische Luft.

Um die Spannung des gasförmigen Inhaltes der Chalcedonmandeln zu ermitteln, war der Rauminhalt des Fassungsraums und der Zuleitungsröhre zum Manometer, das mit Luft erfüllten Theils des letzteren und des Inhaltes der Gasblase näher festzustellen. Im Moment des Durchbohrens hatte die ausgetrocknete und Kohlensäure-freie Luft des Fassungsraumes sammt Anschluss = 60,91 ccm. und einen Druck, wie oben angeführt, von 31 mm. Quecksilber. Nach dem Durchbohren erhöhte sich dieser Druck plötzlich

auf 32,5 mm., wodurch jenes Volum auf  $60,91 \times \frac{31}{32,5} = 58,10$  ccm. verringert wurde. Die Differenz  $60,91 - 58,10 = 2,81$  ccm. nahm das entströmte Gas der durchbohrten Chalcedonmandeln bei 32,5 mm Quecks. und  $15,5^{\circ}$  C. ein.

Nach sorgfältiger Bestimmung unter Berücksichtigung des Barometerstandes und der Temperatur war das Gewicht der Chalcedonmandel in ursprünglichem Zustande 51,361 gr.  
 leer und ausgetrocknet . . . . . 48,928 „  
 ganz mit destillirtem Wasser gefüllt . . . . . 54,155 „  
 Es wog demnach die Flüssigkeit . . . . . 2,433 „  
 die Füllung mit destillirtem Wasser . . . . . 5,227 „

Nimmt man nun vorläufig die Flüssigkeit als Wasser an, so ist mit grosser Annäherung der Voluminhalt der Gasblase im ursprünglichen Zustande

$$= 5,227 - 2,433 = 2,794 \text{ ccm.}$$

Nach dem Durchbohren dagegen betrug es  $2,794 + 2,81 = 5,60$  ccm bei 32,5 mm. Quecksilber und  $15,5^{\circ}$  C.

Das Gas der Libelle muss also ursprünglich eine Spannung von  $32,5 \times \frac{5,60}{2,794} = 65,1$  mm. Quecks. bei  $15,5^{\circ}$  C. besessen haben.

Setzt man die Spannung gesättigten Wasserdampfes, der wohl in der Gasblase als vorhanden angenommen werden darf, = 13 mm., so bleiben noch

$$65,1 - 13 = \approx 52 \text{ mm.}$$

als Spannung der wahrscheinlich atmosphärischen Luft in der Gasblase. Im Augenblick also, in dem die Chalcedonmandel sich schloss, könnte man annehmen, habe sie sich in einer Atmosphäre von Wasserdampf und atmosphärischer Luft befunden, deren Temperatur so hoch war, dass durch Abkühlung des in der Mandel eingeschlossenen Theils auf  $15,5^{\circ}$  C. die Spannung derselben bis auf 65 mm. herabsank.

Man darf vielleicht aus der Gegenwart der atmosphärischen Luft folgern, dass der Druck der Atmosphäre, in welcher die Chalcedonmandel sich nach und nach bildete, nicht sehr von dem Druck der atmosphärischen Luft an der Erdoberfläche verschieden gewesen sein dürfte; es ergäbe sich dann weiters, dass die Temperatur derselben etwa  $100^{\circ}$  C. betragen habe.

Nach diesen Experimenten bezüglich der Gasblase war meine fernere Aufgabe auf die Untersuchung der Flüssigkeit gerichtet, da eine weitere Untersuchung der geringen Menge des Gases der Luftblase nicht thunlich war.

Nach Abnahme des Deckels wurde die in der Chalcedonmandel noch vorhandene Flüssigkeit rasch herausgenommen. Es zeigte sich aber leider die Flüssigkeit durch das Bohrmehl verunreinigt, milchig weiss und liess sich auch nicht durch Filtriren reinigen, da das feine Bohrmehl durch das Filter ging. Die Flüssigkeit war übrigens geruch- und geschmacklos, ohne alkalische und ohne deutliche saure Reaction; wenigstens liess letztere sich nicht mit voller Sicherheit feststellen. Eine geringe Trübung in ganz frisch bereitetem Barytwasser rührt z. Th. von einem Gehalt an Schwefelsäure her. Die gewonnene Flüssigkeit betrug kaum die Hälfte der ursprünglich in der Mandel erhaltenen Menge. Uebrigens war dieselbe, nachdem sich das Bohrmehl abgesetzt hatte, vollständig wasserhell. Um sie von letzterem zu befreien, blieb nichts übrig, als sie langsam auf einem flachen Uhrgläschen unter der Glasglocke freiwillig verdunsten zu lassen. Nach dem Eintrocknen erkannte man unter dem Mikroskop neben dem unregelmässigen Bohrmehl deutlich einzelne Kryställchen von quadratischen Umrissen, kleinste Nadelchen, welche einzeln und in Eisblumen-ähnlichen Ausbildungen sich zeigten und ausserdem einzelne kleinste Coccolithen-ähnliche Scheibchen einer nicht doppelt brechenden Substanz. Um nun das eingetrocknete Bohrmehl zu beseitigen, wurde der Absatz vorsichtig mit Wasser über-

gossen, schwach erwärmt und das Wasser langsam abfließen lassen. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, dass anscheinend alle früheren als Kryställchen abgeschiedenen Theile wieder in Lösung gegangen waren und aus dieser Lösung wieder in ähnlichen Formen sich beim Eintrocknen ausschieden. Die Menge dieser Salze betrug auf die ursprüngliche Flüssigkeitsquantität 2,433 gr. berechnet in Procenten = 0,007, was einem Gehalt von 70 mm. Salzen in einem Liter Flüssigkeit entsprechen würde. Indess kann diese Gewichtsbestimmung auf keine Genauigkeit Anspruch machen, weil immerhin ein nicht unbedeutender Theil der Flüssigkeit abgesehen von der Verdunstung zu Verlust gegangen war.

Die erhaltenen Salze gaben die Reaction auf Chlor, Schwefelsäure, Natron und Kalk; auf Kalium wurde mit negativem Ergebnissen geprüft. Im Zusammenhalt mit den unter dem Mikroskop beobachteten Formen der Krystallausscheidungen ist der Gehalt an Chlornatrium sicher gestellt. Wahrscheinlich findet sich daneben auch noch Chlorcalcium und schwefelsaurer Kalk. Zu weiteren Prüfungen war die Rückstandsmenge zu gering. Eine der wichtigsten Fragen, ob die Flüssigkeit Spuren von Kieselsäure in Lösung enthielt, musste wegen der Verunreinigung mit kieseligem Bohrmehl unentschieden gelassen werden. Die Gefälligkeit der Herrn Conservators der Mineralogischen Sammlung des Staates Prof. Dr. v. Kobell setzte mich jedoch durch Ueberlassung eines Enhydros von der erwähnten Sendung des Herrn Dr. Günther aus Uruguay in die Lage, auch dieser Frage näher zu treten. Aeussere und innere Beschaffenheit dieses Exemplars stimmte aufs Genaueste mit jenem ersten, durch Anbohren geöffneter Enhydros. Dasselbe wurde vorsichtlich zerschlagen und auf diese Weise die freilich sehr geringe Flüssigkeitsmenge rein und wasserhell gewonnen. Ein kleiner Verlust war auch hier bei dem schwierigen Zerschlagen der harten Quarzrinde unvermeidlich, daher die Quantität nicht

genau bestimmt werden konnte. Der Rückstand beim Eintrocknen betrug ungefähr eben so viel, wie bei der ersten Probe und zeigte unter dem Mikroskop auch ganz denselben Anflug von Kryställchen. Dieser Rückstand wurde scharf bei  $120^{\circ}$  C. längere Zeit getrocknet um etwa aus der Flüssigkeit ausgeschiedene Kieselsäure in die unlösliche Modifikation überzuführen, dann mit Wasser befeuchtet, schwach erwärmt und nun die Flüssigkeit vorsichtig abgegossen. Auch in diesem Falle lösten sich alle abgesetzten Kryställchen wieder im Wasser und es blieb kein erkennbarer Rückstand, der als Kieselsäure hätte gedeutet werden können. Es muss zugegeben werden, dass die Quantitäten, mit welchen diese Versuche angestellt wurden, freilich so gering waren, dass kleine Mengen etwa in Lösung befindlicher Kieselsäure sich dem Nachweise entziehen konnten. Es darf daher auch nur gesagt werden, dass größere Mengen von Kieselsäure in der Flüssigkeit nicht enthalten sind. Die durch Condensiren der verdunsteten Flüssigkeit wieder erhaltene Flüssigkeit liess nur die Beschaffenheit reinen Wassers erkennen.

Nach diesen keineswegs erschöpfenden Versuchen ist es wenigstens doch sehr wahrscheinlich gemacht, dass der Hauptsache nach die Flüssigkeit der Enhydros von Uruguay aus Wasser besteht mit geringen Mengen von gelösten Salzen, während die Gasblase nur atmosphärische Luft enthält.

Dieses Resultat stimmt im Wesentlichen mit den frühern Untersuchungsergebnissen von H. Davy an den Flüssigkeitseinschluss der Enhydros aus den Bereneischen Bergen, welcher wie Davy (a. a. O. S. 138) anführt, aus beinahe reinem Wasser bestand und mit Silbernitrat und Barytsalzen kaum sichtbare Niederschläge gab, überein. Das eingeschlossene Gas jener italienischen Chalcedonmandeln dagegen hält Davy für Stickstoff unter der Annahme, dass der Sauerstoff

der Luft von dem Wasser aufgenommen worden sei. Diese Frage muss vorläufig noch eine offene bleiben.

In Bezug auf die Bedeutung dieser Wassereinschlüsse in Chalcedonmandeln für die Beantwortung geologischer Fragen dürfte es wohl überflüssig sein darauf hinzuweisen, dass eine Bildung dieser Mandeln auf feuerflüssigem Wege, also als Ausscheidung aus geschmolzenen Gesteinsmagma völlig undenkbar erscheint. Eine solche Annahme wird wohl heutzutage von Niemanden mehr ernstlich gemacht werden wollen.

Dass bei der Entstehung dieser Chalcedonmandeln in bereits vorhandenen Blasenräumen eruptiver Gesteine eine Abscheidung von Kieselsäure aus wässriger Lösung stattfand, ist nicht zu bezweifeln, wenn auch hierzu enorm lange Zeiträume erforderlich sind. Denn nach Bischof (a. a. O. S. 635) vermag Wasser nur 0,0001 seines Gewichts Kieselsäure zu lösen und nach den obigen Ergebniss ist nicht anzunehmen, dass eine beträchtlich grössere Lösungsfähigkeit des Wassers aus dem die Quarzsubstanz sich absetzte, vorausgesetzt werden darf, wenn die eingeschlossene Flüssigkeit gleichsam als ein gefangen gehaltener Rest eines solchen Nährewassers angesehen werden dürfte. Dasselbe enthält weder namhafte Menge von die Löslichkeit der Kieselsäure fördernden Stoffen, noch scheint sie eine sehr beträchtlich höhere Temperatur im Moment des Einschlusses besessen zu haben. Freilich ist die Beurtheilung immer eine unsichere, weil wir nicht absolut sicher wissen, in welcher Höhe oder Tiefe der Erdrinde das Gestein in der Zeit der Entstehung der Chalcedonmandel sich befand.

Ist aber dieses eingeschlossene Wasser wirklich als ein Ueberbleibsel der ursprünglichen Bildungsflüssigkeit für die Quarzausscheidungen anzusehen? Ich glaube diese Frage verneinen zu müssen. Wir dürfen uns die Ausscheidung der Quarzsubstanz in den Mandelraum kaum anderes erfolgt

denken, als ungefähr analog der Bildung der Tropfsteine in Höhlen. Nur scheint nicht, wie bei letzteren, die Verflüchtigung der Kohlensäure eine Rolle gespielt zu haben, sondern die einfache Verdunstung des Wassers an den Wandungen der Blasenräume den Absatz bewirkt zu haben. Auch wird wohl die Bildungsflüssigkeit vorherrschend durch die Porosität des Gesteins nach Art der Wirkung der Haarröhren angesaugt und zu den Hohlräumen geleitet worden sein, was bei den meisten Mandeln aus der gleichartigen Ausbildung des Mandelraums nach allen Richtungen hin hervor zu gehen scheint. Die nach und nach von aussen nach innen krustenartig sich bildenden Chalcedonschalen müssen aber durchdringbar d. h. es müssen zwischen den einzelnen Infiltrationsstellen für die Flüssigkeit zugängliche Kanälchen offen geblieben sein, um letztere fort und fort in's Innere gelangen zu lassen und die Verdunstung zu ermöglichen. Der Unterschied zwischen der Chalcedon- und Achat-artigen Ausbildung der Kieselsäure in den äusseren Schalen und der Krystalle nach Innen dürfte wesentlich auf einer Verlangsamung des Verdunstungs- und Ausscheidungsprocesses beruhen. Es ist nicht anzunehmen, dass während der Entstehung der Quarzmasse jeder Hohlraum ganz mit Flüssigkeit gefüllt war, wie es jetzt bei den Enhydros bis zu einer kleinen Luftblase der Fall ist. Das Wasser dieser letzteren stammt, wie mir scheint, aus der letzten Periode verringeren Verdunstungsfähigkeit, wodurch sich an einzelnen Exemplaren eine Anhäufung von Flüssigkeit ergab. Wurden nun durch einen besonderen Umstand bei der einen oder anderen Mandel die letzten Zugänge durch Absatz von Kieselsubstanz vollends verstopft, so blieb das sich ansammelnde Wasser, von dem mehr zuzuging als verdunsten konnte, eingeschlossen und bildet nun die Flüssigkeit unserer Enhydros.

---