Briefliche Mitteilungen.

8. Kupferschiefer und Kupferschiefermeer.

Von Herrn J. F. POMPECKJ.

In erster Linie waren es paläogeographische und paläobionomische Ziele, welche ich vor sechs Jahren bei der Erörterung der Art des Kupferschiefermeeres verfolgte (s. BRANCA-Festschrift, S. 444—494; 1914). Das bituminöse Gestein, der eigenartige Fossilinhalt mit der auffallenden Armut an marinem Benthos, der Gehalt an sulfidischen Erzen, deren Ausscheidung ich als dem Gestein syngenetisch auffasse, zwangen mich zu dem Schluß: Die durch den Kupferschiefer ausgedrückte Phase unseres mit dem Zechsteinkonglomerat einsetzenden Zechsteinmeeres war beherrscht von Bedingungen, wie sie jetzt dem Pontus eigen sind. An dieser Deutung habe ich auch nach den neueren Ausführungen von JOH. WALTHER¹⁾ nichts zu ändern.

¹⁾ An den Ufern des Pontus hat WALTHER (Jahrb. d. Halle-schen Verb. f. d. Erforsch. d. mitteld. Bodensch. 1919, S. 33—40) Schlamm gefunden, der „nicht die geringste Ähnlichkeit“ mit dem Kupferschiefer hat. Das ist selbstverständlich und beweist nichts gegen den Kupferschiefer als das Sediment eines „schwarzen“ Meeres. Der Kupferschiefer ist eben keine Uferablagerung, und die Ufersedimente des Pontus sind eben petrographisch wie bionomisch ganz andere als die seiner durch H₂S vergifteten Tiefenregionen. In dem, was WALTHER sonst über den Bildungsraum des Kupferschiefers sagt, vermissem ich die Folgerichtigkeit. Er spricht jetzt vom „Kupferschiefersee“ aber auch von „mit Meerwasser gefüllten Flußrinnen“. Die Vorstellung, eine „kurze Regenperiode“ schwemmt den Verwitterungsschutt der Rotliegenden mit „halbverdorrtten Gewächsen aus Trockentälern“ in flacher Senke zu „dünnem, schlammigem Brei“ zusammen, läßt sich schlechterdings mit dem über weite Strecken gleichbleibenden, schwarzen Gestein des Kupferschiefers und mit seiner Verbreitung nicht in Einklang bringen. Daß die Meerestiere des Kupferschiefers nur in einzelnen Rinnen und seeartigen Erweiterungen von Trockentälern gelebt hätten, ist z. B. aus dem angezogenen Profil bei Eppichnellen nicht zu entnehmen. Wenn man, wie WALTHER richtig fordert, den Kupferschiefer „in seinem natürlichen Schichtenverbande“ beurteilt, so bedeutet er nach seinen, wenn auch spärlichen, Meerestieren keinen See sondern ein Meer, das nach der niederschlagsärmeren Periode des Rotliegenden mit der Zeit des Zechsteinkonglomerates einsetzt und dem durch eine Phase größeren Niederschlagsreichtums (nicht

Es ist mir nun eine große Genugtuung, daß Herr BEYNSCHLAG in seinem Vortrage „Zur Frage der Entstehung des Kupferschiefers“ (d. Monatsber. S. 318²) mit seinen reichen Erfahrungen auf den Gebieten der Lagerstättenforschung dem Grundgedanken meiner Ausführungen zustimmt — insofern, als auch er den Kupferschiefer als ein „fossiles schwarzes Meer“ auffaßt und insofern, als er wenigstens eines seiner Metallsulfide, den Schwefelkies, als syngenetisch anerkennt. Der Parallele mit Alaunschiefen, deren Entstehungsbedingungen wie diejenigen des liasischen Posidonomyenschiefers denen des Kupferschiefers in vielem gleichen, möchte ich meinerseits vollkommen beipflichten.

In bezug auf die Kupfersulfide gehen unsere Anschauungen allerdings auseinander. BEYNSCHLAG hat uns mit der Fülle seiner Gründe für die im Gefolge aszendenter³) Lösungen sich abspielende Epigenese dieser Erze, deren

durch einzelne „stürmisch herabstürzende Fluten“ bei weitgehender Abschnürung seines Raumes vom übrigen Zechsteinmeere der Charakter eines „schwarzen“ Meeres aufgeprägt wurde. Bei folgender freierer Kommunikation, verminderter Niederschlagsmenge und geringerem Zufluß von Landwässern wurden in dem gleichen Meeresraume die Bedingungen für die Ausscheidung des Zechsteinkalkes unter reichlicher Oxydation gelöster Stoffe gegeben.

²) und: „Die Erzführung des Kupferschiefers“, Zeitschr. f. prakt. Geologie 1921, Heft 1.

³) (Zusatz während des Druckes.) Herr BEYNSCHLAG war so liebenswürdig, mir einen Korrekturabzug seines in der Zeitschr. f. prakt. Geologie 1921, Heft 1, erscheinenden Aufsatzes zur Verfügung zu stellen. Ich sage hiefür meinen herzlichsten Dank! Wie ich diesem Aufsatz entnehme (dessen Inhalt Herr BEYNSCHLAG auch in der Dezembersitzung unserer Gesellschaft vortrug, dessen Wortlaut mir jedoch während der Niederschrift des Obigen nicht mehr so völlig in Erinnerung war), wird Aszendenz nur für einen Teil der Kupfersulfide, für den Kupferkies, in Anspruch genommen. Die Entstehung der Reichsulfide wird auf spätere Deszendenz zurückgeführt.

Die Beladung des Kupferschiefers mit Sulfiden überhaupt soll sich nach BEYNSCHLAG dann also in drei Phasen abgespielt haben:

1. Durch Syngeneese: Eisensulfid.
2. Durch frühzeitige Epigenese im Gefolge von Aszendenz: Kupferkies. Kupferlösungen passierten die vielleicht schon vor Ablagerung der Hauptsalzfolgen, also noch im Perm, aufgerissenen Rücken, wurden vom Schiefer adsorbiert und ergaben metasomatisch mit Eisensulfid den Kupferkies. (Hierbei brauchte das Bitumen dann evtl. keine reduzierende Wirkung ausgeübt zu haben, da die Kupferlösungen ja auch schon als sulfidische aufgestiegen sein könnten.)
3. Durch spätere Epigenese im Gefolge von Deszendenz: Buntkupfererz, Kupferglanz. Nach ge-

Charakter als Zementationserze seit langem von KRÜSCH betont worden ist, vertraut gemacht. Ich messe allen diesen aus dem Befund der Erzführung und aus den Ergebnissen der Lagerstättenforschung gewonnenen Gründen große Kraft bei und ich gestehe es gerne ein, daß die Bilder von der Form, von der Art der Vergesellschaftung dieser Erze, von dem teilweisen Ersatz des Kupferkieses durch Reichsulfide des Kupfers, von dem Kreuzen feiner Erzfäden und -trümchen durch die Schichtungen (oder Schieferung?) des Gesteins, so wie sie jetzt mit Hilfe des metallographischen Mikroskops in riesiger Vergrößerung und köstlicher Klarheit gewonnen werden können⁴⁾, durchaus

birgsbildenden Bewegungen, evtl. erst im Tertiär, wurde das nun zutage Ausgehende des Kupferschiefers dem Einfluß von Tagwässern ausgesetzt. Der Kupferkies wurde in Form saurer Lösung in die Tiefe, in den Bereich der Zementationszone, geführt, benutzte abermals die evtl. wieder aufgerissenen Rücken, wurde in dem Kupferschiefer (in dem nun unter hohem Druck stehenden, längst verfestigten Gestein mit sehr geringem Porenvolumen) adsorbiert, durch das Bitumen reduziert und ergab in zweiter Metasomatose mit den im Kupferschiefer vorgefundenen Erzen die Reichsulfide des Kupfers. Als Beweis für diesen dritten Vorgang wird das in großer Tiefe, im Felde des Clothildenschachtes beobachtete Vorkommen von Kupferlasur herangezogen; dieses Karbonat soll unmittelbar der deszendierenden Lösung entstammen, nicht durch Karbonatisierung des im Flöz enthaltenen Kupfers entstanden sein. Ebenso werden „sekundäre“ Teufenunterschiede in der Reichsulfidführung zum Beweise herangezogen.

Die Möglichkeit dieser drei verschiedenen, das Ganze allerdings recht komplizierenden Vorgänge, wird von vornherein zugegeben werden müssen. Die Epigenetiker haben m. W. in diesem besonderen Falle nur die Begleit- und Folgeerscheinungen des dritten Prozesses nicht erörtert. Wenn die deszendenten, aus Kupferkies hervorgegangenen, vermutlich vorwiegend sulfatischen, weniger karbonatischen Lösungen im Flöz der Reduktion durch Bitumen ausgesetzt worden sind, dann könnte z. B. Schwefelsäure frei werden, deren Einwirkung auf die im Flöz enthaltenen Substanzen gezeigt werden müßte. Es hätte ja dabei gewiß CaSO_4 , wohl auch FeSO_4 entstehen können, weggeführt werden können (wohin?) und dadurch Platz für die Ausscheidungen von Kupfersulfid geschaffen werden können: es müßte auch ein Teil des Bitumens dabei zu CO_2 oxydiert worden sein, nebenher hätte aus evtl. karbonatischer Lösung CO_2 frei werden können. Es wäre wertvoll, die hiermit naturgemäß verbundenen Änderungen des Flözes durch vergleichende Untersuchung rücken- naher und rückenferner Teile desselben, z. B. in bezug auf den Gehalt an CaCO_3 , wirklich nachzuweisen.

⁴⁾ Herr SCHLOSSMACHER zeigte und erläuterte in der Sitzung der Deutsch. Geol. Ges. vom 3. Dezember 1920 eine Anzahl dieser außerordentlich lehrreichen Bilder.

den Eindruck posthumer Entstehung dieser Erze hervorrufen. Doch trotz dieser Befunde bleibt mir manches bei der Annahme epigenetischer Entstehung schwer verständlich.

Wie sind die größeren und kleineren „Erzlineale“, die in keinem Zusammenhang mit den „erzbringenden“ Rücken stehen, epigenetisch zu erklären? Für ihre Deutung als kleine posthume Lagergänge fehlt eben die Verbindung mit den Erzgängen. Ihre Lage im Gestein erweckt den Eindruck ursprünglich syngenetisch gleichsinniger Ablagerung mit ihrem werdenden Hüllgestein, dem Schiefer. Wenn kleine Erzlineale, kleinste flache Erzlinsen häufig von der Parallelgigkeit des Gesteins abweichen — meist um einen nur sehr geringen Betrag —, so könnte das doch wohl auch daher rühren, daß die heutigen Trennungsflächen in dem durch feine Flaserstruktur ausgezeichneten Kupferschiefer keine echten Schichtflächen sind, sondern Schieferungsflächen, welche nur unter kleinstem Winkel von den ursprünglichen Auflagerungsflächen im Gestein abweichen.

Die Erzüberzüge der Schuppenpanzer von Fischen kann ich nicht als Beweis für Epigenese anerkennen; sie sind m. E. um vieles einfacher syngenetisch nach Art der „Verkiesung“ von Versteinerungen in Tongesteinen zu erklären, die ja sehr häufig auch nur ein Überziehen oder Austapezieren z. B. von Schalen ist. Dem Bituminierungsprozeß unterworfenen organische Körper müssen die syngenetische Ausscheidung von Sulfiden erleichtert haben.

Wenn Epigenese die Kupfersulfide dem Schiefer zufügte, und wenn die mit dieser Epigenese verbundenen metasomatischen Vorgänge die Art der Vergesellschaftungen von Kupfersulfiden, den teilweisen Ersatz von Kupferkies durch Reichsulfide des Kupfers hervorriefen, warum ist dann der metasomatische Prozessen sonst so wenig Widerstand leistende Kalk — in den Hangendteilen des Kupferschieferflözes und im Zechsteinkalk — nicht zu einem metasomatischen Kupfererz geworden, oder wenigstens erzreicher geworden, als das die verhältnismäßig wenigen Erzhicken zeigen? Die als Erzbringer mittels aszendenter Lösungen in Anspruch genommenen Rücken reichen ja, wie BEYSCHLAG betont, stellenweise bis zum Gips hinauf, sie durchsetzen also jene Kalkmassen. Sollte die laterale Verbreitung der hier als aszendent angenommenen Lösungen wirklich nur durch reduzierende Kraft des Bitumens im Kupferschiefer ermöglicht worden sein, so daß nur aus diesem Grunde in den

bitumenreicheren Teil des Schiefers die Kupfererze in größerer Menge gelangten?

Warum ist, wenn azzendente Lösungen epigenetisch dem Gesteine den Kupferkiesgehalt aufprägten, im Liegenden des Schiefers — außer in der „Tresse“ und im Riechelsdorfer „Sanderz“ — in den sehr verschiedenartigen Gesteinen des Rotliegenden keine irgendwie merkliche Imprägnierung mit den Zementationserzen der Kupfersulfidgruppe vorgekommen? Ist das wirklich nur deshalb der Fall, weil im Rotliegenden das fällende und reduzierende Bitumen fehlt? Wären aber die auf Klüften azzendierenden Lösungen oxydisch, um reduziert werden zu müssen?

Im Mansfeldischen dürften, wie BEYSCHLAG sagt, die Gangspalten des Rotliegenden erzleer sein. Erst im Leimbacher Porphyry und dann im Harz (Lauterberg, Scharzfeld) sind Kupfererzgänge vorhanden, deren azzendente oder deszendente Natur schwer zu bestimmen sein dürfte. Diese Umstände erscheinen mir ebenso schwer mit der epigenetischen Entstehung des Kupferkieses im Flöz durch azzendente Erzlösung vereinbar, wie die Annahme, daß durch das Flöz gewissermaßen alles Erz, welches die Rücken passierte, verzehrt sein soll, so daß drunter und drüber im großen und ganzen recht wenig zur Ausscheidung kam.

Und ich muß weiter und wieder fragen: Ist es physikalisch möglich, daß in dem Kupferschiefergestein — nach Ablagerung mindestens doch eines Teiles der Salzfolgen, in welche ja die Rücken-Erzklüfte noch hineinragen, oder gar in einer sehr viel späteren Zeit —, daß in einem Gestein, welches dann auch schon zur Zeit der Entstehung der Rücken ein sehr geringes Porenvolumen besessen haben muß, dessen Poren zudem sicher noch von Bergfeuchte gefüllt waren, eine so weitgehende Zirkulation von Lösungen angenommen werden darf, daß in sehr beträchtlicher Entfernung von den Rücken Ausscheidungen des Gelösten stattfinden konnten? Gesteine mit geringem Porenvolumen von der Art der Tone, tonreicher Mergel und Schiefer, verhalten sich doch sonst gegen Lösungen, die auf Klüften durch sie hindurchgeführt werden, recht ablehnend, während Kalke ja sehr leicht metasomatischen Umsetzungen zum Opfer fallen⁵⁾.

⁵⁾ BEYSCHLAG gibt einige Fälle an, in denen Tongesteine nachträglich mit Erzen imprägniert sind. Soweit ich übersehe, handelt es sich dabei wohl zumeist um erheblich lockerere Ge-

Eine Klärung dieser Fragen erscheint mir noch wünschenswert, um die epigenetische Natur der Kupfersulfide, über deren gegenseitiges Verhalten wir BEYNSCHLAG und KRUSCH so vielen bedeutsamen Aufschluß verdanken, ganz überzeugend darzutun und um es zu erweisen, daß unter den physikalischen und chemischen Verhältnissen des Kupferschiefermeeres die syngenetische Ausscheidung der Kupfersulfide ausgeschlossen gewesen wäre.

Den vorstehenden Bemerkungen, die ich in der Diskussion zu dem Vortrage von Herrn BEYNSCHLAG äußerte, muß ich noch das folgende hinzufügen:

Die im Kupferschiefer vorhandenen Kupfersulfide — nach KRUSCH⁶⁾ insbesondere die Reichsulfide Buntkupfererz und Kupferglanz — sind als Zementationserze aufzufassen, sie sind also außerhalb der Oxydationszone — und die letzteren nach KRUSCH durch Umsetzungen aus Kupferkies — entstanden. Die Grenze zwischen Zementations- und Oxydations-Verwitterungszone wird in der festen Erdrinde im allgemeinen durch den Grundwasserspiegel bestimmt, wenn auch diese Grenzziehung in bezug auf Oxydations- und Zementationsvorgänge keine völlig scharfe ist. Die Wege azsenderer Lösungen sind der Zementationszone zuzurechnen, auch wenn sie über das Niveau des Grundwasserspiegels emporsteigen und wenn ihre Umgebung unter den Einflüssen der Oxydationszone steht; in solchen Lösungen wird normalerweise keine Oxydation stattfinden. Von den Wegen deszenderer, aus Tagwässern resultieren-

steine als den Kupferschiefer. Die auch herangezogene Ausscheidung konkretionärer Eisenerze in Tonlagern muß ich, soweit es sich dabei z. B. um Konkretionen von Eisenkarbonat handelt, für syngenetisch halten.

Auf der Lagerstätte Stadtberge sind nach BEYNSCHLAG die klüftigen Kulmkieselschiefer von Gängen aus mit Kupfersulfiden imprägniert. Dort ist dann also zweifellos ein an und für sich sehr dichtes, auch Bitumen enthaltendes Gestein durch Epigenese bei lateraler Ausbreitung der Lösungen erzführend geworden. Aber der Kulmkieselschiefer ist genetisch doch nicht dasselbe wie der Kupferschiefer. Und wenn in einer Erzprovinz viele Lagerstätten epigenetische sind, so ist damit das Vorkommen von syngenetischen doch nicht grundsätzlich ausgeschlossen. Treffen wandernde Lösungen, die an einer Stelle zur Bildung epigenetischer Erze führen, auf ihrem Wege ein Wasserbecken an, so kann doch dort bei sonst zutreffenden Bedingungen eine syngenetische Lagerstätte entstehen. Und in derselben Provinz können zu verschiedenen Zeiten unter wechselnden Verhältnissen verschiedenartige Lagerstätten entstehen.

⁶⁾ S. z. B. Zeitschr. f. prakt. Geologie 1919. Bd. 27. S. 81, 84.

der Lösungen tragen die oberen Teile selbstverständlich den Charakter der Oxydationszone, während die tieferen Teile, unterhalb der Verbrauchsgrenze des Sauerstoffs, mit den Charakteren der Zementationszone ausgestattet sind.

Man wendet m. W. die Begriffe Oxydations- und Zementationszone nur für die feste Erdrinde und in der Lagerstättenkunde dort an, wo ein Vorkommen direkt zu Tage ausgeht (KRUSCH). Es erscheint mir nun zweckmäßig, auch einmal die Meeresräume daraufhin zu prüfen, inwieweit sie etwa Parallelen zu den in den genannten beiden Zonen des Landes sich abspielenden chemischen Vorgängen darbieten.

Die Oberflächenschichten der Meere entsprechen ihrem ganzen chemischen Verhalten nach dem Bereich der Oxydationszone; sie sind ja auch nichts anderes als eine unmittelbare Sammelmasse von im weitesten Sinne des Wortes deszendente Lösungen. Ebenso verhalten sich auch alle diejenigen Meeresräume — gegebenenfalls bis zum Boden hin —, welche durch Konvektionsströme, deren einer Teil wieder deszendente Lösungen entspricht, mit zur Verfügung stehendem, ursprünglich atmosphärischem oder etwa von Organismen reichlicher geliefertem Sauerstoff durchlüftet werden.

Ist jedoch in einem Meeresraume die Durchlüftung mit Sauerstoff verhindert, und ist in einem solchen Raume die Oxydation unmöglich gemacht oder wenigstens praktisch ausgeschlossen, dann ist ein solcher Meeresteil in seinem chemischen Verhalten der im Bereich der festen Erdrinde unterschiedenen Zementationszone parallel zu stellen.

Im Schwarzen Meere, ebenso in den Pollern unterhalb der leichteren sauerstoffreichen Deckschicht süßeren Wassers, in den als Halistasen bezeichneten unteren Raumteilen mancher Meere herrscht durch Unterbindung der Sauerstoffzirkulation der Grundcharakter der Zementationszone. Das gleiche war im Kupferschiefermeere unterhalb seiner spezifisch leichteren Deckschicht und jenseits der dieser Deckschicht entsprechenden, von Sauerstoff durchlüfteten Randzone der Fall; denn sonst wäre in seinen Tiefen weder die Entstehung und Erhaltung von reichlichem Bitumen möglich gewesen, noch hätte das auch von BEYSLAG als syngenetisch anerkannte Eisensulfid ausgeschieden werden und erhalten bleiben können. Jedenfalls sind und waren hier wie dort die mit der Lebenstätigkeit von Schwefelbakterien verbundenen Oxydationsvorgänge

nicht so weitgehende, daß eine die Ausscheidung von Bitumen und Schwefelkies verhindernde Produktion von Sauerstoff in Betracht kommt.

Wenn ein Raum wie das Kupferschiefermeer oder in schärferer Begrenzung sein des freien, aktiven Sauerstoffs entbehrender Tiefenteil, der Zementationszone chemisch gleichzusetzen ist, dann wird bei entsprechender Stoffzufuhr auch aus der Salzlösung des Meereswassers die Ausscheidung von Zementationserzen möglich sein müssen — hier die Ausscheidung der letzten Endes aus den Eruptiven des Rotliegenden und nicht etwa, wie WALTHER meint, aus zerstörten Erzgängen herzuleitenden Kupfersulfide. Wenn der Schwefelkies, der ja doch auch kein Oxydationserz ist, als dem Kupferschiefergestein syngenetisch zugegeben wird, dann scheint mir die syngenetische Entstehung zunächst der ihm chemisch verwandten Erze Kupferkies und Buntkupfererz grundsätzlich nicht mehr abweisbar. Es müssen nur eben dem betreffenden Meeresraume Kupfersalze zugeführt werden — hier entweder in der Form „deszendenter“, vielleicht karbonatischer Lösungen aus dem Bereich der Verwitterungsprodukte altpermischer Eruptiva, oder denkbarerweise auch in der Form aszendenter Lösungen auf unmittelbarerem Wege aus diesen Eruptiven⁷⁾. Je nach dem Mengenverhältnis zwischen entstehendem oder entstandenem Schwefelkies, zwischen dem Eisengehalt überhaupt und den zugeführten (reduzierbaren) Kupferlösungen müssen Umsetzungen zu bzw. Ausfällungen von Kupfereisensulfid bis zu reinem Kupfersulfid möglich sein.

Die nach den mikroskopischen Befunden zu erkennenden Umsetzungen der Kupfersulfide gegeneinander, welche den Eindruck posthumer metasomatischen Ersatzes von Kupferkies durch Buntkupfererz und Kupferglanz erwecken, kann ich mir recht wohl als die Ergebnisse diagenetischer Prozesse im Gefolge von Diffusionsvorgängen vorstellen. Ich möchte annehmen, daß solche Vorgänge sich vor Abschluß der Sedimentation des Kupferschiefermaterials abspielten, bevor das Sediment verfestigt, geschiefert und damit auf sein heutiges geringes Porenvolumen gebracht war, also

⁷⁾ Dieser letztere Weg erscheint mir nicht eindeutig bewiesen. Woher die dem Kupferschiefermeer zugeführten Lösungen von Quellen und Tagwässern kamen, das ist heute nicht sicher zu beantworten. Ich möchte da z. B. auch an Gebiete denken, die im nördlichen Franken jetzt unter der Decke von Trias und Jura liegen.

vor Auflagerung des Zechsteinkalkes und ebenso auch lange vor den Salzfolgen. Hierbei können sich durchaus Vorgänge abgespielt haben, die in den gegenseitigen Umsetzungen der Kupfersulfide den Eindruck posthumer metasomatischen Ersatzes hervorrufen und welche Formen der Erze erzeugten, die in ihrer Diskordanz zu den Fasern des Schiefers so besonders gegen die Syngeneese dieser Erzausscheidungen zu sprechen scheinen. Die Sulfidreihe Schwefelkies und Kupferkies — Buntkupfererz — Kupferglanz kann so in unmittelbarer Folge, in engem zeitlichem Zusammenhang zur Ausscheidung gelangt sein. Es ließe sich dann allerdings bei diesen Vorgängen der Erzbildung keine vollkommen scharfe Grenze zwischen exakten syngenetischen Ausscheidungen (Bitumen, Schwefelkies, vielleicht auch Kupferkies) und diesen unmittelbar folgenden diagenetischen, im allerstrengsten Sinne wohl auch epigenetisch zu nennenden Umsetzungen (Buntkupfererz, Kupferglanz) ziehen. Aber die Grenzen zwischen unmittelbaren primären und diesen folgenden diagenetischen Ausscheidungen und Umsetzungen sind doch auch sonst bei Sedimenten herzlich schwer zu bestimmen.

„Tresse“ und „Sanderz“ im Zechsteinkonglomerat wie im Weiß- und Grauliegenden sind mir der Ausdruck des Beginn der Verhältnisse des Kupferschiefermeeres: Mit dem Ende der Bildungszeit des marinen Zechsteinkonglomerates setzten die physikalischen und chemischen Bedingungen des Kupferschiefermeeres mit dem Charakter der Zementationszone in seinen Tiefenwässern ein, und Sulfid-(wie Bitumen-)ausscheidungen konnten stattfinden. Wo hie und da noch kein das Konglomerat oder sonstige Liegende nach oben hin ganz abdichtender Niederschlag von tonigem und mergligem Material abgesetzt war, konnten schwere Lösungen ein Stück weit in das Liegende, diffundieren, ihre Ausscheidungen und Umsetzungen konnten das grobporige Liegende zementieren und auch einen Teil des vorhandenen Kalkzements, sowie selbst Partien der Konglomeratgerölle metasomatisch verdrängen. Das Einsetzen der chemischen Verhältnisse des Kupferschiefermeeres bleichte die Gesteine des unmittelbar Liegenden.

Wie heute kein Meeresraum in seiner ganzen Ausdehnung von einer homogenen Lösung erfüllt ist, so galt das gleiche selbstverständlich auch für das Kupferschiefermeer. Stellenweise und zeitweilig konnte dort auch der Charakter der Zementationszone durch den der Oxydationszone ab-

gelöst werden. Die Einschaltung von Kalk- und Dolomitbänken in Kupferschiefer des Niederrheingebietes spricht von lokaler und zeitweiliger Durchlüftung der Tiefen mit Sauerstoff und von Verdrängung der Schwefelbakterien, wie ebenso die Zunahme des Kalkgehaltes und die damit verbundene Abnahme von Bitumen und Sulfiden gegen das Hangende im Mansfelder und Riechelsdorfer Gebiet von einer langsamen Änderung des Zementations- zum Oxydationscharakter spricht. Heute ist der Erzgehalt im Kupferschiefer regional verschieden, und im Westen, im Niederrheingebiet, in England fehlen die Kupfersulfide. Es ist mir durchaus wahrscheinlich, daß auch von Hause aus die Erzführung bereits eine regional recht sehr verschiedene war; die Zufuhr von erzbringenden Lösungen und ihre Verteilung im Kupferschiefermeere, dann auch ihre Ausfällung war sicherlich von vornherein regional ungleich.

Wo vom Rheinischen Schiefergebirge her überhaupt keine Kupferlösungen zuflossen, da konnten auch keine Kupfersulfide ausgeschieden werden. In den Randgebieten des Kupferschiefermeeres, die nach Analogie mit dem Pontus unter dem Einfluß der Oxydationszone des Meeres standen, konnten oder brauchten überhaupt keine Sulfide ausgeschieden zu werden; deren Ausscheidung fand erst in den unter der Herrschaft des Zementationscharakters stehenden Tiefenregionen statt. Sehr wohl können schwerere Erzlösungen nach Diffusion aus der Oberflächenschicht in einzelnen tieferen Teilen des Beckens reichlicher zusammengeflossen sein als in benachbarten flacheren. So wäre u. a. der größere Erzreichtum in randferneren Teilen des Mansfeldischen zu erklären. Regional verschiedene Zufuhr von Kupferlösungen vermöchte wohl auch die „sekundären Teufenunterschiede“ in der Reichsulfidführung zu erklären, soweit sie sich nicht etwa bestimmt auf posthume Auslaugungen und Verschiebungen des Erzgehalts zurückführen läßt: Mit dem Nachschub von Kupferlösungen, die allmählich über das vorhandene oder sich bildende Eisensulfid mehr und mehr überwogen, kann in manchen, und namentlich in jüngeren Lagen des Flözes unter Mitwirkung von Diffusionen, die Ausscheidung größerer Mengen von Reichsulfiden erzielt worden sein als in anderen und älteren Partien, bei deren Entstehung — wie z. B. auch im Sanderz und der Tresse — noch eine Art Gleichgewicht zwischen Eisensulfid und Kupfersulfid vorwog und zur Entstehung von reichlicherem Kupferkies führte.

Für selbstverständlich erachte ich es, daß posthume chemische Prozesse den meiner Meinung nach ursprünglichen Erzgehalt des Kupferschieferflözes beeinflußten und die Fülle der heute zu beobachtenden Eigenarten der Erzführung veranlaßten. Daß vom Ausgehenden her zirkulierende Wässer, ebenso auf Klüften, wie an der Liegend- und Hangendgrenze des Schiefers sich bewegende Lösungen Änderungen des Erzgehalts, erneute Umlagerungen der Erze, teilweise Füllung der Klüfte mit Erz und Veränderungen des Gesteins⁸⁾ bewirkten, ist m. E. nicht als ein Beweis gegen die syngenetische Beladung des Kupferschiefers mit Erzen zu betrachten.

9. „Streifenbüschel“ bei Ammoniten

Ein Beitrag zur Organisation des Ammonitentieres.

VON HERRN E. WEPFER.

(Mit 1 Textfigur.)

Freiburg i. B., den 10. Januar 1920.

In den folgenden Zeilen sei die Aufmerksamkeit auf eine Skulpturform der Ammonitenschale gelenkt, die meines Wissens bisher noch nicht die nötige Beachtung gefunden hat.

Fast in allen Sammlungen sind wohl die schönen Schalensexemplare von *Placenticer* aus der Oberen Kreide der Bad Lands (Dakota) vertreten. Die Schale besteht aus verschiedenen, konzentrischen Lagen, und zeigt meist durchweg Perlmutterglanz. Nur auf ihr, niemals auf dem Steinkern, und zwar öfters auf den verschiedenen Lagen in verschiedener Intensität zeigt sich die Skulptur, von der hier die Rede sein soll.

Placenticer hat im allgemeinen folgende Schalenskulptur: Nahe dem Nabel und etwa auf dem äußeren Drittel

⁸⁾ Z. B. die „erdige“ Beschaffenheit an der unteren Grenze des Flözes im Riechelsdorfer Gebiet (KRUSCH).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1920

Band/Volume: [72](#)

Autor(en)/Author(s): Pompeckj Josef Felix

Artikel/Article: [8. Kupferschiefer und Kupferschiefermeer. 329-339](#)