

## Original-Mitteilungen an die Redaktion.

### Die Entstehung der Achate.

Von Raphael Ed. Liesegang.

(Aus dem Neurologischen Institut, Dir. L. EDINGER, Frankfurt a. M.)

Als ich zuerst eine Theorie der Achat-Entstehung hörte, schien sie mir so wunderbar, daß es mir zuerst schien, als habe sich bei dem betreffenden Mineralogen zufällig eine längst überlebte mittelalterliche Anschauung erhalten. Aber dann hörte ich fast die gleiche Theorie von anderen Mineralogen. Es sollte folgendermaßen zugegangen sein:

In die Höhlungen, welche sich in dem vulkanischen Melaphyr gebildet hatten, fließt Kieselsäure hinein und wieder hinaus. Dabei bleibt eine außerordentlich dünne Haut an den Wandungen sitzen. Danu fließt wieder Kieselsäure durch eine feine Öffnung hinein und wieder heraus. Dies wiederholte sich unzählige Male. Da die geschmolzene oder gelöste Kieselsäure einmal ziemlich rein, das anderemal mehr oder weniger z. B. durch ein Eisensalz gefärbt ist, haben die aneinanderfolgenden dünnen Lagen die verschiedene Färbung. —

Der Eindruck von „Flußlinien“ wird allerdings häufig bei Achaten erweckt, welche eine sogenannte Zufußöffnung besitzen. Daß aber diese Öffnung nach einiger Zeit verstopft sein mußte und daß man dann die weitere Bildung im Innern gar nicht erklären könne, wurde nicht berücksichtigt. Ob gewagte Hypothesen darüber ausgesprochen worden sind, wie das rhythmische Hinein- und Herausfließen zustande gekommen sei, welches fast an das Pulsieren der Vakuolen in den Amöben erinnert, ist mir nicht bekannt. Und es schien mir nicht die Mühe zu lohnen, danach zu suchen, ebenso wie nach den anderen Hilfhypothesen dieser seltsamen Anschauung, da schon die oberflächliche Betrachtung einiger Achate durchaus andere Verhältnisse für deren Bildung ahnen ließ. Es schienen Beziehungen zu dem folgenden Phänomen zu bestehen:

Der Botaniker N. PRINGSHEIM hatte in einer Gelatinegallerte zwei Salze, welche beim Zusammentreffen einen Niederschlag geben, gegeneinander diffundieren lassen. Unter den Tafeln<sup>1</sup>, welche die

<sup>1</sup> Jahrb. wiss. Botanik, 28. 1, 1895.

Lage und Ausbreitung der entstehenden Niederschläge in der Gallerte zeigen, befindet sich eine, welche seltsamerweise zwei voneinander getrennte Ablagerungen zeigt. Wäre PRINGSHEIM nicht während der Arbeit gestorben, so hätte er gewiß diese auffallende Erscheinung weiter verfolgt und hätte dann bei gewissen Reaktionen jene rhythmischen Ablagerungen von zahlreichen Niederschlagsschichten gefunden, welche später von WILHELM OSTWALD<sup>1</sup>, MORSE und PIERCE<sup>2</sup>, BECHHOLD<sup>3</sup>, LEDUC u. a. genauer studiert worden sind. Besonders schön bilden sich solche aus, wenn man eine Gelatinelösung mit etwas Kaliumbichromat versetzt, diese in dünner Lage auf einer Glasplatte ausbreitet und nach dem Erstarren einen Tropfen Silbernitratlösung aufsetzt. Wenn derselbe in die Chromatgallerte eingedrungen ist, hat sich das Silberchromat in dem Kreis (von etwa 10 cm Durchmesser) nicht gleichmäßig, zusammenhängend abgelagert, sondern in sehr vielen feinen konzentrischen Schichtungen. Diese roten bis schwarzen Linien sind voneinander getrennt durch klare, farblose, chromatfreie Zwischenräume. Die Erscheinung hängt damit zusammen, daß das Silberchromat zuerst aus irgend einem Grund noch diffundibel ist. Dann treten ziemlich plötzlich die Moleküle zu Molekülkomplexen zusammen. — Jedenfalls zeigt sich hieraus, daß beim Eindiffundieren von Salzen in ein Gel Strukturen entstehen können, welche denen außerordentlich ähnlich sind, welche im Achat vorhanden sind.

Daß zunächst Diffusionen z. B. von wäßrigen Lösungen in dem Kieselsäure-Gel, welches im Achat vorliegt, möglich sind, ist lange in der Technik bekannt. Man durchtränkt sie mit Zuckerslösungen usw.

Bei einem Achat sehe ich an der Bruchstelle zwei Kreise von etwa 20 mm Radius. Zahlreiche (genau) konzentrische rote und weiße Schichtungen wechseln miteinander ab. Im Zentrum liegen Gesteinspartikel, von welchen die Diffusion des rotfärbenden Eisensalzes ausgegangen ist. Daß die Diffusion tatsächlich zentrifugal und nicht zentripetal verlief, zeigt sich daran, daß die Abstände der roten Linien nach der Peripherie zu immer weiter werden, genau so wie bei den Silberchromatplatten. — Wirft man einen runden Klumpen von Gelatinegallerte mit einem Gehalt an Kaliumbichromat in eine Silbernitratlösung, so bildet sich darin auch eine zwiebelähnliche Struktur von Silberchromat aus. Aber nicht allein der angeführte Grund spricht gegen diese Entstehungsart bei gerade dem betreffenden Stein, sondern auch der folgende: Die zwei rotweiß-gestreiften Diffusionskreise stoßen an einer Stelle direkt zusammen. D. h. es ist kein Rann mehr zwischen ihnen, von

<sup>1</sup> Zeitschr. physikal. Chem. 23. 365. 1897.

<sup>2</sup> Zeitschr. physikal. Chem. 45. 606. 1903.

<sup>3</sup> Zeitschr. physikal. Chem. 52. 194. 1905.

welchen aus die Diffusion hätte stattfinden können. Außerdem liegt jenseits der Peripherie dieser Kreise Kieselsäure, welche in der Hauptmasse ungefärbt ist.

Dieser Stein zeigt außerdem, daß die Vorstellung, ein Hohlkörper sei auf irgend eine Weise mit dem ausgefüllt worden, was später den Achat ausmacht, durchaus nicht zutreffen braucht. Denn hier liegt zwischen den konzentrisch geschichteten Gebilden, die nebenbei bemerkt in ihrer Struktur fast identisch sind, an der Berührungsstelle keine Spur einer umhüllenden Wabenwand.

Ein etwas Abseitsliegendes sei noch gleich bei der Besprechung dieses Steins erwähnt: Soweit die Diffusionskreise reichen, hat die Masse Gel-Charakter. Jenseits derselben ist aber die farblose Kieselsäure ziemlich grob kristallinisch. Die färbende Eisenverbindung scheint also als Schutzkolloid gegen die Kristallisation gewirkt zu haben. — Da das aus einzelnen Kristallbrocken zusammengesetzte leichter z. B. unter mechanischen Einflüssen in Stücke zerfallen wird als das Gel, ist es verständlich, wie sich die Diffusionskugeln, bei welchen man fast an eine Art Gerbung der Kieselsäure denken kann, oft noch erhalten, während das Umgebende schon verwittert ist.

Der Kern, von welchen in solchen Fällen die zentrifugalen Diffusionen ausgehen, ist oft zusammengesetzt aus eckigen Stücken oder verschiedenen Brocken. Die Schichtungen haben dann nicht gleich die Form von Kugeloberflächen, sondern geben in deren Nähe zuerst mehr oder weniger gut vergrößerte Abbilder von deren Konturen wieder. Je weiter sie sich aber vom Zentrum entfernen, desto mehr verschwinden die Knicke etc.; desto mehr tritt die Kugeloberfläche zutage. In Fällen, in denen es z. B. infolge vieler nahe zusammenliegender Zentren nicht sofort ganz klar ist, welche Schichten zuerst und welche später gebildet worden sind, ist dieses immer stärkere Ausgleichen von Unebenheiten ein sehr gutes Kriterium hier die Diffusionsrichtung des Rotfärbenden.

Dieses Kriterium ist um so wertvoller, da die Schichtungsweite nicht immer Rückschlüsse auf Letzteres erlaubt. Denn häufig genug sind Störungen in dem normalen Rhythmus vorhanden: Daß in der Nähe des Diffusionszentrums die Schichtungen weitere Abstände haben oder daß auf einmal eine breitere weiße oder rote Linie innerhalb der sonst normal wechselnden Lage zu sehen ist. Hierfür wird man in einem Wechsel von äußeren Einflüssen, z. B. der Temperatur die Ursache zu suchen haben. [Bei den zuerst beschriebenen zwei nebeneinanderliegenden Diffusionskugeln sind auch diese Störungen genau gleich.] — Es ist also hierbei genau das gleiche zu beachten, was bei Schichtungsgebilden in Organisierten der Fall sein kann. Die Otholite der Fische weisen zahlreiche äußerst feine Lagen auf, welche oft mit bloßem Auge kaum erkannt werden können. Gleichzeitig sind sie aber auch

durchsetzt von einer gröberen Schichtung, die auf äußere Rhythmen hinweist: In welchen die Zoologen Jahresringe — oder besser Jahreszeitsringe erblicken. — —

Bei anderen Steinen erhält man den Eindruck der zentripetalen Diffusion: Wenn ein Hohlraum in dem färbenden Melaphyr mit dem Kieselsäuregel ausgefüllt worden war. Es kommt aber auch hier vollkommen darauf an, wie man solche Steine betrachtet. Aus der Melaphyr-Perspektive erblickt man nämlich auch hier sofort eine zentrifugale Diffusion: Lauter kleine Diffusionszentren, die ähnlich wie die Osteoblasten bei der Ossifikation um die Grenzen des Kieselsäuregels herumsitzen<sup>1</sup>. Die von diesen Zentren entfernteren Linien vereinen sich mit denen der benachbarten Diffusionslinien (resp. bei dreidimensionaler Betrachtung = Kugeloberflächen) zu immer geraderen Linien. Aus solchen setzt sich dann der Festungsachat zusammen. Bei diesen Steinen wird es auch leicht verständlich, wie die scheinbaren Flußlinien in den (oft nur kapillargroßen) „Einflußkanälen“ zustande kommen. — Mit Silberchromatgelatine läßt sich dieser Effekt auf folgende Weise nachahmen: Eine Celloidinlösung wird mit ziemlich viel Silbernitrat versetzt, erstarren gelassen und in Brocken zerlegt. Diese Brocken werden in einem Glasgefäß lose aufeinander gelegt und dann eine Gelatine-lösung mit einem geringen Gehalt an Kaliumbichromat darüber gegossen, so daß alle Hohlräume ausgefüllt sind und durch Abhüllung rasch erstarren gelassen. Wenn nun das Silbernitrat in die Chromatgallerte hinein diffundiert, entspricht das Silbernitrat-Celloidin den eisensalzabgebenden Melaphyrbrocken und die Chromatgallerte der Wasserglaslösung, welche ersteres überflossen hat. Die Silberchromatbildung entspricht der Reaktion zwischen dem Eisensalz und dem Alkali des Wasserglases. (Aus letzterem wird zugleich Kieselsäure frei.)

Im Innern von größeren Achaten, die (nahezu) allseitig von Melaphyr umschlossen waren, findet man zuweilen Quarzkristalle. Man kann daraus schließen, wie außerordentlich langsam die Eisendiffusion hier vor sich gegangen ist. Das Kieselsäuregel hatte im Innern Zeit, in die kristallinische Form überzugehen, weil noch kein Eisenoxyd da war, um als Schutzkolloid wirken zu können. Es ist ähnlich, wie wenn ein allzugroßes Gehirnstück sich im Innern zersetzt, ehe die Härtingsflüssigkeit bis dorthin vorgedrungen war. Beim Achat kommt allerdings auch noch ein anderes hinzu: Es diffundiert nicht nur das Eisensalz, sondern das Alkali wandert umgekehrt auch diesem entgegen. Und so kann das Innerste alkalifrei, also unfähig zur Bildung des Schutzkolloids werden. —

Man wird auch gewisse gröbere Strukturen, selbst solche,

<sup>1</sup> Bei ungeschliffenen Steinen wird dies sehr deutlich, wenn man die Bruchstelle mit Kanadabalsam bestreicht.

welche bisher als geologische Schichtungen betrachtet worden sind, auf ähnliche Diffusionsvorgänge zurückführen können. „Die ringförmigen Bildungen in manchen Gesteinen“, sagten schon vor einiger Zeit LEITMEIER und CORNU<sup>1</sup>, „vor allem auch in Sandsteinen sind ähnliche Erscheinungen und müssen mit den Untersuchungen BECHHOLD's parallelisiert werden.“ — Da bei solchen Diffusionen schon derart vielgestaltete Gebilde entstehen können, wird man also nicht so komplizierte Annahmen zu machen brauchen, wie es kürzlich JOLY tat<sup>2</sup>, als er zwei aufeinanderfolgende verschieden gefärbte Ringe in einem Mineral durch den Unterschied der Wirkungsbereiche der verschiedenen Radiumstrahlungen erklärte. Bei einer Anwendung der JOLY'schen Theorie auf die Achate würde man sonst ja an unzählige Strahlungsarten des Melaphyr denken müssen: Für jede der 17 000 Schichtungen auf den Zoll, welche BREWSTER zuweilen in Achaten fand, eine besondere. Immerhin würde eine solche gewaltsame Theorie noch etwas harmloser sein als jene, welche von der Bildung durch rhythmisches Hinein- und Hinausfließen sprach.

## Geologische Beobachtungen aus den Euganeen.

Von W. Penck.

(Mit 3 Textfiguren.)

(Schluß.)

### Die Intrusionen.

Steigt man von Battaglia nordwärts gegen den Mt. Ceva, so findet man das dunkle Brecciengestein am Sattel zwischen ihm und Mt. Spinnefrasse gebleicht, mürb. Die Ausdehnung dieser Umwandlung ist erheblich und es liegt zunächst der Gedanke an thermale Auslaugung nahe. Die Ursache hierfür findet sich jedoch in einem festen, hellen, fluidal-struierten Gestein, das in regelmäßiger Weise von einem Streifen metamorpher Cevabreccie begleitet wird. Feine Gesteinsblättchen unfließen Quarzeinsprenglinge und gehen einer plattigen, bei der Verwitterung deutlich werdenden Absonderung parallel, die den Gesteinskörper wie aus regelmäßigen Schalen zusammengesetzt erscheinen läßt. Diese Fluidalstruktur berechtigt dazu, den Quarztrachyt als Rhyolith zu bezeichnen, was ja auch in der Literatur bereits geschehen ist. Der Bau des Intrusivkörpers, seine äußere Form besitzt keinerlei Unregelmäßigkeiten; es prägt sich dies schon im Namen des Berges: Mt. Castellone, aus. An seiner Westseite ist der Intrusivkörper schon vollständig freigelegt, während er an der Ost- und

<sup>1</sup> Kolloid-Zeitschr. 4. 90. 284. 1909.

<sup>2</sup> Phil. Mag. [6.] 19. 327. 1910.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: [1910](#)

Autor(en)/Author(s): Liesegang [Liesgang] Raphael Eduard

Artikel/Article: [Die Entstehung der Achate. 593-597](#)