

## Die Entstehung von Salz und Gyps durch topographische oder klimatische Ursachen.

Eine Entgegnung von **Johannes Walther.**

Mit 2 Figuren.

Jena, im März 1903.

Im vergangenen Jahre hat mich Herr Consul Dr. OCHSENIUS in dieser Zeitschrift (S. 551, 577, 620) wegen verschiedener in meinem Buch »Das Gesetz der Wüstenbildung« ausgesprochenen Ansichten angegriffen. Der Abschluss dringender Arbeiten hat meine Antwort bis heute verzögert. Ich will eine Anzahl persönlicher Bemerkungen unbeantwortet lassen und nur mit einigen Worten feststellen, worin eigentlich der Kernpunkt unserer Gegnerschaft liegt. Denn während in den neuen Auflagen der Lehrbücher von GREDNER und KAYSER ebenso wie in TEALL's Präsidentenrede (Qu. Journ. Geol. Soc. 1902, S. LXIX) meine Ansichten richtig wiedergegeben und beistimmend besprochen werden, haben andere Autoren, deren Worte Herr OCHSENIUS jetzt gegen mich ausspielt, meine wesentlichen Einwürfe gegen die bekannte Barrenhypothese missverstanden.

Die Annahme, dass Salzlager in Meeresbuchten, die durch eine Sandbank theilweise abgeschlossen wurden, gebildet worden seien, stammt bekanntlich nicht von OCHSENIUS, sondern von G. BISCHOF. Auf Grund einer irrigen Angabe von WOLLASTON<sup>1</sup>, wonach im Mittelmeer 50 engl. Ml. von der Meerenge vor Gibraltar in 4020 Fuss Tiefe ein Seewasser von 17,3 % Salzgehalt durch Kapitän SMYTH gefunden worden sei, hatte G. BISCHOF<sup>2</sup> den Vulkanisten gegenüber in der ersten Auflage seines Lehrbuchs die neptunische Entstehung des Steinsalzes behauptet, und in der zweiten Auflage<sup>3</sup> des genannten Werkes folgendes ausgesprochen: »Wird eine Meeresbucht durch Sandbänke vom Ocean so abgetrennt, dass nur eine beschränkte Kommunikation übrig bleibt, so werden infolge Verdunstung des eingeschlossenen Meerwassers Salzabsätze wie in den Salzgärten des Mittelländischen Meeres entstehen. Wird eine solche Bucht

<sup>1</sup> WOLLASTON Philosophical Transact. 1829 I, S. 29.

<sup>2</sup> G. BISCHOF: Lehrbuch der chem. u. physik. Geologie. 1855. S. 1710.

<sup>3</sup> Das. 1864. II. S. 48.

von den Sandbänken so eingeschlossen, dass nur zur Zeit der Fluth das Wasser des Ocean über sie fließen kann, so wird das verdunstende Wasser immer wieder ersetzt, und die Salzabsätze dauern fort, bis die ganze Bucht durch sie und durch mechanische Sedimente ausgefüllt ist.«

In demselben Jahre schrieb Bergrath F. BISCHOF eine sehr bemerkenswerthe Schrift<sup>1</sup>, in welcher er die Ansicht von Professor G. BISCHOF für »haltlos und nichtig« erklärt, weil sie durch keine recenten Thatsachen gestützt werden könnte. Vielmehr gäben die abflusslosen Salzseen der heutigen Steppenländer ein ganz ausreichendes Beispiel für die Entstehung von Salzlagern.

Zwölf Jahre später veröffentlichte C. OCHSENIUS seine bekannte Schrift<sup>2</sup> über die Salzlager der Egelnschen Mulde. Er stellt sich darin ganz auf die Seite von G. BISCHOF und modificirt dessen Ansicht durch Einführung des Begriffes »Barre«. Diese natürliche Schleuseneinrichtung soll nicht nur alle Erscheinungen der bekannten Salzlager erklären, sondern ausserdem auch<sup>3</sup> eine grosse Zahl anderer lithogenetischer Vorgänge, die Bildung von Gyps, Petroleum, Soda, Salpeter, Guano, Dolomit, Kieselsinter, Schwefel und sogar viele Erzlagerstätten und Kohlenflöze verständlich machen.

Die von OCHSENIUS redigirte Form der G. BISCHOF'schen Hypothese lautet jetzt folgendermassen: »Meerbusen mit hinlänglich bedeutender Tiefe im Innern und mit einer annähernd horizontalen Mündungsbarre, welche nur soviel Meerwasser eintreten lässt, als die Busenoberfläche auf die Dauer zu verdunsten im Stande ist, liefert (ohne anderweitige Kommunikation) unter vollständig oder nahezu anhydrosischen Verhältnissen ein Salzlager, dessen Mächtigkeit nur von der Busentiefe und der Dauer der obwaltenden Umstände abhängt«.

Ich habe nun gegen diese von so Vielen gebilligte Barrenhypothese folgendes einzuwenden:

Die von OCHSENIUS angenommene Schleuseneinrichtung (Barre) ist eine hypothetische Construction die weder in der Gegenwart, noch auf irgend einem geologischen Profil beobachtet worden ist.

Herr OCHSENIUS hat das Wort Barre aus der Geographie übernommen, wo man mit demselben eine untermeerische Sandbank bezeichnet, die das Süsswasser und Brackwasser einer Flussmündung (mit 0–3,5 ‰ Salzgehalt) von dem offenen Meer (mit 3,5 ‰ Salzgehalt) trennt. Fig. 1 soll diese Verhältnisse durch verschieden

<sup>1</sup> F. BISCHOF: Die Steinsalzwirke bei Stassfurt. Halle 1864. S. 41.

<sup>2</sup> C. OCHSENIUS: Die Bildung der Steinsalzlager und ihrer Mutterlaugensalze. Halle 1877. S. 11.

<sup>3</sup> C. OCHSENIUS: Bedeutung des orographischen Elementes »Barre« in Hinsicht auf Bildungen und Veränderungen von Lagerstätten und Gesteinen. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1893. S. 189, 217.

dichte Schraffur darstellen. Dass solche Barren existiren, habe ich niemals bestritten, und ich brauche ihre Verbreitung hier nicht weiter zu besprechen. Die »Barre« des Herrn OCHSENIUS jedoch unterscheidet sich von diesen empirischen Flussbarren in allen wesentlichen Eigenschaften. Fig. 2 giebt den Querschnitt einer solchen construirten »Barre« wieder, und die Unterschiede beider sind folgende:

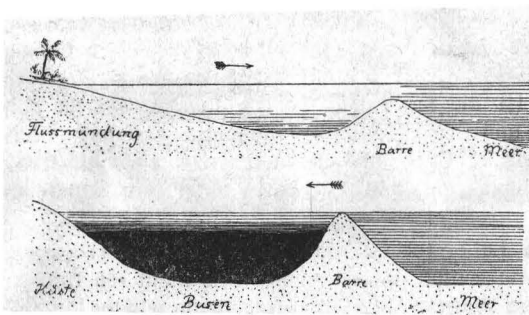


Fig. 1.  
Wirkliche Barre.

Fig. 2.  
»Barre« nach  
OCHSENIUS.

Punktirt: Sand; weiss: Süsswasser; schraffirt: Meerwasser; schwarz: Salzsole; Pfeil: Richtung der Strömung.

	wirkliche Barre:	hypothetische Barre:
Strömung:	meerwärts	landwärts
Communication:	dauernd offen	periodisch offen
Busentiefe:	wenige Meter	Hunderte von Metern
Lagunenwasser:	süss bis brackisch	gesättigte Salzlösung
Fauna:	thierreich	thierleer.

Dass es noch niemals gelungen ist eine fossile Barre im Profil irgend eines Salz- oder Gypslagers zu finden, ist ebenfalls so bekannt, dass ich auch in diesem Punkt Zustimmung erwarte.

Ich weiss sehr wohl, dass man mir einwenden kann: wenn die eine oder andere Eigenschaft der wirklichen Barre in ihr Gegenheil verwandelt wird, dann kann die von OCHSENIUS angenommene Wirkung entstehen. Das gebe ich zu, doch gehört dies für mich in das Gebiet einer neuen hypothetischen Construction.

Mit besonderem Nachdruck hat nun Herr OCHSENIUS immer wieder betont, dass am Karabugas eine »Barrenwirkung« zu beobachten sei.

Dagegen habe ich auf Grund der Untersuchungen von ANDRUSSOW folgendes zu sagen: Der »Karabugas-Busen« ist nichts weiter als ein flaches Haff, das durch eine sandige Nehrung von dem Binnensee des Caspi abgetrennt wird. Das dortige Wüstenklima bedingt eine hohe Verdunstung innerhalb des Haffes, und ein Strom Caspiwasser fliesst durch eine<sup>1</sup> dauernd offene Rinne

<sup>1</sup> ANDRUSSOW: Petermanns Geogr. Mitth. 1897. S. 25.

in das Haff hinein. Dabei gelangt die ganze schwimmende Fauna des Caspi mit in die Salzpflanze, und die Fische werden in solch' ungeheuren Mengen eingepökelt und am flachen Strande angehäuft, dass die Seevögel sich nur von Fischaugen nähren und sich nicht die Mühe nehmen, den Fisch auf die andere Seite zu wenden. Am Ufer entsteht Gyps und salzhaltiger Schlamm, am Boden des Haffs scheidet sich Glaubersalz aus.

Ich kann nicht einsehen, dass hier eine Erscheinung vorliegt, die sich auch nur in einem Punkte mit den afrikanischen Flussbarren vergleichen liesse. Aber ich will nicht um Worte streiten, und frage nur: wo ist die Barre des Todten Meeres, wo ist die Barre des Eltonsees, und der vielen Salzpflanzen Innerasiens? Hier werden überall Steinsalz, Gyps und andere Salze abgeschieden, genau wie im Karabugas, aber ohne Barre oder eine ähnliche Schleuse.

Wenn man im Laboratorium eine Salzlösung zur Trockene eindampfen will, so muss man dafür sorgen, dass nicht ein Ueberschuss von destillirtem Wasser in die Abdampfschale wieder hineinfliesst. Genau in derselben Weise kann auch die Sonne nirgends den Inhalt einer natürlichen Salzpflanze eindampfen, wenn gleichzeitig immer neue Mengen Meteorwasser in die Pflanze hineinströmen. Zur Abscheidung eines grösseren Salz- oder Gypslagers gehören Jahrtausende — in dieser ganzen Zeit muss daselbst die Summe der atmosphärischen Niederschläge geringer gewesen sein, als die Höhe der gleichzeitig verdunsteten Wassersäule. Ein Klima, das diese Bedingungen erfüllt, nennt man »Wüstenklima«.

Herr OCHSENIUS spricht von »vollständig oder nahezu anhydrosischen Verhältnissen« und hat diesen eigenthümlichen Ausdruck in seiner erwähnten Arbeit nicht näher erläutert. Erst in einer späteren Abhandlung (Nova Acta Acad. Leop., 1878, S. 161) erklärt er, dass er darunter ein Klima mit hoher Verdunstung und geringen Niederschlägen verstehen wolle. Man sieht, dass wir uns nur in einem Punkte bekämpfen:

Herr OCHSENIUS hält eine »Barre« für die nothwendige Voraussetzung der Salzabscheidung, braucht aber dabei »anhydrosische Verhältnisse«, — ich halte die Barre für ein überflüssiges Requisit, und sehe in dem kontinentalen Wüstenklima die eigentliche Ursache der Salzbildung.

Die Frage nach der Herkunft der Salzlösung, aus welcher sich Gyps, Salz oder Kalisalze abscheiden, kommt erst in zweiter Linie. In der Gegenwart kenne ich keinen Fall, wo grössere Salzpflanzen ihren Salzgehalt aus dem Meere entnehmen. (Einzelne kleinere Vorkommnisse habe ich in meiner Lithogenese aufgezählt.) Der Karabugas verdampft das Wasser eines Binnensees und der russischen Flüsse; das Salz des Todten Meeres stammt aus dem Jordan.

Das Ursprungsgebiet eines fossilen Salz- oder Gypslagers

kann nur auf palaeontologischem Wege erforscht werden und nur der Fossilgehalt des Salzes und seiner heteropischen Sedimente giebt uns Aufschlüsse darüber, ob Oceanwasser, Binnen-seewasser oder salziges Flusswasser eingedampft worden ist, und welche Organismen am Boden oder am Ufer der Salzpflanne lebten. Ist das betreffende Salzgestein frei von Versteinerungen, dann müssen wir schliessen, dass es in einer nahezu leblosen Umgebung entstand. Es ist bekannt, dass die älteren Salz- und Gypslager in der Regel völlig fossilfrei sind. Diese Thatsache ist um so bemerkenswerther, weil der Betrieb eines Gypsbruchs oder eines Salzbergwerks etwa vorhandene organische Reste leicht finden lässt. Die alten Geologen haben diese Thatsache immer wieder betont, und Manche waren sogar geneigt, die Salz- und Gypsstöcke deshalb für vulkanische Gesteine zu halten. Aber jetzt hat man sich gewöhnt diese Fossilleere als selbstverständlich zu betrachten und spricht nicht viel davon. Ich muss vom palaeontologischen Standpunkt die Thatsache in den Vordergrund rücken.

Man hat nun gesagt, dass die in eine Salzpflanne hineingerathenen Organismen nachträglich zerstört würden; dagegen spricht jedoch der Fischreichthum des Karabugas, die Häufigkeit von *Artemia* in recenten Salzpflannen und viele Fälle, wo fossile Salz- und Gypslager die zartesten Versteinerungen conservirt haben, von denen ich einige herausgreifen will.

Im Gyps des oberen Zechsteins von Thüringen ist meines Wissens noch nie ein Fossil gefunden worden, ebensowenig im Salzlager von Stassfurt. Dasselbe gilt vom Gyps des Röth. Wenn man erwägt, dass die palaeozoische Landflora eine Sumpflora war, die zu ihrem Gedeihen viel Regen und viel Wasser brauchte, so erscheint es mir nicht wunderbar, dass die permischen Wüsten noch keine endemischen Pflanzen enthielten.

Dagegen fand man im Salzlager des mittleren Muschelkalkes von Ilversgehofen bei Erfurt einen Baumstamm (also Festland-, nicht Wasserbewohner), der im Museum der Bergakademie zu Berlin aufbewahrt wird (ein Stück liegt noch in der Grube).

Reicher ist der Fossilgehalt tertiärer Gypse; im oligocänen Gyps fanden DOLLFUSS und VASSEUR<sup>1</sup>: *Helix*, *Cyclostoma*, Säugthierreste und Holz; BOULE<sup>2</sup> fand Vogeleier, *Palaeotherium magnum*, *P. crassum*; im miocänen Salz von Torda<sup>3</sup> fand sich eine Frucht von *Carya costata*. Aus dem Gyps von Hohenhöven beschreibt H. von MEYER<sup>4</sup> *Testudo antiqua*, *Palaeomeryx medius*, *P. Scheuchzeri*, Reste von Nagethieren, Raubthieren und Pachydermen, sowie eine *Helix*. Die Landfauna des Pariser Gypses ist allbekannt. Im Gyps von Mont-

<sup>1</sup> N. Jahrb. f. Min. 1879. S. 965.

<sup>2</sup> Das. 1893. S. 102.

<sup>3</sup> Das. 1879. S. 1008.

<sup>4</sup> Palaeontographica. Bd. XV. S. 201.

morency fand<sup>1</sup> sich: *Anoplotherium*, *Palaeotherium*, Crocodile, Schildkröten, Vögel und sogar die Fussspur eines kleinen Reptils; sowie grosse Frösche. Nach anderen Fährten konnte man 7 verschiedene Vogelarten unterscheiden.

Im Gyps von Castelnovo fand CAPELLINI<sup>2</sup> Libellenlarven und den Süßwasserfisch *Lepias*. Im Gyps von Sizilien<sup>3</sup> ist derselbe Fisch, dann Larven von *Libellula Doris*, *L. Eurynome* und Blätter von *Alnus*, *Quercus*, *Juglans*, *Cinnamomum*, *Robinia*, *Acacia*, *Celastrus* sowie Pinuszapfen gefunden worden.

Aus dem Gyps von Schlesien<sup>4</sup> beschreibt GÖPPERT: Holz und Zapfen von *Pinites*, Blätter von *Fagus*, *Carpinus*, *Alnus*.

Sehr interessant ist die Gypsfauna von Aix, sie zeigt<sup>5</sup> *Julus*, 5 Schmetterlinge und 7 verschiedene Arten von Vogelfedern (*Strix*, *Turdus*, *Sitta*, *Upupa*, *Alcedo*, *Picus*).

Wenn schon Vogelfedern und Schmetterlinge für die Feinheit des abgesetzten Gypsschlammes sprechen, so kann man dafür auch die Thatsache anführen, dass CUVIER<sup>6</sup> den natürlichen Gehirnabguss von *Palaeotherium medium* im Gyps des Montmartre bloßlegte.

Alle diese palaeontologischen Thatsachen sprechen gegen die marine Herkunft der betreffenden Salz- und Gypslager, und lassen sich nur mit einer continentalen Entstehung derselben verbinden. Es wäre doch höchst sonderbar, wenn alle marinen Ueberreste zerstört sein sollten, während alle festländischen Fossilien tadellos erhalten wurden.

Diesen zahlreichen Fällen von Landthieren im Gyps und der völligen Fossilleere der meisten Salzlager steht WIELICZKA<sup>7</sup> recht isolirt gegenüber, wo zwar *Pinites*, *Juglandites* und *Carya*-Nüsse, *Betulinium*, *Fegonium*, *Liquidambar*, *Pavia*, *Amygdale*, *Cassia* in gut bestimmbar Resten, sowie ganze Schwärme kleiner Käfer (*Plinius salinus*) im Salz gefunden werden; daneben aber auch *Cythere*<sup>8</sup> und eine Menge wunderbar erhaltener mariner Schnecken und Muscheln. Es sind allerdings nur kleine un ausgewachsene Brutexemplare, manche zeigen aber trotz ihrer Kleinheit noch den Perlmutterglanz. Das Salz von WIELICZKA stammt also nachweislich aus dem Meer

<sup>1</sup> DESNOYER's Contes Rendus. Paris. XLIX. S. 67. — FLOT. Ref. Neues Jahrbuch f. Min. 1892. II. S. 148.

<sup>2</sup> Ref. N. Jahrb. f. Min. 1876. S. 894.

<sup>3</sup> GEYLER: Palaeontographica. Bd. XXIII. S. 317. — STÖHR N. Jahrb. 1877. S. 321.

<sup>4</sup> GOEPPERT: Nova Acta Leopold. Bd. 41. S. 367.

<sup>5</sup> ZITTEL: Handbuch der Palaeontologie. II. S. 731. — SCUDDER: N. Jahrb. 1877. S. 446. — BAYAN: Bull. Soc. Geol. 3. Serie. I. S. 386.

<sup>6</sup> v. MEYER: Palaeontogr. XIV. S. 37.

<sup>7</sup> STUR: Verh. Geol. R. Anstalt Wien. 1873. S. 6. — ZEUSCHNER: Jahrb. Geol. R. Anstalt. 1850. S. 237. — GOEPPERT: N. Jahrb. f. Min. 1853. S. 382. — SCHILLING: Ref. N. Jahrb. f. Min. 1845. S. 768.

<sup>8</sup> REUSS: Ref. N. Jahrb. f. Min. 1848. S. 500. — PHILIPPI: Ref. das. 1843. S. 568. — ZEUSCHNER: das. 1844. S. 527.

und trotz ihrer Zartheit sind einige planktonische Molluskenschwärme in das Salz eingeschlossen worden, ohne zerstört zu werden.

Besonders wichtig scheint mir endlich folgende Erwägung: wenn alle fossilen Salz- und Gypslager durch Barrenwirkung am Meere entstanden sein sollen, während in der Gegenwart dieselben Gesteine in allen Wüstendepressionen ohne Barre gebildet werden — dann zerfiel die Erdgeschichte in zwei fundamental unterschiedene Perioden: Vom Cambrium bis zum Miocän ging Alles nach der Hypothese von OCHSENIUS vor sich — in der geologischen Gegenwart jedoch herrschten andere Naturgesetze.

Angesichts dieser Thatsachen muss ich erklären, dass die »Barre« eine Hypothese ist, die mit den Grundsätzen der ontologischen Methode in Widerspruch steht.

Wenn Herr OCHSENIUS mir zugesteht, dass das Wüstenklima die wesentliche Vorbedingung für jede direkte Salzabscheidung in grösseren Flächen ist, dann habe ich keinen Grund gegen ihn zu streiten; denn nur das habe ich durch meine bisherigen Arbeiten erweisen wollen. Dann kann ich es aber auch ruhig der Zukunft überlassen ob man ausserdem noch eine complicirte, durchaus hypothetische Annahme machen will, für welche die Gegenwart kein Analogon bietet und die nur mit neuen Hypothesen die wichtigsten geologischen und palaeontologischen Eigenschaften der fossilen Salz- und Gypslager erklären kann.

---