Aride Erzanreicherung und die Entstehung des Kupferschiefers[1]).

Von Hermann Harrassowitz (Gießen).

Noch immer erscheint die Herkunft der Metalle des deutschen Kupferschiefers unklar und mannigfache Erörterungen haben in der letzten Zeit darüber stattgefunden. Die Hauptschwierigkeit liegt zunächst nicht in dem Auftreten der Metalle an sich; wir haben ja vergleichbare Bildungen in der kupferführenden Bleiglanzbank des Keupers vor uns. Viel mühsamer scheint es, die Mengen zu erklären, da wir scheinbar in der Nachbarschaft des deutschen Kupferschiefermeeres keine so großen primären Kupferlagerstätten besitzen, die die ursprünglichen 3—5 Millionen Tonnen Kupfer geliefert haben könnten.

Die Lösung der Fragen ist zumeist und gerade noch in neuerer Zeit aus örtlichen Umständen versucht worden. Mir scheint es umgekehrt wichtig, die örtlichen Beziehungen als erst in zweiter Linie in Frage kommend zu betrachten und die regionalen Verhältnisse der ganzen Permzeit in den Vordergrund zu stellen.

Kein örtliches Problem liegt vor. Es treten hier Fragen an uns heran, die auch für andere Gegenden zu beantworten sind. Das Problem liegt nicht in der Anreicherung des deutschen Kupferschiefers. Es handelt sich auch nicht um eine deutsche Kupferprovinz, sondern um die Tatsache, daß wir von einer permotriadischen Kupferzeit sprechen können, die sich über große Teile der Erde erstreckt.

Wir werden uns im folgenden zunächst mit der Feststellung der permotriadischen Kupferprovinz zu befassen haben. Danach wird die Frage gestellt, ob sich die Kupferführung des Perms mit irgendwelchen Eigenschaften dieser Zeit in Verbindung bringen läßt. Da das aride Klima die Permzeit bezeichnet, liegt es nahe, einen Zusammenhang zwischen der Erzanreicherung und dem Klima anzunehmen.

Die permotriadische Kupferzeit.

Schon in Deutschland finden sich Kupfererze außerhalb des Kupferschieferhorizontes in den verschiedensten Gliedern des Zechsteins. Ich erwähne die kupferschieferähnlichen

1) Nur der zweite Teil des 1920 gehaltenen Vortrages wird im folgenden wiedergegeben. Er konnte durch neuere Literatur erweitert werden, ohne daß sich an den Grundtatsachen dadurch etwas geändert hat. Der erste Teil „Permotriadische Grenzkarbonate“ wird voraussichtlich im N. Jahrbuch f. Min. etc., als Klima und Verwitterungsfragen, 3. Teil, erscheinen.

Bildungen im unteren Zechstein von Niederschlesien bei Goldberg, Konradswaldau, Hasel und anderen Orten, wo Kupfer in Mergelschiefern vorkommt. Am Ostrand der Rheinischen Masse ist die Kupferführung des oberen Zechsteins schon seit langem bekannt und von mir fast bis in die Gegend von Gießen verfolgt worden. Auf Helgoland finden sich in den roten Letten verschiedene Kupfererze (vgl. Dames: Sitz.-Ber. der preuß. Ak. d. Wiss. 1893, S. 1021—23, außerdem Krusch-Beyschlag-Vogt, die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien Bd. II, S. 784—86). Im Rotliegenden ist mehrfach auf das Auftreten von Kupfererzen aufmerksam gemacht worden. Sie treten hier teils als Vererzungsmittel von Fossilresten oder in Schiefern und als Imprägnationen auf (vgl. z. B. Aus der Heimat, Bd. 30, S. 9—10, Erläuterungen zu den Blättern der geolog. Spez.-Karte v. Preußen, Blatt Langenbielau S. 112, Neurode, S. 84, 90, Rudolfswaldau, S 87). Auch in der Trias sind entsprechende Erzablagerungen bekannt. Einwandfrei werden die Bleiglanz-Bänke im Keuper und Muschelkalk als syngenetisch anerkannt. Der Buntsandstein zeigt, ganz abgesehen von Mechernich, an manchen Stellen Kupferführung.

Außerhalb von Deutschland sehen wir Spuren der permischen Kupferzeit in vielen Gegenden. Der Kupfersandstein Rußlands ist allgemein bekannt und wir finden dazu vergleichbare Bildungen am Donetz, in Slavonien und in den Alpen (vgl. Ztschr. f. pr. Geologie, 1917, S. 165). Nordamerika besitzt verschiedene bekannte Lagerstätten. In den permischen Red Beds von Oklahama ist Kupferglanz, der auch Silber und Gold führt, schon seit langem bekannt. Texas zeigt mehrere Kupferhorizonte in Mergel und Schiefern, vielfach auch als Versteinerungsmittel von Holzresten. Ganz ähnlich sind die Ablagerungen von Neuschottland, wo es sich hauptsächlich um Sande handelt (Literatur: vgl. Krusch-Beyschlag-Vogt, Bd. II, S. 787—88, Stelzner-Bergeat, Erzlagerstätten, S. 417). In diesem Zusammenhang sei auf die Silberlagerstätten von Silver Reef in Utah hingewiesen, wo in mächtigen roten und weißen, wohl triadischen Sandsteinen Kupfer- und vor allen Dingen Silbererze vorkommen. Auch aus Neu-Mexiko sind kupfererzführende triadische Sandsteine beschrieben worden (vgl. Stelzner-Bergeat, Erzlagerstätten, S. 434—436). Sehr auffällig ist es, wenn Koken bei der Beschreibung des indischen Lavender Clay (vgl. Centralbl. 1904, S. 106) ebenfalls eine Kupferführung hervorhebt. Die untere Trias Australiens besitzt kupferführende Tuffe (vgl. N. J. f. Min. 1908, Bd. II, Tafel VI, Transact. Roy. Soc. New. South Wales, Bd. 33, 1900, S. 154—59).

An diese Vorkommnisse könnte man noch weitere reihen, bei denen es auffällig ist, daß die Kupferführung sich besonders an andere rote Sedimente, wenn auch nicht permischen oder triadischen Alters, knüpft. So sind aus dem Katanga-Gebiet oder Coro-Coro in Bolivia ganz entsprechende Ablagerungen beschrieben worden.

Das Gemeinsame aller permotriadischen Kupferbildungen besteht darin, daß die Genesis umstritten ist. Nur für ganz wenige herrscht Einheitlichkeit der Auffassung, wie z. B. die Bleiglanz-Bank des mittleren Keupers in Süddeutschland, die bei ihrem ausgesprochenen schichtigen Charakter und ihrer weiten Erstreckung unmöglich durch nachträgliche Imprägnation erklärt werden kann. Für manche der Lagerstätten ergibt sich zweifellos, daß die Kupfererze nicht mehr in primärer Form vor uns liegen und z. T. weitgehend gewandert sind. Trotzdem glaube ich in dem sekundären Charakter keine Schwierigkeit für die Lösung des allgemeinen Problems zu finden, da Kupferverbindungen bekannterweise eine sehr große Beweglichkeit und Umwandlungsfähigkeit besitzen. Man kann daher nicht erwarten, daß sie noch in primärer Form auftreten. Sie können jetzt ganz sekundär vorliegen und doch den Sedimenten eigentümlich sein. Sie sind jetzt nicht mehr syngenetisch, aber immer noch synchron.

Wir haben nun die Frage zu erörtern, ob in dem Zusammenhang der Kupferführung mit permotriadischen Sedimenten nur ein äußerer Zufall obwaltet, oder ob ein innerer Zusammenhang vorliegt.

Wenn wir der Frage näher treten wollen, müssen wir zunächst untersuchen, welches die wichtigste anorganische Eigenheit der Permformation ist, und dann, ob es möglich ist, eine Beziehung festzustellen.

Das aride Klima des Perm.

Das Perm ist zusammen mit der Trias[1]) eine Zeit ausgesprochendsten Landklimas. Über weite Teile der Erde können wir dies verfolgen. Arides Klima hat geherrscht, rote[2]) Schuttgesteine, Salz und Gips sind uns in weitester Verbreitung bekannt. (Eine Zusammenfassung der Merkmale findet sich im Abschnitt „Perm“ des im Druck befindlichen Handbuches der Geologie, herausgegeben von W. Salomon.) Besonders hervorheben möchte ich nur die permotriadischen Grenzkarbonate,

1) Die Trias, für die ähnliche Klimaverhältnisse gelten, lasse ich im folgenden unberücksichtigt.

2) Die rote Farbe der Gesteine beweist an sich natürlich nichts.

die Oberflächen-Verkalkungen, -Dolomitisierungen, -Verkieselungen, die sich vom Oberrotliegenden an bis in die Trias auf deutschem Festland entwickelten, während an anderen Stellen Deutschlands schon die marinen oder halbariden Sedimente des Zechsteins und Buntsandsteins abgelagert wurden. Schon in meinem Vortrag vor dem Niederrheinisch-geologischen Verein im Frühjahr 1920 habe ich darauf hingewiesen, daß es sich hier um einen Schichtenkomplex handelt, bei dem die Gleichheit der Vorgänge für zeitliche Gleichheit gehalten worden ist. (Wird im N. J. f. Min. als „Klima und Verwitterungsfragen", 3. Teil, voraussichtlich erscheinen; vgl. auch die darauf bezüglichen Bemerkungen von E. Kaiser, Ztschr. d. D. Geol. Ges., 1920, M.-Ber. S. 73 ff.) Das aride Klima hat auch dem Kupferschiefermeer seine Eigenheiten aufgeprägt. Der schon oft zitierte Vergleich mit dem Schwarzen Meer ist ja nur dadurch möglich, daß dieses Binnenmeer selbst im Bereich ariden Klimas liegt. Der Abschluß des Kupferschiefermeeres unter dem Trockenklima ermöglichte allein, daß sich die Metalle ungestört anhäufen konnten.

Können wir nun aus der Jetztzeit belegen, daß unter aridem Klima eine Anreicherung von Kupfererz stattfindet?

Aride Anreicherungen in Erzlagerstätten.

Es ist bekannt, daß unter aridem Klima ganz allgemein in der Verwitterungszone Anreicherungen stattfinden Es herrscht starke Verdunstung, und die Verwitterungslösungen nehmen daher im Boden vielfach keine absteigende, sondern eine aufsteigende Richtung an. In Zeiten von Niederschlägen, mögen sie auch noch so selten sein, ist natürlich das Absteigen, wenigstens auf kurze Zeit, vorherrschend. Bald tritt aber Verdunstung ein und oberflächlich fallen die gelösten Stoffe aus. Daher sind die Böden unter aridem Klima reich an Nährstoffen. Es ist damit theoretisch klar und im einzelnen tatsächlich zu belegen, daß auch bei Verwitterung von Erzlagerstätten Einflüsse des oberflächlich anreichernden Klimas zu finden sein müssen. Ich gebe im folgenden nur das Beobachtungsmaterial wieder, ohne mich auf die einzelnen Ursachen[1]) einzulassen;

1) Es sei hier nur angedeutet, daß die starke Verdunstung, die geringe Menge der Niederschläge, oberflächliches Aufsteigen und der alkalische Charakter der Verwitterungslösungen, der niedere Grundwasserstand eine besondere Rolle spielen. Z. T. liegen oberflächlich physikalisch-chemische Eigenheiten vor, wie sie eigentlich für Zementationsvorgänge der Tiefe bezeichnend sind.

dies wird an anderer Stelle erfolgen. Ich gebe daher hier auch nur die leicht zugängliche Literatur an.

Die durch Verwitterung entstandenen sekundären Teufenunterschiede von Erzlagerstätten zeigen die Einflüsse des Trockenklimas wesentlich in zwei Richtungen. Zunächst handelt es sich um das Auftreten von leicht löslichen Verbindungen. In der Oxydationszone finden wir z. B. auf Blei-Silber-Gängen Chiles (vgl. Stelzner-Bergeat, Die Erzlagerstätten, Seite 550) eine Menge auffälliger Mineralien, wie Gips, Chlornatrium, Jodnatrium, Salpeter, Tonerde-Sulfate. Alle die Genannten stellen leicht lösliche Verbindungen dar, wie sie im Eisernen Hut unter humidem Klima fast unmöglich sind. Auch die Metalle selbst kommen in leichter angreifbaren Verbindungen vor. Schon 1894 machte Penrose (Journ. of Geol. 1894, S. 314—16) darauf aufmerksam, daß in den ariden Gebieten zwischen den Rocky Mountains und der Sierra Nevada, in Teilen von Mexiko, Chile, Peru, Silber-Chlorid eines der wichtigsten Erze darstellt, das seine Anreicherung nur dem herrschenden Klima verdankt. In der Oxydationszone der chilenischen Wüste Atakama finden sich eine Menge bezeichnender Verbindungen, die unter humidem Klima nicht erhaltungsfähig sind (vgl. Stelzner-Bergeat, Die Erzlagerstätten, S. 545—46). Ich nenne nur das neutrale Ferrisalz Coquimbit $(SO_4)_3 Fe_2 . 9 H_2O$ und das basische Ferrisalz Copiapit $(SO_4)_4 Fe_2 H_2 . (SO_6) Fe_2 . 18 H_2O$. Im nördlichen Chile findet sich Kupfervitriol in größeren Mengen und bis zu nicht unerheblicher Teufe neben verschiedenen Ferrisulfaten in der Oxydationszone über Kupferkies. Atakamit $Cu (OH) Cl . Cu (OH)_2$ findet sich oberflächlich in 7—100 m Teufe in Chile und Südaustralien, also ebenfalls in ariden Gebieten (vgl. Krusch-Beyschlag-Vogt, Bd. II, S. 340, Stelzner-Bergeat, Die Erzlagerstätten, Seite 548). Von weiteren Angaben möchte ich hier absehen; sie dürften genügen, um zu belegen, daß allgemein leichtlösliche Metallverbindungen an der Oberfläche oder in gewisser Teufe vorkommen, die unter humiden Bedingungen kaum vorhanden sind.

Neben diese Beobachtung tritt die weitere, daß Metallverbindungen an oder nahe der Oberfläche ariden Gebietes besonders angereichert werden. Vielfach werden es die leichtlöslichen Verbindungen sein, aber z. T. sind es auch schwer angreifbare, die sich dann zumeist in einer bestimmten Teufe befinden. Fast kann man grundsätzlich sagen, daß die reichen Zementationszonen, wie sie aus zahllosen Gegenden der Welt, besonders aber aus Chile und Mexiko bekannt sind, mit dem ariden Klima zusammenhängen. Krusch

gibt in Bd. I, S. 227 (Krusch-Beyschlag-Vogt) eine Reihe altberühmter reicher Silber- und Kupfer-Erzlagerstätten von Bolivia, Peru, Chile, Mexiko, Montana, Arizona, Nevada und Neusüdwales an. Sie verdanken ihren Ruf hauptsächlich den Anreicherungen in der Zementationszone und liegen sämtlich unter aridem Klima[1]) Eine Durchsicht der Literatur ergibt noch weitere Beispiele (s. u.).

Sehr wichtig ist, daß die Konzentrationen sich vielfach über primären Lagerstätten befinden, die selbst nicht bauwürdig sind. Der Zusammenhalt des chemisch gelösten Materials und das Auftreten von Ortsfällungen bewirkt unter den ariden Bedingungen, daß das primär nur in geringer Menge vorhandene Metall sich oberflächlich immer mehr konzentriert. So konnte z. B. eine berühmte Lagerstätte entstehen, wie Burra-Burra, die mit 50000 Tonnen Kupfer schon einen erheblichen Bruchteil des Cu des deutschen unteren Perms darstellt.

Die ariden Anreicherungen von Kupferverbindungen.

Schon im vorhergehenden sind die Beispiele hauptsächlich Kupfer- und Silber-Verbindungen entlehnt worden, und in der Tat ergibt sich, dass unter Trockenklima vorzugsweise Silber und Kupfer angehäuft wird. Obgleich dies in der Literatur an mehreren Stellen klar ausgesprochen ist, und einige Autoren das aride Klima zur Begründung unmittelbar heranziehen, ist die Gesamttatsache in ihrer Bedeutung doch unerkannt geblieben.

Schon van Hise gibt in seinem Treatise on Metamorphism (1904, S. 1159) in voller Deutlichkeit an, daß sich die oxydischen Kupfererze in ariden Gebieten ausgedehnt anhäufen. Auch Penrose (Journ. of Geol., 1894, S. 299—300) hob die Anreicherung von Kupfererzen zu großer Mächtigkeit unter diesen Umständen ebenfalls hervor. Indem ich von anderen Literaturstellen ganz absehe, weise ich nur darauf hin, daß auch Krusch-Beyschlag-Vogt, Bd. II, S. 339 von den bedeutenden Mengen oxydischer Kupfererze sprechen, die sich in Südwestafrika, Katanga, Südaustralien, Arizona, Chile, also ariden Gebieten, gerade an der Oberfläche stark anreichern. Range (Geologie des deutschen Namalandes, Berlin 1912) erklärt auffallende Anreicherungen karbonatischer Kupfererze über armen primären Zonen durch das kapillare Aufsteigen und Verdunsten des Wassers. Henglein bringt das Auf-

1) Für sämtliche Fundorte — hier und überhaupt genannt — ist dies im einzelnen an der Hand von Klimakarten nachgeprüft worden.

treten von Dioptas SiO_4 Cu H_2 in Arizona, Peru, Chile, Ural und den Hauptfundorten Kongo, Südwestafrika, Kirgisensteppe mit dem ariden Klima in Verbindung (Z. f. pr. Geol., 29, 1921, Seite 56).

Am deutlichsten hat sich in neuerer Zeit Guillemain (Ztschr. f. pr. Geologie, 1913, S. 320 ff.) über die klimatische Anreicherung von Kupfererzen im Ausgehenden von Lagerstätten geäußert. Er hat in Katanga eine Reihe Beobachtungen angestellt, wo, wie bekannt, durch die oberflächlichen Anhäufungen ein großer Erzreichtum vorgetäuscht wurde. Allerdings war ihm nicht klar, daß es sich um arides Klima handele, und er wollte mit den Anreicherungen lateritische Eisenerze vergleichen. Wenn der Vergleich also in seiner Gesamtheit auch nicht richtig ist, so stimmt er doch zunächst insofern, als die Konzentration des Eisens in Lateritgebieten durch aride Vorgänge bedingt wird, die sich wenigstens in einem Teil des Jahres äußern.

Aus den angeführten Beispielen ergibt sich ganz klar, daß unter aridem Klima neben Silber vor allen Dingen Kupfer oberflächlich angereichert wird. Die primären Lagerstätten sind arm und unbauwürdig und trotzdem kann sich über ihnen eine nutzbare Ablagerung[1]) durch lange Dauer der Verwitterung anhäufen. In mancher Beziehung kann man sagen, daß das Kupfer im ariden Klima die Rolle spielt, die unter humiden Bedingungen dem Eisen zufällt. So ist bezeichnend, wie noch neuerdings die Untersuchungen von Schneiderhöhn (Metall und Erz, 1921, 229) wieder belegt haben, daß Kupferverbindungen als Karsterze auftreten, die man unter humiden Bedingungen doch sonst nur bei Eisen- und Manganverbindungen gewöhnt ist.

Unter diesen Umständen erscheint es ohne weiteres verständlich, daß in ariden Sedimenten Kupfer häufiger vorkommt. Wenn in der Permzeit arides Klima herrschte und Kupferverbindungen gerade diese Formation auszeichnen, so dürfte der oben vermutete Zusammenhang damit bewiesen sein. Auf eines muß dabei nochmals mit besonderer Schärfe hingewiesen werden: die Anreicherung kann über ganz armen und unbauwürdigen Lagerstätten erfolgen, wenn aber durch irgendwelche Umstände eine vollständige Zerstörung und Auslaugung der oberflächlichen Anreicherungszone stattfindet, ist später keine Spur mehr davon zu erkennen.

Ändert sich ein arides Klima in ein humides, dann wer-

---

1) Teils unmittelbar unter der Oberfläche, oder erst unter einer oberflächlichen Auslaugungszone.

den die oberflächlich angehäuften Kupferverbindungen zu einem großen Teil hinweggeführt. Sie werden in die Flüsse gelangen und schließlich in das Meer. Liegt ein Binnenmeer vor, das von der Verbindung mit dem Ozean abgeschnitten ist, so werden sich darin die Metallverbindungen anhäufen.

Der Metallgehalt des Kupferschiefers als arides Produkt.

Mit den bisherigen Erörterungen haben wir die Grundlage für eine Betrachtung der Kupferschieferzeit gewonnen. Das Klima des Oberrotliegenden und des ganzen Perms ist ein arides, worauf in verschiedenen früheren Arbeiten hingewiesen wurde. Wenn in Deutschland überhaupt primäre Kupfererze vorkommen — das ist ja bekannterweise der Fall — so mußten sie damals oberflächlich angereichert worden sein. Mit der Ingression des Zechsteinmeeres ist ziemlich sicher eine Niederschlagsvergrößerung automatisch anzunehmen, zumal in der ersten Zeit, als noch freie Kommunikation mit dem Ozean herrschte. Ähnliches bewirkte das Mittelmeer, das in den Steppen- und Wüstengürtel der subtropischen Zone Südeuropas niederschlagsvergrößernd eingedrungen ist (vgl. Harrassowitz, Die Klimate und ihre geologische Bedeutung, Bericht d. Oberh. Ges. f. Natur- und Heilk. zu Gießen, N. F., naturw. Abt. Bd. VII, 1916—19, S. 230). Die Niederschläge, die sich nun einstellen, werden die oberflächlichen Kupferverbindungen ausgelaugt haben und konnten sie schließlich in das Binnenmeer hineinführen, wo sie durch den Schwefelwasserstoff der faulenden Organismen oder die Bakterien ausgefällt wurden. Daher konnten sich reichere Kupfererze nur zu Anfang der Formation bilden.

Von manchen Autoren wird in der Menge der Kupfererze eine erhebliche Schwierigkeit gefunden. Im Zusammenhang mit den obigen Darlegungen muß aber erneut betont werden, daß gerade das Wesen arider Vorgänge darin besteht, daß nur in geringer Menge vorkommende Massen stark angereichert werden. Eine große Menge von Gesteinen ist in der vorhergehenden Zeit durch mechanische Verwitterung zerstört worden. Ganze Granit-Lakolithe sind doch schon in der Permzeit bis auf den kristallinen Kern abgetragen worden. Bei derartig großen aufbereiteten Gesteinsmengen kann eine grundsätzliche Schwierigkeit in der Anreicherung des Kupfers nicht gefunden werden. Das Kupferschiefermeer ist das große Zementationsbecken, das alle Abgänge aufgenommen hat.

Die horizontalen Metallverschiebungen im Kupferschiefer.

Der Klimawechsel, der sich zu Beginn des Zechsteins einstellt, wird nicht so gewesen sein, daß nun ein dauernd feuchtes Klima herrschte. Vielmehr werden sich wohl nur periodische Regenzeiten eingeschoben haben. Periodisch werden Flüsse vorhanden gewesen und periodisch werden sie wieder zum Austrocknen gekommen sein. Vielleicht läßt sich auf diese Weise eine Erklärung für die Annahme Pompeckjs finden (Branca-Festschrift, 1914, S. 480), daß die Kupferschiefer-Fische (vielleicht mit Ausnahme der Selachier) eine in das Kupferschieferbecken gedrängte Süßwasser-Fauna darstellen.

Ein periodisches Eintrocknen wird sich auch im Meer bemerkbar gemacht haben und randliche Teile werden freigelegt worden sein. Es müssen dann Vorgänge eingetreten sein, wie sie uns Högbom (Bull. Geol. Inst. Upsala Bd. 18, S. 240 ff.) aus dem trockenen Sommer 1914 von schwedischen Seen berichtet. Der Grundwasserstand und das Wasserniveau ist gesunken, die eisenreichen Schlammböden der Niederungen und Strandgebiete kommen in den Bereich der Verwitterung. Da sie reich an Sulfiden sind, bilden sich Sulfate. Bei eintretenden Regenzeiten werden diese Sulfate dann zentralen Teilen zugeführt, wo sie den Tod von Fischen durch Ausfällung von Humusverbindungen verursachen können. Auf diese Weise wird eine randliche Verarmung des Schlammes an Metall und Karbonat eintreten und eine Anreicherung in mittleren Gebieten stattfinden. Mit Hilfe dieser schwedischen Beobachtungen könnte man die auffallenden Unterschiede des erzarmen Lettens mancher Gebiete gegen den bituminösen erzreichen Mergelschiefer des Zentrums gut erklären. Zu verstehen ist es auch, wenn randlich das Silber eher erhalten bleibt als das zu Metallverschiebungen im Allgemeinen mehr geneigte Kupfer.

Noch etwas anderes läßt sich auf diese Weise erklären. Krusch[1]) betrachtet bekannter Weise sämtliche Erze des Kupferschiefers als sekundär entstanden, sodaß man aus ihnen allein auf den primären Charakter nicht mehr zurückschließen kann. Schneiderhöhn (N. J. Beil.-Bd. 47, S. 22—23) spricht nur den Kupferglanz als sekundär an. Wie dem auch sei, es tritt aus diesen Vermutungen heraus, daß das Kupferschiefermeer als zu einer Zementationszone gehörig zu betrachten ist. Pompeckj (Z. d. D. Geol. Ges. Mon.-Ber. 1920, S. 335) wies auf Grund der marinen Bedingungen schon auf ähnliches hin. Oben haben

1) Vergl. bes. Centralbl. f. Min. Geol. Pal. 1923 S. 65 - 69.

wir festgestellt, daß die Erzanreicherung ganz allgemein Veranlassung gibt, einen Vergleich mit einem Zementationsgebiet zu ziehen. Der Vergleich mit den schwedischen Erscheinungen bietet dann eine vollständige Parallele. Die randlichen Teile des Kupferschiefers stellen eine arme Oxydationszone dar, während im Innern die Anreicherung, die Zementation stattgefunden hat. Es liegen keine sekundären Teufenunterschiede, sondern horizontale Unterschiede vor, Zementations- und Oxydationszonen liegen nicht übereinander, sondern nebeneinander.

Zusammenfassung.

Die ariden Sedimente der Perm- und Triaszeit sind weithin auf der Erde durch Kupferführung gekennzeichnet. Erzlagerstätten, die unter aridem Klima liegen, zeigen — mögen sie primär auch unbauwürdig sein —, oberflächlich eine starke Anreicherung des Metallgehaltes und ganz besonders von Cu und Ag. Damit wird der Zusammenhang des ariden Perm mit der Kupferführung verständlich.

Der Erzgehalt des deutschen Kupferschiefers stammt von den umgebenden Festländern und war auf diesen durch die lange aride Verwitterung vorhergehender Zeiten angehäuft worden. Vorübergehendes Auftreten stärkerer Niederschläge konzentrierte das Material in das Binnenmeer, das so ein bezeichnendes arides Anreicherungsgebiet darstellt. Die jetzt zu beobachtenden Unterschiede im Metallgehalt des Kupferschiefers lassen sich durch randliches Eintrocknen, Umwandlung der Sulfide in lösliche Sulfate und Transport in das Innere erklären, wie durch Beobachtungen an schwedischen Seen nahegelegt wird.

Spuren der niederrheinischen Braunkohlenformation im nördlichen Lothringen.

Von

G. Steinmann (Bonn).

Buvignier beschreibt in seiner „Statistique géologique de la Meuse“ (1852) auf S. 191 und 207 eine besondere Art seines Bradford-clay aus der Gegend von Sorbey, Arrancy, Rouvrois und St. Pierre-Villers, im S. und SO. von Longuyon. Dort finden sich in großer Zahl harte, graue oder rötliche Quarzblöcke von Eigröße bis zu einer Größe von 2 cbm, eingebettet in einen grauen Ton oder auf solchem an der Ober-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande

Jahr/Year: 1925

Band/Volume: 78-79

Autor(en)/Author(s): Harrassowitz Hermann L. F.

Artikel/Article: Aride Erzanreicherung und die Entstehung des Kupferschiefers. C022-C031