

haupt die Aufschlüsse und Elemente für eine Trennung vorhanden sind, sehr wohl auszuführen.

Vor allem sind die Cerithienkalke und Sande keineswegs „fluviatilen Ursprungs“; selbst da, wo Landschnecken eingespült in Menge darin liegen, wie bei Flörsheim usw., beweist doch das z. T. massenhafte Auftreten mariner Formen, wie *Mytilus socialis* und *Cytherea incrassata*, *Perna*, *Cerithium*, *Stenomphalus*, *Cominella* usw., daß es sich um Meeres-Ablagerungen handelt, so auch bei den Sanden von Klein-Karben. Von der Fauna sind *Cytherea incrassata* und eine Anzahl anderer Arten schon in älteren Schichten vorhanden oder den Cerithien-schichten eigentümlich, und verhältnismäßig wenige, namentlich Landschnecken, gehen bis in die Littorinellenschichten hinauf. SANDBERGER führte zwar die *Melania Escheri* aus dem Landschneckenkalk von Hochheim als „äußerst selten“ an, doch ist dies gar nicht die typische, miocäne Art, die erst in den Corbicula-Schichten Frankfurts auftritt und bei Kalten-Nordheim usw. sowie in Süddeutschland, der Schweiz und Frankreich so verbreitet ist.

Die Quarzschotter, Sande und Tone der „Vallendarer Stufe“ entsprechen wohl den Corbicula-Sanden der Wetterau und den Sanden usw., z. T. mit Quarziten und Geröllen, welche im Liegenden der stellenweise vorhandenen oder erhaltenen Braunkohlen sich weit nach Hessen und Hannover usw. hinziehen, häufig über marinem Oberoligocän liegen und FLIEGELS Tonen und Sanden im Liegenden der Kohle am Niederrhein gleichzustellen sind.

9. Über Feldspatresttöne und Allophantone.

Von Herrn H. STREMMER.

Berlin, den 21. Januar 1910.

In einer Arbeit „Über Fällungen der gemengten Gele von Tonerde und Kieselsäure und deren Beziehungen zu Allophan, Halloysit und Montmorillonit“¹⁾ hatte ich versucht nachzuweisen, daß Allophan und seine Verwandten, die ich hier kurz als Allophantone bezeichnen möchte, als gemengte Gele von Tonerde und Kieselsäure zu betrachten sind. Über

¹⁾ Centralbl. Min. 1908, S. 622—632 u. 661—669.

ihre Verwandtschaft zu den anderen sog. „wasserhaltigen Aluminiumsilikaten“ hatte ich geäußert¹⁾: „Von den Zeolithen sind sie scharf geschieden durch deren Krystallisationsfähigkeit. Man wird wohl annehmen dürfen, daß manche der gefundenen Allophane usw. nicht unmittelbar vor ihrer Entdeckung, sondern eventuell unendlich lange vorher entstanden sind. Dennoch sind sie amorph geblieben. Ebenfalls sind sie scharf geschieden von Kaolinit und den Tonsubstanzen der Tongesteine, mit denen sie in der empirischen Zusammensetzung so große Ähnlichkeit zeigen. Aber während Kaolinit und Tonsubstanzen die unlöslichen Rückstände bei der Zersetzung der Feldspate sind, haben wir hier in der Regel wohl den Niederschlag aus wässrigen Lösungen. Diese andere Entstehungsweise bedingt die Verschiedenheit im chemischen und physikalischen Verhalten.“ Diese kurzen Andeutungen gedenke ich hier zu ergänzen und zu versuchen, die Unterschiede zwischen diesen drei Gruppen von „wasserhaltigen Aluminiumsilikaten“ schärfer zu fassen. Dazu will ich auch hier, wie schon an anderer Stelle²⁾ vorgeschlagen, Kaolinit, Kaolin und z. T. die Tonsubstanzen der Tone als Feldspatresttone bezeichnen. Ein anderer Teil der Tonsubstanzen gehört sicherlich zu den Allophantonen, wie ich die gemengten Gele von Tonerde und Kieselsäure nennen möchte. Wenn ich Tonerde und Kieselsäure sage, so folge ich damit lediglich dem allgemeinen Sprachgebrauche, ohne damit die Tonerde als eine Base, die Kieselsäure als eine Säure betrachten zu wollen. Beide können sowohl Säure als Base sein, doch ist ihre Unterscheidung nach dieser Richtung hier zunächst nicht wesentlich.

Die oben erwähnte Abhandlung hatte insofern ein erfreuliches Schicksal, als sie CORNU zu seinem Entwurfe³⁾ einer Systematik der Mineralkolloide anregte. Er unterscheidet in der Gruppe der hier interessierenden Mineralien zwischen dem krystallisierten Kaolinit und seinen Verwandten einerseits und den „Tonerdekieselsäuregelen“ andererseits, zu welch letzteren er alle Verwitterungstone, die weißen Porzellanerden und die Mineralien der Allophangruppe rechnet. Der Zusammenfassung dieser drei chemisch so verschiedenen Produkte kann ich nicht zustimmen, wie ich nachstehend zu begründen versuche.

1) a. a. O., S. 668.

2) GAGEL u. STREMMER: Über einen Fall von Kaolinbildung im Granit durch einen kalten Sauerling. Centralbl. Min. 1909, S. 467.

3) CORNU: Über die Verbreitung gelartiger Körper im Mineralreich, ihre chemisch-geologische Bedeutung usw. Centralbl. Min. 1909, S. 332; ferner Zeitschr. prakt. Geol. 1909; Kolloid-Zeitschr. 1909.

I. Feldspatresttone. Der reinste Feldspatrest, Kaolin, hat die Formel $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Er bleibt übrig bei der weitest möglichen Zersetzung hauptsächlich der Feldspate und wahrscheinlich auch der Feldspatoide durch kohlenstoffhaltiges Wasser. Ein anderes Agens von der gleichen Wirkung ist bisher nicht bekannt geworden. Schwefelsäure, Salzsäure, Flußsäure, die Hydroxyde und Carbonate der Alkalien zersetzen ihn, wenn auch z. T. nur langsam, können also nicht seine Entstehung verursachen. Organische Säuren, die eventuell ähnlich wirken könnten, sind in der Natur bisher nicht bekannt geworden. Durch Essigsäure wird er nach einem Versuche von Herrn VAN DER LEEDEN nur wenig angegriffen. 10 g geschlämmten Zettlitzer Kaolins (bezogen aus dem Laboratorium für Tonindustrie, Berlin) wurden in einer Schüttelmaschine mit 800 ccm Normaleessigsäure geschüttelt. Nach 8 Tagen fanden sich in 700 ccm 0,0056 g SiO_2 und 0,0097 g Al_2O_3 , d. i. 0,064 bzw. 0,11 Proz. der lufttrockenen Substanz. Das Verhältnis $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$ in der gelösten Substanz ist ungefähr $\frac{1}{1}$, würde also ein Überwiegen der Tonerde über die Kieselsäure zeigen, wenn man bei diesen winzigen Mengen eine brauchbare Trennung von Kieselsäure und Tonerde durchführen könnte. Daß die Kohlensäure den reinen Feldspatrest nicht weiter zersetzt, zeigt z. B. die Porzellanerde des Gießhübler Säuerlings¹⁾, deren Tonsubstanz, also Feldspatrest, nach EYMES Bestimmung auf die Formel stimmt. Dies zeigen auch jene Kaolinlager, die unter einer noch heute ständig Kohlensäure produzierenden Braunkohlendecke liegen. Die Zersetzung der Feldspate durch Kohlensäure gleicht nicht einer plötzlichen Zertrümmerung der Feldspatmolekel, sondern einer allmählichen und langsamen Auslaugung und Wasseraufnahme, wie die zahlreichen Analysen zersetzter und verwitterter Feldspate zeigen. Die Feldspatreste zeigen Zusammensetzungen, die zwischen der der Feldspate und der des Kaolins schwanken. Auf die Verwandtschaft des Kaolins zum Muscovit ist seit TSCHERMAKS Vorgänge oft hingewiesen worden. Auch Muscovit ist gelegentlich ein Kohlensäurezersetzungsprodukt der Orthoklase. Vielleicht verwittert, worauf VERNADSKY und RÖSLER hinwiesen, auch Muscovit zu Kaolin, wonach dann die Sericitisierung eine besondere Zwischenform der Kaolinisierung wäre. Analytische Daten stehen mir hierüber jedoch nicht zur Verfügung. Dagegen ist die Verwitterung des Biotites zu einem kaolinähnlichen

¹⁾ GAGEL u. STREMMER: a. a. O.

Tone, also wohl einem Feldspatresttone, durch K. D. GLINKA¹⁾ festgestellt worden.

Die reinen Feldspatresttone der Porzellanerden²⁾ sind zumeist wie die tonigen Zwischenprodukte bei der Feldspatverwitterung recht schlecht oder nicht erkennbar krystallisiert. Gele sind sie aber nicht³⁾. Ihr Wassergehalt nimmt mit fortschreitender Zersetzung bis zu dem selten überschrittenen Maximum von etwa 14 Proz. zu, entsprechend etwa 2 Molekeln H₂O. Diese Regelmäßigkeit ist bei Gelen nicht anzutreffen. Nach SEMIATSCHEFSKY beginnt der Wassergehalt des Kaolins bei 300° zu entweichen. Volle Dehydratation tritt bei 700 bis 770° ein. Bei Gelen dagegen entweicht das Wasser schon bei niedriger Temperatur; die Entwässerung kann bei Zimmertemperatur in wasserarmer Luft vollständig sein. Krystallisiert sind namentlich die chemisch verwandten Produkte des gelegentlichen Thermalabsatzes, nicht der ständigen Thermalzersetzung, Kaolinit, Nakrit u. a.

II. Allophantone. Die Berechtigung, Allophan und seine Verwandten als Tone zu bezeichnen, ist in doppelter Hinsicht gegeben. Einerseits sind Tonerde und Kieselsäure ihre Hauptbestandteile, andererseits haben sie oft das Aussehen ziegeltonartiger Gebilde. Wir kennen unter ihnen neben solchen mit der Zusammensetzung $\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Si O}_2} < \frac{1}{2}$ und $\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Si O}_2} = \frac{1}{2}$ (nur diese sind bei Feldspatresttonen zu beobachten) auch solche mit $\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Si O}_2} > \frac{1}{2}$. Allophan selbst hat etwa 1 Al₂O₃ . 1 Si O₂; auch 1 Al₂O₃ . 0,31 Si O₂ ist nachgewiesen. Von hier ist ein Übergang zu dem nach CORNU und REDLICH⁴⁾ ebenfalls z. T. kolloidalen Bauxit denkbar. Durch Ersatz der Tonerde gegen Eisenoxyd können die sog. Eisenoxydhydrosilikate entstehen, von denen HINTZE in seinem Handbuche Chloropal, Hoferit, Nontronit, Pinguit, Fettbol, Gramenit, Hisingerit nennt. Kieselsäurefrei oder -arm wären in dieser Gruppe die natürlichen Eisenoxydgele. Opal ist der reine Kieselsäuregel. Daß die

¹⁾ K. D. GLINKA: Untersuchungen im Gebiete der Verwitterungsprozesse. St. Petersburg 1906, S. 68/69. (Herr Dr. SPULSKI übersetzte mir liebenswürdigerweise einen Teil der russisch geschriebenen Arbeit.)

²⁾ RÖSLER: Beiträge zur Kenntnis einiger Kaolinlagerstätten. N. Jahrb. Min., Beil.-Bd. XV, S. 263.

³⁾ Ich habe mich in der mit GAGEL gemeinsam veröffentlichten Arbeit CORNUS Ansicht angeschlossen, daß es auch kolloidale Feldspatresttone gäbe, kann sie aber nicht aufrechterhalten.

⁴⁾ CORNU u. REDLICH: Der Bauxit. Zeitschr. f. Chemie u. Industr. d. Kolloide 1909, H. 2.

Allophantone Kolloide, und zwar Gele sind, glaube ich in der oben zitierten Arbeit gezeigt zu haben. Ihr Wassergehalt schwankt zwischen 8. und 50 Proz. Ihrer Entstehung nach sind sie einerseits als kolloide Niederschläge aus wässerigen Lösungen (z. B. Grubenwässern, Braunkohlenwässern), andererseits nach LEMBERG, GLINKA und CORNU als die Zersetzungsrückstände bei der Verwitterung der Zeolithe zu betrachten. Auch bei der Zersetzung von Augiten hat man ihre Entstehung beobachtet (Cimolit neben Anauxit aus Augit von Bilin, ähnliches auch von GLINKA am Augit von Tschakwa beschrieben).

Die Allophantone sind verhältnismäßig leicht in Säuren löslich. Im Gegensatz zu den Feldspatresttonen, die von Salzsäure auch angegriffen, aber nur langsam zersetzt werden, löst Salzsäure sie zumeist leicht auf. Auch Essigsäure wirkt auf Allophan wesentlich stärker als auf Kaolin. 5 g lufttrockenen Allophans von Ohio, dessen Untersuchung Herr Geheimrat LIEBISCH liebenswürdigerweise ermöglichte, wurden von Herrn VAN DER LEEDEN mit 800 ccm Normaleessigsäure geschüttelt. Nach acht Tagen enthielt die trübe, nicht zu klärende Lösung 0,1418 g SiO_2 und 0,3523 g Al_2O_3 , d. i. 2,9 bzw. 7 Proz. der angewandten Trockensubstanz. Die Zusammensetzung der gelösten Substanz bleibt innerhalb der Allophangruppe. Die künstlich hergestellten Allophantone werden nach meiner Feststellung auch durch Kohlensäure zerlegt, woraus ich schließe, daß hier nicht die gleiche Bindung zwischen Tonerde und Kieselsäure besteht wie in der Gruppe der Feldspatresttone. Ebenso wirkt auch Sodalösung zersetzend ein.

In optischer Beziehung sind die Allophantone wie die amorphen Feldspatresttone isotrop, ev. ist Spannungsdoppelbrechung zu beobachten. CORNU scheint bei den Allophantonen auch Wabenstruktur gefunden zu haben, was ebenfalls für ihre Kolloidnatur sprechen würde.

III. Verwandtschaft der Allophantone mit den Zeolithen. CORNU (a. a. O.) betrachtet als die krystalloiden Ausbildungen der kolloiden Tone Kaolinit, Newtonit, Anauxit, Pyrophyllit, Gümbeilit, Talcosit und die kalihaltigen Agalmatholith, Hygrophilit, Bravaisit und Pinitoid. Unter diesen sind Pinitoid, Hygrophilit, Agalmatholith als Feldspatzersetzungsprodukte mit dem Kaolinit zu den Feldspatresttonen zu zählen. Bravaisit wird von HINTZE auch dahin gerechnet. Newtonit, Anauxit, Pyrophyllit und Gümbeilit werden von Säuren leicht zersetzt, sie gehören also wohl zu den Allophantonen; aber ihre Krystallform ist zum mindesten nicht sicher festgestellt. Talcosit ist

mir seinem chemischen Verhalten nach unbekannt. Die wenigsten dieser seltenen Mineralien sind übrigens von mehr als einem Fundort bekannt.

Dagegen scheinen mir die Zeolithe eine beträchtliche Verwandtschaft zu den Allophantonen zu besitzen.

DÖLTER¹⁾ hat aus Lösungen von Salzen, die Kieselsäure, Tonerde, kohlen sauren Kalk und kohlen saures Natron enthielten, in verschlossenen Röhren bei einer Temperatur von 130—190° C krystallisierte Zeolithe, namentlich Analcim, Heulandit, seltener Chabasit, dargestellt. Bei gewöhnlicher Temperatur und im unverschlossenen Gefäße erhält man aus diesen Substanzen die Allophantone. Dieser Versuch legt nahe, die Allophantone als den kolloiden Zustand der Zeolithe zu betrachten. Nicht wenige gemeinsame Eigenschaften verstärken diesen Eindruck. Die Löslichkeit in Salz- und Schwefelsäure ist die gleiche; Kohlensäure zersetzt auch die Zeolithe, und zwar, wie GLINKA am Thomsonit nachwies, unter Fortführung von Kieselsäure (in gleicher Weise werden gewiß viele Silikate zersetzt, aber das Fehlen dieser Eigenschaft wäre bemerkenswert). In ihrer Zusammensetzung sind die Zeolithe recht schwankend, wohl stärker als unter Silikaten im allgemeinen vorkommt. Aber ein wichtiger Unterschied von

den Allophantonen ist der, daß $\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2} > \frac{1}{2}$ nicht bekannt

geworden ist. Der Wassergehalt verhält sich bei den Zeolithen ja bis zu einem gewissen Grade wie bei den Gelen. Manche Zeolithe, besonders stark z. B. Chabasit, Heulandit (Stilbit), Desmin, weniger z. B. Analcim und Natrolith, zeichnen sich dadurch aus, daß sie ihren Gehalt namentlich an Alkalien und alkalischen Erden schnell und fast vollständig gegen andere Basen austauschen. Gemessen wird dieser Austausch mit Chlorammoniumlösung und durch Bestimmung des aufgenommenen Stickstoffs. Eine gewisse geringe Austauschfähigkeit kommt vielen Mineralien zu²⁾. Aber charakteristisch für die Zeolithe ist die Schnelligkeit und Stärke ihres Austausches. Auch der Ackerboden zeigt einen schnellen und starken Basenaustausch. Da man als Träger dieses Austausches den in Salzsäure löslichen Kieselsäure- und Tonerdegehalt erkannte³⁾, so hat man angenommen, daß die Zeolithe den Basenumtausch im Boden

¹⁾ DÖLTER: Über die künstliche Darstellung und die chemische Konstitution der Zeolithe. N. Jahrb. Min. 1890, I, S. 118—139.

²⁾ Vgl. GLINKA: a. a. O., Kap. V.

³⁾ Vgl. GANS: Jahrb. d. Geol. Landesanst. 1905, S. 179.

bewirkten. Auch heute noch hält man vielfach daran fest, obwohl krystallisierte Zeolithe nie im Ackerboden beobachtet sind, auch nicht darin vorkommen können, da sie leicht verwittern¹⁾ und dabei in Allophantone übergehen. Einen gleich starken Basenaustausch zeigen aber die sogenannten zeolithischen Silikate von GANS²⁾, die ihrer Entstehung nach z. T. nichts anderes sind als die gemengten Gele (nach VAN BEMMELEN Adsorptionsverbindungen) von Tonerde und Kieselsäure, und zwar bei gewöhnlicher Temperatur auf wäßrigem Wege durch Zusammengießen von alkalischen Tonerde- und Kieselsäurelösungen als Gallerte entstanden. Die aus saurer Lösung gefällten zeigen den Basenaustausch nur schwach, werden aber durch Behandeln mit Alkali ebenfalls stark austauschend. Der auf dem Schmelzwege hergestellte, technisch so wertvolle Permutit von GANS, zeigt zwar die starke Austauschfähigkeit. Ich bin aber nicht sicher, ob man ihn den Allophantonen zurechnen kann. Auch der natürliche Allophan scheint starken Basenaustausch zu zeigen. Der obenerwähnte Allophan von Ohio gab nach einer Untersuchung von Herrn VAN DER LEEDEN bei zweitägigem Schütteln mit der KNOPSchen Chlorammoniumlösung die Hälfte seines 1,62 Proz. betragenden Kalkgehaltes an die Lösung ab und nahm Ammoniak auf.

Wenn die Glieder der Allophantonreihe den Austausch der Basen vermitteln und die gleiche Eigenschaft des Ackerbodens an in Salzsäure leicht lösliche Tonerde und Kieselsäure in nicht krystallisierter Form gebunden ist, dann ist der Schluß berechtigt, daß die Bodenzeolithe die kolloidale Modifikation der krystallisierten Zeolithe, d. h. die Allophantone, sind.

Herr Dr. VAN DER LEEDEN im Mineralogischen Institute der Universität Berlin hat die weiteren experimentellen Untersuchungen zur Trennung der beiden Tonmineralformen und zur Feststellung ihrer Verbreitung in den Tongesteinen auf meine Veranlassung begonnen.

¹⁾ Vgl. CORNU: Über die Paragenese der Mineralien, bes. der Zeolithe. Öst. Zeitschr. Berg- u. Hüttenwesen 1908, Nr. 8; auch GLINKA: a. a. O., Kap. V.

²⁾ Vgl. GANS: Jahrb. d. Geol. Landesanst. 1905, S. 179.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: [62](#)

Autor(en)/Author(s): Stremme H.

Artikel/Article: [9. Über Feldspatresttöne und Allophantone. 122-128](#)