

# Zeitschrift für praktische Geologie.

März 1909.

## Die Bedeutung gelartiger Körper in der Oxydationszone der Erzlagerstätten

Von

F. Cornu in Leoben.

Motto:

Jede physikalische und chemische Eigenschaft ist in jeder dieser Klassen (Krystalloide und Kolloide) in charakteristischer Weise modifiziert. Sie erscheinen wie verschiedene Welten der Materie und geben Anlaß zu einer entsprechenden Einteilung der Chemie. Der Unterschied zwischen diesen beiden Arten von Materie ist der, welcher zwischen dem Material eines Minerals und dem einer organisierten Masse besteht.

Graham (zitiert nach R. Zsigmondys Vortrag über Kolloidchemie. Leipzig 1907).

In zwei Arbeiten, welche sich eben im Drucke befinden<sup>1)</sup>, habe ich zum erstenmal auf die allgemeine Verbreitung gelartiger Körper im Mineralreiche hingewiesen und ihre chemisch-geologische Bedeutung auseinandergesetzt. Die Hauptergebnisse mögen hier, da sie für das allgemeine Verständnis des Folgenden notwendig sind, in Kürze wiederholt werden.

1. Gele sind neben einigen ziemlich leicht löslichen Krystalloiden (z. B.  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$  etc.) die typischen Produkte aller normalen Verwitterungsprozesse, mögen sich dieselben an Silikatgesteinen oder in den eisernen Hüten der Erzlagerstätten abspielen. Ob bei dem Verwitterungsprozeß bloß die Atmosphärlilien oder organische Säuren (z. B. Humussäuren) oder wie in den Oxydationszonen der Erzlagerstätten starke Elektrolyte ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) eingewirkt haben, ist ganz gleichgültig.

2. Gele kommen stets mit Gelen vergesellschaftet vor, wie dies ihrer gemeinsamen Entstehungsweise entspricht. Dies gilt sowohl für die zum Teil schon lange bekannten kolloiden Körper der Ackererde<sup>2)</sup> als auch für die Gele der Gesteins- und Erzverwitterung.

3. Gele der gleichen chemischen Gruppe aber auch verschiedener Gruppen zeigen in der Natur kontinuierliche Übergänge; dies

erklärt sich entweder daraus, daß Gelgemenge vorliegen, oder aus der bekannten Eigenschaft der Kolloide, krystalloide Körper zu adsorbieren. (Adsorptionsverbindungen van Bemmelen's).

4. Es wurde die höchst merkwürdige Tatsache entdeckt, daß eine sehr große Zahl krystalloider Substanzen im Mineralreich Gel-Doppelgänger besitzen<sup>3)</sup>, d. h. es existieren kolloide Substanzen von genau derselben oder annähernd gleichen Zusammensetzung. Zwei der häufigsten Erscheinungen sollen das Gesagte erläutern. Der krystalloide Kaolinit, als Thermalabsatz und als primäre Bildung von Erzgängen bekannt, hat seinen Gelvertreter in dem isotropen Kaolinton (z. B. Carnat und Myelin von Rochlitz), unter welchem es Varietäten gibt, die genau der Formel  $\text{H}_4\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_9$  entsprechen. Diese letzteren Substanzen finden sich als Produkte sowohl der durch Atmosphärlilien als auch der durch Humussäuren bedingten Verwitterung. Es haben also in diesem Falle alle Autoren, trotz der scheinbar gegensätzlichen Meinung in der strittigen Frage der Kaolinbildung recht.

Weinschenk aber hat das große Verdienst, als erster darauf aufmerksam gemacht zu haben, daß sich bei der Verwitterung kein Kaolin, wenigstens im Sinne der Mineralogen (also kein Krystalloid!), bilde.

Als zweites Beispiel diene das Verhältnis der natürlichen Eisenhydroxyde zueinander.

<sup>1)</sup> Im Centralbl. f. Min. etc. und in der Zeitschr. f. Chemie und Industrie der Kolloide 1909.

<sup>2)</sup> Vgl. E. Ramann: Bodenkunde, S. 12—47.

G. 1909.

<sup>3)</sup> Diese „Doppelgänger“ mögen als „Allolithe“ oder „Homoisochemite“ bezeichnet werden.

Durch einen ganz unbegreiflichen Irrtum sind die verschiedenen Brauneisenerze von der Zusammensetzung  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$  als Varietäten einer Gattung betrachtet worden. Der braune Glaskopf ist ein krystalloider Körper (nach Pelikan rhombisch kristallisierend), alle übrigen „Varietäten“, die ungefähr der gleichen Zusammensetzung entsprechen, sind kolloidales Eisenhydroxyd, für welches ich den alten Ullmannschen Namen Stilpnosiderit anzuwenden vorschlage. Dem Goethit entspricht ein analog zusammengesetztes kolloides Eisenhydroxyd, das den Mineralogen in einer bestimmten Varietät wohl bekannt ist, es sind die Pseudomorphosen von Brauneisenerz nach Pyrit, welche Kobell auf Grund der Analysen mit Goethit identifiziert hat, und die nur einen neuen Namen erhalten müssen. Zu Ehren des Herrn Professors v. Ehrenwerth in Leoben, der sich so hervorragende Verdienste um die Entphosphorung des Eisens erworben hat, schlage ich den Namen „Ehrenwerthit“ vor.

Als weitere Folgerungen ergibt sich von selbst die Anwendung der Kolloidchemie auf die Oxydationszone der Erzlagerstätten. Es ist noch gar nicht lange her, daß bei der Beschreibung der Erzlagerstätten keine besondere Rücksicht auf die mineralogische Zusammensetzung der primären und sekundären Zonen genommen wurde, wir finden vielmehr, selbst in sonst guten Arbeiten, häufig nur eine bloße Aufzählung des Mineralbestandes. Erst durch die sehr verdienstvollen Arbeiten Kruschs<sup>4)</sup> wurde in dieser Richtung Wandel geschaffen. Da zur Zeit der Abfassung dieser Abhandlungen die moderne Kolloidforschung mehr oder weniger auf die Kreise der Chemiker und Pedologen beschränkt war, konnte Herr Krusch selbstverständlich sich die Resultate derselben noch nicht zunutze machen, sondern er hat vielmehr mit großer Sorgfalt empirisch die einzelnen Zonen auseinandergehalten.

Nach meinen Beobachtungen finden sich kolloidale Körper nur in der Oxydationszone, wo sie fast immer die Hauptbestandteile bilden und nur durch leicht lösliche Krystalloide ergänzt werden. Es wäre sehr interessant, die Grenze der Kolloidbildung noch in die Teufe zu verfolgen, da ich vermute, daß sie mit dem Existenzbereich organischer Kolloide, also des organischen Lebens, zusammenfällt.

<sup>4)</sup> Monatsber. d. Deutsch. geol. Ges. 1906, Nr. 4. — Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 1906, S. 102. — Zeitschr. f. prakt. Geol. 15, 1907, S. 129—139. — Die Untersuchung und Bewertung der Erzlagerstätten. Stuttgart 1907. S. 29 usw.

Betrachten wir die verschiedenen Typen der Oxydationszone nach Krusch:

### I. Golderze.

Für die reinen Goldquarz- und kiesigen Vorkommen kann eigentlich nur gediegenes Gold im Eisenhydroxydgel als eiserne Hutzone angesehen werden. Die übrigen Begleiter entsprechen den Mischtypen. Über die Tellurgolderze mangelt mir jede Erfahrung.

### II. Silbererze.

Krusch betont mit Recht die Ag-Armut der eigentlichen Oxydationszone (dies gilt namentlich für unsere Breiten). Neben Eisenhydroxydgelen findet sich Chlorsilber (ev. andere Silberhalogenide), also relativ leicht lösliche Krystalloide.

### III. Bleierze.

Hier scheinen Gele eine geringe Rolle zu spielen, da höchstens Limonit in größeren Mengen auftritt. Krystalloide dagegen walten vor: Cerussit, Anglesit, Pyromorphit<sup>5)</sup>, Mimetesit, Phosgenit, daneben kann auch gediegener Schwefel eine Rolle spielen, welcher, wie es in letzter Zeit Brunlechner (Zeitschr. „Carinthia“ 1908) beschrieben hat, in innigem Gemenge mit einem (nach meinen Beobachtungen) unter dem Mikroskop vollständig undurchsichtigen „Bleisulfat“ sich findet. Die Substanz, die als typisches Produkt der Oxydationszone auf den triadischen Bleilagerstätten Kärntens vorkommt, war bisher als Bleierde betrachtet worden<sup>6)</sup>.

### IV. Zinkerze.

In den Oxydationszonen finden sich von Krystalloiden, wie Krusch angibt: Zinkspat, Kieselzinkerz und Willemite. Letzterer kann aber auch ein primäres Mineral sein (New Jersey). Das hier auch von Krusch angeführte Rotzinkerz ist nach meiner Ansicht übrigens ein primäres Mineral (New Jersey).

Von Gelen sind dem Verfasser bekannt: Hydrozinkit<sup>7)</sup> Vanuxemit (wasserhaltiges Tonerdezinkoxydsilikat<sup>8)</sup>) und die staubige, schön orangegelbe Substanz, die bisher mit dem Krystalloid Greenockit (Cd S) identifiziert worden ist, in der aber nichts anderes vor-

<sup>5)</sup> Die Phosphorsäure wird auf die einsickernden Tagewässer zurückzuführen sein, daher das oft reichliche Einbrechen dieser Erde in oberen Teufen (vgl. auch die phosphorsäurereichen Eisenerze).

<sup>6)</sup> Ich möchte hier auf die Wichtigkeit der genauen Untersuchung dieser Substanzen hinweisen, die möglicherweise Gele enthalten.

<sup>7)</sup> Gelnatur noch etwas problematisch.

<sup>8)</sup> Halloysitartige Tonerdekieselsäuregele finden sich nur lokal (Belgien).

liegt als das wasserfrei gewordene (?) Cadmiumsulfidgel. Sie ist als typisches Produkt der Oxydationszone vieler Zinkblendelagerstätten zu betrachten und findet sich neben Eisenhydroxydgel auf den Klüften verwitternder Zinkblende vor. In Kirlibaba (Bukowina) hat sich diese Substanz direkt auf der Halde gebildet.

#### V. Kupfererze.

Neben den Krystalloiden: Malachit, Azurit, (Atakmit spielt nur eine lokale Rolle)  $\text{Cu SO}_4$ ,  $\text{Fe SO}_4$ ; ferner basischen Sulfaten (Brochantit, Langit, Herrngrundit), Kuprit<sup>9)</sup>, „erdiges Kupferindig“, gediegen Kupfer etc. spielen auf den Kupfererzlagertstätten mit Quarz oder Silikaten als Gangart eine Hauptrolle die Gele: Chrysokoll, Kupferpecherz und  $\text{Cu O}$ -haltiger Opal, Tonerde Kieselsäuregele (Halloysit), Lampadit und Pelokonit, Manganhydroxydgele, die  $\text{Cu O}$  adsorptionsartig gebunden enthalten, werden für den Mischtypus von Mangan- und Kupfererzen als charakteristisch betrachtet werden müssen.

#### VI. Manganerze.

Krusch teilt die Manganerze in zwei Gruppen ein: in die oxydischen oder hydratischen einerseits und in die carbonatischen und silikatischen andererseits.

Die hydratischen Erze zunächst sind meist an und für sich Verwitterungsprodukte, ob sie als sogenannte Rasenläufererze in den Oxydationszonen vieler Eisenerzlagertstätten (z. B. Magnetitlagertstätten von Elba, Spateisenerzlagertstätten Steiermarks und Kärntens) auftreten mögen, oder ob sie Raseneisenerzbildungen analoge Erscheinungen darstellen, oder ob sie als Hutbildungen anderweitiger primärer Manganerzlagertstätten sich vorfinden.

Der häufigste Körper, der hierher gehört, der Psilomelan, ist ein typisches Gel. Das ihn häufig begleitende Wad und Schaumwad von höherem Wassergehalte ist wohl als die ursprüngliche Gelbildung zu betrachten. Der Leptonematit Breithaupts ist der echte Übergang des Psilomelans zum Pyrolusit.

Für den Psilomelan ist die adsorptionsartige Bindung ganz bestimmter anderer Substanzen (z. B.  $\text{Cu O}$ ,  $\text{Co O}$ ,  $\text{Ba O}$ ,  $\text{K}_2 \text{O}$ ) höchst bezeichnend. Schon Breithaupt, der die beiden Spezies Psilomelanus Kalicus und Ps. Barytosus scharf trennte, führt den ersteren als charakteristisch für Brauneisen-

erzlagertstätten, den letzteren für Manganerzlagertstätten mit barytischer Gangart auf.

Es sei noch bemerkt, daß der Lithiophorit Frenzels ein  $\text{Li}_2 \text{O}$ -haltiger Psilomelan, an Lithionitgranite gebunden, zu sein scheint.

Für den eisernen Hut carbonatischer Manganerze ist neben Psilomelan Schaumwad besonders typisch.

Die silikatischen Erze (Rhodonit) führen neben Psilomelan (Kalipsilomelan nach dem Verf.) sehr oft manganoxydhaltige Silikatgele, z. B. Neotokit, Wittingit, Stratopeit, Klipsteinit etc., also Bildungen, die dem Hisingerit und seinen Verwandten analog sind.

#### VII. Eisenerze.

Krusch betont zunächst, daß die Oxyde und Hydroxyde als sehr konstante Verbindungen keine Neigung haben, sich auf sekundärem Wege umzuwandeln. Da die Eisenhydroxyde vom allgemeinen Standpunkt selbst wohl sämtlich als Produkte der Verwitterung aufzufassen sind, kann man hier ebensowenig wie beim Bauxit von eigentlichen Oxydationszonen sprechen. Die eiserne Hut-Bildung der Roteisenerze ist zufolge meiner Beobachtungen auf Elba in vielen Fällen ebenso deutlich entwickelt wie bei anderen Eisenerzen. Das gleiche gilt von den Magnetitlagertstätten dieser Insel. Es sei bemerkt, daß z. B. die Lagerstätte von Capo Pero im Nordosten ganz in einem eisernen Hute baut, der auf Hämatit zurückgeführt werden muß. Das gleiche gilt von der südlich davon gelegenen Lagerstätte von Capo d'Arco, deren primäres Erz nur durch die Beobachtung kleiner Relikte als Magnetit erkannt werden konnte. Während aber die Oxydationszone der Hämatitlagertstätten neben Eisenhydroxyd nur noch basische Eisen- und Aluminiumsulfate enthält, finden sich in den eisernen Hüten der Magnetitlagertstätten zahlreiche andere Gele vor, so namentlich Stilpnosiderit, Glocherit, Psilomelan, Opal, Chrysokoll, Kupferpecherz. Ich will durchaus nicht meine Elba betreffenden Beobachtungen generalisieren, kann jedoch nicht umhin, auf diese Tatsachen aufmerksam zu machen.

Übrigens wird in dieser Zeitschrift eine Arbeit über dieses Thema erscheinen.

Bezüglich der Spateisensteinlagertstätten (namentlich der steirischen) wäre das reichliche Vorkommen von lockerem Brauneisenerz neben Schaumwad und Psilomelan als charakteristisch zu erwähnen.

Das gleiche gilt für den genetisch verwandten Typus der Pinolit-Magnesit (Breunerit)lagertstätten der alpinen Grauwacken-

<sup>9)</sup> Die Kupferschwärze genannten Substanzen sind zum Teil gelverdächtig schon wegen ihrer Beziehungen zu Pelokonit etc.

zone. Die lockeren Hydroxyde bilden häufig deutliche Pseudomorphosen nach den primären Carbonaten.

Auf gewissen Lagerstätten spielen ferner Eisenoxyd-Kieselsäuregele neben Eisenhydroxydgelen in den Oxydationszonen eine Rolle (so Hisingerit, Polyhydrit und Verwandte). Es sei hier auf die Analogie mit den Verwitterungsprodukten des Rhodonit (Neotokit und Verwandte) hingewiesen.

Ganz allgemein verbreitet sind in den eisernen Hüten von Eisenerzlagerstätten verschiedenster Art „Phosphatgele“ des Aluminiumhydroxydes und Eisenhydroxyds (Gelvariseit, Gelfischerit, Evansit, Delvauxit, Diadochit, Borickit etc.), die häufig von Tonerdiekieselsäuregele begleitet sind. Sie verdanken ihre Entstehung wie der oft an anderen Stellen auftretende Vivianit (Krystalloid) der Phosphorsäure, die vom Tag aus zugeführt wird.

Das Vorkommen der Krystalloid-Doppelgänger der Eisenhydroxydgele (Glaskopfgoethit, Hydrohämait, Xanthosiderit) beschränkt sich meist in den Oxydationszonen auf Trockenrisse der Gele. Es liegen also hier tertiäre Produkte vor.

Es sei bei dieser Gelegenheit daran erinnert, daß die Zeit allein es vermag, solche Umwandlungen von Kolloiden in Krystalloide hervorzurufen.

### VIII. Molybdänerze.

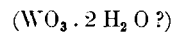
Bei den Molybdänerzen vermißt Krusch ein typisches Mineral der Oxydationszone. Dieses liegt vor in dem Ilsemannit ( $\text{Mo}_3\text{O}_8 + x\text{aq.}$ ) Hoëfers von Bleiberg und anderen Orten in Kärnten, von Freiberg (Freisleben-Stehender auf Himmelfürst) und Niederpöbel<sup>10)</sup> in Sachsen. Das bisherige Übersehen des Ilsemannits erklärt sich aus dem Umstande, daß der Ilsemannit ein Hydrosol ist, das mit den Grubenwässern fortgeführt wird und sich nur unter besonders günstigen Umständen erhält.

Der Ilsemannit, übrigens das einzige mir bisher bekannte Hydrosol des Mineralreiches, entsteht durch die reduzierende Wirkung von  $\text{FeSO}_4$  und  $\text{H}_2\text{SO}_4$  auf Gelbbleierz oder Molybdänglanz. Die blauen Flecken auf dem Haldenmaterial wurden die längste Zeit für Vogeleckremente gehalten.

### IX. Wolframerze.

Infolge der schweren Zersetzbarkeit der Wolframerze ist die Oxydationszone wenig entwickelt. Nur dort, wo die Erze sehr

eisenreich sind, finden sich Eisenhydroxydgele, manchmal auch „Meymacit“



dessen Gelnatur noch problematisch ist.

### X. Uranerze.

Neben sehr zahlreichen Krystalloiden (Uranglimmer, Uransulfaten, basischen Urancarbonaten etc.) kommen als sehr gelverdüchtige Körper in Betracht die sogenannten Urangummierze (61—75 Proz. Uranoxyd  $\text{UO}_3$ ,  $\text{PbO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  und 10—14 Proz.  $\text{H}_2\text{O}$  enthaltend) von sehr wechselnder Zusammensetzung. Sie sind neben den Sulfaten und dem basischen Carbonat in erster Linie charakteristisch für die Oxydationszone und werden von Gelen der Eisenhydroxyde begleitet.

### XI. Wismuterze.

Die Erze der Oxydationszone „Wismutocker“ und „Bismutit“, die von Eisenhydroxydgelen begleitet werden, verdienen eine nähere mikroskopische Untersuchung. Die krystallisierten Wismutcarbonate (Bismutosphärit, Agnesit und Waltherit) gehören der Oxydationszone (vielleicht teilweise auch der Cementationszone) an, sind aber seltene Erscheinungen. Ein Teil des „Wismutockers“ krystallisiert nach Nordenskiöld rhombisch; doch sind viele derartige Substanzen (nach den Beobachtungen d. Verf.) amorph.

Die „Silikate“ Bismutoferrit und Hypochlorit von Schneeberg (und von Schönficht bei Marienbad nach Beob. des Verf.) sind teilweise krystallin und doppelbrechend, teilweise u. d. M. isotrop; es sind typische Minerale der Oxydationszone. Auch sie müssen einmal genau untersucht werden.

Der Pucherit aus Sachsen ist gleichfalls eines der allerjüngsten Produkte; er hat die Formel:  $\text{BiVO}_4$ .

Seinen Vanadinsäuregehalt verdankt er Tagewässern aus Torfmooren (vgl. Frenzel: Min. Lex. S. 245). Die krystallisierten Wismutsilikate Agricolit und Eulytin scheinen ebenso wie der sie begleitende Atelestite (Wismutarseniat) auch den Oxydationszonen anzugehören.

### XII. Arsenerze.

Für die Arsenkiese sind neben Eisenhydroxydgelen als Produkte der Oxydationszone anzuführen: der Pittizit<sup>11)</sup> (Ferri-Arsenat mit etwas Sulfat) und Ganomatit.

<sup>10)</sup> Nach freundlicher Mitteilung des Herrn Diplomingenieurs Maucher in Freiberg i. S.

<sup>11)</sup> Dieses Mineral ist viel häufiger, als bekannt ist; gewisse Varietäten sehen dem Stilpnosiderit sehr ähnlich.

Das Krystalloid Pharmakolit ist für Lagerstätten mit Braunspäten oder Calcit als Gangart charakteristisch. Auch die Minerale Skorodit, Pharmakosiderit und Sympleisit gehören hierher.

Ich möchte hier auch noch auf das Vorkommen von kolloidalem Arsentrisulfid in dem Forcherit genannten Opal von Knittelfeld (Beob. des Verf.) aufmerksam machen. Das Pendant hierzu ist der Metastibnit Beckers ( $\text{Sb}_2\text{S}_3$ ).

### XIII. Nickelerze.

Garnierit, Genthit, Pimelith, Schuchardtit und Verwandte sind, mit Ausnahme des letzteren, typische Gelbildungen, deren Genesis ganz die gleiche ist wie die des Geles Gymnit. Sie sind sämtlich Verwitterungsprodukte nickelerreicher Peridotite und der aus ihnen (nicht durch Verwitterung!) hervorgegangenen Serpentine.

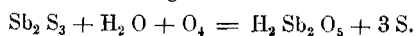
Für die Nickelarsenide sind neben Eisenhydroxydgelen (Eisennickeloxydum) die Krystalloide Annabergit und Pharmakolit charakteristisch.

### XIV. Kobalterze.

Die Kobalterze, welche oft mit den arsenidischen Nickelerzen assoziiert sind, zeigen auch ähnliche chemische Zersetzungsprodukte. Charakteristisch ist nur der Erythrin, Asbolan, ein zum Psilomelan gehöriges Gel, und die von den alten Mineralogen als gelber Erdkobalt bezeichneten Substanzen, deren neuerliche Untersuchung dringend notwendig ist. Die eiserne Hutbildung der Arsenerze gesellt sich auch zumeist bei.

### XV. Antimonerze<sup>12)</sup>.

Krusch führt als Mineral der Oxydationszone Antimonocker an, während er Minerale der Cementationszone nicht kennt. Bezüglich der Minerale der Oxydationszone wäre zu bemerken, daß noch gediegener Schwefel hinzugezählt werden muß, den der Verfasser in allen ihm bekannten Oxydationszonen von Antimonerzen (z. B. Kostainik in Serbien, Schleinig [Szalónok], Elba) zusammen mit Antimonocker beobachtet hat. Das Vorkommen dieses Minerals erklärt sich leicht nach der Gleichung:



Hierher gehört auch noch der problematische Stibioferrit, ein typisches Gel, das aus  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}_3$  (3,85 Proz.),  $\text{SiO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$  (15,26 Proz.) besteht.

<sup>12)</sup>  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  ist auch in einer typischen Gelform bekannt: Metastibnit Beckers.

Die Gelnatur des Stiblith genannten „Antimonockers“ bedarf noch näherer experimenteller Untersuchung. Die entsprechenden Krystalloide Senarmontit und Valentinit, ferner das Oxysulfid Pyrostibit müssen nach Beobachtungen des Verf. der Cementationszone zugezählt werden.

Aufmerksam zu machen wäre noch auf den „Antimonhypochlorit“ von Bräunsdorf in Sachsen (aus 78—88 Proz.  $\text{SiO}_2$ , 5 bis 11 Proz.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 3—7 Proz.  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ , 0—2 Proz.  $\text{P}_2\text{O}_5$  und 1 Proz.  $\text{H}_2\text{O}$  bestehend). Seine grüne Farbe erinnert ganz auffallend an die Farbentöne der Minerale der Nontronitgruppe (Gele!) und des Bismutoferrit, ist also wohl dem Eisenoxydsilikat zuzuschreiben.

### XVI. Quecksilbererze.

Für die Zinnoberlagerstätten ist neben gediegen Quecksilber Kalomel (die seltenen Quecksilberoxychloride, Eglestonit, Terlingnait, Kleinit, Quecksilberoxyd, Mentreydit) und aus Pyrit hervorgegangene Eisenhydroxydgel charakteristisch. Wir haben also hier eine merkwürdige Analogie mit dem eisernen Hute der Silbererzlagerstätten, die gleichfalls Halogenide führen.

Für Quecksilberfahlerzlagerstätten ist sekundärer pulveriger Zinnober und das seltene problematische Hg-Cu-Antimoniat Ammiolit typisch.

Der Metacinnabarit gehört nach meinen in Idria gemachten Beobachtungen der Cementationszone an; er wandelt sich nahe dem Tage in die stabilere Modifikation des Zinnobers um, wie bereits Schrauf beobachtet hat.

### XVII. Aluminiumerze.

Als Aluminiumerze werden heute der Kryolith, Bauxit und der Diasporit verwendet. Der Kryolith hat wegen der nördlichen Lage seiner Fundpunkte keine Oxydationszone, da in so hohen Breiten die Gesteinsverwitterung gleich null ist. Der Bauxit ist aber selbst in den meisten Fällen ein Produkt der Gesteinsverwitterung früherer Erdperioden, stellt also das Analogon eines eisernen Hutes vor. Der Bauxit besteht neben krystalloiden Aluminiumhydroxyden (Hydrargillit, Diaspor) aus isotropen Aluminiumhydroxydgelen, die erst näher studiert werden müssen. Da, wie der Verfasser fand, Breithaupt bereits den Bauxit von Kliache in Dalmatien unter dem Namen Kliachit beschrieben hat, soll künftighin dieser Namen für die isotropen Substanzen des Bauxites angewendet werden. Über den Diasporit mangelt mir die Erfahrung.

Zum Schlusse dieser Mitteilungen möchte ich noch auf ein sowohl in theoretischer als praktischer Hinsicht wichtiges Problem aufmerksam machen. Es ist die Frage, wie verhalten sich die verschiedenen Oxydationszonen der Erzlagerstätten in den verschiedenen klimatischen Zonen unseres Planeten? Unter nördlichen Breiten gibt es keine chemische Verwitterung. Dem Chemiker ist ja allgemein bekannt, daß bei niederen Temperaturen gewisse Reaktionen nicht mehr vor sich gehen<sup>13)</sup>.

Wir finden demnach im hohen Norden die Oxydationszonen der Erzlagerstätten nur wenig entwickelt.

Die Roteisenerz- und Magneteisenerzlagerstätten der Insel Elba hingegen zeigen abnorm mächtige eiserne Hut-Bildungen.

Ich erinnere ferner an den großen Reichtum der Oxydationszonen der Zinklagerstätten der Iberischen Halbinsel an Hydrozinkit sowie an die abnorm reichen eiserne Hut-Bildungen der Silbererzlagerstätten in Mexiko, Peru u. Chile (Ag-Halogenide!).

Wir sehen schon aus diesen wenigen Beispielen, daß die Oxydationszonen im Süden weit mächtiger entwickelt sind als die der gemäßigten Zone.

Dies gilt übrigens auch für die Verwitterung ganz im allgemeinen.

Jedem, der Südeuropa bereist hat, wird die eigentümlich braunrote Farbe des Ackerbodens aufgefallen sein, die sich auf die Anwesenheit wasserärmerer Eisenhydroxyde zurückführen läßt. Der Laterit der Tropen hat bekanntlich eine ziegelrote Farbe und eine dem Bauxit sehr ähnliche Zusammensetzung. Es wäre der Mühe wert, die Verwitterungslehme aus subtropischen Gebieten zu untersuchen. Man würde dann sehr wahrscheinlich kontinuierliche Übergänge der Tonerdekieselsäuregele zu den Aluminiumhydroxydgelten der Laterite nachweisen können.

Sehr interessant wäre es auch, die geographische Verbreitung der gelartigen Körper und ihrer krystalloiden Begleiter in den Oxydationszonen der Erzlagerstätten genau zu studieren.

Das Mengenverhältnis und die Art der Gele z. B. in einer chilenischen Kupfererzlagerstätte sind sicher ganz verschieden von den Verhältnissen im eisernen Hute einer Kupfererzlagerstätte in Mitteldeutschland.

Während die primären Minerale (Mineralbestand der Eruptivgesteine und krystalloiden

Schiefer) sich von Pflanzen und Tieren darin unterscheiden, daß sie keine klimatische Zone des Planeten besonders bevorzugen, haben die Gele mit den Organismen das Gebundensein an bestimmte klimatische Verhältnisse gemeinsam. Ja, man könnte vielleicht den Satz aufstellen: Unter gleichen Isothermen kommen analoge Gelbildungen vor<sup>14)</sup>.

Möchten diese Zeilen doch etwas beitragen zur Entwicklung der noch zu schaffenden Wissenschaft: Gelgeographie.

#### Benutzte Literatur

(abgesehen von den im Text zitierten Autoren).

- R. Beck: Lehre von den Erzlagerstätten. Zweite Auflage. Berlin 1903. Insbes. S. 369 ff.
- G. Becker: (Über Metastibnit). Monograph. of the U. S. Geol. Survey 1888, 13, 343, 389. Proc. Am. Phil. Soc. 1888, 25, 128.
- A. Bergeat (A. W. Stelzner): Die Erzlagerstätten I—II. Leipzig 1904—1906.
- G. Bischof: Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie. Bonn 1847—1855.
- F. Böck: Über kolloidale Metalle und einige andere anorganische Kolloide. (Vortrag.) Österr. Chemiker-Zeitung 1903, Nr. 3.
- R. Brauns: Chemische Mineralogie. Leipzig 1896.
- A. Breithaupt: Vollst. Handbuch der Mineralogie. 3 Bände. Dresden und Leipzig 1836 bis 1847. Systematik der porodinen Körper.)
- A. Dana: System of Mineralogy. New York 1892. Appendix 1899.
- S. H. Emmens: The chemistry of gossan. Eng. and Min. Journ. 1892, S. 582.
- A. Frenzel: Mineralogisches Lexikon für das Königreich Sachsen. Leipzig 1874.
- P. Groth: Tabellarische Übersicht der Mineralien. Braunschweig 1898.
- C. Hintze: Handbuch der Mineralogie, I. Bd., (so weit erschienen) II. Bd. Leipzig 1897.
- H. Hofer: Studien aus Kärnten (II. Ilsemannit, ein natürliches Molybdänsalz). Neues Jahrb. f. Min. etc. 1871, S. 566—570.
- Kasai: Die wasserhaltigen Aluminiumsilikate. Dissertation, München 1896.
- A. Liebreich: Beiträge zur Kenntnis des Bauxits vom Vogelsberge. Inaug.-Diss. 1891.
- A. Lottermoser: Über anorganische Kolloide. (Sonderausg. aus der Samml. chem. und chem.-technischer Vorträge. Herausgeb. von Dr. F. B. Ahrens.) Stuttgart 1901.
- A. Müller: Die Theorie der Kolloide. Leipzig und Wien 1903.
- Naumann-Zirkel: Elemente der Mineralogie. 15. Aufl. Leipzig 1907.
- A. Pelikan: Über Goethit, Limonit und roten Glaskopf. Tscherm. min.-petr. Mitt. 1895, 14, S. 1—12.
- V. Pöschl: Einführung in die Kolloidchemie. Dresden 1908.
- F. Posepny: Über die Genesis der Erzlagerstätten. 1895, S. 24.
- E. Ramann: Bodenkunde, II. Aufl. Berlin 1905.

<sup>14)</sup> Der Forscher auf diesem Gebiete wird sich vor allem die Errungenschaften der Bodenkunde zu eigen zu machen haben.

<sup>13)</sup> van 't Hoff: Chem. Dynamik, S. 225.

- H. Rösler: Beiträge zur Kenntnis einiger Kaolinlagerstätten. Neues Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XV, 1902, S. 231.
- I. Roth: Allg. und chem. Geologie. 3 Bände. Berlin 1879—1893.
- Stremme: Über Fällungen des gemengten Gels von Tonerde und Kieselsäure und deren Beziehung zu Allophon, Halloysit und Montmorillonit. Zentralbl. f. Min. etc. 1908, S. 622 bis 632 u. S. 661—669.
- Über Kaolinbildung. Zeitschr. f. prakt. Geol. XVI, 1908, S. 122—128 u. S. 443—446.
- Tenne-Calderon: Die Mineralfundstätten der iberischen Halbinsel. Berlin 1902.
- G. Tschermak: Lehrbuch der Mineralogie. V. Aufl. Wien 1905. (Systematischer Teil.)
- Van Hise: A Treatise on Metamorphism. U. S. Geol. Survey Monograph. XLVII. Washington 1904.
- A. Weinschenk: Grundzüge der Gesteinskunde I. Freiburg 1906, S. 79—88.
- A. Weisbach: Synopsis mineralogica. Freiberg 1884.
- V. Winchell: Die Entstehung der Erze nach neueren Anschauungen. (Übers. v. Strutz.) „Glückauf“ 44, 1908, S. 784—787.
- Zeitschrift für Chemie und Industrie der Kolloide. Herausgegeben von Dr. W. Ostwald. 1906 bis 1908.
- Zepharovich (Becke): Mineralog. Lexikon für das Kaisertum Österreich I—III. Wien 1858 bis 1893.
- R. Zsigmondy: Zur Erkenntnis der Kolloide. Jena 1905.
- R. Zsigmondy: Über Kolloid-Chemie. Vortrag. Leipzig 1907.