

erwarten konnten. Nicht eine einzige Ausnahme ist zu beobachten. Man kann also nicht von Zufälligkeiten reden, vielmehr ist die Wahrscheinlichkeit, daß hier eine Gesetzmäßigkeit vorliegt, weil nirgends eine Ausnahme vorhanden ist, außerordentlich groß. Die Wahrscheinlichkeit der Gesetzmäßigkeit der Erzverteilung im mitteldeutschen Kupferschiefer wird danach zur Gewißheit.

Für die Bewertung des Kupferschiefers als sedimentärer Erzlagerstätte, als syngenetischer Ablagerung, ist schon von höchster Wichtigkeit, daß alle Herren Redner, abgesehen von Herrn Geheimrat Beyschlag, denselben als Sediment ansehen. Betrachtet man den Erzgehalt des Kupferschiefers als syngenetische Bildung, so ist darin schon die Anerkennung ausgedrückt, daß diese Erzlagerstätte nicht von Ort zu Ort beliebig wechselt, sondern daß die Verteilung des Erzgehaltes einem Gesetz unterworfen sein muß, daß die Lagerstätte über mehr oder weniger weite Erstreckung eine ziemlich gleichmäßige, nur langsam sich verändernde Beschaffenheit besitzen muß. Wie diese gesetzmäßige Veränderung beschaffen ist, habe ich im vorstehenden gezeigt.

Überschaue ich zum Schluß den Gang der Verhandlungen, so kann ich zu meiner Freude feststellen, daß die Auffassung der Syngeneese der Erze mit dem Mergelschiefer immer klarer als richtig sich erweist. Über meine Darstellung der sekundären Erzumwandlungen, die ich angegeben habe, sind von seiten der Syngenetiker überhaupt keine Einwände gemacht worden. Ich darf daher annehmen, daß ihr zugestimmt worden ist. Was die erhobenen Einwendungen gegen meine Anschauungen in bezug auf die Genese der Erze anbelangt, so glaube ich in diesem Schlußwort gezeigt zu haben, daß meine Auffassung auch jetzt noch vertreten werden kann, und daß somit die von mir über den mitteldeutschen Kupferschiefer gegebene Darstellung ihre Feuerprobe bestanden hat.

So möge denn der mitteldeutsche Kupferschiefer, dieses im Zentrum unseres Reiches in der Tiefe schlummernde wertvolle nationale Eigentum, das uns kein Feind zu rauben vermag, die Beachtung finden, die er verdient.

---

## **Der Kupfergehalt der rotliegenden Eruptivgesteine Mitteldeutschlands.**

Von F. v. Wolff, Halle.<sup>1)</sup>

Die Frage der Kupferschieferentstehung hat den Halleschen Verband schon zu wiederholten Malen eingehend beschäftigt. Es stehen sich zwei Ansichten noch immer schroff gegenüber.

Die einen nehmen mit Freiesleben eine syngenetische Entstehung gleichzeitig mit der Sedimentbildung an. Die Kupferlösungen entstammen entweder dem allen Meeren eigenen geringen Kupfergehalt, oder sie sind lokal dem Kupferschieferbecken zugeströmt. Die anderen halten an der von Posèpny und Beyschlag vertretenen Anschauung einer späteren epigenetischen Entstehung fest. Die Kupferlösungen sollen nach dieser Ansicht auf Verwerfungen, „Rücken“, aufgestiegen sein und entstammen dem Liegenden. Die Verwerfungen haben ein spät mesozoisches bzw. tertiäres Alter. Zu dieser späteren Zeit wäre also der Erzgehalt erworben.

Ich will heute auf die genetische Erklärung des Kupfergehalts nicht eingehen, sondern aus dem mannigfaltigen Fragenkomplex die eine Frage heraus-

---

1) Vortrag, gehalten am 19. März 1921 auf der Mitgliederversammlung in Halle.

greifen, ob der Kupfergehalt etwa aus den rotliegenden Eruptivgesteinen der Nachbarschaft des Mansfelder Reviers hergeleitet werden kann.

Mag man sich nun der einen oder anderen Meinung anschließen, letzten Endes müssen Eruptivgesteine die Erzbringer gewesen sein. In der Nachbarschaft der Mansfelder Mulde haben rotliegende Eruptivgesteine in mächtigen Decken eine weite Verbreitung. Sie bilden das Liegende des Kupferschiefers. Es lag nun nahe, die rotliegenden Eruptiva als die Erzbringer anzusehen. Diese Ansicht hat eigentlich nie Widerspruch erfahren und ist als unumstößliche Lehrmeinung von den meisten Autoren übernommen worden. Die Erzzufuhr kann man sich wohl nur auf folgende Weise vorstellen.

1. Die Kupferverbindungen sind Produkte der postvulkanischen Phase der rotliegenden Eruptionen. Das Kupfer wird von Vulkanen als Kupferchlorid Erythrokalzit  $\text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$  oder Atelit  $\text{CuCl}_2 \cdot 2 \text{CuO} \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$  ausgehaucht. Es kann sich mit schwefelsauren Salzen zu Cuprisulfaten umsetzen. Nun sind die Eruptionen vor Beginn des Oberrotliegenden bereits zum Abschluß gekommen. Während der oberrotliegenden Zeit hat eine intensive Schuttbildung eingesetzt. Erhebliche Teile der Eruptivdecken fielen der Abtragung zum Opfer. Man kann sich kaum vorstellen, daß die postvulkanische Phase diese langen Zeiten überdauert haben sollte. Noch ungünstiger gestalten sich aber die Verhältnisse für den epigenetischen Standpunkt. Dann müßte ja die postvulkanische Phase sogar bis in das Tertiär hineingedauert haben. In der Zwischenzeit sind die Steinsalzlager abgesetzt worden. Alle vulkanischen Exhalationen klingen mit der Zeit ab. Sie erwachen aber nicht mehr zu neuem Leben, wenn sie zur Ruhe gekommen sind. Diese Anschauung ist also als den Tatsachen widersprechend zurückzuweisen.

2. Der Kupfergehalt steckt in feiner Verteilung in den Eruptivgesteinen und wird von aufsteigenden Lösungen ausgelaugt und an anderer Stelle konzentriert und ausgefällt. Sind die rotliegenden Eruptivgesteine in diesem Sinne kupferführend, so muß es möglich sein, ihren Kupfergehalt chemisch nachzuweisen. Diese Frage zunächst zu entscheiden, ist von grundlegender Bedeutung. Ich habe daher den Assistenten des Halleschen Verbandes Herrn Wienert mit der Untersuchung einiger verschiedener Typen rotliegender Gesteine beauftragt und will Ihnen heute über die Resultate der Untersuchung berichten.

Der Aufschluß geschah durch Soda-Pottaschenschmelze im Platintiegel, nachdem die Reinheit der angewandten Reagentien vorher festgestellt wurde. Die Flußsäure enthielt Spuren von Kupfer und konnte deshalb nicht zum Aufschluß benutzt werden. 3 bis 4 g als Einwage genügte. Von den voluminösen Tonerde-Eisenniederschlägen werden Kupferlösungen nicht zurückgehalten, wie ein Gegenversuch mit Lösungen bekannter Kupferkonzentrationen lehrte. Nach Entfernung von Eisen, Tonerde und Kieselsäure in der üblichen Weise wurde das Filtrat bis zur beginnenden Kristallisation eingeengt und mit Essigsäure angesäuert, das Kupfer mit Ferrocyankalium gefällt. Die leichte Braunfärbung wurde auf kolorimetrischem Weg mit Lösungen von bekanntem Kupfergehalt abgeschätzt, da Kupfer in wägbaren Mengen nicht gefunden wurde.

Es wurden folgende Gesteine untersucht.

1. Bronzitporphyrit vom Westabhang des Sandlinz im Bähretal bei Ilfeld. Die Ilfelder Porphyrite sind nach Untersuchung von Böttcher<sup>1)</sup> Bronzitporphyrite mit meist stark zersetzten rhombischen Augiten. Die zersetzten Augite besaßen eine besonders giftige grüne Färbung, sie rechtfertigten den Kupferverdacht. Deshalb wurde dieses Gestein gewählt.

---

1) A. Böttcher, Die Porphyrite von Ilfeld am Südharz, Inaugural-Dissertation Halle. Noch nicht im Druck erschienen.

Die Reaktion ergab auch eine leichte Braunfärbung.  $\text{Cu} = 0,05\%$ . Der Porphyrit mag als Repräsentant intermediärer Gesteine gelten.

2. Hallescher Quarzporphyr, Bohrkern der Sennewitzer Bohrung. 900 m Teufe. Die bekannte Sennewitzer Bohrung hat bekanntlich das Liegende des Porphyrs nicht erreicht. Sie muß zufälligerweise die Eruptionsspalte des Massenergusses getroffen haben. Dieser Porphyr wurde für die Prüfung als besonders günstig ausgewählt. Die Fällung war negativ.  $\text{Cu} < 0,02\%$ . Die Probe mag als Vertreter eines sehr sauren Gesteins angesehen werden.
3. Melaphyr aus dem oberrotliegenden Melaphyrkonglomerat, Rittergut Röschchen, SW. Hettstedt. Das Anstehende des Gesteins ist nicht aufgeschlossen. Die groben Gerölle haben aber keinen sehr langen Transportweg hinter sich. Der Melaphyr ist eine grobblasige Lava, sehr stark eisen-schüssig, die Feldspate und Augite sind in Karbonate umgewandelt. Die Prüfung auf Cu war auch hier wieder negativ.  $\text{Cu} < 0,02\%$ .

Einen Kupfergehalt von dieser Größenordnung wird man schließlich in allen Gesteinen finden können. Das Ergebnis der Untersuchung läßt sich also dahin zusammenfassen, daß die rotliegenden Eruptivgesteine, die sauren sowohl wie die intermediären und basischen, als Erzbringer des Kupfers nicht in Frage kommen können. Der Kupfergehalt muß daher einen anderen Ursprung haben, während Mangan in der Gefolgschaft dieser Eruptivgesteine mehrfach sogar in abbauwürdigen Mengen auftritt, sind Kupfererzvorkommen nirgends zum Abbau gekommen.

#### Die Kupfererzkommen der Gegend von Zwickau in Sachsen.<sup>1-2)</sup>

In einer anderen weiter abgelegenen Gegend dagegen ist eine Kupferführung rotliegender Eruptivgesteine seit langem bekannt. Es sind das die Quarzporphyre und Melaphyre der Gegend von Zwickau in Sachsen, Sektion Zwickau-Werdau, und der sich im Süden und Osten anschließenden Blätter. Durch den Steinkohlenbergbau sind die Lagerungsverhältnisse ausgezeichnet aufgeschlossen, das Rotliegende ist durch zahlreiche Schächte südöstlich und südlich von Zwickau durchfahren worden. Das Rotliegende legt sich diskordant auf Silur, Devon und Karbon auf. Die Eruptionsperiode beginnt im Mittelrotliegenden durch saure Aschenauswürfe, die kieselsäurereiche Quarzporphyrtuffbänke abgesetzt haben. Es folgt eine basische Melaphyrdecke. Der bräunlich bis violett-schwarze Melaphyr ist in der Strommitte dicht und fest, aber an der unteren und oberen Grenze mandelsteinartig entwickelt. Darüber liegen Quarzporphyrtuffe und Decken von Pechstein und darüber von Quarzporphyr. Tuffe schließen die Eruptionen ab. Melaphyr und Quarzporphyr sind nahezu gleichzeitig zum Ausbruch gelangt, letzterer ist etwas jünger.

Die dichten Quarzporphyrtuffe führen haselnußgroße Graupen von Arsenkupfer, Domeykit  $\text{Cu}_3\text{As}$ , auf Klüften metallisches Kupfer in Blechform und in den Mandeln des Melaphyrs, die gewaltige Dimensionen annehmen können. Im Hermannsschacht wurde eine eiförmige Mandel von 2 m Durchmesser angehauen. Sie war ausgekleidet mit Kalkspat, Achat, Quarz, gelegentlich mit drusigen Inkrustaten ausgefüllt, die aus Quarz, Amethyst, Rauchquarz, Kalkspat, Schwefelkies, Nadeleisenerz, Eisenspat, Rotkupfererz, Malachit, Kieselkupfer, Bleiglanz, Braunspat und Schwerspat bestanden. Diese Beobachtungen lehren, daß die

1) Th. Siegert, Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königreichs Sachsen. Herausgegeben von H. Credener, Sektion Zwickau-Werdau, Blatt 111. Leipzig bei Engelmann 1901, S. 55—59.

2) V. H. Schnorr, Studien an Mineralien von Zwickau, 6. Jahresbericht der Realschule I. Ordnung in Zwickau 1874.

Kupferführung nicht auf eine bestimmte Gesteinsart des Rotliegenden beschränkt bleibt. Im Oberrotliegenden  $ro_1$  von St. Egidien NW. Zwickau treten ferner Malachitspuren auf. Auf meine Veranlassung untersuchte Herr Helmers den Porphyr von Hohenstein und von St. Egidien nach der oben beschriebenen Methode auf Kupfer mit demselben negativen Resultat. Eine Lateralsekretion kann danach wenigstens nicht für den Quarzporphyr in Frage kommen.

In der Sammlung des Mineralogischen Instituts der Universität Halle befindet sich ein im Quarzporphyr aufsitzendes Kupferblech vom Hoffnungschacht S. von Zwickau, das folgende Beobachtungen machen läßt:

Das Kupferblech ist die Ausfüllung einer dünnen Kluft. Der rote Porphyrtuff ist in der Nähe der Kupferausfüllung stark entfärbt. Der Porphyr ist in seinen roten Teilen kupferfrei, die entfärbte Zone enthielt etwa 0,05 % Cu.

Aus diesen Feststellungen ergibt sich folgendes.

Der Kupfergehalt entstammt nicht dem Porphyr. Die Lösungen, die das Kupfer absetzten, müssen stark reduzierende Eigenschaften besessen haben. Sie haben ja das intensiv rote braune Gestein entfärbt. Wenn nun die rote Färbung zur Oberrotliegenden Zeit erworben worden ist, können die Lösungen erst später eingewirkt haben, offenbar zur Zeit, als die Verwerfungen in dem Gebiet sich bildeten. Aus den Mineralassoziationen in den Melaphyrmandeln geht hervor, daß die Lösungen kohlenäurereich gewesen sein müssen.

Es sind zwei Möglichkeiten der Deutung zu erörtern.

Die Kupferführung setzt sich über das Rotliegende hinaus nicht nach der Tiefe fort. Gediegen Kupfer, Rotkupfererz, Kieselkupfer und Malachit sind Zementationserze. Wir befinden uns also hier in der Zementationszone. Die kupferführenden Lösungen stammen aus dem Hangenden. Sulfide mögen reduzierend gewirkt haben. Auf dem Oberrotliegenden liegt unmittelbar gleich der Obere Zechstein. Kupferschiefer und Salz fehlen. Oder aber die Lösungen kommen aus dem Liegenden. Dann kann nur der Melaphyr der Kupferbringer gewesen sein.

H. C. Biddle<sup>1)</sup> zeigte, daß die Reduktion von Kupferlösungen durch Oxydation von Eisenoxydulverbindungen bewirkt wird. Die Reaktionen zwischen Ferri-, Ferro- und Cupri- und Cuproionen sind umkehrbar, ihr Reaktionsverlauf wird der Richtung nach durch die relativen Konzentrationen dieser Ionen bestimmt. Ein Überschuß von Ferriionen wird kein metallisches Kupfer reduzieren. In Übereinstimmung erhielt dann H. N. Stokes<sup>2)</sup> beim Erhitzen von Eisenspat und Cuprisulfat in den kühleren Teilen seiner Röhre Kupfer, in den heißeren dagegen Hämatit und Malachit. Hiermit stehen die obigen Feststellungen im Einklang.

Eine Entscheidung zwischen diesen beiden Deutungen möchte ich auf Grund des bisher vorliegenden Tatsachenmaterials noch nicht treffen. Proben von dem fraglichen Melaphyrmaterial sind ebenfalls kupferfrei. Eine Lateralsekretion ist auch für den Melaphyr auszuschließen. Sein Kupfergehalt beschränkt sich nur auf die Ausfüllung der Mandelräume.

Ich fasse das Resultat meiner Untersuchungen dahin zusammen, daß die rotliegenden Eruptivgesteine für den Kupfergehalt im Kupferschiefer nicht verantwortlich gemacht werden können.

Der Melaphyr der Gegend von Zwickau könnte möglicherweise eine Ausnahmestellung besitzen. Doch ist auch hier eine andere Deutung durchaus möglich.

1) H. C. Biddle, The deposition of copper by solutions of ferrous salts. *Journal of geology* 9, 1900, S. 430—436. Ref. N. J. f. Min. 1902 II, S. 335.

2) H. N. Stokes, Experiments on the Solution, Transportation and Deposition of copper, Silver and Gold, *Econ. Geol. J.* 1906, S. 644—650. Ref. N. J. f. Min. 1908 I, S. 248.

Weitere Schlüsse zur Entscheidung der Frage, ob eine syngenetische oder epigenetische Entstehung des Kupferschiefers anzunehmen sei, will ich aus den vorliegenden Beobachtungen nicht ziehen, bevor die im Gang befindlichen Untersuchungen über die Bildungsbedingungen des Kupferkieses zum Abschluß gekommen sind.

## **Die mitteldeutschen Phosphatlager und die Frage ihrer zweckmäßigen Ausnutzung.**

Eine Anwendung der Gesetzmäßigkeiten natürlicher Aufbereitungsvorgänge in ihrer Bedeutung für die Sedimentpetrographie.

Von Privatdozent Dr. J. Weigelt, Halle a. S.<sup>1)</sup>

### **A. Der Phosphorsäurehaushalt der Natur als erdgeschichtlicher Faktor.**

Der Hallesche Verband für die Erforschung der mitteldeutschen Bodenschätze und ihrer Verwertung hat durch seinen Geschäftsführer, Herrn Prof. Dr. Erdmann, kurz vor der Tagung noch die Aufforderung an mich gerichtet, Ihnen einiges Material über die Versorgungsmöglichkeit der deutschen Landwirtschaft mit Phosphorsäure aus eigenen heimatlichen Mitteln vorzutragen. Damit ist eine wichtige Lebensfrage für uns alle angeschnitten, zugleich handelt es sich aber um ein schwieriges Gebiet. Ich kann nicht leugnen, daß ich gegenwärtig mit einer Reihe anderer Dinge reichlich beschäftigt bin. Wenn ich es trotzdem nicht für richtig halte, mich der ehrenvollen Aufforderung zu entziehen, so war dabei in erster Linie ausschlaggebend das Gedenken an die Worte, die einer der tätigsten aus Ihrem Kreise, Geheimrat Wohltmann, noch kurz vor seinem Tode in dieser Angelegenheit an mich schrieb. Genau vor 25 Monaten stand er noch vor Ihnen in diesem Raume und an dieser Stelle und wies uns alle dringend auf die Phosphatnot hin, die über uns schwebt. Damals wurde auch die Kalk- und Stickstofffrage behandelt, beide sind zu lösen. Die Phosphatfrage bleibt brennend und ungelöst. Daß wir heute nochmals auf dieses Thema zurückkommen, verdanken Sie vor allem der Initiative von Professor Römer, der das gleiche unermüdliche und tiefe Verständnis für die Lebensfrage unseres schwer bedrängten Vaterlandes betätigt. Und daß wir gerade in unserem Halleschen Verbands diesen Gegenstand noch einmal behandeln wollen, ist sicherlich auch insofern sachlich begründet, als der Stoff, der uns noch fehlt, gerade im Arbeitsgebiet des Verbandes in beträchtlichen Mengen natürlich vorkommt; freilich bei weitem nicht konzentriert genug für eine mühelose Beschaffung, nicht so, daß Sie ein rosenrotes optimistisches Bild von mir erwarten können, aber wenn wir jetzt nicht lernen, den Kampf mit allen Schwierigkeiten aufzunehmen, dann brauchen wir es überhaupt nicht mehr zu lernen.

Wir wollen anknüpfen an die damaligen Ausführungen Geheimrat Wohltmanns. Von Liebig stammt das Gesetz des Minimums der zur Volldüngung gehörenden Stoffe, und es besagt: Stickstoff, Kali, Kalk und Phosphor sind notwendig. Aber diese Stoffe kommen erst dann wirklich zur Geltung, wenn sie alle in gewissen proportionalen Mengen im Boden vorhanden sind. Und einer dieser Stoffe, eben der Phosphor, ist kaum noch in genügenden Mengen zu beschaffen, und was beschafft wird, ist so teuer, daß es kein Mensch kauft. Der Phosphorsäurebedarf der Pflanzen ist uns ja bekannt. Für ihre Ernährung kommen nur die neutralen oder basischen orthophosphorsäuren Salze als Nährstoffe in Frage. Alle niedriger oxydierten Phosphorverbindungen wirken

1) Vortrag, gehalten am 13. November 1920 auf der Jahresversammlung in Halle a. S.