

Die Achsenverhältnisse des Pyrargyrits $\text{Sb}(\text{SAg})_3$, $a:c = 1:0,7892$, und des Proustits $\text{As}(\text{SAg})_3$, $a:c = 1:0,8039$ lassen vermuten, daß die beiden Rotgültigerze die gleiche Struktur besitzen wie die Mineralien der Calcitreihe.

Setzen wir für Schwefel $n = 2$, für As $n = 3$, für Silber und Antimon $n = 5$, dann ergeben sich die Verhältnisse:

$$\left. \begin{array}{l} R_S : R_{As} = 3,10 : 2 \\ R_S : R_{Sb} = 3 : 2,005 \\ R_{Sb} : R_{Ag} = 9 : 10,025 \\ R_{As} : R_{Ag} = 7 : 8,11 \end{array} \right\} \text{also annähernd wie } 3:2 = R_O : R_C$$

Es bestehen also ähnliche Verhältnisse wie etwa beim Magnesit. Jedoch ist bei den Rotgültigerzen die Hemimorphie nach der Hauptachse stärker ausgeprägt als bei den Mineralien der Calcitreihe.

Schon lange bekannt ist ferner die fast genaue Übereinstimmung der geometrischen und physikalischen Eigenschaften der stabilen Form des Natriumnitrates NaNO_3 mit denen des Calcits und der Eigenschaften der stabilen Form des Kaliumsalpeters KNO_3 mit denen des Aragonits.

Beim Natriumnitrat ist $a:c = 1:0,8297$,

beim Kaliumnitrat $a:b:c = 0,5910 : 1 : 0,7011$.

Setzen wir für Natrium und für Stickstoff $n = 1$, für Kalium $n = 2$, dann wird

$$\begin{array}{l} R_{Na} : R_N = 1,214 \quad \text{und wir fanden früher} \quad R_{Ca} : R_C = 1,197 \\ R_K : R_O = 0,7175 \quad \text{"} \quad \quad \quad \quad \quad R_{Ba} : R_O = 0,699; \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad R_{Sr} : R_O = 0,731 \end{array}$$

Die Entstehung der Zechsteinsalzlager aus chemisch-geologischen Gesichtspunkten.

Von **M. Rózsa** in Budapest.

Zwischen den zahlreichen Theorien, die über die Entstehung der Salzlager aufgestellt wurden, haben die OCHSENIUS'sche Barrentheorie und die Wüstentheorie WALTHER's den stärksten Widerhall gefunden.

Nach der OCHSENIUS'schen Barrenhypothese, welche sich auf die bekannten Verhältnisse des Kara Bugas stützt, bildeten sich mächtige Salzlager hauptsächlich in solchen Binnenseen, die durch eine Landesbarre vom Ozean mehr oder weniger abgetrennt waren. Der Zufluß von Meerwasser erfolgte demnach nur in solch geringem Maße, daß infolge des herrschenden Steppenklimas starke Konzentrierung der Salzlösung und Ausscheidung von Salzen in denselben erfolgen konnten. Der Umstand, daß in den Steinsalzablagerungen die Kalisalze selten vorhanden sind, wird mit Hilfe

dieser Hypothese dadurch erklärt, daß die Absätze der Binnenseen schließlich das Niveau der Barrenhöhe erreichten, wodurch die kalireichen Mutterlaugen in den Ozean zurückfließen mußten. Ein Zurückbleiben dieser Laugen konnte demnach nur infolge jener Gestaltungen des Untergrundes erfolgen, welche zur Erhöhung der Barre führten und den Busen vom Ozean abschließen.

Bei der Prüfung der OCHSENIUS'schen Hypothese dürfte man durch folgende Gesichtspunkte geleitet werden:

I. Die horizontale und vertikale Verbreitung und Gliederung des Salzkörpers.

II. Die chemische Beschaffenheit jener Laugen, deren Eintrocknung den vorhandenen Schichtungsverhältnissen entsprechen würde.

1. Es hätte bei dem vorausgesetzten Zufluß von Ozeanwasser, infolge der sukzessiven Zunahme der Eintrocknung gegen die Ränder des Zechsteinsees, entsprechende Differenzierung in der Ablagerung des Carbonats, des Gipses und des Steinsalzes stattfinden müssen. Diese Differenzierung tritt indessen nicht auf. Bereits der Umstand, daß im ersten Stadium der Ausscheidung über dem Carbonat sich homogene Mengen des Anhydrits ablagern konnten, schließt die Hypothese der ständigen Verbindung mit dem Ozean gänzlich aus.

2. Aus der Tatsache, daß die Zusammensetzung des anhydritischen Steinsalzes annähernd jenem Verhältnisse entspricht, in welchem die Salze Calciumsulfat und Natriumchlorid im Meerwasser vorkommen, kann keine Bestätigung der OCHSENIUS'schen Theorie abgeleitet werden. Abgesehen davon, daß die Jahrtausende andauernde, gleichartige Ausbildung des Staßfurter anhydritischen Steinsalzes schon an und für sich das Bestehen eines vom Meere isolierten Beckens voraussetzt, muß die Entstehung der periodischen Anhydritschichten in der Weise erklärt werden, daß nach der Bildung des Gips-Anhydritauptlagers die Lauge schließlich das Stadium der konstanten Lösung von schwefelsaurem Calcium und von Chlornatrium erreichte, und unter der Dehydratationstemperatur des Gipses sich Steinsalz und geringe Mengen von Gips — später infolge von Temperaturerhöhungen des Bodens in Anhydrit umgewandelt — gemeinschaftlich ausscheiden konnten. Stieg nun in der warmen Jahreszeit die Temperatur der Lauge über die Dehydratationsgrenze des Gipses (ungefähr 25° bei dieser Konzentration und Zusammensetzung), so schied sich infolge der Löslichkeitsabnahme des entstandenen Anhydrits der Überschuß desselben aus und bildete die anhydritischen Jahresschichten. Nach der Ausfällung des überschüssigen Anhydrits, jedoch während der warmen Jahreszeit, erreichte die Lösung auch den Gleichgewichtszustand der gemeinschaftlichen Ausscheidung von Steinsalz und von Anhydrit. Während dieser Zeit, also noch in der warmen

Jahreszeit, schied sich daher die Hauptmenge des Steinsalzes aus, mit minimaler Beimengung von Anhydrit. Bei Abnahme der Lufttemperatur nahm auch die Temperatur der Lauge ab, die Löslichkeit des Anhydrits aber bis zum Hydratationsgrade zu, demzufolge sich fast reines Steinsalz anschied. Bei weiterer Abnahme der Temperatur, bis unter den Dehydratationsgrad des schwefelsauren Calciums, nimmt sowohl die Löslichkeit des Gipses als auch jene des Steinsalzes ab, weshalb bei diesen Temperaturen sich ebenfalls Steinsalz ausschied, und zwar im Zusammenhange mit den Temperaturverhältnissen und je nach den Tiefen, in welchen die Lokalisationen der sättigenden Konzentrationsströme stattgefunden haben, mit variierenden geringen Mengen des Gipses.

Während der kühlen, regnerischen Witterung konnten sich infolge der Verlangsamung, eventuell infolge des temporären Ausbleibens des Sättigungsprozesses relativ größere Mengen schwebender Ton- und Sandteilchen aus der Lauge ablagern. Erwärmten sich aber in der nachfolgenden neuen Periode der trockenen, warmen Jahreszeit die oberen Seeschichten, so kam es infolge der Verschiebung des Gleichgewichtszustandes zwischen dem Chlornatrium und dem schwefelsauren Calcium, bei über der Dehydratationsgrenze des Gipses liegenden Temperaturen, zu neuer Differenzierung der Ausscheidung beider Verbindungen und demnach zur isolierten Ausscheidung des überschüssigen Anhydrits. Mit dieser unmittelbaren Anfeinanderfolge der Ausscheidungen bzw. der Jahreszeiten hängt offenbar das gesteigerte Vorkommen von Ton, Sand und Bitumen in den periodischen Schichten zusammen¹.

Die Resultate der über die Zusammensetzung einzelner Anhydritschnüre und Steinsalzschnüre des Staßfurter anhydritischen Steinsalzes bisher ausgeführten Analysen sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

Tabelle 1.

	Staßfurt									
	Anhydritschnur						Steinsalzschnur			
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4
CaSO ₄ . .	87,09	94,10	72,31	98,72	78,70	98,96	0,73	0,82	0,52	1,44
NaCl . . .	11,92	5,24	26,85	0,32	20,46	0,22	98,93	99,17	99,28	98,55
Al ₂ O ₃ } Fe ₂ O ₃ }	0,41	0,28	0,36	0,38	0,32	0,35	0,14	Spuren	0,08	Spuren
SiO ₂ . . .	0,50	0,31	0,39	0,49	0,44	0,40	0,15	Spuren	0,12	Spuren
Bitumen	0,08	0,07	0,09	0,09	0,08	0,07	0,05	Spuren	Spuren	Spuren

Oft enthalten die Anhydritschichten dünne Steinsalzschnüre, den Oscillationen der Ausscheidungstemperatur entsprechend, wo-

¹ M. Rózsá, Zeitschr. f. anorg. Chemie. 90. p. 380—381.

gegen an vielen Stellen das plastischere Steinsalz infolge dynamischer Vorgänge in die Risse der Anhydritschichten eingepreßt wurde. Diesen beiden Umständen muß der in vielen Fällen große Steinsalzgehalt der analysierten Anhydritschichten zugeschrieben werden. Die von beigemengtem Steinsalz befreite Anhydritschnur enthielt nur geringe Mengen (0,22 % bis 0,86 %) des Steinsalzes.

Hauptsächlich zur Erklärung der stellenweise bedeutenden Mächtigkeiten des Zechsteinsalzes stellte OCHSENIUS die Barrentheorie auf. Nehmen wir indessen in Betracht, daß — von den nachträglich ausgelaugten Stellen abgesehen — Salzablagerungen von den russischen Grenzen bis nach Holland hinein und von den Nord- und Ostseen bis an den Fuß der deutschen Mittelgebirge fast überall vorzufinden sind, weshalb in den tiefer gesunkenen Beckenteilen die Zusammenschrumpfung eintrocknender Laugen sich von großen Flächen vollzog, so ergibt sich die natürliche Erklärung sowohl für die große Mächtigkeit des Steinsalzes, als auch für jene des Anhydritlagers. Die während des Eintrocknungsprozesses vor sich gehende Gestaltung dieses mächtigen Beckens war indessen mit keiner gleichmäßigen Senkung der einzelnen Beckenteile verbunden, sondern es fanden stellenweise auch relative Erhebungen der Beckensohle statt. Mit dieser ungleichmäßigen Gestaltung des Eintrocknungsgebietes hängen wohl jene Erscheinungen zusammen, daß die Laugen einzelner isoliert gewordener Beckenteile, die infolge der verschiedenen Tiefenverhältnisse sich in abweichenden Stadien der Eintrocknung befanden, stellenweise übereinanderfloßen. So kommen in der Werragegend drei Steinsalzlager und zwei isolierte Lager der Kali- und Magnesiumsalze vor, als Beweise stattgefundener Überlagerungen von Laugen verschiedenen Eintrocknungsstadiums. Die in den liegenden Teilen des mittleren und oberen Steinsalzes befindlichen Carnallitschichten beweisen ferner, daß die Überflutungen mit sukzessive erfolgter relativer Erhebung des benachbarten tieferen Beckens verbunden waren. Es wanderten bei diesen Bodengestaltungen nicht bloß die bis zur Steinsalzausscheidung gesättigten Laugen, sondern auch die in vorgeschrittenerem Stadium gewesenen, spezifisch schweren und chlormagnesiumreichen Laugen, die sich dann in den tieferen Beckenteilen ansammelten und die periodische Entstehung von Sättigungszonen für Carnallit und diskordante Auflagerungen desselben verursachten¹. Die regelmäßig gleichartige Entwicklung des Werrasteinsalzes und der Mangel an Ton- und Sandschichten schließen jene Erklärung, daß diese Steinsalzlager den Eintrocknungsprodukten periodisch zusammengewaschener Laugen entsprechen würden, vollständig aus. Ähnliche Verhältnisse lassen sich auch in den hannöverschen Kalisalzlagern

¹ M. RÓZSA, Zeitschr. f. anorg. Chemie. 88. p. 323.

feststellen. Über den jüngeren Kalisalzlagern haben sich mächtige Steinsalzlager ausgebildet, und zwar in derselben Regelmäßigkeit und Stetigkeit wie jene unter diesen Kalisalzlagern. An diesen Stellen war daher die Lösung bereits bis zur Ausscheidung der Kalisalze eingetrocknet, während in dem benachbarten tiefer liegenden Becken, mit welchem die Verbindung unterbrochen war, der Eintrocknungsprozeß nur bis zur Steinsalzausscheidung erfolgte. In diesem Stadium der Kalisalzausscheidung konnten nur tektonische Verschiebungen derartige Gestaltungen der Beckensohlen verursachen, daß die bis zur Kalisalzausscheidung gesättigte Lösung von der weniger konzentrierten und nur bis zur Steinsalzausscheidung gesättigten Lauge des tieferen Beckens überlagert wurde, weshalb über den Kalisalzen die Steinsalzausscheidung von neuem begann. Der Eintrocknungsprozeß erlitt demnach keine Unterbrechung, sondern es erfolgte nur ein wesentlicher Rückgang in der Zusammensetzung der über den abgelagerten Kalisalzen befindlichen Lösung. Indessen erfolgte aus dieser Lauge keine neuere Ausscheidung der Kalisalze, da inzwischen, noch während der Steinsalzausscheidung, beide Beckenteile mit dem Ozean in neuere Verbindung traten, wie dies die über dem hangenden Steinsalz von neuem auftretenden Ton-Anhydrit-Steinsalzschiechten beweisen¹.

Wenn auch die auf die ursprüngliche Mächtigkeit des abgelagerten älteren Anhydrits und Steinsalzes bezüglichen Angaben, infolge mangelhafter Aufschlüsse und tektonischer Deformationen, weitere Ergänzung benötigen, so kann trotzdem bereits vorausgesetzt werden, daß die Mächtigkeit des Staßfurter Anhydrits, im Vergleiche zum Steinsalz, eine viel zu große ist. Dieser Umstand hängt offenbar ebenso mit den abweichenden Niveauänderungen der einzelnen Teile des Senkungsgebietes zusammen, als jene andere Erscheinung, daß in den Südharzlagern die Hauptsalz- und Hartsalzschiechten, die in ihrer Mächtigkeit ungefähr dem Staßfurter Hauptsalz- und Hartsalzlager entsprechen, eine verhältnismäßig ganz schwache Unterlage von anhydritischem Steinsalz besitzen.

Die zwei Umstände, nämlich die in den tiefer gesunkenen Beckenteilen von großen Flächen stattgefundene Zusammenschnüpfung bereits konzentrierter Laugen und die mit den lokalen Niveauveränderungen der Beckensohle verbundenen Überlagerungen der Laugen, ergeben demnach eine den Naturerscheinungen am nächsten stehende Erklärung über die außerordentliche Mächtigkeit des Anhydrits und des Steinsalzes. Daß diese vorausgesetzten Niveauveränderungen der einzelnen Teile des Senkungsgebietes keine größere Störung in den bereits

¹ M. RÓZSA, Über den organischen Aufbau der Staßfurter Salzablagerungen. Berlin 1914. p. 31—35.

abgelagerten Schichten (bisher untersuchter Salzlager) verursachten, findet wohl darin seine Erklärung, daß an diesen Stellen die verhältnismäßigen Verschiebungen des Niveaus mit den Gestaltungen entfernt liegender Beckenteile im Zusammenhange stehen konnten.

Die in gewissen Tiefen erfolgten Lokalisationen der sättigenden Konzentrationsströme haben zu den quantitativen Abweichungen der Steinsalzablagerung ebenfalls beigetragen, besonders an jenen Stellen, wo sich chlormagnesiareiche Bodenlaugen in größerer Menge ansammeln konnten.

Die Unhaltbarkeit der Barrentheorie bedarf wohl keiner weiteren Ausführungen und es kann daher die Hypothese der wiederholten Entstehung einer Barre, die zur Erklärung der jüngeren Zechsteinsalzlager vorausgesetzt werden müßte, einfach übergangen werden. Dieselben dürften mit der von großen Flächen stattgefundenen, bereits erwähnten Zusammenschrumpfung eintrocknender Laugen und Überlagerungen von Laugen isoliert gewordener Beckenteile ebenfalls am entsprechendsten erklärt werden.

Jene Variation der Barrentheorie, welche, analog den Erscheinungen der Karabugasbucht und des Kaspisees, die äußerst große Menge des abgelagerten Steinsalzes dem Umstande zuschreibt, daß die Ausscheidung an diesen Stellen in flachen Buchten erfolgte, die mit einem tieferen See, aus welchem dauernd Seewasser zufließt, in Verbindung standen, hat ebenfalls wenig für sich. Man müßte nämlich in diesem Falle eine Jahrtausende hindurch beständig unveränderliche Wasserhöhe im Zechsteinsee annehmen und auf diese Weise solche Mengen fremder Zuflüsse voraussetzen, die sich weder im qualitativen noch im quantitativen Aufbau des Salzkörpers erkennen lassen¹.

Die OCHSENIUS'sche Barrentheorie wurde bereits von WALTHER abgelehnt². Nach seiner bekannten Wüstentheorie entstanden die Zechsteinsalzlager infolge der von großen Flächen stattgefundenen Zusammenschrumpfung eintrocknender Meereslaugen, wobei ein dauernder Senkungsvorgang des Untergrundes vorausgesetzt wird. Die während der Zusammenschrumpfung bereits trockengelegten Salzgebiete wurden durch Niederschläge z. T. wieder aufgelöst und die zusammengewaschenen Laugen gerieten in die tieferen Beckenteile, wo sie zur Bildung des Salzkörpers wesentlich beitrugen.

Wie es demnach aus meinen jetzigen und früheren Ausführungen³ ersichtlich ist, decken meine Beobachtungsdaten und

¹ Es wäre sehr wünschenswert, sobald wieder normale Verhältnisse eintreten, die Ablagerungen des Kaspisees einer systematischen Untersuchung zu unterwerfen.

² J. WALTHER, Geologie Deutschlands, p. 94—98. — E. ERDMANN, Zeitschr. f. angew. Chemie. 1908, p. 1685.

³ M. RÓZSA, Über den organischen Aufbau der Staßfurter Salzablagerungen. Berlin, 1914, p. 10. Zeitschr. f. angew. Chemie. 90, p. 377.

Ansichten in vielem die Auffassung WALTHER's. Die ununterbrochen regelmäßige Ausbildung des anhydritischen Steinsalzes widerspricht jedoch jener Voraussetzung, daß zur Entstehung desselben die Niederschläge, bezw. die zusammengewaschenen Laugen, wesentlich beigetragen haben. Der Eintrocknungsprozeß zusammengewaschener, nicht gesättigter Laugen wäre mit der Ausbildung stärkerer Ton- und Sandschichten verbunden gewesen und die Anhydrit- und Steinsalzlager könnten nicht in ihrer Regelmäßigkeit und Reinheit vorkommen. Bei Beurteilung der quantitativen Verhältnisse des Anhydrits und des anhydritischen Steinsalzes muß demnach, außer der Zusammenschumpfung eintrocknender Laugen, hauptsächlich jene ungleichmäßige Verteilung der Zechsteinlaugen in Betracht gezogen werden, die mit den erwähnten, lokal verschiedenen Niveauänderungen des Untergrundes im Zusammenhange standen. Die Mitwirkung zusammengewaschener Laugen war bei weiterer Zusammenschumpfung des Laugengebietes, also zur Zeit der Kalisalzausscheidung, von größerem Belang, als die Kontinuität der Ausscheidungen nicht bloß durch einzelne Steinsalzbänke unterbrochen wurde, sondern auch der Ton- und Sandgehalt bedeutend zunahm.

Über das Alter der Libyschen Stufe Zittel's

und eine neue *Stephanophyllia* (*St. Schweinfurthii* n. sp.) aus den Blättertonen des Danien in Ägypten.

Von Paul Oppenheim.

Eines der wichtigsten Resultate der Arbeiten ZITTEL's bei der ROHLF'schen Expedition, welche sich neben anderem die geologische Erforschung des Nillandes zur Aufgabe stellte, ist, wie ZITTEL¹ damals selbst betonte, die Aufstellung und Begrenzung der „Libyschen Stufe“ gewesen. Diese sollte die untersten Tertiärschichten umfassen, welche sich zwischen die oberste Kreide einer- und die Ablagerungen des Mokattam bei Kairo andererseits einschoben, und welche nach unten direkt ohne Pause im Absatze in die Kreide selbst verlaufen sollten. Das genaue Alter dieser Formation wurde naturgemäß noch nicht bestimmt und ihr Verhältnis zu denjenigen des westlichen Europas und des Mittelmeerbeckens noch nicht festgelegt; es wäre dies auch ohne weitgehende Einzeluntersuchungen nicht möglich gewesen. Das Hauptmoment für ZITTEL, welches er wiederholt betont, ist und bleibt, daß zwischen diesem unteren Eocän und der oberen Kreide ein kontinuierlicher Verlauf stattfindet, daß hier keine natürliche Trennlinie gezogen werden kann und daß sich ganz allmählich die ersten Operculinen und Num-

¹ Geologie und Paläontologie der Libyschen Wüste. Palaeontographica. 30, 1. Cassel 1883. p. XC.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1917

Band/Volume: [1917](#)

Autor(en)/Author(s): Rózsa M.

Artikel/Article: [Die Entstehung der Zechsteinsalzlager aus chemisch-geologischen Gesichtspunkten. 35-41](#)