

Zeitschrift für Chemie und Industrie der Kolloide

(„Kolloid-Zeitschrift“)

Wissenschaftliche und technische Rundschau

:: für das Gesamtgebiet der Kolloide ::

Herausgegeben von

Priv.-Doz. Dr. Wolfgang Ostwald in Leipzig, Brandvorwerkstraße 77

Erscheint monatlich 1 mal

Verlag von THEODOR STEINKOPFF
Dresden - A. 21, Behrischstraße 2

Preis für den Band M. 12.—

Redaktionelle Mitteilung.

Durch die Untersuchungen von F. Cornu, C. Doelter und ihren Mitarbeitern ist der Kolloidchemie ein neues großes Gebiet wissenschaftlicher Anwendung eröffnet worden — die kolloidchemische Mineralogie. In Anbetracht der Neuartigkeit dieser Forschungsrichtung und des Umstandes, daß bei der Fülle der zutage tretenden Beziehungen zwischen Mineralogie und Kolloidchemie auch die literarische Produktion auf diesem Gebiete eine sehr reichliche ist, haben sich die Unterzeichneten zur Herausgabe dieses „Spezialheftes“ entschlossen.

Gleichzeitig möchten die Unterzeichneten diejenigen Autoren um Entschuldigung bitten, deren Manuskripte bereits 1—2 Monate auf Publikation warten. Der Ueberfüllungszustand der „K.-Z.“, der zunächst nur als ein vorübergehendes oder allenfalls periodisches Uebel aufgefaßt wurde, hat sich mit der Zeit als ein chronisches Leiden erwiesen. Die Unterzeichneten hoffen, durch eine Neuordnung des Materials, die insbesondere die längeren Abhandlungen betreffen wird, sowohl der Zeitschrift, als auch ihren Lesern zu helfen. Nähere Mitteilungen werden im nächsten Hefte erfolgen.

Der Verlag.
Theodor Steinkopff.

Die Redaktion.
Wolfgang Ostwald.

Die Anwendung der Kolloidchemie auf Mineralogie und Geologie.

Herausgegeben von Cornelio Doelter und Felix Cornu.

Vorwort.

Von C. Doelter.

In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts bestand ein inniger Zusammenhang zwischen Chemie und Mineralogie, ich brauche nur die Namen Berzelius, Mitscherlich, Plattner, Wöhler, Ch. Ste. Claire Deville zu nennen. Allmählich entfremdeten sich jedoch beide und in der Mineralogie wurde die physikalische Kristallographie, insbesondere die Kristalloptik, allein maßgebend; es gab nur noch wenig Mineralogen, die aus der chemischen Schule

hervorgegangen waren, aber die Mineralogie selbst wurde allmählich durch die Petrographie immer mehr ein Anhängsel der Geologie, auf welche sie allerdings äußerst befruchtend wirkte; die Zahl der Mineralogen in engerem Sinne ist tatsächlich eine sehr geringe geworden. Die weitere Entwicklung dieser Wissenschaft, der reinen Mineralogie, mag wieder in Verbindung mit der Chemie zu suchen sein und findet sich die Brücke in der physikalischen Chemie. Der Verfasser dieser Zeilen hat zuerst auf die Wichtigkeit dieser Disziplin für die Mineralogie

aufmerksam gemacht, und es scheint auch, daß sie auf Mineralogie sehr anregend wirkt, wie die Arbeiten der letzten Jahre zeigen¹⁾. Ihr sehr fernliegend ist dem Anscheine nach die Kolloidchemie, denn der stabile Zustand der Mineralogie ist der kristallisierte, im Gegensatz zur organischen Welt. Aber in den Grenzgebieten des Organischen und Anorganischen spielen gerade die Kolloide eine große Rolle, und so war ich im Jahre 1906 veranlaßt, auf die große Wichtigkeit der Kolloidchemie auch für die Mineralogie hinzuweisen.

Es war nun von großer Bedeutung wie Cornu zuerst feststellte, daß tatsächlich im Mineralreiche die Gele viel, viel verbreiteter waren, als man bisher angenommen hatte, und durch seine Untersuchungen ergab sich da eine weit größere Bedeutung der Kolloidchemie für die Mineralogie und Geologie als man je erwarten konnte, insbesondere auch für die praktische Geologie, die Verwitterungslehre und die Bodenkunde. Amorphe Körper kannte der Mineraloge allerdings schon seit langer Zeit, er nannte die einen hyaline, das sind die aus Schmelzen erstarrten Gläser, und die anderen porodine, das sind die kolloiden Mineralien. Diese porodinen Körper, die schon Breithaupt untersuchte, wurden später die Stiefkinder der Mineralogie, was ja, da doch das Studium der Kristalle weit lohnender und auch wichtiger ist, begreiflich war. Aber die Kolloidchemie dürfte auch in anderer Hinsicht befruchtend wirken. Die Färbungen der Mineralien scheinen vielfach durch Kolloide bewirkt zu sein, während andererseits die Behandlung der Mineralien mit Farbstoffen interessante Gesichtspunkte eröffnet. Von Interesse sind auch die Strukturen, die Spannungsdoppelbrechung der Gele, wie auch das Studium der Adsorptionen für die chemische Mineralogie notwendig ist. Besonders aber für die Minerogenese wird die Kolloidchemie wichtig sein.

Vor Jahren suchte ich bereits diesen genetischen Zusammenhang kolloider Niederschläge mit dem chemisch-identen, also isochemischen kristallisierten Mineralien, denn offenbar sind auch diese letzteren aus den ersteren hervorgegangen, erstere sind auch in der Natur jedenfalls weniger stabil als letztere; dies zu verfolgen ist für die Erzbildung nötig, und

¹⁾ Vgl. C. Doelter, Die Anwendung der physikalischen Chemie auf Mineralogie und Geologie. *Rivista di scienza* 3 (1908).

²⁾ Aus dem Grenzgebiete des Organischen und Anorganischen. Rektoratsrede, Graz 1906.

andererseits wird sich das bisher sehr vernachlässigte Studium der Sedimentbildung auf die Kolloidchemie stützen. Ich habe nur einige Gesichtspunkte hervorgehoben, andere ergeben sich aus den Titeln der in Aussicht genommenen Untersuchungen, an denen sich vorläufig eine Reihe von Mitarbeitern in Wien, Leoben und Graz beteiligt.

Folgende Themata wurden bearbeitet und sollen in den nächsten Monaten zur Publikation gelangen:

1. Ilsemannit, von F. Cornu; 2. Die chemische Verwitterung im Lichte der Kolloidchemie, von F. Cornu; 3. Das Vorkommen von Adsorptionen im Mineralreiche, von Lazarevič; 4. Ueber Dendriten, von H. Leitmeier; 5. Ueber Beziehungen zwischen Opal-Chalcedon, Stilpnosiderit, Hämatit und Psilomelan, von F. Cornu und H. Leitmeier; 6. Verhalten der Kolloide gegen Farbstoffe, von E. Dittler; 7. Verhalten von kolloiden Farbstoffen gegen Radium- und ultraviolette Strahlen, von C. Doelter; 8. Strukturen der Gele, von V. Pöschl; 9. Ueber Gerüche der Tonerde-Kieselsäure-Gele von Cornu und Th. Franz; 10. Ueber Quellungen, von J. Ippen und V. Pöschl; 11. Ueber Magnesit, von Redlich; 12. Die Spannungsdoppelbrechung der Gele, von Lazarevič; 13. Gele und Pseudomorphosen, von E. Dittler; 14. Synthesen und Analysen der Mineral-Gele, von H. Leitmeier und Dittler; 15. Die reversiblen Hydrossole in Grubenwässern, von R. Canaval; 16. Die kolloiden Vertreter der Minerale der seltenen Erden (A. Aeußere Kennzeichenlehre, von Cornu und F. Gach, B. Untersuchung der Kolloide, von F. Gach); 17. Marmor-Kalksteine und Ruinenmarmor, von H. Leitmeier; 18. Umwandlung der Mineral-Gele in kristalline Minerale, von C. Doelter; 19. Wolkonskoit, von Angl.

Von diesen erscheinen die Nummern 2, 3, 4, 5, 9, 12 in diesem Hefte, die anderen Studien erscheinen demnächst.

I.

Optische Untersuchung der von Stremme dargestellten Tonerdekieselsäuregele²⁾.

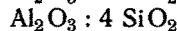
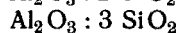
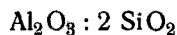
Von F. Cornu, Leoben.

Herr Stremme hat die Liebenswürdigkeit gehabt, mir die von ihm dargestellten Tonerdekiesel-

²⁾ H. Stremme, Ueber Fällungen der gemengten Gels von Tonerde und Kieselsäure und deren Beziehungen zu Allophan, Halloysit und Montmorillonit. *Zentrbl. f. Min.* 20, 21 (1908).

säuregele zur optischen Untersuchung zu überlassen, wofür ihm bestens gedankt sei.

Es gelangten folgende Produkte zur Untersuchung:



Die ersten beiden Gele erwiesen sich unter dem Mikroskop klar und durchsichtig und vollständig isotrop. Das Produkt von der Zusammensetzung $\text{Al}_2\text{O}_3 : 4 \text{SiO}_2$ zeigte das typische Aussehen trüber Medien und wurde erst bei längerem Liegenlassen in Wasser unter Abgabe von vielen Luftbläschen klar. Die Substanz zeigte in polarisiertem Licht eine schwache Spannungsdoppelbrechung. Alle drei Gele quollen bei Behandlung mit Kupferoxydammoniak stark an und das Produkt von der Zusammensetzung $\text{Al}_2\text{O}_3 : 4 \text{SiO}_2$ fällte aus der Kupferlösung Kupferoxydhydratgel aus. Bereits vor mir hat Pöschl die Erfahrung gemacht, daß Allophan in Kupferoxydammoniak quillt. Alle drei Produkte zeigten bei starker Vergrößerung schöne Wabenstruktur.

II.

Ueber die Kolloidnatur des Erbsensteins.

Von E. Dittler.

Schon A. Lacroix⁴⁾ hat gefunden, daß die konzentrisch-schaligen Krusten der Erbsensteine nicht aus Aragonit bestünden, sondern aus einer Modifikation des Kalziumkarbonates, welche er Ktypeit nannte. Als eine zweite besondere Modifikation des Kalziumkarbonates ist dann der Conchit bezeichnet worden⁵⁾. H. Vater hat sich eingehend mit den beiden Modifikationen des Aragonits beschäftigt und die Vermutung ausgesprochen, daß die konzentrischen Gebilde erst später kristallin gewordene, ursprünglich amorphe organogene Ausscheidungen darstellen⁶⁾. Die Auffassung H. Vater's unterstützt auch die Ansicht H. Schade's, der zuerst auf die auffallende Analogie zwischen der Struktur der Harnsteine und die der Pisolithen hingewiesen hat⁷⁾. Das H. Schade die Kolloidnatur der Pisolithen richtig erkannt hat, dafür geben einige Färbversuche, welche ich mit zahlreichen Mineralgelen angestellt habe, Zeugnis. Kalzit und Aragonit färben sich im kristallisierten Zustande

⁴⁾ A. Lacroix, Compt. rend. 126, 602 (1898).

⁵⁾ A. Killy, Ueber Conchit, Sitz.-Ber. d. Akad. z. München. 30, 187 (1900).

⁶⁾ H. Vater, Groth, Zeitschr. f. Krist. 35, 149.

⁷⁾ Koll.-Zeitschr. 4, 91 (1909).

mit basischen Farbsalzen, z. B. Fuchsin, nicht an. Gibt man dagegen einige Tropfen der verdünnten Farbstofflösung zu grob zerstoßenem Erbsensteinpulver, so tritt schon nach wenigen Minuten intensive Rotfärbung ein und nach 3—4 stündigem Stehen ist der Farbstoff vom Substrat vollständig aufgenommen und die überstehende Flüssigkeit klar geworden. Ganz ähnlich verhalten sich typische gelartige Mineralien, wie z. B. Orawitzit, Glagerit, Razumoffskin u. a. m. Noch deutlicher wird der Versuch, wenn man ein Dünnschliffpräparat des Erbsensteines in die Farbstofflösung taucht und ein wenig erwärmt. In den kugeligen Gebilden treten angefärbte konzentrische Ringe hervor, welche nach außen zu an Intensität verlieren und sich mit Wasser nicht, wohl dagegen mit Ammoniak auswaschen lassen. Bei stärkerem Erhitzen verschwindet die Färbung. Im Erbsenstein wechseln also kristalloide und kolloide Schichten ab, ganz ähnlich wie sie F. Cornu bei Opal-Chalcedon oder Xanthosiderit und braunem Glaskopf gefunden hat. Durch Kupferoxydammoniak wird das Mineral trüb, eine Quellung ist jedoch nicht zu beobachten.

III.

Ueber Dendriten und Verwitterungsringe und ihre Beziehungen zu den von Liesegang und Bechhold studierten Erscheinungen.

Von Hans Leitmeier in Leoben.

Dendriten.

Obwohl in den älteren Zeiten eine Reihe Naturforscher sich mit der Beschreibung der Dendriten befaßten und zum Teile recht gute Vorstellungen über die Entstehung dieser Gebilde hatten, so ist es doch auch der modernen Mineralogie nicht gelungen, genaue Angaben über deren Genesis zu machen. Erst jetzt, als man die für alle Zweige der Naturwissenschaft so ungemein wichtigen Resultate der Kolloidchemie in das Arbeitsgebiet der Mineralogie zog, wie es F. Cornu in Leoben als erster getan, nachdem C. Doelter auf die Wichtigkeit derselben aufmerksam gemacht hatte, ist es gelungen, auch dieser Erscheinung neue Seiten abzugewinnen. Vornehmlich die Untersuchungen R. E. Liesegang's haben gezeigt, daß bei Diffundierung zweier Substanzen, z. B. eines Geles und einer kristalloiden Lösung, eigentümliche, teils genau angeordnete, teils einzeln bäumchenartige verästelte Gebilde entstehen, die nichts anderes als Dendritbildungen sind. Darzutun, daß die Dendriten in der

Natur im Mineralreiche ganz analoge Erscheinungen sind, ist der Zweck dieser Untersuchung.

Nach dem Vorkommen in der Natur kann man die Dendriten in zwei Hauptgruppen einteilen:

- I. Dendriten die sich nur auf einer Fläche ausbilden, also nach Art der Eisblumen an den Fensterscheiben.
- II. Dendriten, die sich nach allen Richtungen hin verbreiten.

Die ersteren sind die häufigeren. Sie sind entweder an die Oberflächenbeschaffenheit des betreffenden Körpers, an den sie sich absetzen, gebunden, oder sie dringen auf Spalten und Risse in das betreffende Medium ein. Sie verlangen stets, daß ein bereits verfestigtes Material vorhanden ist, sind also typische sekundäre Bildungen.

Die zweiten hingegen bilden sich gleichzeitig oder wenigstens annähernd gleichzeitig mit dem Körper, in dem sie enthalten sind. Sie sind es, mit deren Genesis wir uns hauptsächlich zu beschäftigen haben werden.

Ein zweiter Gesichtspunkt, nach dem eine Einteilung der zweiten Gruppe möglich erscheint, ist ein rein chemisch physikalischer.

1. Kolloide Dendriten in einem kristalloiden Körper (Waddendriten im Kalkspate).
2. Kolloide Dendriten in einem Kolloide (Waddendriten im Opal).
3. Kristalloide Dendriten in einem kristalloiden Körper (Graphitdendriten in einem Granulit).
4. Kristalloide Dendriten in einem Kolloid.

Diese Einteilung ist eine theoretisch mögliche und es wird erst im Späteren zu untersuchen sein, wie weit sie in der Natur verwirklicht ist.

Vorher halte ich es für notwendig, einen Blick auf die Literatur dieser Erscheinungen zu werfen.

Den alten Mineralogen vornehmlich im 18. Jahrhundert war ja begreiflicherweise insbesondere das interessant, was für das Auge eine Anziehung bot.

So Scheuchzer⁸⁾, Tilingit⁹⁾, Ritter¹⁰⁾ und Stobäus¹¹⁾. Dieser letztere glaubt Den-

drüten durch ein Erdbeben entstanden; dieses habe das Gestein geschiefert, dazwischen sei Wasser eingedrungen. Ein von neuem erfolgtes Erdbeben habe gemacht, daß die eingedrungene flüssige Materie zusammengefahren und damit diese Baumgestalten verursacht habe. Dann Mylius¹²⁾, Herrmann¹³⁾, Baier¹⁴⁾, Lange¹⁵⁾, Volkmann¹⁶⁾, Kundmann¹⁷⁾, Henckel¹⁸⁾, Zimmermann¹⁹⁾. Baier hat nach Stamm, Aesten, Zweigen und Blättern Klassen und Namen geschaffen. Von silberhaltigen Bäumchen spricht Kundmann.

Volkmann zählt in seiner Silesia subterranea eine Anzahl Fundorte für Dendritensteine auf und beschreibt diese. Er erzählt auch von einem berühmten Arzte, „Medicus D. Schulzius zu Bresslau“, der diese Substanz der Dendriten abgeschabt hätte und sie auf glühende Kohlen warf. Da gab es einen Rauch und harzigen Geruch von sich; er schloß daraus, daß diese Bäumchen von einem unterirdischen harzigen und schwefeligen Saft herrühren, der sich zwischen die noch weichen Steine setzt und diese auch mehr oder weniger durchdringt.

Auf zwei Tafeln finden sich auch gute Abbildungen.

Vor allem sind zu erwähnen die prachtvollen Abbildungen von Dendriten bei Georg Wolfgang Knorr's: „Sammlung von Merkwürdigkeiten der Natur und Altertümer des Erdbodens, welche petrifizierte Körper enthält“. Knorr weist im ersten Teile seines Werkes ausdrücklich darauf hin, daß „diese Art Steine nicht zu denjenigen gehören, welche von gelehrten Männern als Ueberbleibsel und Merkmale von Ueberschwemmungen gezehlet werden, sondern daß sie nur *Lusus naturae*, Spiele der Natur wären“. In den beigegebenen Tafeln findet man teils Dendriten aus Eisenhydroxyd, teils solche aus Manganhydroxyd abgebildet. Knorr nennt die ersteren die Gelben, die anderen die Schwarzen. Er kennt auch Dendriten, die aus beiderlei Substanzen bestehen, sogar daß sich zuerst Dendriten aus Eisenhydroxyd gebildet haben, denen dann solche aus Manganhydroxyd gefolgt sind. Sehr schön ist aus den

⁸⁾ Scheuchzer, Herbarium diluvianum tab. 8. fig. 2, 3, 6. De dendritis et. aliis lapidibus qui in superficie plantarum et cet. expriment, in sphem. nat. cur. cent. 3, 5, 6, 59.

⁹⁾ M. Tilingit, De plantis, arboribus, pratis, silvis et regionibus, lapidibus impressis, in miscell. nat. curios. dec. 2 an 2, abs. 66.

¹⁰⁾ A. Ritter, Comm. de Zoolitho-dendroitis.

¹¹⁾ Kilian Stobäus, in historia naturali dendritae lapidumque cognatorum, in seiner Arbeit: Opuscula. 1, 73.

¹²⁾ Mylius, Saxonia subterranea 5.

¹³⁾ Herrmann, Maslographia cap. 2.

¹⁴⁾ Baier, Oryctographia Norica 57.

¹⁵⁾ Lange, Historia lapidum figuratorum Helvet. 39.

¹⁶⁾ Volkmann, Silesia subterranea part. 1, tab.

1 et 2.

¹⁷⁾ Kundmann, Rariora naturae et artis 133.

¹⁸⁾ Henckel, Pyritologia 68.

¹⁹⁾ C. F. Zimmermann, Anmerkungen zu Henckel's kleinen mineralogischen Schriften 361.

Tafeln zu ersehen, wie die Mangandendriten die Eisendendriten manchmal kongruent überwuchert haben, oder aber daß wir Bäumchenbildungen sehen, deren Strünke und Hauptäste aus Eisenhydroxyd bestehen, während die Nebenästchen Manganhydroxyd sind. (Erstere Erscheinung könnte man als eine Art Palimpsest-Struktur bezeichnen.) Ausdrücklich betont Knorr, daß „das Gelbe niemahlen über das Schwarze, sondern dieses allezeit über das Gelbe angeschossen sei“.

Auch in dem Buche von J. E. Immanuel Walch: Das Steinreich systematisch entworfen finden sich unter seinen „gemalten Steinen“ wertvolle Angaben über Dendriten. Auch findet sich hier ein Literaturverzeichnis. Er findet auch Bäumchen, die sich nicht an der Oberfläche befinden.

In dem Buche des Wallerius²⁰⁾ sind unter den Lithomorphi der 72. Genus die „Dendriti“ angeführt und als 672. Spezies eingereiht und eingeteilt nach ihren Pflanzenformen:

1. D. integras regiones et villas cum arbori-representantes (Chorolithi).
2. D. lacus et flumina cum sylvis ripis representantes (Limnithi).
3. D. muscosa figura picti (Lichenitae).
4. D. algae figura (Graptolitibus aliorum referens).
5. D. strobilium abietis referentes. Diese Form wurde auch Lapis schistosus Ilmenauensis genannt und von Baumer (in Min. R. T. 2, 208) unter die „petrefacta“ gestellt und abgebildet.
6. D. rosis picti (Rhoditae).

Sehr interessant ist Wulfen's²¹⁾ Arbeit über den „Kärntner Bleispat“. Hier wurde zum ersten Male gesagt und experimentell bewiesen, daß Mangan die schwarze Dendritensubstanz sei. Auf S. 30 beschreibt er einen Bleispat (Wulfenit) von der Kunegundengrube in Bleiberg. In dem feinen weißen Kalke (Wulfen nennt es Kreide²²⁾), dem das Erz hier eingelagert ist, finden sich schwarze Dendriten, die Wulfen nach oberflächlicher Beobachtung für Mangandendriten hält.

Herr Hannstadt untersucht diese vor dem Lötrohr und erhält eine Eisenperle, weil er, wie Wulfen bemerkt, den Kalk mit den Den-

drüten mitgeschmolzen habe und dieser eisenhaltig sei. Später, S. 43, untersucht er Kalke von der Mathäusgrube bei Bleiberg mit Dendriten. Er isolierte mühsam das Dendritenmaterial und bekam eine deutliche Manganreaktion, die hyazinthrote Boraxperle, nachdem einer seiner Freunde vorher die gleichen Dendriten untersucht hatte und ebenfalls (wohl aus demselben Fehler wie Hannstadt) Eisen fand. Ebenso kannte er die Dendriten aus den Chalcedonen (wohl vor allen den Kacholonge) von Hüttenberg (S. 152 und 153) und fand ebenfalls den „Braunstein“ als Dendritenbildner. Das gleiche (S. 152 und 153) gilt für zierliche dendritische und asteroidische Gebilde auf „Bergpapier“, ein neues Mineral, das Cornu beschreiben wird, von der windischen Höhe im Gailtale.

In desgleichen Verfassers Abhandlung über den Helmintholith²³⁾ bildet er auf Tafel 1 Dendriten ab und sagt, „daß sie der rußige Braunstein hingemalet habe“.

Pastor Meinecke²⁴⁾ beschrieb aus Oberwiederstedt im Mansfeldischen Dendriten auf „Feuersteinen“ und „Quarzkiesel“.

J. S. Schröter²⁵⁾ beschreibt silberig glänzende Dendriten auf Glasköpfen von Schmalkalden (Waddendriten). Ihm sind auch Dendriten auf „kobaltischem Flußspat“ aus Saalfeld und „Galmeysteinen“ von Tarnowitz bekannt. Der gleiche Verfasser beschreibt durch ihre Größe ausgezeichnete Dendriten von Solnhofen²⁶⁾. Dann bespricht Meinecke²⁷⁾ die Entstehung der Dendriten: „Was die Art der Entstehung dieser Figuren betrifft, darin sind noch nicht alle Naturforscher einig. Gebe es nicht solche Baumfiguren, die durch einen Stein tiefer als die Oberfläche durchsetzen, so

²⁰⁾ X. Wulfen, Abhandlung vom kärntenschen, pfauenschweifigen Helmintholith oder dem sogenannten opalisierenden Muschelmarmor. Erlangen, bei J. Palm 1793.

²⁴⁾ Meinecke, Nachtrag zu seiner mineralog. Beschreibung der Gegend um Oberwiederstedt in der Grafschaft Mansfeld. Der Naturforscher (Walch) Halle 1778, 12, 225.

²⁵⁾ J. S. Schröter, Abhandlung von den vorzüglichsten Eisenstufen, welche am Stahlberge und der sogenannten Mommel bei Schmalkalden gefunden werden. Der Naturforscher (Walch) Halle 1797, 13, 123.

²⁶⁾ Von einigen Seltenheiten in dem Kabinete des Herrn Erbprinzen zu Schwarzburg-Rudolstadt und des Herrn Geh. Rates von Brockenburg. Ibidem 25, 160.

²⁷⁾ Des seligen Herrn Pastors Meinecke zu Oberwiederstedt Fortsetzung der zufälligen Gedanken und Erläuterungen über das 11.—20. Stück des Naturforschers in Rücksicht der darin enthaltenen Abhandlungen aus dem Mineralreiche. Ibidem 27, 103.

²⁰⁾ J. G. Wallerius, Systema Mineralogicum, quo corpora mineralia in Classes, ordines, generat. etc.

²¹⁾ Xaverius Wulfen, Abhandlung vom kärntnerischen Bleispat. Wien 1785, in der Krauß'schen Buchhandlung.

²²⁾ Cornu glaubt, daß Hydrozinkit gemeint ist, da dieser häufig mit Dendriten besät ist.

daß sie abgeschliffen noch immer ihre Zeichnung behalten, wie verschiedener Marmor und Chalcedone zeigen; so würde ich mir bei schieferartigen Steinarten, wenn auch die Lamellen noch so dicht aufeinander liegen, die Sache durch die zufällig veränderte Richtung einer eindringenden mineralischen Feuchtigkeit noch wohl erklären können.“ Man sieht daraus, daß Meinecke schon zweierlei Dendriten, nach der auf S. 278 vorgenommenen Zweiteilung kannte, solche die auf Spalten und Klüfte und solche, die im Inneren entstehen.

Ueberhaupt bietet Walch und Schreber's „Der Naturforscher“ eine reiche Literatur über dies Gebiet und nur das Wichtigere hiervon wurde herausgegriffen.

In der Lithotheologie beschreibt Ch. H. Leßer²⁸⁾ „gemahlte Steine“, die die Natur „bemahlet“ habe. Die Gestalten, die vor allem nach anderen Naturkörpern, gemäß ihrer Ähnlichkeit, benannt werden, ähneln der Sonne, dem Monde und Menschen. Sogar Christus am Kreuze soll in tadelloser Deutlichkeit gesehen worden sein. Darnach kommen nun auch solche Steine vor, die mit Dendriten geschmückt sind. Er scheidet schwarze und gelbe Farbe. Auch die doppelfarbigen Bäumchen, wie sie Knorr abbildet, werden hier erwähnt, auch des Ruinen-Marmors wird hier gedacht. „Die Natur baut ganze Städte, schöne Paläste, Häuser und dergleichen auf.“ Bei der ganzen Klasse seiner „gemahlten Steine“ beschreibt der Verfasser solche, die sich an der Oberfläche befinden und solche, die den Stein durchdringen.

In Leske's²⁹⁾ Bearbeitung des Wallerius sind die Dendriten erwähnt und unter den „gemahlten Steinen“ beschrieben.

Aber auch schon mit der künstlichen Darstellung der Dendriten haben sich die alten Mineralogen befaßt. Es soll nur auf eine Stelle bei Knorr verwiesen werden, der anführt, wie Wallerius eine Methode zu ihrer Darstellung angibt. „Wenn man zwei Stücke Marmor nimmt und zeichnet oder mahlet sich auf Papier von Figuren was man selbst will. Die Farbe kann aus Vitriol, Kochsalz, Wasser, destilliertem Bergöl zusammengesetzt sein.“

²⁸⁾ Friedrich Christian Leßer, Lithotheologie, das ist natürliche Historie und geistliche Betrachtung derer Steine, also abgefaßt, daß daraus die Allmacht, Weisheit, Güte und Gerechtigkeit des großen Schöpfers gezeigt wird usw. Hamburg, bei W. Brandt 1752, S. 473.

²⁹⁾ Leske, Wallerius' Mineralsystem in einem Auszug. Berlin, bei Nicolai 1785, 2, 556.

Das Papier gibt man nun zwischen die Marmorplatten, preßt sie aneinander und verklebt die äußeren Fugen mit Wachs. „Damit kein fremder Dunst zu dem Papier eindringen, der inwendig vorhandene aber nicht ausdünsten möge“ und legt es dann mehrere Monate durch in einen feuchten Raum, so drückt sich die Zeichnung auf dem Marmor ab.

Und durch diese Methode angeregt kommt Wallerius zu gar nicht so unrichtigen Vorstellungen über die Entstehungsweise dieser Gebilde in der Natur: „Auf gleiche Weise dringt sich ein unterirdischer Saft unter der Erde zwischen die Steine, hier oder dort, wo er hinkommen kann, und mahlet sie so mit verschiedenen Figuren, alles, nachdem bemeldeter Saft sich ausbreiten kann. Ist aber die Mahlerei nicht bloß auf der Fläche, sondern zeigt sich den ganzen Stein durch, wie an dem Florentiner Marmor, so muß die weiche Materie, daraus der Stein gebildet worden ist, mit einigem Stoffe von anderer Farbe gemischt gewesen seyn, oder der durchdringende Dunst ist von solcher Subtilität gewesen, daß er sich durch die Zwischenräumlein (pori) eines so harten Steines gedrängt haben kann.“

Wallerius glaubt also auch an einen Niederschlag dieser Gebilde durch Gase.

Aus der neueren Literatur möchte ich wohl nur das allerwichtigste herausheben und dabei gleich bemerken, daß das Interesse an diesen Gebilden mit der wissenschaftlichen Richtung der Mineralogie bedeutend geschwunden war und nur ab und zu beschäftigt sich ein oder der andere Forscher mit der genetischen Frage ein wenig eingehender.

Fischer³⁰⁾ beschreibt einen Kalkstein aus den Klüften des Phonolithes von Oberschaffhausen, in dem man im Dünnschliffe eine sehr zierliche dunkelbraune dendritische Zeichnung sieht. In Salzsäure geht sie, wie Fischer sagt, mit in Lösung, und die chemische Untersuchung ergab Mangan und Eisen.

Eine vorgenommene Bestimmung ergab Wad. Wir haben also den Fall vor uns, ein kolloider Dendrit in einem kristalloiden Medium.

Daß aber auch wirkliche Pflanzenreste in einem Achate vorkommen können, führt ebenfalls Fischer³¹⁾ an. In einem Achate der Freiburger Universitätssammlung in einem bläulichem halbdurchsichtigen Chalcedone kommen diese Gebilde vor. Hildebrand, der mit

³⁰⁾ H. Fischer, Kritische mikroskopisch-mineralogische Studien. 2. Fortsetzung, 13. Freiburg 1873.

³¹⁾ Ibidem, S. 41.

Osw. Heer die Untersuchungen Fischer's bestätigte, denkt an eine Najadaee.

Es ist in gewisser Beziehung merkwürdig und andererseits bezeichnend, daß man, nachdem zu Ende des 18. Jahrhunderts vor allem Knorr und Wulfen sich auf das entschiedenste für die anorganische Natur der Dendriten ausgesprochen hatten, doch um die Mitte des 19. Jahrhunderts Zweifel über die Natur der dendritischen Gebilde gehegt haben muß. Sonst hätte nicht H. Ulex³²⁾ im Jahre 1845 den Versuch gemacht, zu untersuchen, ob die Dendriten vegetabilische Gebilde wären oder sich ohne Zutun der Lebenskraft formten. Doch birgt diese Arbeit so viel Interessantes, daß ein etwas näheres Eingehen auf diese Publikation geraten scheint. Diese Arbeit ist veranlaßt worden durch Struve, damaligen Minister von Bremen.

Verf. weist zunächst darauf hin, daß die Dendriten oft Spalten und Rissen im Minerale folgen, oder aber, daß sie oft „wie in einer Flüssigkeit schwimmend“ erscheinen (ein sehr guter Ausdruck). Die chemische Untersuchung zeigte, daß es sich nicht um organische Substanzen handelt. Er untersucht nun abgesprengte Splitter, die möglichst dünn waren (Dünnschliffe gab es damals nicht) bei 150 facher Vergrößerung. Da findet er nun, daß die haarförmigen Gebilde und jede Spur einer Zellenstruktur vollständig fehlt. Nun bespricht Ulex die genetische Frage. Für die auf Rissen entstandenen nimmt er Infiltration an. Die anderen denkt er sich durch in der noch nicht verfertigten Kieselerde suspendierte Metalloxyde entstanden. Dann wird eine Methode angegeben, Dendriten künstlich nachzubilden. Man reibt verschiedene Oxyde mit Gummischleim oder venetianischem Terpentin an, preßt ein wenig davon zwischen zwei geschliffene Glasplatten und reißt sie voneinander, oder wenn man Wasser mit Metalloxyden allmählich verdunsten läßt.

Daß sich Dendritenbildung auch noch an fossilen Knochen finden läßt, zeigt Mayer³³⁾ in seiner Arbeit: Dendritische Kristallisation auf fossilen Knochen. Schwärzliche kleine Dendriten fand er auch auf Knochen von Menschen, z. B. von der Neander Höhle. Der Verfasser

³²⁾ H. Ulex, Die dendritischen Bildungen der Mokka-Steine. Neues Jahrbuch für Min. usw. 1845, S. 641—645.

³³⁾ Mayer, Dendritische Kristallisation auf fossilen Knochen. Niederrheinische Gesellschaft für Naturk. Bonn 1857, 1. April.

identifiziert sie als Eisen- oder Manganverbindungen.

H. Arctowski³⁴⁾ hat in neuester Zeit Dendriten künstlich auf folgende Weise dargestellt: Zu einer Lösung von Quecksilberchlorid in Wasser gab er Marmorstückchen. Durch Wechselersetzung entstand Quecksilberoxydchlorid, eine in Wasser unlösliche Substanz, die aber in der Quecksilberchloridlösung, wenn auch sehr schwach, so doch löslich sein soll. Bei geringer Konzentration dieser Lösung setzt sie sich als Dendriten ab, die den natürlichen Dendriten sehr ähnlich sind.

Dendriten werden auch bei elektrolytischen Prozessen erhalten, z. B. bei Versuchen mit Jodsilber, wie sie Lehmann³⁵⁾ angestellt hat, scheidet sich an der Kathode Silber in Form von Dendriten ab. Auf S. 845 u. ff. erläutert Lehmann die von ihm und Kohlrausch ausgeführten Versuche über die Dendritbildungen bei Durchleiten des elektrischen Stromes. Hier werden auch die elektrolytischen Prozesse erwähnt, die bei einfachen chemischen Reaktionen, wo von außen keine Elektrizität zugeleitet wird, des öfteren wirken.

Nachdem es nicht in meiner Absicht liegt, eine erschöpfende Monographie der Dendritenbildung zu schreiben, so mögen die angeführten Literaturberichte genügen. Es würde sich namentlich in den Werken aus dem Ende des 18. und Beginne des 19. Jahrhunderts noch manches Interessante hierüber finden.

Die Dendriten I, die sich an der Oberfläche bilden und sekundäre Bildungen sind, sind wohl sehr einfach zu erklären. Es treten kolloide oder kristalloide Lösungen in die feinen Spalten und Kapillaren eines Gesteines ein und kommen nun teils durch einfaches Eintrocknen, teils wohl auch durch Hinzutreten eines Elektrolyten zum Absatze (Sedimentation, beziehungsweise Koagulation). Die häufigsten Substanzen sind Eisenhydroxyd und Manganhydroxyd, die solche Dendriten bilden. Sie sind namentlich in Sandsteinen und da wieder in lehmigen, dann in Mergeln, auf Konglomeraten und Breccien, vornehmlich der jüngeren Epochen ungemein häufig. Aber auch in diluvialen Schotterbänken sind sie häufig und werden sich wohl auch noch gegenwärtig bilden. Auch in älteren Formationen kann man

³⁴⁾ Arctowski, Notiz über künstliche Dendriten. Zeitschr. f. anorg. Chem. 12, 353 (1896).

³⁵⁾ Lehmann, Molekularphysik 1, 227 u. 228, (Leipzig 1888).

ihnen begegnen, so kenne ich Mangandendriten in silurischen Quarziten.

Im allgemeinen scheinen die Manganhydroxyddendriten häufiger zu sein, als die aus Eisenhydroxyd.

Auch wie schon aus dem Werke Knorr's ersichtlich ist, gibt es Dendriten, die aus beiden Substanzen bestehen. Diese Bildungen können nun ganz unabhängig voneinander erfolgen. Wir finden dann Dendriten von Manganhydroxyd auf solchen von Eisenhydroxyd, die unregelmäßig übereinander niedergeschlagen werden, oder aber letztere den ersteren kongruent sind und erstere ganz oder zum Teil verdecken. Letzteres kann wohl dann geschehen, wenn eine gewisse Affinität der beiden Stoffe vorhanden war, die vornehmlich dadurch entstehen kann, daß die bereits fertigen Dendriten der ersten Substanz noch genug Feuchtigkeit enthielten, um letzteren eine Attraktionsbahn zu bieten. Diese letztere Substanz, gewöhnlich das Manganhydroxyd, kann nun auch ganz über das erstere hinwegfließen und erst, wenn es bereits die feuchte Bahn des ersten Dendriten überschritten, zum Absatze, beziehungsweise zur Koagulation gekommen sein. So kann man mit Leichtigkeit alle die hübschen und zierlichsten Formen dieser Gebilde erklären.

Viel schwieriger verhält es sich mit der II. Klasse mit denjenigen Gebilden, die sich innerhalb des sich nahezu gleichzeitig verfestigten Mediums absetzen. Von diesen ist schon zu Beginn dieser Abhandlung gesagt worden, daß sie sich durch Diffusion bilden. Es muß nun zum Teile experimentell untersucht werden, ob, wenn die Dendritensubstanz kein Gel ist, sondern vielleicht ein Elektrolyt, durch dieses Eindringen schon die Koagulation bewirkt wird, oder ob da noch ein anderer, vielleicht in reichlicherer Menge zugeführter Elektrolyt erst Abscheidung bewirkt (z. B. Opal). Ferner, wie die Absetzungsvorgänge dann sind, wenn das Dendritenmaterial selbst auch ein kolloider Körper ist; ob dann ein gemeinsamer Elektrolyt wirkt, oder ob für beide Substanzen verschiedene Elektrolyte vorhanden sind, oder ob vielleicht beides in der Natur möglich ist.

Tatsache ist, daß bei vielen Dendriten der II. Klasse, wo das Medium ein Kolloid ist, die Bildungen den Spaltenritzen des Mediums folgen. Das läßt sich dadurch erklären, daß die Dendritensubstanz erst eindrang, als das amorphe Mineral oberflächlich schon erstarrt war und Sprünge und Risse sich bereits gebildet hatten,

was um so leichter erfolgen kann, da ja das Festwerden oft sehr rasch erfolgen kann (rasche Austrocknung). Ferner kann man ja daran denken, daß sich Spalten und Risse auch nachträglich gebildet haben können und da eben den gewissermaßen als fremd empfundenen Einschlüssen gefolgt sind.

Von den modernen Kolloidchemikern war es vornehmlich R. Liesegang³⁶⁾, der an Gelatinelösungen Diffusionsversuche anstellte. Er ließ eine Mischung von gleichen Teilen einer 10proz. Gelatine- und einer 10proz. Kaliumbichromatlösung in einer Schale diffundieren, und nach dem Erstarren wurde ein 5 mm dicker und 10 mm breiter Streifen herausgeschnitten und zum Trocknen aufgehängt. Es bildeten sich Kristalle von Kaliumbichromat in geschichteter Verteilung. Es folgten einander immer eine von Kriställchen dicht erfüllte Schicht, zirka 10 mm lang und darauf eine doppelt so lange, welche sehr arm an Kriställchen waren. Die wenigen waren darin in zarten, bäumchenartig verästelten dendritischen Formen angeordnet. Die Abbildung, die R. Liesegang seinen Beobachtungen beifügt, erinnert auf den ersten Blick an die Struktur eines Mokkasteins. Da es sich um kristalloide (Kaliumbichromat) Dendriten in einer kolloiden Substanz handelt, so haben wir hier den Fall 4 der II. Gruppe. Auch auf einer Glasplatte kann dieser Versuch ausgeführt werden, wie Liesegang zeigt und ich ebenfalls ausgeführt habe. Auf eine Glasplatte gießt man eine Gelatinelösung von ziemlicher Konzentration und läßt diese etwas eintrocknen und gießt nun Kaliumbichromat in beliebiger Konzentration auf. Das Gleiche erzielt man, wenn man das früher angeführte Gemisch auf



Fig. 1

³⁶⁾ R. E. Liesegang, Geschichtete Strukturen. Zeitschr. f. anorg. Chem. 48, 364 (1906).

die Glasplatte bringt. Man läßt eintrocknen und hat in 12 Stunden die schönsten Kaliumbichromatdendriten. Man kann die Dendriten größer und kleiner machen, indem man eine je konzentriertere Kaliumbichromatlösung anwendet. Fig. 1 zeigt Kaliumdendriten.

Dies sind Dendriten, die dadurch erzeugt wurden, daß eine Lösung einfach auskristallisierte oder eine kolloide Lösung zur Sedimentation, beziehungsweise Koagulation gebracht wird. Es gibt aber noch einen anderen Fall von Dendriten, den man im Laboratorium künstlich darstellen kann, wie Cornu und ich sie bei Versuchen erhielten. Auf eine Glasplatte gibt man eine mit Silbernitrat getränkte Gelatinelösung, läßt sie etwas eintrocknen und wird nun Salzsäure in schwacher Konzentration zugesetzt und stehen gelassen. Die Gelatine begann bereits nach 2 Stunden zu quellen, es bildeten sich längliche Buckel und nach 12 Stunden, als die Gallerte eingetrocknet war, zeigten sich Gebilde ähnlich den Wurmspuren

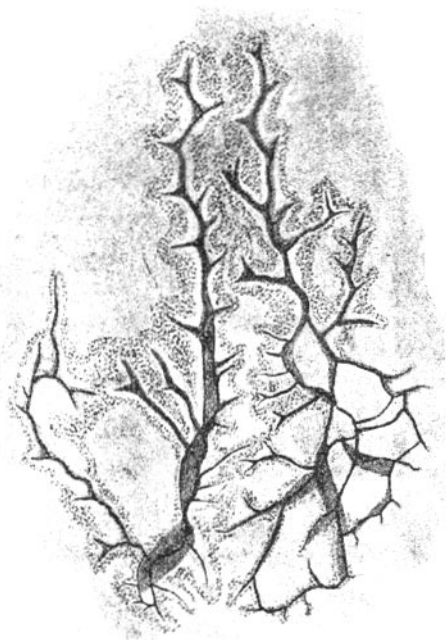


Fig. 2

im Flysche. Fig. 2 zeigt sie im Bilde. Die entstandenen Räume waren erfüllt mit kleinen Silberchlorid-Kriställchen. Diese Art des Auftretens hat vor allem größte Aehnlichkeit³⁷⁾

³⁷⁾ Cornu und ich gedenken hierüber weitere Untersuchungen anzustellen, und wir werden zur gegebenen Zeit mehr hierüber bringen.

mit den Flyschfuccoiden. Diese Art der Bäumchenbildung kann man von den früher beschriebenen Dendriten vielleicht dadurch unterscheiden, daß die ersteren durch den einfachen Vorgang des Auskristallisierens oder der Sedimentation, beziehungsweise Koagulation entstanden, die letzteren aber Produkt einer chemischen Reaktion (in unserem Falle durch Bildung des Chlorsilbers beim Zusammentritte von Silberchlorid und Salzsäure).

Die Verwitterungsringe.

Dies ist eine Erscheinung, die in der Natur nicht so selten vorkommt, aber meines Wissens nirgends ausführlicher behandelt worden ist. Sehr häufig auf sehr feinkörnigen Sandsteinen bemerkt man eine ringförmige Zeichnung, die ihrem Aussehen nach recht gut mit den Jahresringen der Baumstämme verglichen werden kann. Die Zeichnungsfarbe ist gewöhnlich ein bald lichter, bald dunkleres Gelbbraun, seltener schwarz. Es handelt sich auch hier wiederum um die beiden Substanzen Eisenhydroxyd und Manganhydroxyd, nur mit dem Unterschiede, daß das Eisenhydroxyd häufiger zu sein scheint als das Manganhydroxyd, während wir bei den Dendriten gerade das Umgekehrte gesehen haben.

Diese Bildungen kann man in drei Gruppen einteilen:

1. Ringe, die sich auf einer Fläche befinden und nur wenig (vielleicht $\frac{1}{2}$ mm) eindringen, ganz ohne Rücksicht auf die äußeren Umrisse des betreffenden Gesteines (auf Sandsteinen).
2. Ringe, die konzentrische Kugelflächen bilden und sich also ringförmig im Inneren des Steines (Verwitterungsringe in Sphärosideritseptarien) verteilen.
3. Ringe, die auch im Innern des Steines nicht an die Fläche gebunden, durchsetzen aber völlig die äußeren Konturen des Gesteinstückes.

Alle drei Bildungen haben gemein, daß sie einen gewissen Grad der Verwitterung des Mediums, in dem sie auftreten, voraussetzen.

In dem bereits früher erwähnten Werke von Knorr³⁸⁾ findet sich auf Tafel 4 eine Abbildung, die ein solches Gebilde darstellt. Knorr vergleicht sie mit einer Asteinmündungsstelle in einem gesägten Brett.

³⁸⁾ Knorr, Sammlung von Merkwürdigkeiten der Natur usw.

Zur Erklärung der Verwitterungsringe in einem kolloiden Medium (z. B. Ringe von Eisenhydroxydgel in Opalkonkretionen) kann folgender von Cornu und mir ausgeführter Versuch dienen:

Man legt durch mehrere Tage ein Stück einer aufgekochten Gelatine in eine Lösung von Kaliumchromat ein. Die Gelatine wird bekanntlich auf diese Weise gehärtet, d. h. für Wasser unlöslich gemacht. Das nun abgekochte Gelatinestück wird in eine verdünnte Lösung von Silbernitrat gebracht und hierin längere Zeit belassen. Beim Durchschneiden des Gelatinestückes zeigen sich nun Bänderungen, die genau den Umrissen des Gelatine-

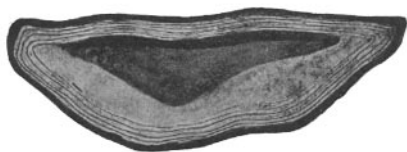


Fig. 3

stückes folgen. (Vergl. Fig. 3.) Die Bänderungen entsprechen den Ausscheidungen von Silberchromat. (Analoge Versuche mit anderen Stoffen behalten F. Cornu und ich uns vor.) Durch dieses Experiment gelang es Verwitterungsringe von der Form 3, der oben durchgeführten Einteilung zu erhalten.

Verwitterungsringe von der Form 1 hat H. Bechhold³⁹⁾ erzeugt. Durch Diffusion von Silbernitrat in einer Gelatine, die mit Ammoniumbichromat getränkt war, entstanden konzentrische Ringe. Auch Cornu und ich haben bei unsern schon früher erwähnten Versuchen mit Gallerten ähnliche Resultate erzielt.

Es wurde eine Gallerte in Silbernitrat eingelegt und dann in eine verdünnte Salzsäure oder Chlornatrium-Lösung gebracht. Diese Gallerte wurde dann verflüssigt und auf eine Glasplatte aufgetragen. Auf diese Weise erhält man eine Glasplatte, die mit einer Gallerte, welche kolloides Chlorsilber enthält, überzogen ist. Nun wurde Schwefelammonium aufgetropft. Es bildete sich Schwefelsilber in Ringen um die Tropfen. Fig. 4 gibt ein Bild von diesen Ringen.

Ferner wurde eine Gallerte hergestellt, die mit Silbernitrat durchtränkt war und mit derselben eine Glasplatte überzogen. Nun wurde

Chromsäure zugetropft; durch langsame Diffusion bildeten sich Silberchromat-Ringe. Den gleichen Erfolg hat es, wenn man die Gallerte zuerst mit Chromsäure durchtränkt und dann Silbernitrat auftröpfelt.

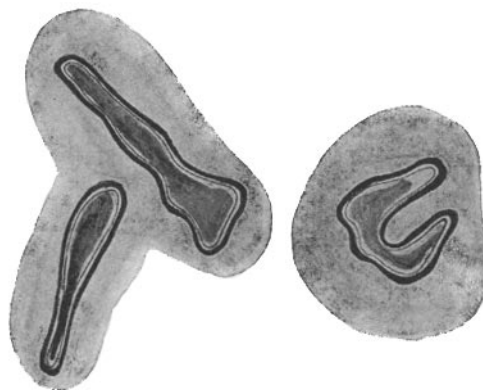


Fig. 4

Am ausführlichsten hat R. Liesegang diese Bildungen studiert und zwei wertvolle Arbeiten⁴⁰⁾ schildern seine Versuche. Namentlich die mit Silberchromatlösungen ausgeführten geben vorzügliche Ringe, die mit den Verwitterungsringen auch äußerlich die größte Ähnlichkeit haben.

Herr R. Liesegang hat auch, wie ich glaube, die Vollendung dieses Themas übernommen.

Zusammenfassung.

Man sieht also, daß die Mineralogen von der Mitte des 18. Jahrhunderts bis zu Beginn des 19. Jahrhunderts sich schon eifrig mit der Dendritenbildung befaßt haben und zum Teile recht gute Vorstellungen gehabt haben.

Wir sehen in den Dendriten zum Teile Oberflächenbildungen, also selbständige Mineralbildungen, teilweise das durch Diffusion entstandene Zusammenvorkommen zweier und mehrerer Mineralspezies, die auch selbständig vorkommen können (vielleicht könnte man dieses Zusammenvorkommen als eine Art Symbiose im Mineralreiche bezeichnen). Als typisches Beispiel hierfür seien die Moosachate und die dendritischen Milchopale von Hüttenberg in Kärnten angeführt.

⁴⁰⁾ R. Liesegang, Ueber die Schichtungen bei Diffusionen. Leipzig 1907. — Ueber die Bedeutung der hydrolytischen Spaltung der Gelatine für Schichtenbildung des Silberchromates. Koll.-Zeitschr. 2, 70 (1907/08).

³⁹⁾ H. Bechhold, Strukturbildung in Gallerten. Zeitschr. f. physik. Chem. 52, 194 (1905).

Literaturverzeichnis.

- Arctowski: Notiz über künstliche Dendriten. Zeitsch. f. anorg. Chem. 12, 353.
- Baier: Oryctographia Norica.
- Bechhold: Strukturbildung in Gallerten. Zeitschr. f. physik. Chem. 52, 194 (1905).
- Cesaro: Observations sur les dendrites. Ann. soc. géol. de Belgique 17, Bull. L (1890).
- Fischer: Kritische mikroskopisch-mineralogische Studien, II. Forts. (Freiburg 1873).
- Henckel: Pyritologia, S. 68.
- Herrmann: Maslographia cap. II.
- Knorr: Sammlung von Merkwürdigkeiten der Natur und Altertümer des Erdbodens, welche petriphizierte Körper enthält (1775).
- Kundmann: Rariora naturae et artis, S. 133.
- Lange: Hystoria lapidum figuratorum Helvet., S. 39.
- Lehmann: Molekularphysik I, 227-228 (Leipzig 1888).
- Leske: Wallerius' Mineralsystem in einem Auszug, 2, 556 (Berlin 1883).
- Lesser: Lithotheologie, S. 473 (Hamburg 1751).
- Liesegang: Geschichtete Strukturen. Zeitschr. f. anorg. Chem. 48, 364 (1906).
- Liesegang: Ueber die Schichtungen bei Diffusionen. Leipzig 1907 (Broschüre).
- Liesegang: Ueber die Bedeutung der hydrolytischen Spaltung der Gelatine für Schichtbildung des Silberchromates. Koll.-Zeitschr. 2, 70 (1907/8).
- Meinecke: Nachtrag zu seiner mineralogischen Beschreibung der Gegend um Oberwiederstedt in der Grafschaft Mansfeld. Der Naturforscher 12, 225 (Halle 1878).
- Meinecke: Des seligen Herrn Pastors Meinecke zu Oberwiederstedt Fortsetzung der zufälligen Gedanken und Erläuterungen über das 11. bis 20. Stück des Naturforschers in Rücksicht der darin enthaltenen Abhandlungen aus dem Mineralreiche, ibidem 27, 103.
- Mayer: Dendritische Kristallisation auf fossilen Knochen. Gesellsch. f. Naturk. (Bonn 1875, 1. April).
- Mylius: Saxonia subterranea, S. 5.
- Ritter: Comm. de Zoolitho dendroitis.
- Scheuchzer: Herbarium diluvianum, Tab. VIII, Fig. 2, 3, 6.
- Scheuchzer: De dendritis et aliis lapidibus qui in superficie plantas et cet. expriment in ephem. nat. cur cent. III, V, VI, S. 59.
- Schröter: Abhandlung von den vorzüglichsten Eisenstufen, welche am Stahlberge und der sogenannten Momel bei Schmalkalden gefunden werden. Der Naturforscher 13, 123 (Halle 1797).
- Schröter: Von einigen Seltenheiten in dem Kabinette des Herrn Erbprinzen zu Schwarzburg-Rudolstadt und des Herrn Geheimen Rates von Brockenburg, ibidem 25, 160.
- Stobäus: In historia naturali dendritae lapidumque cognatorum; in seiner Arbeit: Opuscula I, S. 73.
- Strachan: Das Auftreten dendritischer Gebilde im Papier. Journ. of the Royal Microscopical Society S. 544 (1908).
- Tilingit: De plantis arboribus, pratis, silvis et regionibus lapidibus impressis in miscell. nat. curios. dec. II. an II. abs. 66.
- Ulex: Die dendritischen Bildungen der Mokkaesteine. Neues Jahrb. f. Min. usw. S. 641 (1845).
- Volkman: Silesia subterranea part I, Tab. 1 et 2.
- Wallerius: Systema Mineralogicum quo corpora mineralia in classes, ordines etc.
- Walch: Das Steinreich, systematisch entworfen.
- Wulfen: Abhandlung vom kärntnerischen Bleispat. (Wien 1785).
- Wulfen: Abhandlung vom kärntenschen pfauenschweifigen Helmintholith oder dem sogenannten opalisierenden Muschelmarmor (Erlangen 1783).
- Zimmermann: Anmerkungen zu Henckels kleinen mineralogischen Schriften, S. 361.

Ueber analoge Beziehungen zwischen den Mineralen der Opal-, Chalcedon-, der Stilpnosiderit-, Hämatit- und Psilomelanreihe.

Von F. Cornu, Leoben, und H. Leitmeier, Wien.

Breithaupt kannte eine sehr große Anzahl genetischer Beziehungen von Mineralen, die später, wie so viele seiner wissenschaftlichen Verdienste, in unverdiente Vergessenheit geraten sind. Auch die Verhältnisse, auf welche hier neuerdings aufmerksam gemacht werden soll, sind seit Breithaupt in so prägnanter Form nicht wieder ausgesprochen worden.

Chalcedon ist ein faseriger Quarz. Die Längsrichtung der Chalcedonfaser entspricht gewöhnlich der Querrichtung des Quarzes. Die Faserachse ist also in der Regel α und nicht 8. Der Charakter der Doppelbrechung ist positiv. Die Fasern sind sehr schwach zweiachsig; der Achsenwinkel beträgt ungefähr $2V=30^\circ$, wie

dies schon Michel Lévy¹⁾ und Munier Chalmas²⁾ an Chalcedonen des Pariser Beckens feststellen konnten. Häufig, besonders schön wurde es von uns an einem Karneole aus Persien beobachtet, kann man sehen wie eine Chalcedonfaser in ein Quarzindividuum übergeht. Dann ist die optische Bestimmung der Quarznatur einer solchen Faser besonders leicht. Die Varietäten Quarzin, Lutecit und Lutecin sind nach Munier Chalmas und Michel Lévy nur verschiedene Varietäten ein und desselben zweiachsigen Mineralen.

¹⁾ Michel Lévy, Bull. soc. min., Paris, 15, 161 (1902).

²⁾ Munier Chalmas, Compt. rend. 110, 640 (1890).