

Paläophysiologie (Paläobiochemie) und ihre geologische Bedeutung.

Vortrag gehalten auf der Hauptversammlung in Breslau
am 30. Juli 1922.

Von Herrn J. SAMOJLOFF in Moskau.

Im Verlaufe der letzten Jahre sind unter meiner Leitung Untersuchungsarbeiten an den in Rußland vorhandenen Phosphorit-Lagerstätten ausgeführt worden¹⁾. Dank dieser Arbeiten verfüge ich über eine Reihe von Mineralien, die stratigraphisch genau charakterisiert sind.

Unsere Untersuchungen an den Phosphorit-Lagerstätten begannen im Jahre 1908; und zwar im nordöstlichen Teil des europäischen Rußlands. Gleich im ersten Jahre unserer Feldarbeiten kamen wir im Gouvernement Kostroma zu der Feststellung von einigen Baryt-Vorkommen.

Alle diese Baryt-Vorkommen gehören zum Oberen Jura und zwar zum Oxford-Sequan-Horizont. Durch diese genau bestimmte Lage wurde meine Aufmerksamkeit in erhöhtem Maße auf diese Mineralvorkommen gelenkt. Im Laufe des zweiten Jahres unserer Arbeiten wurden weitere Vorkommen von Schwerspat festgestellt, die sämtliche demselben geologischen Horizont angehörten. Andererseits konnte bei noch so genauer Untersuchung der Mineralien aus anderen geologischen Horizonten das Vorhandensein von Baryt nicht festgestellt werden. Das gesammelte Material gestattete mir eine genaue geologische Beschreibung von 9 Barytvorkommen²⁾:

1. Dorf Usolje am Fluß Unja (linker Nebenfluß der Wolga); 2. Dorf Dimitriewo am Fluß Unja; 3. Dorf Obrosimowo am Fluß Neljscha (linker Nebenfluß der Neja); 4. Dorf Fedikowo am Fluß Neja (rechter Nebenfluß der Unja); 5. Dorf Pogost am Fluß Neja; 6. Dorf Tikolowo am Fluß Neja; 7. Dorf Oginez am Fluß Gelwatj (linker

¹⁾ Berichte über die geologischen Untersuchungen der Phosphoritlagerstätten Rußlands, redig. von J. SAMOJLOFF. I. bis VIII. B. M. 1909—1918 (russ.).

²⁾ J. SAMOJLOFF: *Bullet. de l'Académie des Sciences. Petrograd.* 1910, IV (2), S. 857 (russ.).

Nebenfluß der Wolga); 8. Dorf Dolgowo in der Nähe des Dorfes Nawoloki, westlich der Stadt Kineschma; 9. Dorf Puschkino, südwestlich von Kostroma.

In den genannten Vorkommen ist der Baryt an Tone gebunden und findet sich in Form von sehr charakteristischen Knollen, oder er füllt die Risse und Hohlräume von Mergelseptarien, mitunter auch von Phosphorit-Konkretionen aus.

Alle diese Lager sind über ein sehr großes Gebiet verteilt und zwar auf eine Fläche, die etwa 120 Kilometer in der Breite und etwa 100 Kilometer meridional mißt. Diese Fläche schließt Teile der Kreise Kologriw, Makarjew, Kineschma und Kostroma des Gouvernements Kostroma ein.

Selbstverständlich ist kein Grund dafür vorhanden, daß das Vorkommen von Schwerspat in diesen Gebieten des Gouvernements Kostroma auf die genannten neun Punkte beschränkt ist. Im Gegenteil, wenn wir berücksichtigen, daß die beschriebenen Barythandstücke rein zufällig gefunden und gesammelt wurden, denn unser Hauptaugenmerk war bei den geologischen Arbeiten in erster Linie natürlich auf das Studium der Phosphorit-Lagerstätten gerichtet, so müssen wir annehmen, daß neben diesen Barytvorkommen noch weitere vorhanden sind, daß das bezeichnete Gebiet mithin durch ein weitverzweigtes Vorkommen von Schwerspat ausgezeichnet ist.

Umgekehrt konnte das jeweilige Vorhandensein des Schwerspats für das betreffende Gebiet als bestimmend für das geologische Alter angesehen werden, so daß das Mineral fast die Rolle eines „Leitfossils“ spielte.

Fortschreitend mit unseren Arbeiten über die Phosphoritlagerstätten, die sich in südöstlicher Richtung bewegten, erreichten wir das Territorium des Gouvernements Kasan. Auch hier fand sich Schwerspat, in der Nähe des Dorfes Osernoje-Abisowo des Kreises Jadrinsk, und zwar in großen Mergelknollen der Sequantone³⁾.

120 km südöstlich des Dorfes Baikowka des Kreises Tetjuschi des Gouvernements Kasan wurden wiederum runde Mergelknollen gefunden mit eingeschlossenem Schwerspat. Diese neu entdeckten Vorkommen des Baryts befinden sich in einer sehr bedeutenden Entfernung, nämlich

³⁾ J. SAMOJLOFF: *Bullet. de l'Académie des Sciences. Petrograd.* 1912, VI (2), S. 939 (russ.).

ungefähr 250 km von den Lagerstätten des Oxford-Sequan-Baryts im Gouvernement Kostroma; dessen ungeachtet sind sie von demselben Typus und gehören denselben geologischen Horizonten an wie die kostromaschen Baryte.

Alle diese beobachteten Lagerstätten erinnerten unwillkürlich an frühere Angaben⁴⁾ über die „Schwerspatbälle am Ufer der Sura und Piana“, wo die Sequantone sehr verbreitet sind. Diese zwei Flußläufe befinden sich nicht weit von dem Barytvorkommen im Gouvernement Kostroma und es ist wahrscheinlich, daß die erstgenannten Schwespatbälle demselben geologischen Horizont angehören.

Und tatsächlich wurden bereits nach zwei Jahren bei unseren fortschreitenden Untersuchungen der Phosphorit-Lagerstätten Schwespatvorkommen an mehreren Punkten gefunden, und zwar in der Nähe des Dorfes Sobatschij Ostrow, am rechten Ufer des Flusses Malaja Medjanka, und in der Nähe des Dorfes Ratowa am linken Ufer der Sura. Ferner wurde Baryt in demselben Rayon in der Nähe des Dorfes Ratowa in Phosphatknollen gefunden. Diese Knollen waren in etwas jüngere graue Mergeltonne des Kimmeridge eingeschlossen.

Baryt wurde ferner in demselben Horizont noch gefunden bei dem Dorfe Mineschino, an einem Abhang, der zu dem Flußlauf des Piana gehört, und in der Nähe des Dorfes Rjapino, am linken Ufer der Sura. Mithin finden sich Barytablagerungen sowohl im Oxford-Sequan als auch im Kimmeridge. Bemerkenswert soll noch werden, daß in den genannten Vorkommen der Gouvernements Kostroma und Kasan die Kimmeridgeablagerungen durchaus nicht so verbreitet sind, wie im Kreise Kurmisch des Gouvernements Simbirsk.

Vor vielen Jahren habe ich in einer meiner Arbeiten, die der Kristallographie des Baryts gewidmet war, Kristalle dieses Minerals beschrieben⁵⁾, die ich aus einer sehr entfernten Gegend erhalten hatte, und zwar aus dem Rayon des Flusses Ischma und deren Nebenfluß Uchta im Flußlauf der Petschora.

⁴⁾ J. G. GEORGI: Geographisch-physikalische und naturhistorische Beschreibung des Russischen Reiches. Königsberg. 1798, Th. III, S. 142.

⁵⁾ J. SAMOJLOFF: Zur Krystallographie des Baryts. *Bullet. des Natural. de Moscou.* 1902, XVI, S. 228.

Diese Baryte sind sehr ähnlich denjenigen des Kostromaschen Rayons. Wie diese sind sie in Knollen eingeschlossen, die in dunklem Juraton liegen. Zu jener Zeit interessierte mich die Frage nach dem geologischen Alter dieses Minerals nicht. Nach dem Stand unserer heutigen Kenntnisse von der Juraformation dieser entfernten Gebiete gehören die Ablagerungen mit großer Wahrscheinlichkeit ebenfalls zu dem Oxford-Kimmeridge.

Mithin haben wir es mit der Tatsache zu tun, daß Vorkommen von Baryt, die durch gewaltige Entfernungen von einander getrennt sind, genau demselben geologischen Alter angehören. Der petrographische Charakter der Ablagerungen des Oberen Jura und der Unteren Kreideformation dieser Gegend ist jetzt (mit alleiniger Ausnahme des sehr entfernten Rayons des Flusses Petschora) infolge der hier vorgenommenen geologischen Arbeiten genügend bekannt und erforscht.

Der petrographische Charakter erklärt nun keineswegs das Vorkommen des Baryts gerade nur in diesen Oxford-Kimmeridge-Schichten.

Ebenso ist es unwahrscheinlich, daß der Baryt sekundär entstanden ist, wie man ja oft ähnliche Vorkommen verschiedener Mineralien erklärt. Alle Bedingungen dieser Barytvorkommen zwingen mich vielmehr zu der Annahme, daß diese primär sind⁶⁾ und daß sie zusammen mit demjenigen Material sich abgelagert haben, in dem sie sich heute vorfinden.

Die dem Oxford-Kimmeridge angehörenden Tone, in denen der Baryt vorkommt, sind Meeresablagerungen und es ist nun selbstverständlich die Frage zu prüfen, ob sich Baryt in den rezenten Ablagerungen des Meeresbodens ebenfalls vorfindet.

Unsere Kenntnisse auf diesem Gebiet sind sehr gering, dessen ungeachtet verfügen wir über interessante Daten von JONES⁷⁾, der im Jahre 1888 Schwerspatknollen beschreibt, die in der Nähe von Kolombo in einer Tiefe von 1235 m auf dem Meeresgrunde gefunden wurden.

⁶⁾ Über primäre Vorkommen von Baryt und Cölestin vgl. K. ANDRÉE, Neues Jahrb. f. Mineralogie. 1914, B.-B. XXXVII, S. 343 und A. BERGEAT: Zeitschr. für prakt. Geologie. 1914, XXII, S. 237.

⁷⁾ E. JONES: Examination of nodular stones obtained by trawling off Colombo. Records of Geologic. Survey of India. 1888, XXI, S. 35.

Diese Baryte sind nun, was ihr Äußeres, ihre Zusammensetzung, sowie ihre mikroskopische Struktur betrifft, sehr ähnlich mit den oben beschriebenen russischen Vorkommen. Tatsächlich stimmt die Beschreibung von JONES auf das genaueste mit der Charakteristik unseres Baryts, beispielsweise von Tikolowo oder Pogost des Gouvernements Kostroma überein.

Bis auf die neueste Zeit stand die von JONES beschriebene Tatsache vereinzelt da, und erst im Jahre 1916 hat BÖGGILD⁸⁾ bei der Untersuchung der Grundproben, die von der Expedition Siboga gesammelt waren, Barytknollen festgestellt, die bei den Kei-Inseln, in einer Tiefe von 304 m gefunden wurden. Mithin muß der Baryt den Meeresmineralien zugerechnet werden, und man kann annehmen, daß sich das Bariumsulfat auf dem Grunde des Oxford-Kimmeridge-Meeres, das den nordöstlichen Teil des europäischen Rußlands damals bedeckte, abgelagert hat.

Ich möchte mich nicht über die Frage nach dem Gehalt des Ozeanwassers und der Meeresablagerungen an Barium und deren ausführliche Beantwortung verbreiten. Die Daten über diese Frage finden sich in den Arbeiten von FORCHHAMMER⁹⁾, von J. MURRAY und A. F. RENARD¹⁰⁾, sowie von F. W. CLARKE¹¹⁾. Ich wollte nur darauf hinweisen, daß Barytknollen sowohl in der jetzigen, als auch in den früheren geologischen Epochen nicht überall auf dem Meeresboden verbreitet sind, sondern daß ihr Vorhandensein offenbar an spezielle Bedingungen gebunden ist.

Dies führt mich zu der Idee, ob diese Bedingungen nicht vielleicht in den Eigentümlichkeiten der Fauna und Flora der betreffenden Gegend zu suchen sind und ob es nicht vielleicht Organismen gibt, die einen Gehalt an Barium in ihrem Skelett oder Körper aufweisen. Sollte sich das als richtig erweisen, so würde die Anhäufung von Resten derartiger Organismen auf dem Meeresboden schließlich eine Anreicherung an Barium in den betreffenden Meeresablagerungen zur Folge haben.

⁸⁾ O. B. BÖGGILD: Meeresgrundproben der Siboga-Expedition. — Siboga-Expedit. 65. Leiden. 1916, S. 49.

⁹⁾ G. FORCHHAMMER: Philosophic. Transact. R. Society. London. 1865, 155, S. 213.

¹⁰⁾ J. MURRAY and A. F. RENARD: Report on deep-sea deposits (Challenger Expedition). 1891, S. 437 u. 446.

¹¹⁾ F. W. CLARKE: Proc. R. Soc. Edinburgh. 1907, XXVII, S. 167 u. 269, auch Journal of Geology, 1907, XV, S. 783.

Der nun folgende chemische Prozeß könnte durch Konzentration zu jenen einzelnen Knollen führen, die das Barium in der widerstandsfähigsten Form, nämlich als schwefel-saures Barium, enthalten.

Wenn wir uns der betreffenden biologischen Literatur zuwenden, finden wir nur sehr vereinzelte Hinweise auf das Vorhandensein von Barium in den Aschen der Meeresfauna und -flora. Zusammengestellt sind diese Daten von QUINTON¹²⁾.

Andererseits dürfen wir nicht vergessen, daß unsere Kenntnis über die chemische Zusammensetzung der Skelette¹³⁾ und Körper der Meeresorganismen überhaupt erst in neuester Zeit sich langsam erweitert und daß wir oft in zoologischen Arbeiten mit Recht über die Abwesenheit von Daten über die chemische Zusammensetzung der Skelette und Körper der verschiedenen Organismen Klagen hören.

Als ich zum erstenmal meine Hypothese über das Vorhandensein von Organismen, die einen Gehalt an Barium aufweisen, aussprach, waren mir selbst solche Organismen noch unbekannt und ich konnte nur von einem Analogieschluß ausgehen. Ich ging aus von der Tatsache, daß nach den Arbeiten von BÜTSCHLI¹⁴⁾ in dem Skelett einer Gruppe von Radiolarien, nämlich der Akantharien, Strontiumsulfat gefunden wurde.

Es ist begreiflich, mit was für einem Interesse und welcher Befriedigung ich die neuen Arbeiten von F. E. SCHULZE¹⁵⁾ und dann auch von SCHTSCHEPOTJEW¹⁶⁾ las, in denen von einer besonderen Gruppe von Rhizopoden (von SCHULZE sind sie *Xenophyophora* genannt worden) berichtet wird. Diese Gruppe ist von SCHULZE auf Grund des Studiums des gesamten zoologischen

¹²⁾ R. QUINTON: L'eau de mer milieu organique. Paris. 1904, S. 310.

¹³⁾ Vgl. F. W. CLARKE a. W. C. WHEELER: The composition of Brachiopod shells. Proceed. of the National Academy of Scienc. Wash. 1915, I, S. 262 und The inorganic constituents of Alcyonaria. Ibid. 1915, I, S. 552, auch F. W. CLARKE a. R. M. KAMM. New analyses of echinoderms. Ibid. 1917, III, S. 401.

¹⁴⁾ O. BÜTSCHLI: Zoologischer Anzeiger, 1906, XXX, S. 784.

¹⁵⁾ F. E. SCHULZE: Wissensch. Ergebnisse d. deutschen Tiefsee-Expedition auf d. Dampfer „Valdivia“, 1905, XI, Lief. 1, S. 14.

¹⁶⁾ SCHTSCHEPOTJEW: Untersuchungen über niedere Organismen. Petrograd. 1910, S. 2, 7 (russ.).

Materials der deutschen Expedition „Valdivia“, der dänischen „Siboga“, der amerikanischen „Albatroß“, sowie eines Teils desjenigen der Challenger-Expedition festgestellt worden.

Die Körper dieser „*Xenophyophora*“ weisen nun, nach SCHULZE, besonders geartete „Granellen“ auf. Ohne weiter auf die morphologische Beschreibung dieser Granellen durch SCHULZE einzugehen, weise ich nur darauf hin, daß dieselben chemisch sich als Bariumsulfat erwiesen. Der Professor der physiologischen Chemie THIERFELDER¹⁷⁾ bestätigte die Richtigkeit des chemischen Befundes und wies darauf hin, daß die Granellen aus schwefelsaurem Barium mit einer nur geringen Beimengung von schwefelsaurem Kalzium bestehen. Man kann sich mit SCHULZE nur einverstanden erklären, wenn er diese Tatsache „auffällig und überraschend“ nennt.

SCHULZE gibt¹⁸⁾ eine genaue Beschreibung der Verbreitung der *Xenophyophora* nach dem Material, das ihm zur Verfügung stand. Es sind das im ganzen 33 Punkte des Vorkommens von *Xenophyophora*, die sich folgendermaßen verteilen: 3 im Atlantischen, 6 im Indischen und 24 im Großen Ozean. Von diesen 33 Punkten befinden sich nur fünf in der subtropischen Zone, alle übrigen in der tropischen. Die Tiefe, in der die *Xenophyophora* gefunden wurden, war sehr verschieden, im Mittel betrug sie etwa 4000 m und nur in einem Fall, nämlich an einer Stelle des Großen Ozeans, 981 m. Die spätere Arbeit von SCHTSCHEPOTJEW zeigt nun, daß die Verbreitung der *Xenophyophora* sehr viel weiter zu fassen ist. Er fand Vertreter dieser Gruppe an den nördlichen Ausläufern der Insel Ceylon, an den Ufern der Palkschen Straße und zwar in ganz geringer Tiefe von nur 1—5 m, zudem mit Granellen von sehr viel größerem Durchmesser, als das bei den Tiefsee-*Xenophyophora* der Fall war.

Die Feststellung des Vorkommens von *Xenophyophora* in der Nähe der Insel Ceylon ist insofern noch besonders interessant, als der erste Fund von Schwerspatknollen auf dem Meeresgrunde, wie schon erwähnt, bei Kolombo, der zweite vor kurzem bei den Kei-Inseln gemacht wurde.

¹⁷⁾ H. THIERFELDER: Sitzungsber. Gesellsch. Naturforsch. Freunde. Berlin. 1905, Nr. 1, S. 4.

¹⁸⁾ F. E. SCHULZE: Sitzungsber. Gesellsch. Naturforsch. Freunde. Berlin. 1906, Nr. 8, S. 205.

Mithin ist die Frage des Vorhandenseins von Baryt in den Körpern einiger Meeresorganismen als positiv entschieden zu betrachten. Selbstverständlich wird es die Aufgabe der betreffenden gelehrten Spezialisten sein, diese Tatsache — das Vorkommen von Barium, einem an sich giftigen Stoff — in den Körpern von Organismen physiologisch zu erklären. Mich persönlich berührt diese Frage nur vom mineralogischen Standpunkt aus insoweit, als sie im Zusammenhang mit der primären Genesis der Mineralien steht. Es ist mithin die Anzahl der bis jetzt vorhandenen Baryt-Lagerstättentypen um einen neuen Typus bereichert worden, und zwar um einen Baryt, entstanden aus einer Anhäufung von Resten einer Art von Meeresorganismen, die zu der Gruppe der *Xenophyophora* gehören¹⁹⁾.

Der Vorwurf einer voreiligen Schlußfolgerung, den mir Herr ANDRÉE²⁰⁾ macht, ist meiner Ansicht nach auf ein Mißverständnis zurückzuführen, da ANDRÉE aus begreiflichen Gründen meine in russischer Sprache geschriebene Arbeit nicht im Original gelesen hat.

Mit umso größerer Wahrscheinlichkeit kann man jetzt davon sprechen, daß die auf dem Boden des Oxford-Kimmeridge-Meeres im Nordosten des europäischen Rußlands vorhandenen Ablagerungen von Bariumsulfat mit der Lebenstätigkeit gewisser besonderer Organismen verbunden waren, die ihren physiologischen Funktionen nach den *Xenophyophora* ähnlich waren, die uns aber bis jetzt noch unbekannt sind.

Die Hypothese, daß diese Baryte als Biolithe zu betrachten sind, erklärt am einfachsten alle vorhandenen Daten. Das Vorkommen von Baryten in den Ablagerungen desselben Alters und derselben geologischen Fazies an anderen Stellen würde mithin für das Vorhandensein von ähnlichen Baryt abscheidenden Organismen auch dort sprechen.

Im Zusammenhang mit meinem ständigen Interesse für diese Art Probleme habe ich Cölestin, ein dem Baryt sehr ähnliches Mineral, von verschiedenen Vorkommen aus Turkestan untersucht. Dank der freundschaftlichen Mit-

¹⁹⁾ Vgl. J. SAMOJLOFF: *Bullet. de l'Académ. des Sciences. Petrograd. 1911, V (1), S. 475 (russ.)*.

²⁰⁾ K. ANDRÉE: *Über Vorkommen und Herkunft des Schwerspathes am heutigen Meeresboden. Centralbl. f. Mineral. 1918, S. 157, und Geologie des Meeresbodens. Berlin. 1920; II, S. 236.*

arbeit meiner Kollegen kam ich in den Besitz von Cölestin von einer ganzen Reihe von Vorkommen, die sich auf eine sehr große Fläche verteilen und zwar vom östlichen Fergan bis zum Kaspischen Meere und vom südöstlichen Teil von Buchara bis zu den Ufern des Aralschen Meeres. Leider war dieses Untersuchungsmaterial, das rein zufällig gesammelt wurde, geologisch nicht so genau charakterisiert, wie das wohl wünschenswert gewesen wäre. Bei der Entscheidung der vorliegenden Fragen ist es aber von ganz besonderer Wichtigkeit, daß die in Sedimentgesteinen auftretenden Mineralien stratigraphisch auf das genaueste horizontiert werden (stratigraphische Mineralogie).

Von einigen Schichten in Turkestan, in denen diese Cölestine gefunden wurden, ließ sich nicht mit der erforderlichen Genauigkeit das Alter bestimmen; oft blieben auch Zweifel darüber, ob das Mineral primär oder sekundär ist. Ohne weiter auf irgendwelche Einzelheiten näher einzugehen²¹⁾, läßt sich jedoch feststellen, daß fast alle diese Vorkommen von Turkestan zu den Ablagerungen der oberen Kreideformation gehören, und ich halte die Folgerung für zulässig, daß diese Cölestine ursprünglich Biotithe waren.

Es ist selbstverständlich, daß eine solche biochemische Herkunft sich nicht nur auf die Barium- und Strontium-Mineralien beschränkt, sondern daß dieselbe auch für eine ganze Reihe weiterer Mineralien, die sich in den Sedimentgesteinen vorfinden, zulässig ist. Hiermit will ich nicht nur jene Minerale verstanden haben, die, was ihre organogenetische Herkunft betrifft, bereits ihr Bürgerrecht in der geologischen Literatur erworben haben.

In einer vor nicht langer Zeit von mir veröffentlichten Abhandlung²²⁾, die sich mit der Mineralogie der Kalksteine beschäftigt, habe ich auf jene speziellen Aufgaben hingewiesen, welche beim Studium der Kalksteine zu bearbeiten gerade jetzt an der Tagesordnung wäre, wenn

²¹⁾ J. SAMOJLOFF: Genesis einiger Mineralien der Sedimentgesteine. Cölestin aus Turkestan. Materialien zur Untersuchung d. geologisch. Baues Rußlands. Moskau. 1914, S. 219 (russ.).

²²⁾ J. SAMOJLOFF: Die Untersuchung der Kalksteine usw. Nachrichten des Geologischen Komitees. Petrograd. 1918 und Biotithe, als Mittel der Erkenntnis des Lebens der früheren geologischen Perioden. — Priroda (Natur). 1922, Nr. 1—3, S. 25 (russ.).

man von der Hypothese ausgeht, daß die meisten besonderen Eigenschaften der Kalksteine mit der Lebens-tätigkeit von Organismen eng zusammenhängen, mithin an biochemische Vorgänge gebunden sind.

Die organogenetische Herkunft der Phosphorite ist bereits genügend anerkannt²³⁾; mit der genauen Erklärung der geologischen Geschichte der Phosphorite-Biolithe hat sich in der letzten Zeit eine Reihe von Forschern beschäftigt.

In einer unserer letzten Arbeiten „Über die Mangan-Eisenknollen auf dem Boden des Schwarzen, Baltischen und Barentzow-Meeress“ kommen wir²⁴⁾ ebenfalls zu der Überzeugung, daß diese Knollen Biolithe sind.

Von woher nehmen nun die Organismen die verschiedenen chemischen Elemente?

Wie bekannt enthält das Meerwasser die meisten aller chemischen Elemente, aber der Prozentgehalt der meisten dieser Elemente ist ein verschwindend geringer.

Die Konzentration dieser Elemente zur Bildung von Ablagerungen erscheint unter den gewöhnlich gegebenen Verhältnissen nicht möglich, infolgedessen müssen besondere Zwischenapparate vorausgesetzt werden, die es ermöglichen, Stoffe in so außerordentlich feiner Verteilung zu konzentrieren. Die Rolle eines solchen Apparates spielen in meinen Augen die pflanzlichen und tierischen Organismen, welche von der Natur in den Stand gesetzt sind, das für ihr Leben notwendige Baumaterial an sich zu ziehen, selbst wenn sich dieses Material im Zustande äußerster Verdünnung befindet.

Hier haben wir es nicht mit einem nur chemischen, sondern mit einem bio-chemischen Prozeß zu tun. Durch das Studium hauptsächlich der morphologischen Eigenschaften der fossilen Organismen gibt nun die Palaeontologie ein klares Bild über jene tiefgreifenden Veränderungen, welche die morphologische Struktur der Organismen erlitten hat. In jüngster Zeit ist diese Wissenschaft noch weiter fortgeschritten, sie sieht vor sich und stellt bereits Fragen

²³⁾ Vgl. J. SAMOJLOFF: Phosphorite. Handbuch d. Mineralchemie, herausg. v. C. DOELTER, Dr. u. L. 1914. III, S. 358.

²⁴⁾ J. SAMOJLOFF und A. TITOFF: Eisen-Mangan-Knollen auf dem Boden des Schwarzen, Baltischen und Barentzmeeres. — Arbeiten d. Geologischen u. Mineralogischen Museums d. Russisch. Akademie d. Wissensch. 1919, III, S. 27 (russ.).

der Palaeobiologie²⁵⁾. Im Zusammenhang hiermit kann die Frage aufgeworfen werden, ob nicht auch physiologische Prozesse im Laufe der geologischen Epochen Umwandlungen erfahren haben.

Hierbei meine ich nicht den Charakter selbst und die Art des physiologischen Prozesses, sondern ich denke an die Intensität dieser Prozesse und im besonderen an jenes Material, durch welches überhaupt erst diese Prozesse zustande kommen.

Ich werde mir erlauben, diese meine Gedanken an einigen Beispielen zu erläutern.

Das Blut der Organismen mußte immer seine bestimmten Funktionen erfüllen: nämlich das Auffangen des Sauerstoffs da, wo das nur möglich war, und die Abgabe dieses Sauerstoffs da, wo das notwendig war; und wir wissen, was für eine Rolle das Eisen im Blute der heute existierenden Organismen zu spielen berufen ist. Dieser Prozeß kann aber auch bewerkstelligt werden mit Hilfe anderer Metalle, wie beispielsweise des Kupfers. In der heutigen Zeit gibt es nur eine kleine Gruppe von Tieren, in deren Blut das Eisen durch Kupfer ersetzt ist. Es sind dies Tiere (besonders unter den *Crustacea* und *Mollusca*), in deren Blut nicht Hämoglobin, sondern Hämocyanin enthalten ist.

Und ich finde, es dürfte doch wohl die Frage berechtigt sein, ob das quantitative Verhältnis der Lebewesen, in deren Blute Hämoglobin enthalten ist, zu denen, wo das Hämoglobin durch Hämocyanin ersetzt ist, immer auch in früheren geologischen Perioden dem heutigen Verhältnis gleich gewesen ist. Und zwar, ob es nicht geologische Perioden gegeben hat, in denen dieses Verhältnis der Organismen mit hämoglobinhaltigem Blute zu denen mit hämocyandinhaltigem ein völlig anderes war als heute, wo also die hämocyandinhaltiges Blut besitzenden Lebewesen die herrschenden, quantitativ die weitaus überwiegenden waren.

Wie wohl bekannt, weist der Befund der chemischen Zusammensetzung der Aschen verschiedener Pflanzen oft völlig unerwartete Elemente in außerordentlich geringen

²⁵⁾ O. ABEL: Grundzüge der Palaeobiologie der Wirbeltiere. Stuttgart, 1912, auch Lebensbilder aus der Tierwelt der Vorzeit. Jena, 1922 und andere.

Quantitäten auf²⁶⁾. Aber ist nun das quantitative Verhältnis dieser verschiedenen Elemente, die die Aschenteile der Pflanzen bilden, immer das gewesen, wie in der heutigen Zeit und hat es nicht vielmehr geologische Epochen gegeben, in denen das quantitative Verhältnis der Elemente in den Pflanzenaschen ein völlig anderes war? Hier betreten wir ein neues und unbekanntes Gebiet der Forschung, das ich am zweckmäßigsten als Paläophysiologie (Paläobiochemie) bezeichnen möchte²⁷⁾. Zur Lösung der Fragen, die in dieses neue Gebiet hineingehören, verfügen wir über keine direkten Untersuchungsmethoden, da wir die vorhandenen Reste der Organismen hierzu nicht gebrauchen können. Die Lösung dieser Fragen ist zugleich der Schlüssel zur Aufklärung über die Entstehung einiger Mineralien und zwar gerade derjenigen, deren Genesis bis heute noch ziemlich dunkel ist. Wir wollen die Aufmerksamkeit auf ein Beispiel lenken, das mit dem Vorkommen von Häemocyanin verknüpft ist. Die Erklärung der Herkunft des in den Permablagerungen vorkommenden Kupfers war früher und ist auch bis auf den heutigen Tag noch eine Streitfrage. In der deutschen Literatur ist in der allerjüngsten Zeit eine ganze Reihe von Arbeiten erschienen, die tief in die Frage nach der Genesis des Kupfers in den deutschen Kupferschiefen eindringen.

Von den verschiedensten Seiten gehen BEYSCHLAG²⁸⁾,

²⁶⁾ Die chemische Zusammensetzung der tierischen Organismen wird durch diejenige der von ihnen verbrauchten Nahrung bestimmt; das heißt ursprünglich durch die chemische Zusammensetzung der Pflanzen, die in diesem Fall das Zwischenglied zwischen der äußeren Umgebung und dem tierischen Organismus sind.

In denjenigen Pflanzen, die, sei es mittelbar, sei es unmittelbar, als Nahrung der Akantharien dienen, muß Sr enthalten sein, in denjenigen der Xenophyophora Ba usw.

Hier sehen wir eine Art doppelte Accumulierung vor sich gehen: das in äußerst feiner Verteilung in der Umwelt vorhandene chemische Element wird von den Pflanzen aufgenommen und hierdurch wird die erstmalige, zunächst quantitativ noch nicht sehr bedeutende Anhäufung erzielt, erst im Tierkörper kommt dann eine weitere quantitativ bereits sehr merkbare Accumulierung zustande (vgl. J. SAMOJLOFF: Die Evolution des mineralischen Aufbaues der Skelette von Organismen).

²⁷⁾ J. SAMOJLOFF: Palaeophysiology: the organic origin of some minerals occurring in sedimentary rocks. Mineralogical Magazine. 1917, XVIII, S. 87.

²⁸⁾ F. BEYSCHLAG: Zeitschr. f. praktische Geologie. 1921. Heft 1.

ERDMANN²⁹⁾, LANG³⁰⁾, POMPECKJ³¹⁾, SCHNEIDERHÖHN³²⁾, WALTHER³³⁾ u. a. an die Erklärung dieses Problems.

Kupfer findet sich in den permischen Ablagerungen an den verschiedenen Stellen³⁴⁾ des Erdballs entweder äußerst spärlich in Form von sehr fein verteilten Mineralien, oder aber andererseits bereits in solcher Quantität, daß diese Ablagerungen schon ein gewisses wirtschaftliches Interesse besitzen. Hierzu ist zu bemerken, daß der allgemeine geologische Charakter der verschiedenen Gegenden, in denen sich Kupfermineralien führende Schichten finden, keineswegs immer gleich ist. Aber ein Kennzeichen haben sie alle gemeinsam, das ist ihre Zugehörigkeit zur permischen Periode und nach dieser Richtung hin können wir den Schlüssel zur Erklärung der Genesis des Kupfers finden.

Von dem Augenblick an, wo wir annehmen, daß zur Permzeit Lebewesen mit hämocyandinhaltigem Blute praevalierten, rückt die Frage nach der Entstehung des Kupfers in ein ganz neues Licht.

Das Vorhandensein von Kupfer in den permischen Ablagerungen würde in diesem Falle ganz natürlich, ja sogar notwendig sein; dasselbe würde nur der Beweis für eine in der permischen Periode überall gleichartig vorhanden gewesene Fauna sein.

Die Anreicherung von Kupfer in den permischen Ablagerungen würde dem Reichtum an Organismen in diesen betreffenden Gegenden kongruent sein, und zwar von Lebewesen, die uns bis jetzt nur von einer Seite, nämlich der ihrer physiologischen Funktion bekannt sind.

Das Vorhandensein eines reichen organischen Lebens in den mit hohem Kupfergehalt ausgezeichneten Ab-

²⁹⁾ ERDMANN: Jahrbuch d. Halleschen Verbandes f. d. Erforschung d. mitteleutschen Bodenschätze. 1919, I, S. 27.

³⁰⁾ R. LANG: Diese Zeitschr. Monatsber. 1921, 73, S. 204, und Jahrb. d. Hallesch. Verb. usw. 1921, III, Lief. 1, S. 1 (ausführliches Literaturverzeichnis).

³¹⁾ J. POMPECKJ: Das Meer des Kupferschiefers. Brańca-Festschrift. 1914, S. 444 und Diese Zeitschr. 1920, 72, S. 329.

³²⁾ H. SCHNEIDERHÖHN: Neues Jahrb. f. Mineral. 1922, B. B. XLVII, S. 1.

³³⁾ J. WALTHER: Jahrb. d. Hallesch. Verbandes usw. 1919, I, S. 33.

³⁴⁾ Vgl. z. B. B. STOCES: Le gite des argiles cuprifères de Wernersdorf près de Trutnov dans la Bohême septentrionale. Sborn. statn. geolog. Českoslov. 1921, S. 223.

lagerungen des Perms ist bereits oft und eingehend beleuchtet worden; immer aber ist das in der Art geschehen, daß man die Tätigkeit dieser Organismen ausschließlich als Reduktions-Agens gegenüber den vorhandenen Lösungen der Kupfersalze betrachtete.

Ich bin geneigt, diesen Organismen eine weit größere Bedeutung zuzusprechen, sie vielmehr als direkte Quelle dieser Kupferablagerungen anzusprechen; die Lebenstätigkeit dieser Organismen bewirkte eine Anreicherung an Kupfer, das im Meerwasser außerordentlich fein verteilt war.

Es scheint mir, daß in jedem einzelnen Fall, wo das Vorkommen irgendeines bestimmten Minerals in einem ganz bestimmten geologischen Horizont festgestellt ist, die Frage aufzuwerfen ist, ob nicht die Bildung dieses Minerals aufs engste mit der Lebenstätigkeit von Organismen verknüpft ist.

Die Unvollkommenheit unserer Kenntnisse der chemischen Zusammensetzung des Skeletts und des Körpers der Organismen sowie ihrer chemischen Sondereigenschaften bildet zunächst noch ein bedeutendes Hindernis auf dem Wege zur Lösung ähnlicher Probleme.

Selbstverständlich hat jene frühere einfache Vorstellung über die Klassifizierung der Organismen je nach der chemischen Zusammensetzung ihres Skeletts in solche, die sich aus wässriger Kieselsäure, und solche, die sich aus Kalkkarbonat gebildet haben, ihre Bedeutung verloren.

Wenn wir die Resultate der chemischen Arbeiten in der neuesten Zeit auf diesem Gebiete einander gegenüberstellen, so gelangen wir zu der Überzeugung, daß die Skelette der nichtkieseligen Organismen nicht nur aus kohlen-sauren Salzen, sondern ebenfalls aus denjenigen der Schwefelsäure, Phosphorsäure, der Halogensäure (des Fluors) bestehen. Als Kation fungiert nicht nur Ca, sondern ebenso Mg, Sr, und in den festen Körpern einiger Tiere Ba. — Es sind uns Organismen bekannt, die in ihren festen Teilen einen ziemlich bedeutenden Prozentgehalt an Jod aufweisen (einige tropische und subtropische Schwämme) — Jodospongin, Gorgonin usw.

Ebenso ist in den Körpern der Organismen eine ganze Anzahl von chemischen Elementen festgestellt worden³⁵⁾.

³⁵⁾ Vgl., z. B., H. ARON: Die anorganischen Bestandteile des Tierkörpers. Handbuch der Biochemie des Menschen und der Tiere, herausgegeben von C. OPPENHEIMER. Jena. 1909, I, S. 62.

Die Erweiterung unserer Kenntnis auf diesem Gebiet fällt jedoch hauptsächlich in die allerjüngste Zeit. So ist, wie wir das bereits erwähnt haben, beispielsweise erst in der neuesten Zeit bekannt geworden, daß es Lebewesen gibt, deren Skelett aus Strontiumsulfat besteht, oder solche, deren Körper Körner von Bariumsulfat enthalten. In einer erst kürzlich veröffentlichten Arbeit ³⁶⁾ wird das Vorhandensein von Vanadium im Blute einiger Organismen (und zwar der Ascidien) festgestellt, wobei hervorgehoben wird, daß das Vanadium die Funktionen des Eisens im Blute erfüllt³⁷⁾.

Eine bedeutende Ansammlung von Körpern dieser skeletlosen Repräsentanten der Gruppe der Tunikaten würde zu einer Anreicherung von Vanadium in den betreffenden geologischen Ablagerungen führen. Wie wenig wahrscheinlich würde den meisten Mineralogen in einigen Fällen die Hypothese von einer biochemischen Herkunft des Vanadiums in gewissen Sedimentablagerungen erscheinen, wenn wir nicht über die interessante Tatsache der Feststellung von Vanadium im Blute der Aszidien verfügen würden!

Es liegt doch wohl keinerlei Veranlassung vor anzunehmen, daß diese Tatsachen, die erst in jüngerer Zeit und so unerwartet festgestellt wurden, bereits als erschöpfend für dieses Forschungsgebiet anzusehen sind, und daß unserer im Gegenteil nicht noch weitere und gewiß nicht minder wichtige Entdeckungen warten.

Eine Erweiterung des Interessengebiets der physiologischen Chemie in bezug auf diese Art von Aufgaben, würde das Erreichen der Ziele, wie sie sich die Geochemie gestellt hat, wesentlich fördern. Unwillkürlich wird die Aufmerksamkeit auf das dem Vanadium benachbarte Metall gerichtet — Titan, mit seinem verhältnismäßig geringen Atomgewicht (48) und seiner Fähigkeit, verschiedene Oxydations-

³⁶⁾ M. HENZE: Zeitschr. d. physiolog. Chemie. 1911, LXXII, S. 494, 1912 LXXIX, S. 215 u. 1913, LXXXVI, S. 340.

³⁷⁾ Mithin ist im Blut verschiedener Gruppen von Lebewesen bis auf heute das Vorhandensein folgender chemischen Elemente festgestellt worden: Eisen, Mangan, Kupfer, Vanadium. Was haben nun diese Metalle für eine gemeinsame Eigenschaft? Sie alle stehen nahe zueinander im Hinblick auf ihr Atomgewicht, und zwar in folgender Reihe: V = 51; Cu = 52; Mn = 55; Fe = 56; Co = 59; Ni = 59; Cu = 63. Vielleicht werden weitere Forschungen das Vorhandensein von Organismen feststellen, in deren Blut jene Metalle enthalten sind, die in der oben angeführten Reihenfolge die Zwischenglieder darstellen, und zwar: Chrom, Kobalt und Nickel.

stufen zu geben. Die Bedeutung des Titans in der Lithosphäre ist verhältnismäßig erst vor kurzem gewürdigt worden, und vielleicht wäre es jetzt an der Zeit die biochemische Rolle dieses Elements zu studieren, was der ganzen Mineralogie des Titans ein besonderes Interesse verleihen würde.

Aber selbst wenn wir in den Grenzen jener wenigen, bis jetzt bekannt gewordenen Tatsachen bleiben, sind wir schon heute gezwungen, die mineralogische Bedeutung der Anhäufung einzelner chemischer Elemente gebührend einzuschätzen und zwar als Resultat rein biochemischer Prozesse. Und wenn wir in Betracht ziehen, daß verschiedene, mit analogen ungewöhnlichen biochemischen Eigenschaften versehene Organismen, deren zahlenmäßige Verbreitung heute wohl sehr gering ist (weswegen ihre Eigenschaften uns auch außergewöhnlich erscheinen), in vergangenen Epochen der Geschichte unserer Erde sehr wohl möglich quantitativ praevalierend gewesen sein können, so wird es verständlich, welche Bedeutung dem eingehenden Studium dieser Fragen beizumessen ist. Denn diese Fragen sollen uns über die Genesis der verschiedenen in Sedimentgesteinen vorkommenden Mineralien Aufklärung geben.

Wie bekannt, besaß in früherer Zeit das Studium der Mineralogie und Petrographie der Sedimentgesteine wenig Anziehungskraft, ja es erschien fast vernachlässigt.

Und eigentlich erst jetzt sehen wir, daß sich eine wirkliche Vertiefung des Interesses am Studium der Sedimentgesteine vollzieht.

Eine ganze Reihe von Forschern, wie CAYEUX, VAUGHAN, SHAW, MERWIN, SCHUCHERT, TIEJE u. a. arbeiten augenblicklich nach dieser Richtung hin. Und da wir uns jetzt nur im Anfangsstadium dieser Forschungsarbeit befinden, so wird augenblicklich eifrig zunächst einmal an den Methoden³⁸⁾ derselben gearbeitet.

Die amerikanischen Forscher³⁹⁾ bestehen sogar auf der Notwendigkeit der Errichtung eines Spezialinstituts zum möglichst allumfassenden Studium der Sedimentgesteine. — Es erscheint sehr zweckmäßig, diese Arbeiten nicht nur auf rein statischem, sondern auch auf dynamischem Wege

³⁸⁾ L. CAYEUX: Introduction à l'étude pétrographique des roches sédimentaires. Paris. 1916 und A. HOLMES: Petrographic methods. London. 1921.

³⁹⁾ TH. W. VAUGHAN: Researches of sedimentation. Bull. of the Geologic. Soc. of America. 1920, XXXI, S. 401.

auszuführen. Das Studium der schon vorhandenen Sedimentgesteine muß eng verbunden werden mit dem Studium der rezenten Ablagerungen des Meeresbodens, und diesem Verlangen wird auch immer mehr und mehr entsprochen⁴⁰⁾. Gegenwärtig ist das Studium und eine Erklärung der Bedeutung der Biolithe wohl am dankbarsten und günstigsten.

Im Bereiche der Sedimentablagerungen an der Grenze zwischen Lithosphäre und Biosphäre bildet sich eine ganze Reihe von Mineralien, und zwar nicht einfach als Resultat rein chemischer, sondern biochemischer Prozesse, und die neuesten Forschungen erweitern immer mehr den Kreis der Erkenntnis von dem Einfluß dieser biochemischen Prozesse bei der Bildung von Mineralkörpern.

In einer ganzen Reihe von Fällen, wo die Bildung der Mineralien durch einfache chemische Prozesse erklärt werden kann, erscheint die Zuhilfenahme einer biochemischen Genesis auf den ersten Blick als unnötig komplizierend. Dieser Standpunkt erscheint mir jedoch ungerechtfertigt. Hierbei will ich die Tatsache vollkommen außer acht lassen, daß es nicht bewiesen ist, daß die Natur Prozesse immer auf dem uns am einfachsten erscheinenden Wege verwirklicht. Was aber gerade die besonderen Eigenschaften vieler Minerale betrifft, so lassen sich dieselben oft am einfachsten durch die Hypothese einer biochemischen Entwicklung erklären. Ein Organismus ist überhaupt weitaus empfindlicher gegenüber dem ihn umgebenden Medium, der normale Verlauf seiner Lebenstätigkeit stellt weit größere Anforderungen an die ihn umgebenden Verhältnisse, als es nur die Abwicklung oder der Verlauf gewöhnlicher chemischer Prozesse sind; und gerade hierin dürfte die Erklärung zu suchen sein für die uns oft unerklärlich erscheinenden Eigenschaften einiger Mineralvorkommen.

Die Paläontologie eröffnet uns das gewesene, bereits erloschene Leben, indem sie hauptsächlich von Skelettresten und den zutage tretenden morphologischen Bildungen der Organismen ausgeht.

Aber eine ganze Reihe von Organismen hinterläßt im Einklang mit der chemischen Zusammensetzung ihrer Skelette, sowie ihrer physikalischen Struktur, hervorgerufen durch die folgenden diagenetischen und sekundären Prozesse, keinerlei morphologische Kennzeichen und entzieht sich infolgedessen unserem Studium. Wenn sich jedoch in

⁴⁰⁾ K. ANDRÉE: Geologie des Meeresbodens. Berlin, 1920, II.

den Skeletten dieser Organismen besondere Eigentümlichkeiten in chemischem Sinne zeigen, so können dieselben sehr wohl durch chemische Untersuchungsmethoden entziffert und hierdurch kann das vergangene Leben solcher Gruppen aufgedeckt werden.

Ich denke mir in der Zukunft eine engere und abgestimmtere Arbeit zwischen Paläontologie und Geochemie und bin überzeugt, daß eine solche Arbeit eine weit lückenlosere Charakteristik des Lebens einer jeden geologischen Epoche geben wird.

Auf dem soeben besprochenen Gebiet der Forschung sind wir noch sehr arm an Tatsachen, wir befinden uns vielmehr zunächst noch in der Periode der Fixierung der Aufgaben selbst.

Aber die Zeit ist bereits reif für eine möglichst genaue Fixierung der auf der Tagesordnung stehenden Fragen.

Zur Entstehungsgeschichte der sudetischen Karbon- und Rotliegendablagerungen.

Vortrag, gehalten auf der Hauptversammlung in Breslau
am 31. Juli 1922.

Von HERRN W. PETRASCHECK in Leoben.

(Mit 5 Textfiguren.)

Langjährige Feldarbeit im Gebiete der Karbon- und Permablagerungen des böhmischen Anteils am Sudetengebiet gab mir Gelegenheit, eine Reihe von Beobachtungen zu sammeln, welche geeignet sind, auf die Bildungsgeschichte dieser Ablagerungen etwas Licht zu werfen. Mein damaliger Wunsch, die Beobachtungen durch eigene Studien in Wüstengebieten zu ergänzen, scheint mir heute unerfüllbar zu sein, weshalb ich das Material nunmehr in dieser Form aus der Hand gebe.

Man kann die Entstehungsgeschichte des Rotliegenden nicht erörtern, ohne auch das Karbon in die Betrachtung einzubeziehen, denn kaum merklich ist der Uebergang von der einen Formation zur anderen. Die Ottweiler Schichten als Ganzes betrachtet sind nichts anderes als eine Ablagerung in der dem Rotliegenden eigentümlichen Fazies.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1922

Band/Volume: [74](#)

Autor(en)/Author(s): Samojloff J.

Artikel/Article: [Paläophysiologie \(Paläobiochemie\) und ihre geologische Bedeutung. 227-244](#)