15. Steinsalz und Kalisalze.

Von Herrn Carl Ochsenius in Marburg.

Als Ergänzungen meiner Aufsätze über diese Materie in Bd. XXVIII, S. 655—666 (1876) und Bd. XXXIII. S. 507—511 (1881) halte ich folgende Ausführungen für notwendig.

Der ganze norddeutsche Zechsteinsalzbusen, der unsere Kali- und Magnesiasalze als höchst wertvolle Zugabe zu dem Steinsalzcoloss in seinem Untergrunde birgt, stellt eine Tiefseebildung vor. Bei Sperenberg liegen an 1270 m Steinsalz, bei Unseburg an 900 und bei Celle über 1470 m. Hieraus folgt, dass nicht mehr so a priori von einzelnen Kalisalzmulden und dergl. die Rede sein kann und noch weniger von Salzgärten und -beeten. [1])

---

[1]) Einen Begriff von dem enormen Reichtum an Steinsalz unter unserm Flachlande mögen folgende, 1000 und mehr Meter Teufe erreicht-habende Bohrresultate, worunter nur drei fiscalische, geben:

Prinz Adalbert	bei Oldau	1613 m	(1472 in Salz)
Salzdetfurt	„ Sodenberg	1410 m	(930 in Salz, nicht durchbohrt)
Mansfeld	beim salzigen See	1383 m	
Fiscus	bei Unseburg	1290 m	
Germania	„ Altenhagen	1286 m	(Salz nicht durchbohrt)
Fiscus	„ Sperenberg	1273 m	(1184 in Salz, nicht durchbohrt)
Heiligendorf	„ Heiligendorf	1227 m	(Salz nicht durchbohrt)
Jessenitz	„ Probst Jesar	1207 m	„ „ „
Hannoversche Kaliwerke	„ Oedesse	1181 m	„ „ „
Hermann II	„ Dahlum	1168 m	„ „ „
Hildesia	„ Sonnenberg	1163 m	„ „ „
Hohenfels	„ Wehmingen	1153 m	„ „ „
Hannoversche Kaliwerke	„ Abbensen	1138 m	„ „ „
Fiscus	„ Winzenburg	1131 m	„ „ „
Grossherzogin Sophie	„ Lüthorst	1103 m	„ „ „
Teutonia	„ Schreyhan	1100 m	„ „ „
Siegfried I	„ Volksen	1060 m	„ „ „
Kniestedt	„ Salzgitter	1050 m	„ „ „
Schierenberg	„ Dröhnenberg	1037 m	„ „ „
Wilhelmshall-Oelsburg	„ Ilseder Hütte	1011 m	„ „ „
Justenberg	„ Gehrden	1009 m	„ „ „
Inowrazlaw	„ Ostfeld	1003 m	„ „ „
Victoria	„ Calefeld	1001 m	„ „ „
Hohenzollern	„ Sorsum	1000 m	„ „ „
„	„ Freden	1000 m	„ „ „

Der ganze Busen (mit Thüringen als flache Nebenbucht) hat die edlen Kalisalze als Niederschlagsproduct ausnahmsweise erhalten und behalten, und zwar unter besonderen Umständen.

Die obersten Schichten der Laken, die über dem Absatze des grössten Teils von Chlornatrium stehen blieben, waren aus den leichtest löslichen Salzen gebildet, nämlich aus Jodiden (von Natrium, Lithium, Calcium und Magnesium), ferner aus Bromiden (derselben Basen und wohl auch Kalium) im Verein mit Chlormagnesium. Diese Horizonte waren die ersten, welche über die Barre ins Meer abfliessen mussten, nachdem der Mutterlaugenspiegel die Unterkante der Barre erreicht hatte. Die Jodverbindungen wurden vollständig abgestossen — deshalb giebts weder Jod noch Lithium in unseren Kalibetten —, die Bromide blieben nur restweise zurück — deshalb findet sich verhältnismässig bloss sehr wenig Bromkalium in unserm Bromcarnallit —, wogegen Chlormagnesium zum Teil mit seinen Genossen im Abzuge vereint blieb — deshalb ergiebt sich bei ihm ein Manco —, da schloss sich die Barre durch Versandung vom Ocean her. Nach Entfernung der rebellischst hygroskopischen Salze brachten Sonne und Winde die Laken zur Erstarrung[1]) und brachten nachher auch eine Bedeckung durch Staubmaterial, das sich in Salzton verwandelte, fertig, welche die festgewordenen Salze mechanisch vor Unbilden und chemisch vor Wiederauflösung durch angezogene Feuchtigkeit schützte. Dennoch wäre meines Erachtens diese Tondecke nicht hinreichend gewesen, um auf die Dauer ihren Zweck zu erfüllen, da zerstörte der Ocean seinen eigenen, vorher von ihm bewirkten Sandverschluss auf der Barre wieder und brach in die Senke, die im Grunde die Salze unter Ton barg, von neuem ein, nahm sein von ihm zeitweise verlassenes Gebiet nochmals vollständig in Besitz und setzte nun darin ein Steinsalzlager ungestört durch Unterbrechungen ab, d. h. ohne Edelsalze, aber mit Gipsunterlage und Anhydrithut mit Salzton.

Von Wichtigkeit ist die Gegenwart der zerfliesslichen Magnesiasalze im Meerwasser. Kämen nur Chlornatrium und Calciumsulfat in Frage, so würde die Füllung der Salzpfanne nichts als gipshaltiges Steinsalz aufweisen, aber keinen ausgeprägten, tonigen, wasserdichten Anhydrithut, dessen Bildung durch die flüssig bleibenden Mutterlaugenschichten bewirkt wird. Unsere Steinsalzlager würden dann von den circulierenden Gewässern ihrer Umgebung leichter angegriffen werden. Allerdings halten sich nackte aufragende Salzfelsen in regenarmen Klimaten ganz tapfer, z. B. in

[1]) Auf die dabei tätig gewesenen Wärmegrade komme ich weiter unten zurück.

Siebenbürgen, Spanien, den Anden u. s. w., aber constant sie benagenden unterirdischen Bergwässern gegenüber würden sie viel weniger widerstandsfähig sein.

Den zerfliesslichen, im letzten Processtadium submarin über die Barre abfliessenden Bittersalzen ist also nicht nur die Rolle eines Störenfriedes, welche sie bei der Verarbeitung der Salze in unseren Chlorkaliumfabriken jetzt einnehmen, zugewiesen worden, sondern vielmehr die einer unentbehrlichen Zugabe.[1])

Ich hatte bereits 1876 die Anhydritbildung aus wässerigen Salzlösungen auf die Wirkung von concentrierten Laken auf das im Meerwasser als Gips vorhandene Calciumsulfat aus geologischen Gründen behauptet, entgegen der Ansicht von Joh. Haidenhain[2]), nach welcher ein Druck von 10 Atmosphären bezw. ein nur 320 Fuss tiefes Meer hinreiche, um das gewässerte Calciumsulfat wasserfrei als Anhydrit abzusetzen. Die Unrichtigkeit dieser Ansicht ergiebt sich schon aus dem Umstande, dass das Liegende aller, auch weit über 100 m mächtigen Steinsalzflötze Gips ist, wie schon G. Bischof hervorgehoben hat. R. Brauns hat dagegen 1894 Anhydrit künstlich mit Calciumsulfat in Contact mit Chlorkalium und Chlornatrium bei gewöhnlicher Temperatur aus Lösung hergestellt. Dass nachträglich Gips aus Anhydrit und Anhydrit aus Gips hervorgehen kann, wird hierdurch nicht berührt.

Das erwähnte jüngere Steinsalzflötz hat den Kalibetten als ausgezeichneter Schutz gegen Eingriffe von oben gedient. Ich denke, dass der Mangel eines solchen für die tertiären Kalisalze von Kalusz der Grund nicht erhalten gebliebener Bauwürdigkeit ist.

Selbiges Steinsalz wurde stellenweise die Beute des Buntsandsteins. Für diesen spreche ich eine Analogie an, wie sie uns die aralo-kaspische Niederung heute noch bietet, nämlich Sandwüsten mit und ohne feste und wandernde Dünen, Salzseen, Salzsteppen, Salzflötze, Rinnsale salinischen und süssen Wassers, Oasen u. s. w. mit allen bekannten meteorologischen Gegensätzen. Die Sandstürme des Bunten zerbliesen und zerfeilten im Laufe der Zeit das jüngere Steinsalz, d. h. nur da, wo es jetzt über den Kalibetten fehlt; Calciumsulfat und Chlornatrium gingen im Sandstaub auf und begegnen uns jetzt als Gipsgehalt und als einfache Soolen ohne Bittersalze etc. im Bunten, weil diese nicht in dem regelrecht gebildeten Steinsalzlager vertreten waren.[3])

---

[1]) Noch grossartiger ist die Rolle dieser Zugabe in der ganzen Sedimentärgeologie da, wo einfache Lösungen von Chlornatrium nicht ausreichen, um Gesteinsumbildungen und -zersetzungen zu erklären.

[2]) Diese Zeitschr. XXVI, S. 278.

[3]) Ueber die Bildung von Tongallen auf festem Boden mit etwas Feuchtigkeit hat uns E. Spandel aufgeklärt.

Das war eine trockene, von oben kommende Störung; an eine solche ebendaher, aber wässerige in grossem Massstabe glaube ich nicht. Es handelt sich dabei nämlich um die Fragen: 1. woher kam das Wasser? — Aus den Wolken bezw. von den Busenrändern. Mag das so sein, obschon Sand- und Salzwüsten sehr regenarm zu sein pflegen. 2. Wo lief es hin? — In die nächsten Vertiefungen. 3. Was geschah damit? — Es löste die Salze und führte sie . . . . 4. wohin? etwa in die Tiefe; dann war es nur eine Umlagerung, denn eine unterirdische Communication mit dem Meere bestand nicht, weil dessen Niveau höher lag, als das des Senkeninnern, die Gewässer also von aussen und unten eingedrungen wären und die Salze wieder an sich genommen hätten. In die Luft konnten diese dem verdunstenden Wasser auch nicht folgen, sie blieben also in ihrer Lagerstätte, wenn auch verändert, umkrystallisiert, oder wo anders in der Nachbarschaft abgesetzt. Dagegen sind tektonische Störungen von unten überall im Bereiche des norddeutschen Zechsteinbusens herrschend. Kein einziges Bruchstück des ursprünglich gleichmässig ausgebreiteten Kalitischtuches ist in horizontaler Position geblieben. Ganz besonders scheinen die Gegenden vom Harze bis zum Rhein stark dislociert worden zu sein. In ausschweifendsten Verschiebungen, Verwerfungen und Faltungen haben sich unsere Kalibetten ergangen; einzelne Teile sind sattelförmig bis 150 m hoch unter die heutige Culturdecke gehoben, andere über 1200 m tief hinabgepresst worden, ganz abgesehen von einigen anderen Tücken der schaffenden Natur, die nachträglich Sättel, Mulden und Spalten da unten hervorgebracht hat. So traf die Kaliunternehmung Friedrichshall bei Sehnde unweit Hildesheim in einer Bohrung das Kali schon bei 155 m, nachdem bei 31,5 m Gips erfasst war; ein anderes Bohrloch derselben Gesellschaft ergab Kalisalze bei 206—225 m und bei 432—437 m.

In der Nähe von Ehmen unweit Fallersleben war's ähnlich. Da traf man Kali unter einem schwachen Buntsandstein von 3 m und Salzton zuerst bei 161 m, wogegen eine Lüchower Bohrung mit 375 m unter der Kreide in das Kali geriet, während Heiligendorf, nur etwa 9 km südlich von Fallersleben, Kali erst in 1205 m anbohrte.

Ich kann die Situation nur vergleichen mit dem Getriebe von polaren Eisschollen auf bewegtem Wasser, die einerseits alle möglichen Stellungen eingenommen haben, andererseits Lücken zwischen sich präsentieren.

Die Kalibetten der Hercynia bei Vienenburg z. B. stehen auf dem Kopf; eine Strecke ist, wie berichtet wurde, direct und

staubtrocken aus dem Carnallit in den Muschelkalk geraten, hat also eine total ausgeheilte sehr tiefe Spalte durchfahren.

Lücken zwischen den einzelnen Kalivorkommen sind recht häufig, breite Klüfte streichen weithin; Ueberschiebungen sind seltener. Eine solche scheint bei Hedwigsburg im Braunschweigschen vorzuliegen, wo 140 m Carnallit statt der gewöhnlichen 40 m anstehen.

Hervorzuheben ist, dass in Wirklichkeit nur ein einziges Hauptkalilager existiert, mögen auch zwischengelagerte Steinsalzbänke oder Anhydritstreifen noch so mächtig vertreten sein, und mögen in einem und demselben Bohrloch auch verschiedene Ausläufer, Ramificationen und Schwänze, die erst nachträglich infolge von Dislocationen abgedrückt wurden, durchteuft werden.

Was nun die Schichtenfolge über dem Zechstein, dem Träger unserer Edelsalze, anlangt, so darf man wohl als sicher annehmen, dass es sich hinsichtlich der Mächtigkeitsbestimmung um drei parallele Ebenen handelt.

Die unterste war die Oberfläche des Steinsalzmassivs im Untergrunde des Busens, die zweite ist das Oceanniveau und die dritte ist, abgesehen von geringen Unebenheiten, unser norddeutsches Flachland.

Ohne eingetretene Störungen müssten also unsere Kalisalze überall gleich tief (ich rechne etwa 500—600 m) unter Tage liegen, einerlei, welche Schichten sie bedecken. In Wirklichkeit sind sie aber ausnahmslos in den auf ihren Absatz folgenden Zeiträumen arg mitgenommen worden, wie die Tiefbohrresultate klar beweisen.

Sie können unter Diluvium bezw. Tertiär tiefer liegen als unter der Kreide, wie denn in der Nähe von Uelzen das Neozoicum mit 400 m undurchbohrt blieb, wogegen bei Büchow, wie schon gesagt, sie bei 375 m unter der Kreide anstehen. Bei Lindwedel nördlich von Hannover sind sie (ebenfalls unter der Kreide) in noch geringerer Teufe gefasst worden. Dazu tritt der Umstand, dass auch der Buntsandstein ganz unberechenbar ist innerhalb der Entwicklungsgrenzen von 0—1000 m.

Wie unsicher Mächtigkeitsberechnungen der Deckschichten des Zechsteins sein können, geht aus den Angaben des gewiss sehr exact beobachtet habenden Geologen H. Roemer-Hildesheim hervor. Derselbe stellte 1883 [1]) folgende Zahlen auf:

---

[1]) Die geologischen Verhältnisse der Stadt Hildesheim (Jahrb. kgl. preuss. geol. L.-A.) S. 84.

Hils	130 m
Malm	100 m
Dogger	350 m
Lias	450 m
Keuper	185 m
Muschelkak	200 m
	1355 m,

ohne Buntsandstein, der in der Nähe von Hildesheim auch reichlichst sich ausdehnt.

Rechnet man diesem nur 245 m zu, so kommen 1600 m heraus bis auf den Zechstein, und an 1700 m bis zum Kali. Wer hätte da solches erbohren wollen? Dennoch geschah es, und man traf es in einem Viertel der berechneten Teufe, d. h. bei weniger als 400 m. Da wird man inne, dass das Studium der Oberflächenbeschaffenheit keinen untrüglichen Massstab für die Verhältnisse im Untergrund abgiebt.

Viel weniger afficiert worden sind jedenfalls die salinischen Sedimente in Thüringen. Ihr Einfallen übersteigt kaum 5°. Im Allgemeinen liegen dort zwischen 300 und 500 m die Kalischichten, aber oft innig verbunden mit Steinsalz, ja manchmal ist der Sylvingehalt des Steinsalzes nur chemisch zu erkennen Ausserdem finden sich Carnallit und Kainit. Kieserit ist nur recht spärlich im sog. Hartsalz vertreten. Die eigentliche Kieseritregion fehlt ebenso wie die (locale Stassfurter) Polyhalitregion.

Die Erklärung hierfür scheint naheliegend, wenn man annimmt, dass die Thüringer Bucht ein flacher Ausläufer des Zechsteinbusens war. Der Grund dieser Bucht schnitt mit dem obersten Horizont des Magnesiumsulfates ab, deshalb blieben nur vertreten das allgegenwärtige Chlornatrium mit Chlorkalium und Chlormagnesium. Diese sind hie und da so innig verwachsen mit dem Steinsalz, dass dem Aussehen nach einander ganz gleiche Salzstücke durchaus verschiedenen Kaligehalt bei der Analyse ergeben; für kaliarm taxierte Proben erwiesen sich bei der Untersuchung für hochwertig und umgekehrt. Es liegt also eine Mischung von Sylvin und Steinsalz vor. Carnallit und Kainit kommen auch vor, ebenso Hartsalze (Chlorkalium, Chlornatrium und Kieserit), jedoch seltener. Nicht zu vergessen ist aber das gänzliche Fehlen von Jod und die äusserst schwache (wenn überhaupt vorhandene) Vertretung des Broms; dieser Umstand weist strict auf eine Verbindung mit dem norddeutschen Zechsteinbusen hin, mag diese auch nur beschränkt gewesen sein.

Was nun den Plattendolomit betrifft, der bloss in Thüringen (im weiteren Sinne) unter den oberen Zechsteinletten erscheint, so möchte ich ihn vorerst für eine äolische Bildung halten.

In der Umgegend von Berka hat die Kaliunternehmung Alexandershall 4 Bohrungen, die an 4750 m auseinander liegen. In allen erscheint unter den oberen 7—13 m starken Zechsteinletten, die meist Anhydrit und Dolomitknauer einschliessen, der Plattendolomit 14—27,5 m mächtig; darauf folgen die unteren Letten des oberen Zechsteins mit Gips- und Anhydritbänken in der Stärke von 50—90 m, und daran schliessen sich Salzton oder Gips mit Anhydrit als Decke des Steinsalzes, welches Kali in zwei verschiedenen Horizonten einschliesst.

Nimmt man nun an, dass nach der Salzbildung flüssige Laken mit Chlormagnesiumgehalt über dem Salzton, Anhydrit u. s. w. stehen geblieben seien, aus denen sich die Letten absetzten, so fragt es sich: woher kam der Kalk des eingeschobenen Plattendolomits?

Ich neige mit Beyrich[1]) zu der Ansicht, dass der Kalk in Staubform angelangt ist, weil die Annahme des Zutritts von stark kalkhaltigen Gewässern zu den salinischen Lösungen, die das Calciumsulfat fallen liessen, insofern ausgeschlossen erscheint, als diejenige Menge reinen Wassers, welche einen Teil kohlensauren Kalk löst, genügt, um mindestens 60 Teile Calciumsulfat aufzunehmen. Ein Einlauf von Kalkwasser in die concentrierten Laken hätte also nicht nur den Niederschlag von Calciumsulfat verhindert, sondern auch vorhandene Gipsniederschläge wieder gelöst. Doch ist zu berücksichtigen, dass stark kohlensäurehaltiges Wasser mit Kalk nur die $2^1/_2$ fache Menge Gips aufnimmt, und die Thüringer Salze bergen stellenweise enorm viel hochgespannte Kohlensäure, die förmliche Explosionen hervorruft; ich glaube aber trotzdem mehr an eingewehten Kalkstaub, der mit dem noch vorhandenen Chlormagnesium Dolomit bildete, wobei aus dem schwach vertretenen Magnesiumsulfat und dem entstandenen Chlorcalcium Gips bezw. Anhydrit hervorging.

Die im Plattendolomit hie und da vorhandenen Fossilien *Schizodus Schlotheimi*, *Myalina Hausmanni* etc. können recht gut Bewohner von Tümpeln mit Salzwasser gewesen sein; ihre Gegenwart beweist noch nicht, dass eine Meeresbedeckung vorliegt, wie denn auch die kleinen Estherien, Gervillien etc. des Bunten nicht notgedrungen auf eine oceanische Wasserfläche mit Inseln, die *Voltzia* und deren Verzehrer *Chirotherium* trugen, bezogen werden müssen.

Wieweit die thüringische Zechsteinbucht nach Süden reichte, wird durch von Ammon[2]) trefflich erläutert.

---

[1]) Erläuterungen zu Blatt Kelbra und Frankenhausen.
[2]) Geognostische Jahreshefte, 13. Jahrg., 1900, S. 184.

Für die westliche Grenze habe ich bereits 1876 die Wesergegend angesprochen. Vielleicht wird als damaliger oberer Weserarm die Fulda zu betrachten sein, denn bei Neuhof südlich von Fulda sind, wie man hört, Kalisalze erbohrt worden.

Vom arktischen Weltmeer scheinen nach Frech die Fluten gekommen zu sein. Da müssen die Zechsteinbusen nach Norden hin offen gewesen sein. Der norddeutsche Busen hat auch noch Nachbarn gehabt, denn linksrheinisch sind ebenfalls Zechsteinsalze, aber typisch reguläre, d. h. ohne Kalisalze, über dem Carbon erbohrt worden. Dort hat also der Ocean die seinen ungehinderten Eintritt verwehrenden Barren nicht so arg und andauernd versandet, dass die flüssig gebliebenen Laken über dem Steinsalze eingesperrt und zum Austrocknen verurteilt wurden.

Also ist und bleibt Norddeutschland von Inowrazlaw bis in die Wesergegend der alleinige Besitzer abbauwürdiger Kalilager, die einen specifischen Nationalschatz repräsentieren, mit dem wir durchaus nicht sparsam umzugehen brauchen. Hier heisst es im Gegenteile: die günstigen Chancen des Welthandels ausnutzen, ehe es zu spät wird, d. h. ehe die Chemie Kali billiger aus der Hauptquelle, den Feldspäten, liefert.

Ueber den detaillierten Werdegang unserer Kaliablagerungen existierten bis vor kurzem nur die Aufzeichnungen von Usiglio vom Jahre 1849. Derselbe arbeitete mit Mittelmeerwasser, das 3—5 km seewärts von Cette im südlichen Frankreich aus 1 m Tiefe genommen war. Nun ist Mittelmeerwasser an sich reicher an Bittersalz, und das von der Kreideküste von Cette kalkhaltiger als das des offenen Meeres, dazu war die Menge von 5 Litern für jeden Versuch zu gering, so dass Usiglio nicht auf schwach vertretene Nebensalze, z. B. Jod, Bor, Lithium, Rücksicht nehmen konnte. Ausserdem stimmen auch seine Laboratoriumsversuche nicht mit der Wirklichkeit. So müsste z. B. alles Steinsalz nach Usiglio bittersalzhaltig sein, was bekanntlich nur selten der Fall ist, auch müssten die oberen Lagen unserer Steinsalzflötze durchweg Brom führen, davon ist jedoch in der Wirklichkeit, in der Natur, nichts zu bemerken. Umgekehrt kommt Chlorkalium, das nach Usiglio in normalen Steinsalzbetten ganz fehlen müsste, hie und da im Salze vor.

Seit Jahren habe ich deshalb auf die Notwendigkeit der Wiederholung der Arbeiten Usiglio's in erweitertem Umfang hingewiesen, und seit einiger Zeit ist nun van't Hoff-Charlottenburg mit ausgezeichnetem Scharfsinn bei dieser Sache. Er hat die Bildung fast aller bis jetzt in unseren Kalisalzregionen auftretenden Verbindungen künstlich hergestellt, aber nur bei 25°. Ich

plädierte bei ihm für höhere Temperaturen mit Bezug auf Kieserit,[1]) einem Hauptbestandteil unserer Edelsalzregionen, Polyhalit etc. Ich ging dabei von folgenden Gesichtspunkten aus:

Bei Anreicherung des Salzgehaltes in einem partiell vom Meer abgeschnürten Becken nehmen die obersten specifisch schwerer werdenden Schichten beim Sinken ihre Oberflächenwärme mit in die Tiefe und bringen so den ganzen Beckeninhalt auf die hohe Temperatur der obersten Schichten. Einen sehr guten Beweis im Grossen liefert hierfür das Mittelmeer, das durch die flache Schwelle bei Gibraltar vom Ocean partiell abgeschnürt ist. Es zeigt bis in seine grössten Tiefen von 4000 m 12,7°, während der offene Ocean westlich von Gibraltar in derselben Tiefe nur 2° hat.

Da hohe sommerliche Wärmegrade auch bei uns jetzt auf der Erde beobachtbar sind, z. B. Sandhitzen von 67° bei Kunrau in der Altmark, von 75° in Moskau (am 19. VI. 1901), von 90° im Kalksand von Aegypten (nach Sickenberger), so kann man sich recht gut vorstellen, dass unser Salzgemisch weit über 25° hat kommen können bezw. müssen.

Hierfür existieren factische Beweise. Bei dem Umbau einer Saline in der Nähe von Besançon blieb ein grosser Soolbehälter mit seinem Inhalt längere Zeit sich selbst überlassen ohne Bedeckung. Im August, als man ihn entleeren wollte, fand sich, dass der ganze obere Teil der Sole eine Temperatur von über 60° angenommen und conserviert hatte.

Wenn hiernach Soolen in Frankreich im August schon bis zu + 60° warm werden, können das unsere Kalilösungen des Zechsteins auch getan haben. Und dass sie es getan haben, ist jetzt bewiesen. E. E. Basch hat die Lücke der künstlichen Darstellung des Polyhalits ausgefüllt und sagt in einem von van't Hoff der Akademie der Wissenschaften vorgelegten Bericht vom December 1900:

Eine Lösung von 48 g Kaliumsulfat in 500 g Wasser wird mit 8 g Gips versetzt und zeitweise geschüttelt. Dazu treten, nachdem nach etwa 20 Minuten die Masse breiartig unter Syngenitbildung geworden ist, 60 g Magnesiumsulfat und 333 g Magnesiumchlorid (Bischofit). Bei 56° lässt man etwa 40 g Wasser abdunsten und hält so lange bei dieser Wärme, bis die feinen früher gebildeten Syngenitnadeln verschwunden sind. Nach Filtrieren an der Saugpumpe und raschem Nachwaschen mit Alkohol erhält man 13 g Polyhalit. In die Mutterlauge braucht man nur

[1]) Brauns citiert zwar: Kieserit nach Precht und Wittjen beim Eindampfen von Magnesiumsulfatlösung bei ziemlich niedriger Temperatur (Chem. Mineralogie S. 144), giebt aber nichts näheres an.

gleichzeitig frische Sulfate von Calcium, Magnesium und Kalium in geeignetem Verhältnis einzubringen und genügend lange auf 56° zu erhalten, um neuen Polyhalit zu bekommen. Die Analyse ergab so erhaltenes Präparat:

	gefunden	
H_2O . . .	6.18	5,91
SO_4 . . .	63,4	63,75
Ca . . .	13,31	13.27
Mg . . .	4,03	4,04
K	13,2	12.97

Hiermit ist der Beweis erbracht, dass, wie ich vermutet und ausgesprochen, eine Temperatur von + 60° unsere Edelsalze zum Auskrystallisieren gezwungen hat, und das könnte uns eine Beruhigung gewähren, weil damit das französische, von Gambetta patronisierte Project fällt, in der Nähe von Ischia einen Meersalinenbetrieb einzurichten, welcher mit Hilfe der dort vulcanisch erhöhten Temperatur der See bezweckte, unsere Kalisalze aus den Mutterlaugen auf billigste Weise herzustellen.

An Wärme wird es da auch ohne Vulcanismus wohl nicht fehlen, höchstwahrscheinlich aber an Zeit.

Salzsoolen verstehen es, wie bereits erwähnt, die Sonnenhitze förmlich zu capitalisieren und festzuhalten. Die Tatsache von Miserey bei Besançon mit 62° in den besonnten Soolschichten blieb anfänglich jedoch unbeachtet, weil man keine Erklärung dafür hatte. Gerade so ist es mit den Temperaturbeobachtungen in den Tiefenschichten des Mittelmeers gegangen, welche schon 1832 — wenn auch nicht gerade aus 4000 m — publiciert wurden, aber nicht in den Kreis wissenschaftlicher Arbeiten gezogen wurden, weil man nicht wusste, wie sie erklären und anwenden, indem die oceanischen Tiefseeuntersuchungen überall in der offenen See abyssische Kälte angetroffen hatten.

Gestützt auf geologische Gründe hatte ich bereits 1875 behauptet, dass in partiell vom Ocean abgeschnürten Busen bei einem Salzniederschlag die Oberflächenwärme sich dem ganzen Busenwasser mitteilen müsse, und seitdem hat es an Bestätigungen dafür nicht gefehlt. Das Mittelmeer hat stellenweise 13, ja 14°, das Rote Meer im Norden 21°, im Süden 25° am Grunde. Allein, das sind nur Mitnahmen der Oberflächentemperatur, keine Kapitalisierungen. Die haben sich herausgestellt ausser bei Miserey neuerdings in Siebenbürgen, dem „Salzkrater“ der Karpathen. Dort liegt im Komitate Udvarhely bei dem Orte Parajd (wo auch prächtige Eichenwälder in Humusboden stehen, der von leibhaftigem, purem Steinsalz unterlagert ist) ein merkwürdiges Gebiet mit zahlreichen grösseren und kleineren Becken, die alle von mehr oder

minder concentrierter Salzlake erfüllt sind. Der 4 ha grosse und bis 20 m tiefe Medvesee zeigt 1,32 m unter seiner Oberfläche 70°, sage siebenzig Grad, in 25procentiger Soole, über der eine ausserordentlich dünne Schicht salzärmeren Wassers schwimmt. Zwei andere kleinere Salzseen (Mogyoros und Schwarzer See) weisen 38 und 27° auf, wenn auch nicht bis zum Grunde. Die Wärmeaufspeicherung findet also in einer Mittelschicht statt.

Der Chefchemiker der geologischen Anstalt in Budapest, A. von Kalecsinsky, berichtet 1901 darüber eingehend.

Wir müssen daher annehmen, dass es auch unten in unserem norddeutschen Kalibusen z. Z. sehr warm gewesen ist.

Möge derselbe für immer eine Quelle des deutschen Wohlstandes bleiben. Unsere Agrikulturproduction steigert sich durch Kalidüngungung auf mehr als das doppelte, und das Ausland zahlt uns schon jetzt jährlich an 40 Millionen für unsere Salze.

Anhang.

Für meine im vorstehenden Aufsatz berührte Ueberzeugung, dass der Buntsandstein eine Wüstenformation ist, wie sie uns heute in der Aralo-kaspischen Senke, die viel ausgedehnter als das Gebiet der deutschen Triasbildung, sich darbietet, d. h. Sandmassen auf z. T. lehmigem Untergrund mit oder ohne feste und Wanderdünen, mit meist salinischen Steppen, grösseren Becken mit Salzwasser und Salzwasserorganismen, welche in Buchten mit Barren, ganz so wie der Kaspisee, regulär gebildete Steinsalzflötze absetzen können bezw. abgesetzt haben, mit Süsswasserrinnsalen und -tümpeln und deren Bewohnern, mit Oasen in der Nachbarschaft von Salzsümpfen, wo nur spärliche, elende Vegetation aufkommen konnte u. s. w., kurz mit allen in der Aralo-kaspischen Niederung zu beobachtenden Varianten, — für diese Ueberzeugung sprechen manche Momente, die ich hier namhaft machen möchte, weil eine grössere begonnene Arbeit über dieses Thema schwerlich fertig werden wird.

Ueber unseren Kalibetten des oberen Zechsteins liegt ein regulär gebildetes leibhaftiges Steinsalzflötz ohne nennenswerten Gehalt an Kali- und Magnesiasalzen. Dieses ist stellenweise den alles zerfeilenden Sandmassen des darüber hingewehten unteren Buntsandsteins zum Opfer gefallen und hat dabei dem Kalilager als Schild gedient.

Die ersten Aufschlüsse unserer Kalibetten dicht bei Stassfurt-Leopoldshall trafen es nicht, es war da trocken erodiert worden, Man vermutete das nicht und gab deshalb die Hoffnung auf Kali im Felde von Ludwig II. nahe bei Stassfurt auf, als man es von oben her erfasste. Man hielt es für das Liegende der

Kaliregion. Erst spätere Aufschlüsse im Felde der Agathe schafften Klarheit über dieses sog. jüngere Steinsalz: man durchteufte es mit dem wieder aufgenommenen Schachte Ludwig II. und fasste das Kali darunter. Also das Feld Ludwig II., auch der Achenbachschacht, sowie die Gegend von Aschersleben haben, wie sich herausgestellt hat, ihr jüngeres Steinsalz conserviert, Stassfurt-Leopoldshall hat es hergegeben, abgegeben an den Buntsandstein. Dieser eignete sich das Chlornatrium und Calciumsulfat des Flötzes an und verwandte sie zu der alten Stassfurter Soole. Dieselbe entsprang in zwei Soolschächten aus 171½′ = 55 m und 163′ = 51 m Tiefe dem unteren, milden, tonigen Buntsandstein und hatte einen Gehalt von

Chlornatrium	16,225
Calciumsulfat	0,480
Magnesiumsulfat	0,206
Chlormagnesium	0,159
Kaliumsulfat	0,059
Sonstiges (Kalkcarbonat, Eisen, Kiesel etc.)	0,031
	17,16 in 100 Teilen,

wogegen die Soole, die mit dem in der Nachsarschaft gestossenen Bohrloche bei 256—325 m Teufe nur 5,61 Teile Chlornatrium, daneben aber die für die Versiedung äusserst schädlichen bitteren Salze in grosser Menge enthielt, d. h.

Chlornatrium	5,61
Magnesiumsulfat . . .	4,01
Chlormagnesium . . .	19,43
Chlorkalium	2,24
	29,29 in 100 Teilen.

Damit war bewiesen, dass die alte Stassfurter Soole, welche die dortige Saline versorgte, nicht das geringste mit dem in grösserer Tiefe (im Zechstein) erbohrten Salze zu tun hatte. Mit anderen Worten: sie präsentierte nur das dem jüngeren Zechsteinsalz abgestohlene Chlornatrium mit etwas Calciumsulfat und sehr geringen Beimischungen von bitteren Salzen, die ja in so unbedeutender Menge fast in jeder Steinsalzanalyse auftreten.

Recht charakteristisch wird dieser Vorgang illustriert durch den Aufschluss des Schachtes der Gewerkschaft Hohenfels bei Sehnde unweit Hildesheim. Mit 458 m trat der untere Buntsandstein schieferlettenartig auf und zeigte von 491 m ab zahlreiche knollenartige Gipseinlagerungen. Bei 500 m erschien das Salzlager und war an der Uebergangsstelle mit dem Buntsandstein unvermittelt fest verwachsen. Offenbar hatten die Sandsteine den

Gips zerfeilt und aufgenommen, als grössere Sandmassen sich darüber legten und die Bewegungen unter ihnen aufhoben. Bergfeuchtigkeit führte nachher die Gipsteilchen zu Knollen zusammen — auch ohne Feuchtigkeit ist dies beobachtet worden in dem gipshaltigen lufttrockenen Ton der Eindeckungen von Ehrenbreitsteiner Kasematten, wo sich nach 40 Jahren grosse Gipskrystalle fanden — und bewirkte einen innigen Anschluss des Sandes an das Steinsalz. Hätte Wasser den Sand angebracht, so wäre das Salz gelöst worden und der Sand in der Lake gesunken, denn schwimmen darin konnte er doch nicht. Er hat also nicht das ganze Flötz, sondern nur seinen Anhydrithut zerstört und einen geringen, oberen Teil des Flötzes bloss angenagt. In Stassfurt-Leopoldshall hat er es aber ganz zerstört, dagegen Ludwig II. kaum angegriffen.

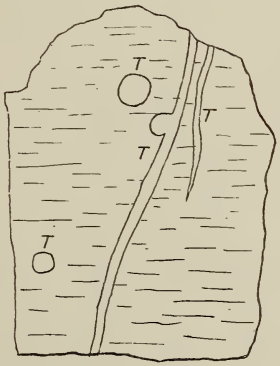
Heutige ähnliche Verhältnisse bieten sich dar bei den Wirbelstürmen und Schneeverwehungen, die häufig nur strichweise wüten und Hügel auftürmen, während seitwärts die Erdoberfläche rein gefegt wird.

Aus dem gestohlenen Salzgehalt des Buntsandsteins gehen nun auch seine Pseudomorphosenwürfel, die sog. hoppers hervor, die sich häufig auf den Absonderungsflächen des Gesteins zeigen. Deren Bildung hat W. Hilberg, Berkeley, Cal., beobachtet und beschrieben. Er sagt, dass schwache aufsteigende Salzlösungen sie absetzen, aber immer nur oberhalb der Oberfläche des Bodens und zwar so, dass der sich aufbauende Krystall keineswegs in die Tiefe reicht, sondern nur aus dem Teile des Würfels besteht, welcher über die Fläche hinausragt, man also keinen Krystall in Umhüllung antrifft. Er schneidet eben glatt mit der Unterlage ab und bleibt daher unvollständig. Das trifft ja bei allen hoppers vom Silur an zu. Vollständige Salzwürfel habe ich dagegen erhalten aus einer Chlornatriumlösung, die langsam in Ruhe über Buntsandstein verdunstete. Sie sanken und vereinigten sich hie und da zu Krusten. Man trifft ja öfters noch cubische Hohlräume in Gesteinen an, die von isolierten Steinsalzwürfeln herrühren. Auch im Schlamme des Toten Meeres finden sich ringsum ausgebildete Salzwürfel. Hieraus folgt, dass das Vorkommen von hoppers keineswegs so gedeutet werden muss, dass Salzlösungen in Vertiefungen verdunsteten (denn daraus wären vollständige Krystalle entstanden), sondern als Product von capillar von unten herauf steigenden Lösungen, welches einzig über die Oberfläche hinausragend sich in dem freien Raume ausgebildet hat.

Was die im unteren Buntsandstein vorzugsweise häufigen Tongallen betrifft, so hat deren Bildung in allen Variationen im Ufergebiete eines schwachen Rinnsales, der, durch Regenguss an-

geschwollen, feinen Tonschlamm anbringt und seitwärts absetzt, worauf nach Ablauf des Wassers durch Luftbewegungen Schneeballen ähnliche Tongebilde verschiedenster Grösse entstehen, E. Spandel eingehend beobachtet und darüber in der geologischen Section der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte 1896 in Frankfurt am Main berichtet. Die Ballen und Bällchen zeigten alle die eigentümlichen unregelmässigen, meist rundlichen, selten zackigen Formen, die man an den Tongallen des Buntsandsteins findet. Ihre Form als isolierte Gebilde konnten sie jedoch nur bewahren in langsam darüber gewehtem lockerem Sande, nicht aber im Wasser, dass diesen anbrach; denn hierin wären sie wieder erweicht worden und hätten auseinander fliessen müssen. Ich besitze ein Stückchen Buntsandstein von Wacha a. d. Werra aus etwa 100 m Teufe, welches folgende Tonstreifen und Tongallen zeigt.

Fig. 1.



Auch hier wird man auf die Anschauung hingewiesen, dass nicht alles im Buntsandstein aus Wasser abgesetzt worden sein kann, sondern verhältnismässig nur wenig.

Alle diese Tatsachen sprechen dafür, dass recht grosse Teile des Buntsandsteingebietes trockene bezw. nur feuchte Wüsten gewesen sind, und nicht flache von Salzwasser bedeckte Gründe, wobei aber, wie eingangs erwähnt, alle Arten von Salz- und Süsswasseransammlungen keineswegs ausgeschlossen sind. Nachgewiesenermassen können Kreuzschichtungen und Rippelmarken beim Sandstein sowohl im Nassen wie im Trockenen entstehen. Und dieser Umstand ist eine weitere Stütze meiner entwickelten, jetzt schon mehrfach adoptierten Ansicht.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: 54

Autor(en)/Author(s): Ochsenius Carl Christian

Artikel/Article: 15. Steinsalz und Kalisalze. 608-621