

Zeitschrift für angewandte Chemie

und

Zentralblatt für technische Chemie.

XXI. Jahrgang.

Heft 32.

7. August 1908.

IV. deutscher Kalitag.

Bericht über die am 9. und 10. Mai 1908 in Nordhausen vom Verein deutscher Chemiker, Bezirksverein Sachsen-Anhalt und Bezirksverein Hannover, veranstaltete Versammlung in Verbindung mit Teilnehmern aus der Kaliindustrie.

I. Allgemeiner Bericht.

Während der erste und der dritte deutsche Kalitag im westlichen Teile des der Kaliindustrie erschlossenen Gebietes, in Hannover und Hildesheim, abgehalten wurden, der zweite an der Wiege dieser Industrie, in Staßfurt, stattfand, war für dieses Jahr zum ersten Male eine Versammlung im Süden des Kalibezirktes geplant, und zwar in der Nähe desjenigen Gebietes, auf dem dicht aneinander gedrängt eine größere Anzahl von Werken — die unter dem Namen Südharzwerke bekannten — entstanden ist, in der alten Reichsstadt Nordhausen.

Die außerordentliche Sorgfalt und Umsicht und die unermüdliche Tätigkeit, mit der der unter der Leitung der Herren Oberbürgermeister Dr. Contag und Bergrat Richter stehende Ortsausschuß seine Vorbereitungen getroffen hatte, berechtigten von vornherein zu der Hoffnung, daß sich der Verlauf der Tagung recht interessant gestalten werde. Daß daneben aber auch der Aufenthalt in Nordhausen ein angenehmer zu werden versprach, davon waren gewiß alle diejenigen überzeugt, die vom Bahnhofe aus die Stadt betraten und an dem reichen Festschmuck sahen, wie neben der Stadtverwaltung auch die Bürgerschaft bestrebt gewesen, zu zeigen, daß sie die Teilnehmer am Kaliitag als ihre Gäste im engeren Sinne des Wortes betrachte. Dieses Bestreben trat denn auch bei allen Veranstaltungen zutage und hatte zur Folge, daß die von Anfang an herrschende frohe Feststimmung sich während der ganzen Dauer der Tagung erhielt. Der Nordhäuser Kalitag wird auch um deswillen allen Beteiligten in angenehmer Erinnerung bleiben.

Daß man indefß auch mit einigen Erwartungen nach Nordhausen gekommen, bewies wohl der Umstand, daß der Besuch trotz der von der Mehrzahl der Teilnehmer zurückzulegenden größeren Entfernung ein recht reger war.

Nachdem die größere Zahl der Teilnehmer in den Mittagsstunden des 9. Mai eingetroffen war, begann der Kalitag nachmittags seine Tätigkeit mit der gruppenweisen Besichtigung von Kaliwerken und Maschinenfabriken um und in Nordhausen.

Von Kaliwerken hatten zur Besichtigung eingeladen die „Deutschen Kaliwerke, A.-G. bei Bernterode“ und die „Gewerkschaft Günthershall bei Göttingen“. Auf beiden Werken wurden die Besucher in liebenswürdiger Weise empfangen und man war bemüht, die Besichtigung der Werksanlagen, die zu den neuesten

gehören, und bei deren Ausführung man sich alle bisher gesammelten Erfahrungen zu nutze zu machen gesucht hatte, durch eingehende Erläuterungen und bereitwillige Auskünfte so interessant und lehrreich wie möglich zu gestalten.

In Nordhausen selbst galt der Besuch der Nordhäuser Maschinenfabrik, A.-G., vorm. Schmidt, Kranz & Co., der Maschinenfabrik Montania (Gerlach & König) sowie der Deutschen Tiefbohrgesellschaft - A.-G. und der Deutschen Schachtbaugesellschaft m. b. H., alles Werke, die als Lieferanten von Maschinen und Einrichtungen zum Bohren und Abteufen von Schächten oder von Bergwerks- und Fabrikseinrichtungen mit der Kaliindustrie in besonders engen Beziehungen stehen. Auch hier wurde recht viel Interessantes geboten, und der Besucher erhielt einen ungefähren Überblick über das Rüstzeug, dessen man zur Schaffung einer modernen Bergwerksanlage bedarf.

Den Besichtigungen folgten ebenso liebenswürdige Bewirtungen, so daß die Teilnehmer in jeder Beziehung hochbefriedigt von den gastlichen Stätten schieden.

Eine Beschreibung der Anlagen der Kaliwerke Günthershall, der Deutschen Tiefbohr-A.-G. und Deutschen Schachtbaugesellschaft, sowie der Spezialitäten der Montania befindet sich in der von der Tageszeitung „Industrie“ herausgegebenen Festnummer zum IV. Kalitag, auf die hier verwiesen sei.

Eine letzte Abteilung, annähernd 60 Personen, besuchte unter Beteiligung einer großen Anzahl Damen die Nordhäuser Talsperre. In Wagen, die von deren Besitzern in liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellt waren, ging es bei schönstem Frühlingswetter und hellem Sonnenschein hinauf in die in frischem, zartestem Grün prangenden Vorberge des Harzes, durch Neustadt am Hohnstein und dann bis an den Fuß der letzten Bergkuppe, nach deren Ersteigung die Besucher zu ihren Füßen das langgestreckte Staubecken der Talsperre erblickten. Auf einem steilen Abstiege gelangte man alsdann an die Sperrmauer und hier gab Herr Stadtbaurat Michael folgende Schilderung der Wasserversorgung Nordhausens und des Bauwerkes:

„Die Stadt Nordhausen bezieht seit 35 Jahren ihr Trinkwasser aus dem tiefen Tale bei Neustadt, Kreis Ilfeld. In früheren Zeiten wurde das Bach-

wasser direkt in eine Rohrleitung eingeführt, welche es weiter nach dem Hochbehälter der Stadt förderte. Der Bach hat eine unregelmäßige Wasserführung. Zur Zeit der Schneeschmelze braust eine beträchtliche Wassermenge im Tale herab, hingegen ist der Bach in der übrigen Zeit des Jahres nur ein Bächlein zu nennen mit geringer Wasserführung, die nicht zur Versorgung einer Stadt ausreicht. Die Stadt hatte unter der unregelmäßigen Wasserzufuhr erheblich zu leiden und sah sich gezwungen, Maßnahmen zur Verbesserung zu treffen. Alle möglichen Fälle der Wassergewinnung wurden in Erwägung gezogen; schließlich einigte man sich dahin, im tiefen Tale eine Staumauer mit einem Staubecken zu errichten. Das Staubecken dient im wesentlichen dazu, die abfließenden Wassermengen auszugleichen, das Zuviel des Winters wird aufgesammelt, um im Sommer bei Wassermangel mit verbraucht zu werden.

Das Niederschlagsgebiet von 5,6 qkm Größe aus dem das Wasser dem Staubecken zufließt, ist unbewohnt und dicht bewaldet, so daß, wie die Untersuchungen ergeben haben, nur gutes Wasser abfließt. Die jährliche Wassermenge, welche das Niederschlagsgebiet liefert, beträgt durchschnittlich 2 200 000 cbm, eine Wassermenge, die genügend groß ist, um den Wasserbedarf einer Stadt zu decken, welche um das Doppelte größer ist, als das jetzige Nordhausen.

Die Staumauer ist 28 m hoch, in der Sohle 20 m und in der Krone 4 m breit. Sie ist überall 2 m tief in den gewachsenen, gesunden Grauwackefelsen gegründet. An der Wasserseite fällt sie beträchtlich ab, während sie sich an der Luftseite flach abböscht. Im Grundriß stellt die Mauer ein Gewölbe von 124,5 m Spannweite dar, dessen Scheitel nach der Wasserseite gerichtet ist. Die Kreisform trägt den Einwirkungen, welche durch wachsende Druckbeanspruchung und durch Temperaturschwankungen entstehen, am besten Rechnung. Das Mauerwerk ist aus Bruchsteinen und Traßmörtel hergestellt.

Durch bloßes Mauerwerk allein kann eine dichte Wand nicht erzielt werden, dasselbe ist vielmehr mit einer den feinsten Wasserfäden widerstehenden Haut zu überziehen. Diese Haut besteht aus mehrfachen Putzschichten von verschiedenen Mischungen und Asphaltanstrichen. Der Putz schließt auf der Wasserseite an der Sohle an den Felsen an und wird im unteren Teile durch Vorlage einer Tonschicht geschützt, im oberen Teile durch Verblendmauerwerk. Um dennoch in die Mauer einsickerndes Wasser unschädlich abführen zu können, sind an der Wasserseite und an der Luftseite im Innern des Mauerblockes lotrechte Entwässerungskanäle eingebaut, die in Sammelkanäle einmünden, welche ungefähr mit der Bausohle gleichlaufen und das Sickerwasser nach der Luftseite abführen. Das Wasser wird aus dem Staubecken in zwei Wassertürme eingeleitet, und zwar erfolgt dies durch abschließbare Öffnungen in verschiedenen Höhen, um dem Sinken und Steigen des Wasserspiegels Rechnung tragen zu können. Die Türme sind dicht an die Mauer herangesetzt. Aus ihnen zweigen Entnahmehöhe von 450 mm und 750 mm Durchmesser ab, die sich an die Zuführungsleitung zur Stadt anschließen. Damit die Rohrleitungen gut zugänglich

sind, sind von der Luftseite her Stollen ausgespart. Am Ende der Stollen nach der Wasserseite zu sind die flüssigkeitsdichten Rohrleitungen durch besonders sorgfältig hergestelltes Mauerwerk abgesperrt.

Mit jeder Stauanlage muß ein ausreichend großes Überfallwehr verbunden sein, welches bei außerordentlichen Regenfällen zur Vermeidung eines zu hohen Standes die steigenden Wassermengen abzuführen hat, die bei gefülltem Becken in dasselbe gelangen. An den beiden Enden ist die Mauerkrone von einer Reihe 5 m breiter Öffnungen durchbrochen, die das Wasser bei gefüllten Becken überströmen lassen. Das Überfallwasser rieselt über den abgerundeten Wehrücken hinab und wird am Fuße der Mauer von einer gemauerten Rinne gesammelt, die zum Bache hinführt. Durch Überbrücken der Wehröffnungen mit einer Balkendecke wird der Weg über die Mauerkrone fortgeführt.

Das Äußere der Mauer ist einfach gehalten. Die umliegenden schönen Talhänge lassen dies ohne weiteres zu; die Natur ersetzt, was die Kunst nicht bietet. Das Wasser fließt der Stadt ohne Filterung zu. Es hat sich herausgestellt, daß durch die Aufspeicherung eine Verbesserung der Wasserbeschaffenheit eintritt.

Das Staubecken hat eine Größe von 110 000 qm und vor der Staumauer eine Tiefe von 23 m. Während der Bauzeit ist das Becken vollständig ausgeräumt worden. Die pflanzlichen Teile wurden im Sommer verbrannt. Dadurch ist erreicht, daß das aufgespeicherte Wasser nach dem ersten Einlassen sofort gebraucht werden konnte.

Der mittlere Wasserspiegel des Staubeckens liegt noch 185 m höher als derjenige des Hochwasserbehälters in der Stadt. Von diesem beträchtlichen Gefälle werden in der 10,5 km langen und 400 mm weiten Rohrleitung, welche über Berg und Tal geht, nur 5 m aufgebracht, so daß das Wasser am Auslauf noch mit einem Druck von 180 m = 18 Atm. entströmt. Der Wasserstrahl beaufschlägt ein Peltonrad von 700 mm Durchmesser, auf dessen Welle zwei Dynamomaschinen sitzen, die die Kraft in elektrische Energie umsetzen. Von der Turbine läuft das Wasser dem Hochbehälter zu. Die Energie wird im Elektrizitätswerk mit verbraucht. Obwohl nur 50 l/sec im Sommer und 100 l/sec im Winter an Wasser zur Verfügung stehen, so ergibt sich doch bei dem hohen Gefälle eine Kraft von 95 PS. bzw. 170 PS, und zwar im Tag- und Nachtbetrieb. Diese Kraft ist auf Kosten des größeren Durchmessers der Zuführungsleitung gewonnen. Würde eine Kraftausnutzung nicht angestrebt sein, sondern nur die bloße Trinkwasserzuführung, so würde eine Leitung von 250 mm Durchmesser genügt haben. Die Einnahmen aus der Kraftausnutzung sind so groß, daß die Leitung sich gut verzinst. Die gesamten Baukosten, Talsperre und Rohrleitung, haben 1,3 Mill. M betragen. Die Bauwerke wurden im Jahre 1904 bis 1905 errichtet.“

Den sich für die Einzelheiten interessierenden wurde zum Schluß noch eine Besichtigung der Einrichtungen zum Absperren und Regulieren des Wasseraustrusses gestattet. Bemerkte sei noch, daß das Staubecken 800 000 cbm Wasser fassen kann.

Von der Talsperre ging es auf schönem Waldweg zur romantisch gelegenen Ruine Hohnstein, wo ein vom Ortsausschuß angebotener Imbiß mit

sonstigen leiblichen Erfrischungen die Ausflügler in den Räumen der alten Burgkneipe zu froher Runde vereinigte.

Herr Stadtrat Hertz - Nordhausen hieß die Anwesenden namens des Ortsausschusses herzlich willkommen. Sein Glas galt den Damen und Herren des vierten Kalitages, namens dessen Herr Direktor Dr. Scheithauer in launigen Worten dankte.

Nach einer Besichtigung der Ruinen unter der sachkundigen Leitung des städtischen Baurats, Herrn Michael - Nordhausen, erfolgte der Abstieg nach Neustadt, wo die Gespanne zur Rückfahrt bereitstanden, die die Teilnehmer unter manchem Wort des Dankes für den wohlgelungenen und schön verlaufenen Ausflug nach Nordhausen zurückbrachten.

Am Abend folgten sämtliche Teilnehmer einer liebenswürdigen Einladung der Stadt Nordhausen nach den prachtvoll geschmückten Räumen des Restaurants Spangenberg zu einer mit dem bescheidenen Namen Bierabend bezeichneten Festlichkeit, die eine Fülle des Unterhaltenden und Interessanten bot.

Mit dem allgemeinen Liede: „Es grüne die Tanne, es wachse das Erz usw.“ begann der vom Königlichen Bergrevierbeamten Herrn Bergrat Richter in Nordhausen geleitete und von der Stadt Nordhausen den Gästen dargebotene „Bierabend“, zu welchem sich neben den angemeldeten Festteilnehmern auch Herren vom Magistrat und von der Stadtverordnetenversammlung der festgebenden Stadt, zusammen rund 400 Personen, eingefunden hatten.

Nachdem der letzte Vers jenes Liedes verklangen war, begrüßte Bergrat Richter die Erschienenen mit warmen Worten und einem fröhlichen Glückauf.

Darauf folgte ein von Herrn Baurat Unger gedichteter und von Fräulein Margarete Contag vorgetragener „Gruß der Nordhisia“, der wegen seiner vollendeten Form und der Art und Weise, in der er von der jungen Dame vorgetragen wurde, ganz besonderen Beifall fand.

Sodann sprach Herr Oberbürgermeister Dr. Contag namens der Stadt Nordhausen herzliche Begrüßungsworte.

Hierauf erwiderte Herr Zivilingenieur André - Hannover mit einem herzlichen Dank für die Stadt Nordhausen.

Herr Dr. Scheithauer dankte alsdann namens der Bezirksvereine Sachsen-Anhalt und Hannover dem Ortsausschusse, insbesondere seinem überaus tätigen Vorsitzenden für die gehabte große Mühe und Arbeit.

Den Begrüßungs- und Dankesreden folgte nunmehr das von Herrn E. Blümel - Eisleben gedichtete Festspiel „Huldigung der Berggeist“.

Stürmischer Beifall lohnte den Darstellern, die ihr bestes Können daran gesetzt hatten, die wohl-gelungene Dichtung wirkungsvoll zur Vorführung zu bringen und Herr Dr. Kubierschky sprach gewiß im Sinne aller, als er zum Schluß in Worten höchster Anerkennung die Dichter und Künstler des Abends feierte.

Nunmehr wechselten gemeinsame Gesänge mit

Solovorträgen, Quartetten und scherhaften Vorträgen.

Am Sonntag, den 19., begann vormittags 9 $\frac{1}{2}$ Uhr im Krystallpalast die wissenschaftliche Sitzung, über die weiter unten berichtet werden wird.

Die im Programm vorgesehenen Vorträge nebst den sich daran anschließenden Diskussionen füllten mit Ausnahme einer halbstündigen Frühstückspause die Zeit bis zum Beginn des Festessens um 2 Uhr vollständig aus.

Während der Sitzung unternahmen ca. 20 Damen unter Führung der Herren Erster Staatsanwalt Dr. Freese, Gewerberat Tobias, Stadtbaurat Michael und Oberingenieur Streckfuß, von herrlichem Frühlingswetter begünstigt, einen Rundgang durch die Stadt Nordhausen.

Das dann folgende Festessen verlief wiederum in heiterster Stimmung.

Herr Oberbürgermeister Dr. Contag brachte das Hoch auf Se. Majestät den Kaiser, den Schirmherrn und mächtigen Förderer der Industrie aus.

Herr Dr. Scheithauer verlas ein Begrüßungstelegramm des Vorsitzenden des Vereins deutscher Chemiker, welches lautete:

„Erfolgreichen Verlauf dem vierten deutschen Kalitag, ein fröhliches Glückauf allen Teilnehmern wünscht

Prof. Duisberg,

Vorsitzender des Vereins deutscher Chemiker,“ und des Generaldirektors des Syndikats, Herrn Graebner.

Redner schloß daran seine Wünsche für das weitere Bestehen und Gedeihen des Kali-Syndikats und gab der Hoffnung Ausdruck, daß der Kalitag zum Gelingen dieses Wunsches beitragen und der Kali-Industrie zum Segen gereichen möge.

Es sprachen ferner die Herren Bürgermeister Becker auf die Gäste Nordhausens, Bergrat Richter auf die Veranstalter der Kalitage, und Dr. Ing. Weiskopf auf die Damen.

Nach der Tafel fand eine photographische Aufnahme der Teilnehmer statt.

Der Abend brachte als Abschluß noch eine Festvorstellung, die Operette: „Der Obersteiger“, nach deren Beendigung ein gemeinsames Zusammensein der noch in Nordhausen verbleibenden seßhaften Festteilnehmer in der Weinstube zum Ritter den endgültigen Abschluß der Tagung bildete.

Für den folgenden Tag war als Nachfeier ein Ausflug in das Ilfelder Tal geplant, über dessen Verlauf uns folgendes berichtet wird:

Die Teilnehmer an der Nachfeier — etwa 50 Damen und Herren — versammelten sich am 11. Mai morgens auf dem Bahnhof der Harzquerbahn, um bei schönem Wetter von hier aus mit dem fahrplanmäßigen Zuge 8,58 Uhr den Ausflug in den Harz anzutreten. Für die in der Festordnung vorgesehene größere Fußtour war keine Stimmung vorhanden, so daß die gesamten Teilnehmer bis zur Station Tiefenbachmühle fuhren. Unter Führung des Herrn Regierungs- und Baurat Sobetzko, der mit Herrn Stadtrat Hertz zusammen den Plan für den Ausflug in liebenswürdiger und sachkundiger Weise festgelegt hatte, und des stellvertretenden Vorsitzenden des Nordhäuser Harzklub-

zweigvereins, Herrn Photograph Schiweck, erreichte man nach etwa einstündiger Wanderung den Karlsturm, dessen prächtige Aussicht die Mühen des Aufstieges reichlich lohnte. Bei dem 3 Minuten vom Karlsturm entfernt liegenden Karls haus — einer einfachen Schutzhütte — war für einen Imbiß gesorgt, dem von den Teilnehmern, welche sich gruppenweise lagerten und gleichzeitig die schöne Aussicht auf die nahegelegenen Wälder und das dahinter aufragende, mit Schnee bedeckte Brockenmassiv genossen, derart eifrig zugesprochen wurde, daß die Nachzügler auf den Aufschritt zum Brot verzichten mußten, was allerdings auch dadurch erklärlich wird, daß etwa 10 Personen mehr am Ausflug teilnahmen, als sich ursprünglich angemeldet hatten.

Auf schönem Wege wurde der Rückmarsch zur Station Tiefenbacher Mühle angetreten, woselbst ein Extrazug der Teilnehmer harrte, um sie nach der Station Netzkater zu führen. In dem idyllisch schön gelegenen Restaurant Netzkater wurde in heiterster Stimmung das vorher bestellte Mittagsmahl eingenommen, bei welchem die berühmte Harzer Forelle nicht fehlte, und Herr Giesemann-Bernburg in schwungvoller Rede den Damen huldigte. Die größte Zahl der Teilnehmer mußte bereits um 4 Uhr das schöne Ilfelder Tal verlassen, um mit dem 4 Uhr 18 Minuten von der Station Netzkater abfahrenden Zuge nach Nordhausen zu fahren und weiter die Anschlußzüge, die sie nach den Festtagen des IV. Deutschen Kalitages wieder in ihre Heimat befördern sollten, zu erreichen.

Der Rest der Teilnehmer — etwa 20 Personen — verbrachte in Behaglichkeit und beim Genießen der eben neu erwachenden Natur den Nachmittag im Ilfelder Tal, den Ausflug abschließend mit einer Wanderung vom Netzkater nach Ilfeld, einen Weg, welcher als die Perle des Unterharzes bezeichnet werden kann. Der Ausflug wird sicherlich sämtlichen Teilnehmern in angenehmer Erinnerung verbleiben.

Damit fand der IV. Deutsche Kalitag, der alle Teilnehmer gewiß vollauf befriedigt hat, und dessen sie sich stets gern erinnern werden, seinen Abschluß.

Dem überaus tätigen Ortsausschusse und seinem Vorsitzenden, Herrn Bergrat Richter, ebenso dem Schriftführer, Herrn Berginspektor Liebenau, die mit ganz besonderer Liebe zur Sache ihres Amtes gewaltet, der Stadtverwaltung mit Herrn Oberbürgermeister Dr. Contag an der Spitze, der Bürgerschaft Nordhausens, sowie allen, welche mitgewirkt haben, den Nordhäuser Kalitag zu einem so wohlgelungenen und interessanten zu gestalten, sei auch an dieser Stelle nochmals herzlich gedankt.

Wissenschaftliche Sitzung.

Um 9 $\frac{1}{2}$ Uhr eröffnet der Vorsitzende des Bezirksvereins für Sachsen-Anhalt, Herr Direktor Dr. Scheithauer, die Versammlung mit folgenden Worten:

Sehr geehrte Herren! Im Namen der Bezirksvereine Hannover und Sachsen-Anhalt des Vereins deutscher Chemiker eröffne ich die Festsitzung des IV. Deutschen Kalitages und heiße Sie alle herzlich willkommen. Ich begrüße unsere werten Gäste, im besonderen:

Herrn Dr. Contag, Oberbürgermeister der Feststadt Nordhausen,

Herrn Stadtrat Herzner, Vorsitzenden der Handelskammer der alten Hansastadt Nordhausen, Herrn Bergrat Richter als Vertreter der preußischen Bergbehörden,

den stellvertretenden Landrat Herrn Regierungsassessor Andreat,

Herrn Gewerberat Tobias,

Herrn Bergrat Siemens, Vorsitzenden des deutschen Braunkohlenindustrie-Vereins,

Herrn Bergrat Neubauer, Vorsitzenden des Vereins der deutschen Kaliinteressenten,

Herrn Dr. Loewe, Geschäftsführer desselben Vereins,

Herrn Ingenieur André, Vertreter des Vereins zur Wahrung der Interessen des Hannoverschen Kalibergbaus.

Den Herren vom Bezirksverein Hannover entbiete ich im Namen des Bezirksvereins Sachsen-Anhalt unseren freundschaftlichsten Willkommensgruß.

Ich freue mich, eine so rege Beteiligung an dem diesjährigen Kalitag feststellen zu können, und möchte hier nochmals hervorheben, daß wir dieses nicht zum geringsten Teile der gastlichen Stadt Nordhausen mit dem so arbeitsfreudigen Ortsausschusse zu danken haben. Es ist wohl in ihrer aller Sinne, wenn ich hier dem Magistrate, der Stadtverordnetenversammlung und der Bürgerschaft der alten Reichssstadt Nordhausen unseren herzlichsten Dank ausspreche für die überaus freundliche Aufnahme, die wir hier gefunden haben!

Darauf ergreift Herr Oberbürgermeister Dr. Contag das Wort. Er dankt herzlich für die liebenswürdigen Worte des Herrn Vorsitzenden, begrüßt die Versammlung und bemerkt, daß schon aus lokalegoistischen Gründen — wenn dieses Wort gestattet ist — die Stadt der Kaliindustrie und dem Bergbau große Anteilnahme entgegenbringt. Er wünscht den Verhandlungen einen guten Verlauf und entschuldigt das Fernbleiben des Herrn Oberpräsidenten der Provinz Sachsen Hegel und des Herrn Regierungspräsidenten in Erfurt Fidler, letzteren unter Vorlegung eines Begrüßungstelegrammes.

Sodann hält Herr Bergrat Richter folgende Begrüßungsrede:

M. H.! Ich danke Ihnen für die dem Vertreter der Bergbehörde gewidmete freundliche Begrüßung. Leider sind von den preußischen Bergbehörden, wie die Herren dem Festausschusse schriftlich mitgeteilt haben, der Herr Oberberghauptmann und Ministerialdirektor v. Velsen zu Berlin, sowie Herr Bergauptmann Krümmel zu Clausthal und Herr Bergauptmann Scharf zu Halle zu ihrem Bedauern verhindert, persönlich an dem IV. deutschen Kalitag teilzunehmen. Ich bitte Sie daher, von mir, als den für die Stadt Nordhausen zuständigen Königlichen Bergrevierbeamten den Gruß der Bergbehörde entgegenzunehmen. Ich heiße Sie in meinem schönen Bergrevier Nordhausen-Stolberg bestens willkommen.

Die reichen Schätze an Edelsalz sind zwischen der Hainleite, dem Dünne und dem Ohmgebirge einerseits, sowie dem Kyffhäuser und dem Harze andererseits erst während des letzten Jahrzehnts

in so großer und unerwarteter Ausdehnung völlig erschlossen worden. Mit diesem ungeahnten Aufschwunge des Südharzer Kalibergbaues ist die Stadt Nordhausen eng verbunden. Sie ist damit auch in den Kreis der modernen Bergstädte eingetreten. Immerhin hat der Name Nordhausen aber auch schon bei den Bergleuten früherer Zeiten einen guten Klang gehabt. Die Berggeister haben Ihnen in dem Festspiele gestern abend erzählt, daß in den benachbarten Stolberger Grafschaften und in der Grafschaft Hohenstein schon seit langer Zeit Bergbau umgegangen ist. Hier haben bereits im grauen Mittelalter zahlreiche fleißige Hände die Schätze der Erde zutage gebracht. Aber im vorigen Jahrhundert ist das fröhliche Glückauf der Bergleute an vielen Orten allmählich wieder verstummt. Der größte Teil jener Erz-, Eisenstein-, Schwerspat-, Flüßspat- und Steinkohlengruben ist dort, allerdings nicht wegen Verhiebs der Lagerstätte, eingestellt worden. Jene Werke scheinen vor allem aus Mangel an Betriebskapital zum Erliegen gekommen zu sein. Auch an guten Zufahrts- und Abfuhrstraßen hat es damals gefehlt. Die unzureichenden Maschinen konnten vielfach der Wasser nicht mehr Herr werden.

M. H.! Diese Verhältnisse haben sich heute ganz anders gestaltet. Jene Landschaften werden jetzt von einem Netze vorzüglich angelegter Chausseen durchzogen. Die Eisenbahnen umspannen nicht nur den Harz, sie haben auch zahlreiche Zweiglinien in die früher so abgelegenen Täler hineingeschoben. Und der heutigen Technik bieten selbst die stärksten Wasserzugänge keine unüberwindlichen Schwierigkeiten mehr.

Ich glaube, daß der deutschen Industrie und dem deutschen Kapitalmarkt in jenen alten Ganggefilden des Südharzes noch ein weites und auch ein ersprießliches Arbeitsfeld erblühen kann.

Die Gnomen haben Ihnen gestern ferner geschildert, wie die Steinkohlen bei Sülzhayn und bei Ilfeld kaum bis auf die Talsohle abgebaut sind. Und warum sollte die Kohle, die durch Stollenbauten in 1—2 m, stellenweise sogar in 3 m Mächtigkeit angetroffen wurde, unter der Talsohle nicht mindestens in der nämlichen Mächtigkeit fortfestzen? Es ist bekannt, daß zwar ein nicht un wesentlicher Teil jener Kohle verdrückt und zerklüftet oder versteinert ist. Aber die heutige Technik verwertet bekanntlich auch die unreine, früher auf die Halde gebrachte Kohle vielfach schon mit großem Erfolge in den Gaskraftmaschinen. So liegt es auch hier nahe, nur die guten Kohlen des Südharzes als Kessel- und Heizkohle zu verwenden, die schlechten Kohlen an Ort und Stelle aber so gleich in elektrische Kraft umzuwandeln.

Sie sehen, m. H., in allem haben wir auch hier noch ein weites Arbeitsfeld. Es wäre zu wünschen, daß ein Teil des deutschen Kapitals sich den von mir gestreiften Gebieten unseres Südharzes wieder zuwenden möge.

Nun, m. H., indem ich Sie seitens der Bergbehörde nochmals bestens willkommen heiße, wünsche ich Ihren Beratungen die schönsten Erfolge.

Der Vorsitzende dankt Herrn Oberbürgermeister Dr. Contag und Herrn Bergrat Richter für ihre freundlichen Entgegnungen.

Es erhält nunmehr Herr Privatdozent Dr. E. Erdmann - Halle a. S. das Wort zu seinem Vortrage über

„Die Entstehung der Kalisalz Lagerstätten.“

[Der Vortrag ist durch Literaturangaben und durch einige Anmerkungen vervollständigt.]

„M. H.! Das Thema, über welches ich zu Ihnen reden will, ist im Laufe des letzten halben Jahrhunderts häufig behandelt worden. Fast möchte es überflüssig erscheinen, „Die Entstehung der Kalisalz Lagerstätten“ hier wieder zur Sprache zu bringen, nachdem erst im vorigen Herbst durch eine Festschrift des X. Allgemeinen Deutschen Bergmannstages Deutschlands Kalibergbau ausführlich geschildert und von autoritativer Seite, nämlich von der Königlichen geologischen Landesanstalt mit großer Sorgfalt das geologische Material zur Kenntnis der Salz Lagerstätten zusammengetragen und übersichtlich dargestellt ist. Die Dickeibigkeit dieses Festbandes hat vielleicht den einen oder anderen vom näheren Studium abgeschreckt: aber nicht hierin will ich die Rechtfertigung meines heutigen mündlichen Vortrages, der in möglichster Kürze nur die Hauptpunkte des Salzproblems behandeln soll, suchen, sondern darin, daß die Frage, um die es sich handelt, die Entstehung der Salz Lager, tatsächlich zwei Seiten hat und von zwei verschiedenen Standpunkten aus betrachtet werden kann: von dem des Geologen und von dem des Chemikers.

Wenn in der erwähnten Festschrift die geologischen Momente, welche für die Entstehungsgeschichte der Zechsteinsalze in Betracht kommen, durch den Königlichen Landesgeologen Herrn H. Everding erschöpfend gewürdigt sein mögen, so kann dies von den chemischen nicht in gleichem Maße gesagt werden. Das „Audiatur et altera pars“ ist hier um so mehr am Platze, als eine gewisse Animosität gegen die Chemie und ihre Vertreter durch jene Darlegungen hindurchschimmt.

Den gegen die Chemiker erhobenen Vorwurf, sie hätten die Weiterentwicklung der Salz Lagerstättengeologie durch schematische Betrachtungsweise außerordentlich verzögert¹⁾, halte ich für sehr ungerecht. Vielmehr stehe ich auf dem Standpunkt, daß die chemischen und chemisch-physikalischen Forschungen — ich darf hier besonders hinweisen auf die bewunderungswürdigen Untersuchungen eines van't Hoff und seiner Mitarbeiter — erst den wahren Prüfstein abgeben, ob die zunächst von Geologen und Männern des Bergfaches aufgestellten Anschaunungen über die Bildung der deutschen Salz Lager richtig, d. h. mit bestimmten Naturgesetzen in Einklang sind. Die Chemie wird sich bei Diskussion dieses Problems nicht zurückdrängen lassen, sie hat hier ein gewichtiges, vielleicht das entscheidende Wort mitzusprechen.

Im übrigen bin ich der Meinung, daß es sehr falsch wäre, einen Gegensatz zwischen den beiden naturwissenschaftlichen Disziplinen zu konstruieren: gemeinsam und in gegenseitiger Achtung

¹⁾ Everding, Deutschlands Kalibergbau S. 28.

und Würdigung der Schwesterwissenschaft sollten sie suchen, die Wahrheit zu erforschen.

Nach diesen einleitenden Bemerkungen gehe ich zu meinem eigentlichen Thema über.

Die deutschen Salzmineralien entsprechen im großen und ganzen den Salzbestandteilen, welche im Meerwasser aufgelöst sind, und frühzeitig kam man nach der mit Beginn der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts erfolgten Entdeckung der Staßfurter Kalisalzlager zu der Überzeugung, daß sie entstanden sein müßten durch Verdunstung von Salzwasser. Wenn auch G. Bischof²⁾ noch im Jahre 1855 es für nötig hielt, die Ansichten der Geologen aus der plutonischen Schule zu widerlegen, welche das Steinsalz an manchem seiner Fundorte als eine in Spalten aufgestiegene oder sublimierte Masse betrachteten, so konnte eine solche veraltete Anschauung doch für die Staßfurter Lager am allerwenigsten in Betracht kommen. Die Regelmäßigkeit der ganzen Ablagerung, die schichtenförmige Aufeinanderfolge der verschiedenen Salze, von denen die leichtlöslichsten das Hangende bilden, die schwerlöslichen nach der Tiefe hin zunehmen, müßten, wie der Dirigent der Staßfurter Salzwerke, Bergrat F. Bischof³⁾, schon in der ersten Auflage seiner Schilderung der Kalisalzlager betont, die Bildung der Salzstücke aus wässriger Lösung zur Gewißheit erheben.

Offen blieb zunächst die Frage, ob die ursprüngliche Salzlösung ein nahezu abgeschlossener Teil des Meeres war, dessen Zusammenhang mit dem offenen Meere allmählich ganz aufgehoben wurde, oder aber ein salziger Binnensee, dem durch Auslaugung benachbarter saliner Formationen Salzzuflüsse fortwährend zugeführt wurden. Ohne fortgesetzten Zugang an Salzwasser konnten selbstverständlich Lager, die bei Staßfurt eine Mächtigkeit von etwa 900 m erreichen, nicht gebildet werden. Da nämlich 100 l Ozeanwasser rund 4,1 kg, oder dem Volumen nach 21 Salze enthalten — ich spreche hier von krystallwasserhaltigen Ausscheidungen —, so bleibt von einer 100 m tiefen Salzwassersäule beim Verdunsten nur eine Schicht von 2 m Mächtigkeit zurück. Um ein Lager von 900 m Mächtigkeit zu bilden, würde bei einmaliger Verdunstung von Meerwasser eine Tiefe des ursprünglichen Salzsees von etwa 45 000 m erforderlich sein; das ist drei- bis viermal soviel, als die größte Tiefe unserer heutigen Meere beträgt.

Man muß daher annehmen, daß das Salzwasser in einem mehr oder minder großen Becken verdunstete unter stetigem oder intermittierendem Zufluß neuen Salzwassers. Hug - Millier⁴⁾ und Ch. Leyell⁵⁾ haben bereits in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts die Bildung der Salzlager so zu erklären versucht, daß ein durch Senkung entstandenes Becken sich über eine Sandbank wiederholt mit Meerwasser füllte. In Deutschland vertrat Prof. G. Bischof die nämliche Anschauung der Salzlagerentstehung infolge beschränkter Kommu-

²⁾ Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie 1855, II, 1607.

³⁾ Die Steinsalzwerke bei Staßfurt, 1. Aufl. 1864, 14.

⁴⁾ First impressions of England 1847, 183, 214.

⁵⁾ Principles of Geology, London 1833, und Geologie, Berlin 1858, II, 96.

nikation einer Meeresbucht mit dem Ozean. Er schreibt in seinem Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie⁶⁾: „Wird eine Meeresbucht durch Sandbänke vom Ozean so abgetrennt, daß nur eine beschränkte Kommunikation übrig bleibt, so werden infolge der Verdunstung des eingeschlossenen Meerwassers Salzabsätze wie in den Salzgärten des Mitteländischen Meeres entstehen. Wird eine solche Bucht von den Salzbänken so eingeschlossen, daß nur zur Zeit der Flut das Wasser des Ozeans 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. Würde z. B. das Rote Meer oder der Persische Meerbusen auf solche Weise vom Ozean abgetrennt, so würden sich unter der Voraussetzung, daß die Süßwasserzuflüsse weniger als die Verdunstung betrügen, was von diesen in und nahe an der heißen Zone gelegenen Meerbusen angenommen werden kann, Salzlager von einer Ausdehnung bilden, gegen welche unsere e u r o p ä i s c h e n verschwänden.“

Dies waren die Anfänge der sog. „Barrentheorie“⁷⁾, welche von Ochsenius⁸⁾ 1877 wieder aufgenommen und mit großer Energie verfochten, seitdem von vielen als Dogma betrachtet und von manchem Katheder gelehrt wurde. Genau betrachtet, kann sie indessen als eine rein hypothetische Annahme keinen Anspruch auf die Bezeichnung „Theorie“ erheben.

Ochsenius geht von der Voraussetzung aus, daß alle Salzlager aus Meerwasser entstanden sein müßten, und zwar durch Verdunstung in mehr oder weniger scharf abgetrennten Teilen des Ozeans, also in Bäien, Buchten oder Haffen. In solchen Meerbusen sinkt die durch starke Verdunstung entstehende, spezifisch schwere Salzlösung zu Boden; ist die Meerenge, welche den Busen mit dem Ozean verbindet, tief, so kommen in ihr zwei Strömungen in entgegengesetzter Richtung zustande: in den oberen Schichten strömt Ozeanwasser ein, während ein konzentrierteres Salzwasser als Unterstrom aus dem Meerbusen herausfließt. Dies sind Verhältnisse, wie sie beim Mittelmeer in der Straße von Gibraltar, beim Roten Meer in der Straße Bab el Mandeb tatsächlich vorliegen.

Ochsenius denkt sich nun eine solche Meerenge versandet, durch die Stoßkraft von Sturmwellen eine Barre aufgeworfen, welche nur noch so viel Meerwasser eintreten läßt, als an der Oberfläche des Busens verdunstet. Die zu Boden sinkende Salzlösung kann jetzt aus dem Becken nicht ausfließen, sie reichert sich bis zur Sättigung an Chlor-natrium an und scheidet dieses am Boden aus. Nachdem im Laufe der Zeit auf solche Weise Steinsalz in 1000 m Mächtigkeit abgelagert war, während die leichtlöslichen Salze sich in der über dem Steinsalz stehenden Flüssigkeit mehr und mehr anreicherten, erreichten diese Mutterlaugensalze nach Ochsenius

⁶⁾ 1. Aufl. 1855, II, 1718; ebenso 2. Aufl. 1864, II, 48.

⁷⁾ Der Ausdruck „Barre“ röhrt von Hug - Millier her.

⁸⁾ Die Bildung der Steinsalzlager, Halle 1877; Bedeutung des orographischen Elementes „Barre“, Z. f. prakt. Geolog. 1893, Heft 5 u. 6 und an anderen Orten.

n i u s schließlich die Unterkante der Barre und flossen teilweise in den Ozean zurück. Dann aber schloß der Ozean die Barre vollständig, und die übrig gebliebene Mutterlauge kam in der Sonnenhitze ebenfalls zur Krystallisation. Ein treffendes Beispiel, wie der geschilderte Vorgang noch heute zur Entstehung mächtiger Salzniederschläge führt, soll der Karabugas (Adschidarjabusen) an der Ostseite des Kaspiensees bieten. Diese hier kurz wiedergegebene Auffassung von der Bildung der Salzlager hat O c h s e n i u s noch in einer Veröffentlichung vom Jahre 1905 vertreten^{9).}

Ihr ist von J o h a n n e s W a l t h e r eine wesentlich andere Anschauung gegenübergestellt worden. Dieser hervorragende Kenner und Durchforscher der Wüsten von Nordafrika, Nordamerika und Zentralasien betont in seiner Einleitung in die Geologie der Gegenwart¹⁰⁾, namentlich aber in seinem Buche über das Gesetz der Wüstenbildung¹¹⁾, in einer Abhandlung über die Entstehung von Salz und Gips¹²⁾, sowie in seiner ganz kürzlich erst erschienenen Geschichte der Erde und des Lebens¹³⁾ nachdrücklich, daß es heutzutage keine Barren am Meere gibt, welche die Entstehung großer Salzlager unserem Verständnis näher brächten. Die Barre sei eine hypothetische Konstruktion, welche weder in der Gegenwart, noch auch auf irgend einem geologischen Profil beobachtet worden ist. Hingegen käme eine Bildung von Salzlagern noch gegenwärtig häufig zustande in den abflußlosen Salzseen der Steppenländer.

Schon vor langer Zeit (1864) hat F. B i s c h o f¹⁴⁾ die Seen zwischen Ural und Wolga, namentlich den Eltonsee, ferner das Tote Meer und andere salzhaltige Binnenseen zur Erklärung der Entstehung von Salzlagern herangezogen. Auch der Karabugasbusen ist nichts weiter als die Haffbildung eines Binnensees, in welchem das Wasser der Wolga, des Ural und anderer Flüsse verdunstet, nachdem ein großes Gebiet des russischen Reiches durch dieses im Kaspiensee zusammenströmende Wasser ausgelaugt worden ist. Wie die Wolga im Kaspi, so verdunstet der Amudarja im Aralsee, der Bärenfluß im großen Salzsee.

W a l t h e r bezeichnet, ohne auf die näheren Umstände einzugehen, unter denen die einzelnen Salzlager entstanden sind, im allgemeinen ein r e g e n a r m e s W ü s t e n k l i m a als notwendige Vorbedingung für die Bildung großer Salzbaggerungen. Hierunter ist ein Klima zu verstehen, bei welchem die durchschnittliche jährliche Verdunstung größer ist als die Gesamtheit der atmosphärischen Niederschläge.

Kommt hinzu, daß das Land keinen Abfluß nach dem Meere hat, so sind die Bedinungen für Salzanhäufung gegeben. Die atmosphärischen Niederschläge laugen die Gebirge und den Erdboden aus und führen die gelösten Salze, sei es, daß diese

⁹⁾ Z. f. prakt. Geolog. 1905, 167.

¹⁰⁾ Bd. III, Lithogenesis, 1893.

¹¹⁾ Berlin 1900, Verl. von Dietrich Reimer.

¹²⁾ Die Entstehung von Salz und Gips durch topographische oder klimatische Ursachen; Zentralbl. f. Mineral. 1903, 211.

¹³⁾ Leipzig 1908, Verlag von Veit & Co.

¹⁴⁾ Die Steinsalzwerke bei Staßfurt, 1. Aufl., 1864, 41.

aus der Verwitterung der verschiedenen Felsarten¹⁵⁾, aus vulkanischer Tätigkeit oder aber hauptsächlich aus dem Salzgehalt ursprünglich mariner Formationen herrühren, nach den Depressionen des Gebietes. Hier bildet sich nun eine natürliche Salzpfanne; das Wasser verdunstet unter Zurücklassung der gelösten Bestandteile. Da kein Salz aus dem System herauskann, so gewährt das Ganze ein getreues Abbild eines Extraktionsapparates in gewaltigem Maßstab. Das bekannteste Beispiel einer solchen versalzenen Wüstendepression bietet das Tote Meer dar.

Ist ein Salz- oder Gipslager frei von Resten der Meeresfauna, so kann nach W a l t h e r an eine Bildung aus Meerwasser nach der „Barrenhypothese“ nicht gedacht werden. Die älteren Salzlager sind aber in der Regel völlig fossilfrei; im Salzlager von Staßfurt ist, abgesehen von seiner Salztondecke, noch niemals ein Fossil gefunden worden^{16).}

W a l t h e r s Auffassung einer kontinentalen Salzlagerbildung in Wüsten und Steppen, die übrigens auch schon von R i c h t h o f e n in seinem berühmten Werke über China vertreten worden ist, hat den offensären Vorzug, daß sie die Erklärung der Existenz von Salzlagern an Vorgänge anknüpft, die heute noch stattfinden.

A. P e n c k¹⁷⁾, welcher nachwies, daß die Salz- und Gipslager des mittelspanischen Tertiärs nicht marinen Ursprungs sein können, stimmt darin mit W a l t h e r völlig überein, daß die Bildung von Steinsalzlagern sich gegenwärtig nur in seltenen und räumlich sehr beschränkten Fällen an das Meer knüpfe, da eine Gliederung und Abschnürung von Meeresteilien höchstens mit kleinen Flächen zusteht kommt. Der Hauptshauplatz der Gips- und Steinsalzbildungen liegt jetzt in den kontinentalen Binnengebieten im Bereich des salzhaltigen Bodens.

Wenn wir vom chemischen Standpunkte aus der Frage näher treten, ob in den deutschen Zechsteinlagern Bildungen im Sinne von O c h s e n i u s oder von W a l t h e r vorliegen, so wird ein sorgfältiger Vergleich der Zusammensetzung des Meerwassers mit der Zusammensetzung der Salzlager von Bedeutung sein. Wir wollen daher in dieser Richtung die genannten beiden großartigen Salzvorkommen in der Natur, das flüssige und das feste, einer Betrachtung, wenn auch nur in gedrängter Kürze, unterziehen.

Es ist ein Verdienst des dänischen Professors F o r c h h a m m e r¹⁸⁾, zuerst die Einheit-

¹⁵⁾ Es sei hier auf den Chlorgehalt des Apatits, vor allem aber auf den durchschnittlich etwa 2% betragenden Gehalt der k r y s t a l l i n i s c h e n Urgesteine an Chloralkali hingewiesen; vgl. O. K u n t z e, Geogenetische Beiträge, Leipzig 1895.

¹⁶⁾ Hingegen enthält das im Tertiärgebirge auftretende Salzlager von Wieliczka marine Schnecken und Muscheln vielfach und stellenweise massenhaft angehäuft: A. R e u ß, „Die fossile Fauna der Steinsalzablagerung von Wieliczka“ Sitz. Ber. Akad. Wien 1867; N i e d z w i e d z k i, Beitrag z. Kenntnis der Salzformation von Wieliczka und Bochnia 1883, S. 95 ff.

¹⁷⁾ Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin 29, 126 (1894).

¹⁸⁾ Phil. Transact. London 155, 203 (1865).

lichkeit der Zusammensetzung des Meerwassers hinsichtlich seines relativen Gehaltes an Salzen festgestellt zu haben. Während die durchschnittliche Konzentration von 3,53% aufgelöstem Gesamtsalz stärkeren Änderungen unterliegt, ist das Verhältnis der im Seewasser gelösten Bestandteile, von ganz geringfügigen Schwankungen abgesehen, vom Pol bis zum Äquator, von der Meeresoberfläche bis zur Tiefsee, gleich, sobald nur das Wasser von der hohen See geschöpft ist, weit entfernt von den Küsten.

Daß qualitativ eine große Anzahl von Elementen im Meerwasser zu finden ist, — man hat bisher 34 verschiedene nachgewiesen — ist leicht verständlich, wenn man bedenkt, daß das Meer ein Sammelbassin ist für die Wassermassen, welche den größten Teil des Festlandes auslaugen, und wenn man ferner berücksichtigt, daß es kaum ein Element gibt, welches nicht in irgend einer Form in Wasser etwas löslich wäre.

Jedoch interessieren uns hier nicht Bestandteile, die in den allerniedrigsten Spuren nachweisbar sind, sondern nur solche, die bei Verdunstung des Seewassers als mineralsalzbildend noch in Betracht kommen können.

Das sind von elektronegativen Salzbildnern: Chlor, Brom, Schwefelsäure, Kohlensäure, wenig Jod, Borsäure und Kieselsäure; von elektropositiven: Natrium, Kalium, Magnesium, Calcium, etwas

Eisen und Tonerde, in sehr geringer Menge Rubidium, Cäsium, Lithium, Ammonium, Thallium.

Zunächst wenden wir unsere Aufmerksamkeit den Hauptbestandteilen des Ozeanwassers zu. Sie sind ihrer Menge nach an den verschiedensten Punkten des Weltmeeres durch sorgfältige und umfassende analytische Untersuchungen vielfach festgestellt worden, namentlich durch Bearbeitung des Materials, welches wissenschaftliche Schiffs-expeditionen, wie die englische Challengerexpedition (1873—1876) und die österreichische Polaexpedition (1890 und 1891) mitgebracht haben.

Die Tabelle 1 enthält eine Zusammenstellung der mittleren Werte, welche von verschiedenen Forschern gefunden worden sind. Die Originalanalysen sind, soweit erforderlich, auf Ionen umgerechnet.

Die Vertikalkolumne I gibt die Analysen von Usiglio wieder, welcher sich in einer vielzitierten Abhandlung aus dem Jahre 1849 eingehend mit der Zusammensetzung des Mittelmeerwassers beschäftigt hat.

Es folgen in Kolumne II die Zahlen für Ozeanwasser nach Forchhammer, sodann unter III Durchschnittswerte von 77 Analysen, durch welche Dittmar die Wasserproben der Challengerexpedition untersucht hat, während die vierte Kolumne Durchschnittswerte von Mittelmeerwasser nach Befunden der österreichischen Polaexpedition wiedergibt.

Tabelle 1.

Zusammensetzung von Meerwasser.

I Mittelmeer- ¹⁹⁾ wasser nach Usiglio ^{20).} In 2657 g	II Ozeanwasser nach Forchhammer ^{21).} In 2922 g	III Ozeanwasser nach Dittmar ^{22).} In 2676—3029 g	IV Mittelmeer- wasser ¹⁹⁾ nach Natterer ^{23).} In 2531—2615 g	V Durchschnitt	VI Verhältniszahlen für Cl = 100
Cl [54,39]	{ [55,52]	55,29	55,30	55,295	100
Br [1,15]		0,19	0,18	0,185	0,335
SO ₄ 7,75	7,92	7,69	7,69	7,762	14,04
CO ₃ 0,20	—	0,21	0,19	0,200	0,362
Ca 1,18	1,16	1,20	1,19	1,182	2,163
Mg 3,56	3,67	3,73	3,81	3,692	6,677
K [0,70]	[0,89]	1,10	1,15	1,125	2,034
Na [31,07]	[30,83]	30,59	30,49	30,540	55,25
Fe ²⁴⁾ 0,005	—	—	—	—	—
Gesamtsalz ²⁵⁾					
100,00	99,99	100,00	100,00	—	—

Nach den Durchschnittszahlen von Kolumne V können aus dem Meerwasser hervorgehen:

Auf je 100 Gewichtsteile NaCl	Auf je 100 Volumteile NaCl
Gewichtsteile	Volumteile
Kalkspat 0,431	0,346
Anhydrit 4,600	3,369
Steinsalz 100,000	100,000
Kieserit 8,484	7,166
Carnallit 10,443 (hiervon 0,409 Bromcarnallit)	13,988
Bischofit 17,888	23,526

Sa: 141,846

Sa: 148,395

¹⁹⁾ Das Mittelmeerwasser ist zwar etwas salzreicher als das Ozeanwasser, enthält aber auch seine

Bestandteile in dem über die ganze Erde konstanten Verhältnis.

²⁰⁾ Ann. Chim. Phys. [3] 27, 92 (1849), umgerechnet für 100 g Gesamtsalz und auf Ionen.

²¹⁾ Phil. Trans. R. Soc. London 155, 226, 243 (1865), umgerechnet für Gesamtsalz und auf Ionen.

²²⁾ Report on the scientific results of the voyage of H. M. S. Challenger (1873—1876); Physics and Chemistry I, 137 (1884). Die ebenfalls auf 100 g Gesamtsalz und auf Ionen von mir umgerechneten Zahlen stellen das Mittel der Analysen von 77 Proben Meerwasser dar, aus dem Ozean entnommen zwischen 38° n. Br. und 66° s. Br.

²³⁾ Monatsschr. f. Chem. 13, 895 (1892); die Zahlen sind als Mittelwerte der Tabelle V (l. c.) berechnet, welche eine Anzahl von Analysen des

Der Vergleich der Zahlen zeigt eine gute Übereinstimmung auch mit den älteren Analysen, wenn man von Brom und von Kalium absieht. Die Bestimmung dieser beiden Elemente bietet bei Gegenwart weit überwiegender Mengen von Chlor und von Natrium Schwierigkeiten, die von den älteren Analytikern, U s i g l i o und F o r c h h a m m e r , noch nicht überwunden waren. Es entstanden so durch nachweisbar unzureichende analytische Methoden Fehler, welche den Bromgehalt der älteren Analysen viel zu hoch, den Kaliumgehalt zu niedrig erscheinen lassen und auch den Wert für Chlor und Natrium beeinflussen.

Für das in Kolumne V gezogene Mittel sind daher die in Klammern gesetzten älteren Zahlen unberücksichtigt geblieben.

Kolumne VI enthält noch die Verhältniszahlen für Cl = 100.

Aus den so für die Meerwassersalze festgestellten Verhältniszahlen der einzelnen Ionen läßt sich nun leicht berechnen, wie das Verhältnis der beim Verdunsten von Meerwasser zurückbleibenden Salze sein muß. Ich habe diese Rechnung durchgeführt, indem ich als solche Salze Kalkspat, Anhydrit, Steinsalz, Kieserit, Carnallit und Bischofit angenommen und Chlornatrium = 100 gesetzt habe.

Man erhält dann die Zahlen, welche auf der unteren Hälfte von Tabelle I verzeichnet sind. Und zwar gibt die erste Spalte die Gewichtsverhältnisse der Salze, die zweite die Volumverhältnisse wieder. Die letzteren interessieren uns hier besonders.

Die Zahlen bedeuten, daß bei vollständiger Verdunstung einer Meeresswassersäule von beiläufig etwa 7420 m Tiefe Schichten von folgender Mächtigkeit zurückbleiben würden:

Kalkspat 0,35 m, Anhydrit 3,37 m, Steinsalz 100 m, Kieserit 7,17 m, Carnallit 13,99 m, Bischofit 23,53 m.

Diese Zahlen sind natürlich unter Berücksichtigung der spez. Gewichte der einzelnen Salze festgestellt.

Eine ganz ähnliche Rechnung mit angennähert gleichem Resultat bildet übrigens die Unterlage für eine anschauliche Darstellung, welche das Königliche Institut für Meereskunde in seinem Berliner Museum den Salzen des Meeres gewidmet hat²⁴⁾.

Wassers aus dem östlichen Mittelmeer wiedergibt, Proben von der österreichischen Pola expeditio n im Jahre 1890.

²⁴⁾ F o r c h h a m m e r wies außer Eisen auch A l u m i n i u m im filtrierten Seewasser nach (Philos. Trans. London 155, 211, 213 [1865]).

²⁵⁾ Da sich der Gesamtgehalt an gelösten Bestandteilen direkt nicht genau bestimmen läßt, so ist hier unter „Gesamtsalz“ stets die Summe verstanden, welche sich aus der Addition der einzelnen analytisch bestimmten Bestandteile ergibt.

²⁶⁾ Diese Rechnung sucht die Salzsichten zu ermitteln, welche bei Verdunstung des gesamten jetzigen Ozeanwassers zurückbleiben würden. Nach freundlicher Privatmitteilung von Herrn W. S t a h l b e r g , Kustos des genannten Instituts, liegen seiner Berechnung die D i t t m a r s c h e n Zahlen zugrunde. Das Ergebnis ist, daß unter Annahme einer mittleren Meerestiefe von 3500 m, eines Gesamtsalzgehaltes von 3,53% (trocken) und eines spez. Gew. von 1,0364 die völlige Verdunstung allen Meerwassers eine Aufeinanderfolge von Salzsichten nachstehender Mächtigkeit hinterlassen

Vergleichen wir nun mit diesem Resultat den Aufbau und die Zusammensetzung desjenigen Salzlagers, welches als das vollständigste bisher aufgefundene gelten muß, die klassischen Fundstätten der Magdeburg-Halberstädter Mulde zwischen Flechtinger Höhenzug und Harz.

Das Liegende des Salzlagers wird nach Z i m m e r m a n n ²⁷⁾ und nach E v e r d i n g ²⁸⁾ gebildet durch 70—100 m Anhydrit mit Einlagerungen von eisenhaltigem, bituminösem Kalkstein. Es folgt dann das Steinsalzflöz, welches bei Unseburg etwa 900 m, bei Aschersleben 462 m, bei Bernburg 150 m mächtig ist. Dieses ältere Steinsalz nimmt nach oben hin allmählich Mutterlaugensalze auf, welche schließlich vorwiegen und, etwa 25 m mächtig, das Hangende des Salzlagers bilden.

Außerdem zeigt sich das Steinsalz des Magdeburg-Harzer Beckens dadurch in charakteristischer Weise geschichtet, daß es in ziemlich gleichen Abständen von 8—9 cm durch dünne Schnüre, sog. „Jahresringe“ durchsetzt wird, welche in der unteren Region aus Anhydrit bestehen, weiter oben in Polyhalit übergehen und schließlich durch Kieserit ersetzt werden. Hierdurch entsteht eine Gliederung des Salzgebirges, welche, wenn auch die Übergänge keineswegs scharfe sind, doch die Einteilung in „Regionen“ vollkommen rechtfertigt, wie sie F. B i s c h o f zuerst in seiner vortrefflichen, klar durchdachten Schilderung der „Steinsalzwerke bei Staßfurt“²⁹⁾ aufgestellt hat, und wie sie noch heute gang und gäbe ist.

Man unterscheidet nach B i s c h o f s Vorgang, von den ältesten Ablagerungen beginnend:

1. Die A n h y d r i t r e g i o n als unterste und bei weitem mächtigste Abteilung des Steinsalzlagers. Die Anhydritschnüre haben eine durchschnittliche Stärke von 7 mm, und der Durchschnittsgehalt des Steinsalzes an Anhydrit beträgt nach P r e c h t ³⁰⁾ etwa 8%. Nach O c h s e n i u s ³¹⁾ und nach B i s c h o f ³²⁾ steigt der Anhydritgehalt des Steinsalzes in der Tiefe bis zu 9%, während er in den oberen Horizonten kaum 4% beträgt.

Die eingelagerten dünnen Schichten bestehen aus mikroskopisch kleinen Anhydritkrystallchen, welche durch Steinsalz und durch bituminöse Substanzen miteinander verkittet sind.

Es ist bemerkenswert, daß die Deutlichkeit der „Jahresringe“ lokal sehr verschieden ist. In Neu-staßfurt sind sie überall im älteren Steinsalz scharf markiert, weniger schon in Staßfurt selbst, und in Vienenburg wurde es mir schwer, sie in den Bergemühlen des älteren Steinsalzes überhaupt zu entdecken.

2. In der P o l y h a l i t r e g i o n werden die

würde: Kalkspat 0,16 m, Anhydrit 1,55 m, Steinsalz 46,1 m, Kieserit 3,8 m, Carnallit 6,2 m, Bischofit 11,5 m, zusammen 69,31 m.

²⁷⁾ Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 56, 47 (1904).

²⁸⁾ Deutschlands Kalibergbau 1907, 36.

²⁹⁾ Halle a. S., 1. Aufl. 1864, 14 ff; 2. Aufl. 1875, 20 ff.

³⁰⁾ Die Salzindustrie von Staßfurt, 3. Aufl. 1889, 5.

³¹⁾ Zeitschr. f. prakt. Geolog. 1905, 167.

³²⁾ Die Steinsalzbergwerke bei Staßfurt 1875, 23.

Anhydritschnüre ersetzt durch stärkere Schnüre von Polyhalit, d. h. an Stelle von wasserfreiem Calciumsulfat tritt ein Tripelsalz aus Kalium-Calcium-Magnesiumsulfat. Der Übergang von den Anhydrit- zu den Polyhalitschnüren ist kein plötzlicher; in der Grenzzone tritt eine Mischung auf von Anhydrit und Polyhalit, oder es wechseln sich auch die verschiedenartigen Schnüre an dieser Stelle ab. Das Steinsalz wird in dieser — etwa 62 m mächtigen — Region schon unreiner durch einen Gehalt an Mutterlaugensalzen, der nach oben zunimmt.

Ebenso allmählich wie die Anhydritregion in die Polyhalitregion überging, findet nun nach oben der weitere Übergang in

3. die Kieseritregion statt. Sie ist nach Precht in zwei Unterabteilungen zu zerlegen. Während in der Übergangszone Polyhalit zusammen mit Kieserit und Anhydrit auftritt, ist in der

3a. unteren Kieseritregion oder richtiger Anhydrit-, Carnallit-, Kieseritregion, das Steinsalz mit Schichten durchsetzt, welche aus einem Gemenge von Kieserit mit Carnallit und Anhydrit bestehen. In einzelnen Schichten findet sich an dieser Stelle, an der Grenze der Polyhalitregion, auch ein Gemenge von Kieserit und Sylvian, eine um deswillen interessante Tatsache, als hier jedenfalls eine unzweifelhaft primäre Ausscheidung von Sylvian vorliegt.

3b. In der oberen Kieseritregion hat der Kieserit sich rein ausgeschieden. Neben ihm aber wird jetzt häufiger im Steinsalze der Carnallit. Er bildet nicht mehr dünne Schnüre, sondern allmählich stärker werdende Bänke und wird schließlich zum vorwiegenden Bestandteile des Lagers. Damit gelangt man in

4. die eigentliche Carnallitregion, das Stockwerk der abbauwürdigen Kalisalze.

Dieser oberste, etwa 25 m mächtige Teil des Salzlagers enthält als Hauptbestandteil 55% Carnallit, 26% Steinsalz, 17% Kieserit, 2% andere Bestandteile, wie Anhydrit, Ton, Boracit u. a. Der Boracit findet sich als primäre Bildung im Carnallit teils in fast mikroskopisch kleinen Kryställchen, vornehmlich aber in Form dichter, kleinerer oder größerer Knollen von schaliger Struktur, die bis über Kopfgröße anwachsen können, sogen. „Staßfurtit“³³⁾.

³³⁾ Die eigentümliche Bildung des Staßfurts erinnert an bemerkenswerte Funde, welche die Challenger-Expedition auf dem Grunde des Ozeans machte. Sie holte von dort nieren- und mandelförmige Knollen herauf mit konzentrisch schaliger Struktur, die aus Pyrolusit bestanden und in der Regel als Kern ein rundes Stückchen Bimsstein, Knochen oder einen anderen Fundkörper umschlossen (Kengott, Handwörterb. d. Mineral. 2, 413 [1885]). Ferner wurden bei derselben Forschungsreise eingebettet in rotem Ton, der den Boden des pazifischen Ozeans bildete, auch runde Konkretionen von Kryställchen gefunden, welche nach Renard mit Philippit, einem Silicate der Zeolithgruppe, zu identifizieren sind.

Die Staßfurtknollen enthalten nach F. Bischoff ebenfalls Einschlüsse fremder Mineralien, meist Carnallit oder Steinsalz, und diese Salzmineralien scheinen als Kristallisatzzentren gewirkt zu haben, um deren Kern die

Die übrigen Kalisalze, welche in der Carnallitregion vorkommen, zum größten Teil aber nur wissenschaftliches Interesse haben, werden gewöhnlich nicht als ursprüngliche, sondern als sekundäre Bildungen aufgefaßt.

Über der Carnallitregion lagert als Deckschicht der sogen. Salzton, etwa 8 m mächtig, welcher das Salzlager vor der Auflösung durch Wasserschütze³⁴⁾. Er beschließt das erste Stockwerk des Salzlagers, dessen chemische Zusammensetzung sich — approximativ wenigstens — berechnen läßt. Für diese Berechnung habe ich der tabellarischen Aufstellung 2 die zuverlässigsten Angaben über den durchschnittlichen Gehalt der einzelnen Regionen an den wichtigsten Salzen zugrunde gelegt. Man wird so ein angenehrt richtiges Bild der Wirklichkeit erhalten, wiewohl es als sehr wünschenswert bezeichnet werden muß, wenn durch neue ausgedehnte Analysenreihen die Zusammensetzung der Salzablagerungen in verschiedenen Kalibergwerken genauer als bisher festgestellt würde.

Der Prozentgehalt an Hauptsalzen ist angenommen wie Tabelle 2, A wiedergibt. Werden diese Gewichtszahlen durch Division mit dem spez. Gew. der einzelnen Salze in Volumina umgerechnet und auf die Mächtigkeit der Regionen bezogen, so erhält man die Zahlen der Tabelle 2, B.

Die Tabelle 2, C endlich gibt Verhältniszahlen wieder. Sie gestattet einen Vergleich der für die Hauptsalze Staßfurts ausgerechneten Mächtigkeit mit der Stärke der Schichten, welche verdunstetes Meerwasser zurückläßt. Um diesen Vergleich zu ermöglichen, ist Steinsalz = 100 gesetzt.

Aus der Vergleichstabelle ist klar ersichtlich, wie verschieden in quantitativer Hinsicht die Zusammensetzung des Staßfurter Salzlagers von derjenigen eines Meerwassertrockenrückstandes ist. Während ersteres an Kieserit und Carnallit dem Volumen nach ungefähr ein Drittel der im Meerwasser vorkommenden Menge, Bischofit aber überhaupt nicht als primäre Ablagerung in sich birgt, beträgt der nur in dem Salz selbst abgelagerte Anhydrit 169% von dem im Meerwasser vorhandenen Gehalt. Hierbei ist aber das unter dem älteren

Boracitmasse sich schalenförmig ausschied. Die Vermutung von F. Bischoff (Die Steinsalzwerke bei Staßfurt 1875, 54), daß die Borsäure erst nach Bildung des Salzlagers dampfförmig aus dem Innern der Erde durch Spalten des Salzes aufgestiegen und im Carnallit durch Zersetzung von Chlormagnesium den Staßfurtit gebildet habe, ist wohl deshalb schon hinfällig, weil es an solchen Spalten im Steinsalz fehlt.

³⁴⁾ Precht (Chem.-Ztg. 6, 197) unterscheidet drei Schichten dieses Salztons von verschiedener Zusammensetzung:

1. Die liegende enthält neben Ton viel Calciumsulfat (50—60%), ferner in Salzsäure lösliches Aluminiumhydroxyd (6%) und Magnesiumhydroxyd (6%).

2. Die mittlere enthält viel lösliches Aluminiumhydroxyd (18,7%), wenig Calciumsulfat, ferner Magnesiumhydroxyd und etwas Magnesiumcarbonat, Eisenoxydul, Chloride, Ton, organische Substanz.

3. Die hangende ist frei von Calciumsulfat und besteht im wesentlichen aus einem innigen Gemenge von Ton und Magnesiumcarbonat.

Steinsalz befindliche Anhydritlager gar nicht mitgerechnet. Rechnet man es mit durchschnittlich 85 m Mächtigkeit hinzu, so kommt man auf einen sechsfachen Gehalt an Calciumsulfat in dem Staßfurter Salzlager, als normales Meerwasser gelöst enthält.

Tabelle 2.

Zusammensetzung der Salzlager in der Magdeburg-Halberstädtter Mulde.

A. Gewichtsverhältnisse.

	Anhydritregion ³⁶⁾ 504 m mächtig	Polyhalitregion ³⁷⁾ 62 m mächtig	Kieseritregion ³⁷⁾ 65 m mächtig	Carnallitregion ³⁸⁾ 24 m mächtig	Spez. Gewicht ³⁹⁾
Anhydrit	8	3,7	2	1	2,963
Steinsalz	92	91,2	65	26	2,17
Kieserit	—	1,3	17	17	2,569
Carnallit	—	—	13	55	1,62
Andere Substanzen (K ₂ SO ₄ — als Poly- halit — H ₂ O, Un- lösliches)	—	3,8	3	1 (=2,0 gesetzt.)	
	100	100	100	100	

B. Volumenverhältnisse.

Die Mächtigkeit bedeutet für	Liegendes des Salzlagers	Anhydritregion	Polyhalit- region	Kieseritregion	Carnallitregion	Summa
m	m	m	m	m	m	
Anhydrit [85,00]	30,19	1,69	0,94	0,16	32,98	[117,98]
Steinsalz —	473,81	57,04	41,63	5,61	578,09	
Kieserit —	—	0,69	9,20	3,10	12,99	
Carnallit 1	—	Spuren	11,15	15,90	27,05	
Rest (K ₂ SO ₄ , H ₂ O usw. —)	—	2,58	2,08	0,23	4,89	
	[85,00]	504,00	62,00	65,00	25,00	656,00
						[741]

³⁵⁾ Zusammensetzung nach Precht, Die Salzindustrie von Staßfurt und Umgegend, 3. Aufl. 1889, 5. Die Mächtigkeit ist als Durchschnitt von Staßfurt (900 m), Aschersleben (462 m), Bernburg (150 m) berechnet.

³⁶⁾ Mächtigkeit und Zusammensetzung nach Bischof, Die Steinsalzwerke bei Staßfurt 1875, 34 (aus Dr. Steinbecks Angaben umgerechnet).

Eine geringe Menge Chlormagnesiumhydrat, welche Bischof für die Polyhalit- und Kieseritregion angibt, wurde gestrichen, da sich nach späteren Untersuchungen freies Chlormagnesium weder in der Polyhalit- und Kieseritregion, noch auch in der Carnallitregion vorfindet (Precht).

³⁷⁾ Zusammensetzung: F. Bischof, I. c. S. 39; Mächtigkeit nach Pfeiffer, Handb. d. Kaliindustrie 1887, 15.

³⁸⁾ Nach Precht-Ehrhardt, Die norddeutsche Kaliindustrie 1907, 17.

C. Verhältnis der Schichten im Vergleich zu Meerwassersalzen (NaCl = 100).

	Meerwasser- salze Mächtigkeit	Staßfurter salze Mächtigkeit	Salze in % der Meer- wassersalze
Anhydrit	3,369	5,71 [20,41]	169 [606]
Steinsalz	100,000	100,000	100
Kieserit	7,166	2,25	31
Carnallit	13,988	4,68	33
Bischofit	23,526	—	—

Wir können auch folgende Überlegung anstellen: Selbst wenn das allmählich verdunstende Zechsteinmeer 500 m tief war, konnte sich unter ständigem Nachfluß von Meerwasser über die von Ochsenius angenommene Barre doch nur so lange ein reines Calciumsulfat abscheiden, bis das Wasser auch für Chlornatrium gesättigt war. Dieser Punkt tritt bei unserem heutigen Meerwasser ein, wenn es auf etwa ein Zehntel eingeeignet bzw. wenn die Konzentration die zehnfache geworden ist. Die Mächtigkeit des gesamten, in dem Meerwasser enthaltenen Calciumsulfats würde dann nicht mehr betragen, als 2,3 m. Wie reimt sich hiermit zusammen eine Mächtigkeit des unter dem älteren Steinsalz liegenden Anhydrits von durchschnittlich 85 m? Diese Ablagerung wäre unter Beibehaltung der Barrenhypothese nur so zu erklären, daß das Meerwasser, nachdem es sein Calciumsulfat abgegeben hatte, wieder abfloß und durch neues calciumsulfathaltiges Meerwasser ersetzt wurde. Eine solche Annahme kompliziert aber die ohnedies künstliche Barrenhypothese noch viel mehr, zumal man eine Wiederkehr dieser Verhältnisse annehmen muß, als das Meer nach Ablagerung des Salztones abermals eingebrochen sein soll, denn über dem Salzton folgt ja von neuem eine etwa 60 m mächtige Ablagerung des sog. Hauptanhydrits. Ja selbst zum dritten Male wiederholt sich beim Staßfurter Typus die Aufeinanderfolge von Anhydrit und Steinsalz oberhalb der roten Tone, welche das jüngere Steinsalz bedecken.

Die Widersprüche, auf die man hinsichtlich des Verhältnisses von Anhydrit zu Steinsalz stößt, erstrecken sich, wie bereits durch Tabelle 2 dargestan, auch auf das ältere Steinsalz. Dieses enthält in den unteren Horizonten — soweit bekannt — 9% Anhydrit³⁹⁾, Meerwasser bis zur Chlor-

³⁹⁾ Es soll hier nochmals darauf hingewiesen werden, daß diese Zahl auf älteren Angaben von F. Bischof und Ochsenius beruht und genauere Untersuchungen über den durchschnittlichen Anhydritgehalt des Steinsalzes sehr am Platze wären. Leider ist bei den Durchbohrungen des älteren Steinsalzes bis aufs Liegende nach meinen Erkundigungen eine chemische Untersuchung der Bohrkerne in dieser Richtung nicht ausgeführt worden.

Eine Bestätigung, daß der Anhydrit im älteren Steinsalz mit 8—9% eher noch zu niedrig als zu hoch angenommen wird, läßt sich in den Angaben über die durchschnittliche Mächtigkeit der Schnüre und Steinsalzbänke finden. Steht diese im Verhältnis 7 : 85, so berechnet sich, da die spez. Gew. von Anhydrit und Steinsalz 2,96 bzw. 2,17 sind, das

natriumausscheidung eingedampft, enthält auf 100 T. Chlornatrium etwa 1 T. Anhydrit. Demnach scheidet konzentriertes, an Chlornatrium und Calciumsulfat gesättigtes Meerwasser, wie die direkten Versuche von Usiglio⁴⁰⁾ ergaben, Steinsalz aus mit einem Gehalt von 1% Anhydrit. Im frischen Meerwasser ist dies Verhältnis 95,6 Chlornatrium : 4,4 Calciumsulfat⁴¹⁾. Also auch ein ständiger oder intermittierender Zufluß von frischem Meerwasser hätte nur halb soviel Calciumsulfat zuführen können, als die unteren Regionen des älteren Steinsalzes tatsächlich enthalten.

Keine Anschauung über die Entstehung der Anhydritschnüre im älteren Steinsalz entspricht den wirklichen Verhältnissen besser, als die schon von F. Bischoff⁴²⁾ vertretene, und es ist nötig, auf seine einfache und ungezwungene Erklärung wieder zurückzugreifen. Offenbar sind es intermittierende, periodisch auftretende Zuflüsse calciumhaltigen Wassers gewesen, welche die „Jahresringe“ in gleichmäßigem Wechsel mit Steinsalzbänken erzeugten. Der Gipsgehalt des Meerwassers reicht, wie oben nachgewiesen wurde, nicht aus, um die Stärke der Schnüre zu erklären. Wenn man also nicht die willkürliche Annahme machen will, daß das Meerwasser der Zechsteinformation ganz anders zusammengesetzt war als heute, so bleibt nur die Folgerung übrig, daß es Flüsse oder Salzbaue waren, welche dem Salzsee das Calciumsulfat zuführten.

Immerhin bin ich darauf gefaßt, daß mir hier der Einwand gemacht werden wird, das Zechsteinermeerwasser sei reicher an Calciumsulfat gewesen als das heutige Meerwasser. Ich will daher bezüglich des Calciumsulfats noch auf einen anderen Umstand hinweisen, welcher — ganz unabhängig von dem größeren oder geringeren Gipsgehalt des Zechsteinermeers — meines Erachtens ein schlagender Beweis dafür ist, daß die heutigen deutschen Salzlager ihre Entstehung nicht der direkten Verdunstung von Meerwasser verdanken: dieser Grund liegt in der wohlbekannten, aber nicht genügend gewürdigten Tatsache, daß eindampfendes Meerwasser das gelöste Calciumsulfat nicht als Anhydrit, sondern als Gips ausscheidet. Diese Tatsache war schon Usiglio bekannt, als er seine empirischen Versuche über Meerwasserverdunstung bei 40° ausführte, sie gehört zur alltäglichen praktischen Erfahrung einer jeden Seewasser verarbeitenden Saline, und sie ist bestätigt durch die umfassenden wissenschaftlichen Untersuchungen van't Hoff's und seiner Mitarbeiter über das Calciumsulfat und seine Hydrate. Durch die letztgenannten genialen Untersuchungen sind die Existenzbedingungen des Anhydrits auf das sorgfältigste festgestellt. Wir wissen, daß seine Bildung abhängig ist von der Tension der Lösung, aus der sich das Calciumsulfat ausscheidet, wiewohl die Ein-

Verhältnis der Gewichtsmengen wie $7 \times 2,96 : 85 \times 2,17$ oder etwa 10 : 90.

⁴⁰⁾ Ann. Chim. Phys. [3] 27, 176 (1849).

⁴¹⁾ Dieses durchschnittliche Verhältnis ist so konstant, daß es bei 77 Analysen der Challenger-Expedition im extremsten Falle 95,2 : 4,8 betrug (Probe vom 12./7. 1874, S. 25 des Berichts der Expedition).

⁴²⁾ Die Steinsalzwerke bei Staßfurt 1875, 67.

stellung des Gleichgewichtes sehr langsam erfolgt. Bei 25° z. B. muß diese Tension bis unter 17,2 mm sinken, damit sich Gips in Anhydrit verwandelt⁴³⁾. Gesättigte Kochsalzlösung genügt bei dieser Temperatur noch nicht zur Umwandlung, wohl aber Meerwasser, welches bis zur Kochsalzausscheidung konzentriert ist, da infolge gleichzeitiger Anwesenheit von Chlormagnesium die Tension dann unter 17,2 mm⁴⁴⁾ sinkt. Bei 36° aber genügt schon gesättigte Kochsalzlösung allein zur Bildung von Anhydrit.

Wir haben hiernach als Tatsache festzustellen, daß verdunstendes Meerwasser das gelöste Calciumsulfat als Gips ausscheidet, so lange etwa, bis es auch für Kochsalz gesättigt ist; dann tritt Anhydritbildung ein. Es müßten also auch die gesamten 70—100 m Calciumsulfat, die unter dem Steinsalz liegen, Gips sein.

E v e r d i n g erklärt aber mit vollster Bestimmtheit, daß es sich nicht um Gips, sondern um Anhydrit handele⁴⁵⁾, und ich glaube dieser Erklärung der geologischen Landesanstalt, wenn mir auch von einer chemischen Feststellung dieser Tatsache nichts bekannt ist.

Die Beschaffenheit des Liegenden des älteren Steinsalzes ist also ebenso wie seine Quantität nicht mit der Annahme vereinbar, daß hier Meerwasser eingedampft sei, wohl aber mit der Annahme, daß gipshaltige Wasser in Laugenseen einliefen, welche bereits ziemlich konzentrierte Lösungen von Chlormagnesium und Kochsalz enthielten.

Andere Gründe kommen hinzu, welche dafür sprechen, daß die Staßfurter Salzlager nicht direkt dem Meerwasser ihr Dasein verdanken.

Zwar nicht von gleicher Beweiskraft, wie der gewaltige Überschuß von Anhydrit, aber doch auch ins Gewicht fallend scheint mir der Umstand, daß ein Element, welches sich im Ozeanwasser stets nachweisen läßt, in den deutschen Kalisalzen fehlt, oder — um mich vorsichtiger auszudrücken — doch nur in so minimalen Mengen darin vorkommt, daß es mit den gewöhnlichen Mitteln eines analytischen Laboratoriums nicht gefunden wird —, ich meine das Jod. Über die Menge des Jods im Meerwasser sind die sorgfältigsten Bestimmungen von Armand Gautier⁴⁶⁾ ausgeführt worden. Er fand, daß Jod in dreifacher Form im Meerwasser vorhanden ist, in löslicher organischer Bindung, in unlöslicher organischer Bindung (nämlich im sog. Plankton des Meeres) und als Jodid der Alkalien und alkalischen Erden (in den tieferen Schichten des Ozeans). Die Gesamtmenge des Jods im Ozeanwasser bestimmte Gautier zu 2,25 bis 2,40 mg pro Liter, d. i. an Gewicht etwa ein Dreißig-

⁴³⁾ van't Hoff u. Weigert, Sitz.-Ber. Akad. Berlin 1901, 1146; vgl. auch Hoppe-Seyler, Poggend. Ann. 127, 161 (1866); Brauns Jahrb. f. Miner. 2, 257 (1894); Vater, Sitz.-Ber. Akad. Berlin 1900, 269.

⁴⁴⁾ In einer späteren Veröffentlichung van't Hoff's (Z. physikal. Chem. 45, 288) wird die Tension bei Bildung von gewöhnlichem Anhydrit noch etwas niedriger, nämlich zu 15,1 mm angegeben.

⁴⁵⁾ Deutschlands Kalbergbau, Festschrift S. 41.

⁴⁶⁾ Compt. r. d. Acad. de sciences 128, 1069; 129, 9 (1899).

stel des vorhandenen Broms⁴⁷⁾. Wenn man bedenkt, welche Mengen von Brom heutzutage aus den Endlaugen der Chlorkaliumfabrikation gewonnen werden, so würde der 30. Teil davon schon ein ansehnliches Quantum Jod darstellen. Ich kann aber mit Bestimmtheit behaupten, daß in dem Neustäfffurter Brom auch nicht $\frac{1}{5000}$ Jod enthalten ist.

A. Frank⁴⁸⁾ hat erklärt, daß sich bei der fabrikatorischen Verarbeitung großer Mengen von Staßfurter Brom schließlich Jod in den Mutterlaugen nachweisen ließe. Ich will diese Möglichkeit nicht bestreiten. Aber aus einer Untersuchung, welche ich augenblicklich in meinem Institut anstellen lasse — Herr cand. chem. Kraze führt sie aus und wird sie später mit allen Einzelheiten veröffentlichen —, kann ich so viel mitteilen, daß es uns nicht gelungen ist, in dem bisher untersuchten Material, z. B. in 1 kg Bromeisen von Neustäfffurt, in 10 kg Salzton von Carlsfund eine Spur von Jod aufzufinden.

Ich befinde mich mit dieser Angabe in Übereinstimmung mit den besten Kennern der Kalisalze; ich darf speziell nennen Prof. Precht und Dr. Veit, die ebenfalls Carnallit und aus Endlauge gewonnenes Brom, in welchem sich etwa vorhandenes Jod stark hätte anreichern müssen, mit negativem Resultate auf Jod prüften⁴⁹⁾.

Bei Verarbeitung von 1000 kg Brom mag der Nachweis von Jod gelingen, aber das ist nebensächlich. Ich sehe in dem Fehlen bzw. in einem so minimalen Vorkommen von Jod einen weiteren Beweis, der gegen die Entstehung der Salzlager durch direktes Eindampfen von Meerwasser spricht, einen Beweis, der um so stichhaltiger ist, als in Gesteinen, welche zweifellos aus dem Meere abgesetzt sind, Jod gefunden wurde, z. B. im Jurakalk bei Lyon⁵⁰⁾, in den Liasschiefern von Balingen in Württemberg (G. Bischoff), im Tonschiefer von Latorp in Schweden (Gentele), in Dolomit von Saxon (Montpellier, Rivier und Fellenberg). Daß sich tatsächlich beim Eindampfen von Meerwasser das Jod in der Mutterlauge anreichert, hat Kötsdorfer⁵¹⁾ an den Seesalzsalinen von Pirano in Istrien nachgewiesen.

Auch in dem aus Meerwasser dargestellten Küchensalz fand er 8 mg Jod pro kg.

In den Staßfurter Salzen sollte man das Jod namentlich in dem Carnallit erwarten, in welchem sich auch das Brom findet. Denn dem Bromcarnallit, der in dem gewöhnlichen Carnallit als isomorphe Beimischung enthalten ist, entspricht, wie von verschiedenen Seiten nachgewiesen ist⁵²⁾, auch ein Jodcarnallit KJ.MgJ₂.6H₂O⁵³⁾, der in ganz ähnlichen Formen krystallisiert wie Bromcarnallit. Ob der Jodcarnallit durch gewöhnlichen Carnallit

⁴⁷⁾ Die Menge des in einem Liter Meerwasser vorhandenen Broms beträgt nach Dittmar 67—68 mg.

⁴⁸⁾ Diese Z. 20, 1279 (1907).

⁴⁹⁾ Privatmitteilungen.

⁵⁰⁾ Lembert, J. Pharm. Chim. (3) 19, 240.

⁵¹⁾ Z. anal. Chem. 17, 305 (1878).

⁵²⁾ O. Lerch, J. prakt. Chem. N. F. 28, 338 (1883); A. de Schulzen, Bull. Soc. chim. Paris (3) 23, 158 (1900).

⁵³⁾ Eine dem Bischofit entsprechende Jodverbindung MgJ₂.6H₂O existiert ebenfalls.

ebenso wie Bromcarnallit isomorph aufgenommen wird, ist mir nicht bekannt. Darüber hat Herr Dr. H. E. Boeke eine Arbeit unternommen, über die wir wohl heute noch etwas erfahren werden.

Das Fehlen irgend erheblicher Mengen von Jod in den Kalisalzen war Ochsensius schon wohlbekannt. Die Meinung, welcher er Ausdruck gibt⁵⁴⁾, die Jodide hätten „die obersten Horizonte“ der Mutterlaugen gebildet und wären mit dem meisten Lithium sämtlich über die Barre zurück abgeflossen, ist eine Verlegenheitshypothese, um die unbequemen Jodide aus der Welt zu schaffen.

C. Riemann⁵⁵⁾ kleidet die nämliche Ansicht in folgende Worte: „Nach ihrer Schwere sonderten sich die in der Mutterlauge vorhandenen Lösungen in der Reihenfolge von oben nach unten in:

1. Jodmagnesium, Jodnatrium, Jodlithium,
2. Brommagnesium,
3. Chlormagnesium,
4. Chlorkalium,
5. Magnesiumsulfat.“

Darauf heißt es: „Als diese Mutterlaugen die obere Kante der Einflußöffnung erreicht hatten, flossen in einer rückläufigen Unterströmung zunächst die Jodlithium- und Jodmagnesiumlaugen in den Ozean zurück.“

Der Gedanke, welcher diese kühne Hypothese entstehen ließ, verfehlt sein Ziel vollständig. Denn, wenn wirklich eine weitgehende Entmischung von Lösungen als möglich angenommen wird, so würde die Sonderung „nach der Schwere“ gerade das Umgekehrte der obigen Folgerung bewirken: Die Jodsalze müßten als die spezifisch schwersten und leichtlöslichsten zu Boden sinken, der Gehalt an Jod müßte sich dann in der zurückbleibenden Mutterlauge anreichern. Ich meine aber, daß das Abfließen einer jodhaltigen Mutterlauge den Prozentgehalt der zurückbleibenden Lösung an Jod im wesentlichen ungeändert läßt und deshalb auch die relative Jodmenge nicht beeinflussen könnte, welche die sich ausscheidenden Salze aus einer solchen jodhaltigen Lösung aufnehmen.

Wie das Fehlen von Jod in den Kalisalzen erklärt werden kann, darauf komme ich gleich noch zurück.

Ein dritter Grund, welcher dem Chemiker wie dem Geologen Bedenken gegen die Barrenhypothese nahelegt, ist das Fehlen von Fossilien und tierischen Resten in dem Salzlager. Wenn letzteres während des größten Teiles seiner Entstehung mit dem Meere durch eine Meerenge oder einen Kanal verbunden war, oder wenn auch nur periodisch über eine Barre hinweg Meeresfluten in das verdunstende Salzbecken strömten, dann müßten unbedingt auch die Bewohner des Meeres mit eingeführt werden. Ebenso wie die gelösten Salze müßten auch Fische und Meerestiere mit dem Wasser in den Meerbusen gelangen, dort zugrunde gehen und als organische Reste sich anhäufen. Dafür gerade ist der viel angeführte Adschi darja oder Karabugasbusen, der das typische Beispiel einer rezenten Steinsalzlagerbildung darstellen soll, beweisend. Diese Bucht des Kaspisees wurde erst

⁵⁴⁾ Zeitschr. prakt. Geol. 1905, 168.

⁵⁵⁾ Kali, Zeitschr. f. Gewinnung, Verarbeit. u. Verwert. der Kalisalze 1, 4 (1907).

in den Jahren 1894—1897 durch eine russische Expedition wissenschaftlich genauer untersucht. Die wichtigsten Ergebnisse dieser Untersuchung sind auch in deutscher Sprache veröffentlicht worden, und zwar von N. Andrußow⁵⁶⁾ und von W. Stahlberg⁵⁷⁾, Kustos des Königlichen Institutes für Meereskunde, dessen Angaben auf persönlichen Mitteilungen von Lebedinzeff, dem Chemiker der Karabugasexpedition, beruhen.

Da der Karabugasbusen, seit K. E. v. Bauer um die Mitte des vorigen Jahrhunderts zuerst auf ihn hinwies, viel in Verbindung mit der Barrenhypothese genannt worden ist, so seien seine jetzt näher festgestellten Verhältnisse hier kurz dargelegt. Der Kaspi ist bekanntlich ein gewaltiger abflußloser Binnensee, in welchem Flußwasser verdampft. Er hat an seiner Ostseite den Adschi darja als eine Bucht abgegliedert, welche ein Areal von etwa 18 qkm einnimmt. Sie hängt mit dem Kaspi durch eine Enge, einen flachen, 5 km langen, 100 bis 500 m breiten Kanal zusammen. Diese Karabugasenge versorgt den Adschi darja mit Kaspiwasser. Andere regelmäßige Zuflüsse hat die Bucht nicht, nur im Winter führen temporäre Wasseradern ihren Ufern etwas Wasser, teils süßes, teils salziges, zu. Da die große Oberfläche des Adschi darjagolfs unter dem Einflusse trockener Winde stark verdunstet, so besteht in der Karabugasenge stets eine starke Strömung in der Richtung nach dem abgegliederten Golf. Eine entgegengesetzte Unterströmung in der Tiefe existiert nicht, es findet also kein Austausch von Wasser zwischen dem Kaspisee und seinem Busen statt. Durch die stete Verdunstung hat sich das Kaspiwasser im Adschi darja bereits so konzentriert, daß es ein spez. Gew. von durchschnittlich 1,14—1,15 zeigt, während es mit 1,0104 einströmt. Dies bedeutet eine Konzentrierung des Kaspiwassers auf das Achtzehnfache, wozu nach Stahlberg eine Zeit von etwa 150 Jahren erforderlich war. Steinsalz kann natürlich aus diesem Salzwasser noch nicht krystallisieren, denn eine gesättigte Chlornatriumlösung hat ein spez. Gew. von 1,225 und bei einem spez. Gew. von 1,218 beginnt sich aus verdunstendem Meerwasser erst Kochsalz auszuscheiden. Nach einer Berechnung Lebedinzeffs wird in 200 Jahren die Sättigungsgrenze für Kochsalz erreicht sein. Zurzeit scheidet der Karabugasbusen aber schon außer kohlensaurem Calcium zwei andere Salze in großen Mengen ab, nämlich Gips und Glaubersalz. Die Bildung des letzteren Salzes röhrt daher, daß das Wasser des Kaspi ganz anders zusammengesetzt, nämlich viel reicher an Sulfaten ist, als Meerwasser⁵⁸⁾.

⁵⁶⁾ Petermanns Mitteil. 43, Heft 2 (1897).

⁵⁷⁾ Naturwissenschaftl. Wochenschr. (Verl. G. Fischer in Jena), N. F. 4, Nr. 44 (1905).

⁵⁸⁾ Binnensalzseen zeigen, auch wenn sie nicht weit voneinander liegen, oft starke Verschiedenheiten in der Zusammensetzung des Wassers und in der Zusammensetzung der Salzausscheidungen. Von den zahllosen Seen in der Senke am Nordrande des Aralsees herrscht in einigen Kochsalz, in anderen Glaubersalz oder Bittersalz vor. Gleches gilt von den Salzseen des Gouvernements Astrachan. Während das Salz des Eltonsees 95—96% Chlornatrium, das des Baskuntschaksees 98% Chlornatrium aufweist, sind die Ausscheidungen anderer

Als ein Muster der Gegenwart für die marine Ablagerung von Steinsalz kann also der Adschi darja nicht gelten, wohl aber als ein Beispiel, wie an einem gewaltigen Binnensee in abflußloser Gegend durch den Einfluß eines Wüstenklimas in großem Maßstab Konzentration und Abscheidung von Salzen stattfindet, welche direkt jedenfalls nicht marinen Ursprungs sind.

Es wurde bereits oben das Vorkommen tierischer Reste im Adschi darja angedeutet. In der Tat werden nach den Darstellungen Andrussovs und Lebedinzeffs schwimmende kleine Lebewesen, animalisches und vegetabilisches Plankton, ebenso aber auch Fische der verschiedensten Art von der Strömung der Karabugasenge massenhaft fortgeführt und in das Salzwasser des Busens hineingetragen. Sie sterben schnell und sinken teilweise zu Boden, teilweise werden sie ans Ufer gespült. Oft liegen sie so haufenweise am Lande, daß die Möven nur ihre Leckerbissen, die Augen der Fische, fressen.

Ebenso werden große Mengen abgerissener Algen und Seegräser in den Karabugas getrieben, und eine Ansammlung dieser verschiedenartigen organischen Substanzen findet namentlich in der Umgegend des Buseneinganges am Boden statt, wo die Zersetzung der organischen Massen sich durch intensiven Schwefelwasserstoffgeruch weithin bemerkbar macht. Das Material für die Entstehung eines Petroleumlagers ist hier in den Fetten, welche nach Fäulnis der stickstoffhaltigen Substanzen übrig bleiben, gegeben.

Nirgends aber ist innerhalb der deutschen Salzablagerungen ein primäres Petroleumlager gefunden worden.

Wohl liegt Stinkstein unter dem Steinsalz; wohl tritt auch zuweilen Petroleum in kleiner Menge im Salzlager auf. So in dem Salzbergwerk Desdemona bei Alfeld a. d. Leine, wo an der Grenze vom Steinsalz und Hartsalz, 685 m tief, nach Mitteilung von Precht⁵⁹⁾, etwa 1 l Erdöl ausfloß.

Nach den näheren Umständen und der Beschaffenheit des Petroleums dürfte hier ein sekundäres Vorkommen vorliegen und das Erdöl durch Druck oder Destillation an seine Stelle gelangt sein. Jedenfalls ist das Vorkommen so äußerst geringfügig, daß es nur als Merkwürdigkeit in Betracht kommt.

Selbst gasförmige Kohlenwasserstoffe, wie Methan, gehören in den deutschen Salzlagern zu den Seltenheiten⁶⁰⁾.

Salzseen des Gouvernements Astrachan ganz anders zusammengesetzt. Das Salz des Birutschki z. B. enthält 45% Chlornatrium, 40,4% Glaubersalz, 14,4% Bittersalz. Analysen der Ausscheidungen von 38 verschiedenen Salzseen hat Bergsträßer, Direktor der Kaiserlich russischen Salzwerke in Astrachan, veröffentlicht in Petermanns Mitteilungen 1858, 104.

⁵⁹⁾ Eine Probe dieses Öles wurde von Precht in der Sitzung des Bezirksvereins Sachsen-Anhalt (Verein deutscher Chemiker) in Halle a. S. am 3./12. 1906 vorgelegt und beschrieben. Das Öl war hellgelb, dünnflüssig, hatte das spez. Gew. von 0,789, etwa 60% destillierten bis 300° über.

⁶⁰⁾ Hingegen fand Bunzen in dem Gas aus dem Knistersalz von Wieliczka 84% CH₄ (Poggend. Ann. 83, 197). Hier, in Galizien, fehlt es nicht an marinen Fossilien, und das Salz von Wieliczka ist schwärzlich grau von bituminösen Substanzen.

Nur die Graufärbung der Anhydritschnüre im älteren Steinsalz und ein minimaler Ammoniumgehalt des Carnallits geben Zeugnis von einer Zersetzung geringer Mengen stickstoffhaltiger organischer Materie. Nirgends aber machen sich im Salze größere Mengen von bituminösen Substanzen, von Asphalt oder Rohpetroleum bemerkbar, wie sie aus den Fettsubstanzen zusammengeschwemmter Fische hätten hervorgehen müssen. Ebensowenig sind, wie bereits erwähnt, Versteinerungen oder Abdrücke animalischer Lebewesen im Salz Lager vorhanden. Es fehlen der Formation des obersten Zechsteins marine Fossilien, während seine beiden tieferen Abteilungen, der Kupferschiefer und der eigentliche Zechstein, versteinerungsreich sind und Fischabdrücke enthalten. Das Fehlen organischer Reste im Salz muß dem Chemiker den gleichen Schluß nahelegen, wie dem Geologen⁶¹⁾, einen Schluß, der in Übereinstimmung steht mit der ausführlich dargelegten qualitativen und quantitativen Verschiedenartigkeit in der Zusammensetzung der Salzlager und der Meersalze und dadurch einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit erlangt: Die deutschen Salzlager sind nicht durch direkte Verdunstung von Meeresswasser entstanden.

Da aber andererseits die chemische Natur und die Schichtenfolge der Salzablagerungen darauf hinweist, daß sie sich aus einer verdunstenden Salzlösung abschieden, welche dem Meerwasser sehr ähnlich zusammengesetzt war, so wird man ungezwungen zu der Annahme geführt, daß es sich hier um Salze handelt, welche zwar ursprünglich dem Meere entstammen, jetzt aber an sekundärer Stelle liegen, d. h. durch die Natur einer Umkristallisierung unterworfen wurden.

Es sei mir gestattet, hier ein Bild zu entwerfen, wie ich mir die Salzlager entstanden denke, und dem Chemiker möge dabei ein kleiner Streifzug in das geologische Gebiet verziehen werden. Denn nur die gemeinsame Würdigung der chemischen und geologischen Verhältnisse kann die jetzt noch umstrittene Frage über die Entstehung der deutschen Salzlagerstätten ihrer Klärung entgegenführen. Als ein Versuch, hierzu beizutragen, nicht als Feststellung unumstößlicher Tatsachen, sei die nachfolgende Darlegung betrachtet.

Zur Zeit des unteren Zechsteins — das ist allgemein anerkannt — war Deutschland von einem flachen Meere bedeckt. Dieses von Norden oder Westen her eingedrungene Zechsteinmeer über-

⁶¹⁾ Vgl. z. B. K a y s e r , Lehrb. d. allgem. Geologie, 2. Aufl. 1905, welcher auf S. 374 sagt: „Den meisten anderen Salzlagern (außer dem Salzstock von Wieliczka) fehlen marine Fossilien, so daß die Annahme, daß sie durch Eintrocknung salziger Binnenseen entstanden sind, viel wahrscheinlicher ist“, oder W a l t h e r , Das Gesetz der Wüstenbildung, S. 152: „Entweder gelangt Meerwasser über eine Barre oder durch andere Umstände in eine abflußlose Pfanne hinein und seine Salze werden darin ausgeschieden. In diesem Falle werden wir im Liegenden des Salzes und diffus darin verteilt, die wohlerhaltenen Überreste der gleichzeitigen Meerestiere finden. In allen Fällen aber, wo die Salz oder Gipslager frei von marinen Resten sind, muß an eine andere Bildungsweise gedacht werden.“

flutete ganz Norddeutschland bis Helgoland und Holstein, dehnte sich nachweislich aus über Hannover, Thüringen, das Werratal, Oberhessen, Odenwald, östlich bis zum Erzgebirge und den Sudeten. Es stand im Osten in Verbindung mit einem russischen, im Nordwesten mit einem englischen Zechsteinbecken. Die mutmaßliche Umgrenzung des deutschen Zechsteinmeeres wird wiedergegeben durch die Karte, welche wir als Anlage I der mehrerwähnten Festschrift dem Direktor der Königlichen Geologischen Landesanstalt, F. B e y s c h l a g , ver danken.

Dieses, eine gewaltige Fläche bedeckende Meer, dessen Tiefe man nach Maßgabe der jetzt noch vorhandenen, aber durch Verwitterung teilweise abgetragenen Zechsteinklippen zu etwa 100 m annehmen darf, verdunstete, nachdem seine Verbindung mit dem offenen Ozean unterbrochen war. So entstand eine primäre Ablagerung, welche eine Schichtenfolge von kohlensaurem Kalk, Gips, Bittersalz und Kalisalzen darstellen mußte, wie wir sie heute an verdunstendem Meerwasser beobachten. Reste der Fauna, welche das ursprüngliche Zechsteinmeer enthielt, sehe ich in dem Stinkschiefer des mittleren Zechsteins.

Das Verschwinden des Jods läßt sich in folgender Weise erklären: Ein Teil des Jods wurde von Seetangen, Seealgen, Spongien und anderen jodassimilierenden Seepflanzen und Seetieren aufgenommen und dadurch in unlösliche Form gebracht. Die jodhaltigen pflanzlichen und tierischen Reste wurden in Bäien und Buchten des alten Zechsteinmeeres zusammengeschwemmt, und vermutungsweise kann man sagen, daß dies das Urmaterial war, aus dem der Jodgehalt heutiger Salz- und Mineralquellen, soweit sie dem Zechstein entströmen, herstammt. Denn eine erhebliche Anzahl deutscher jodhaltiger Quellen entspringen in der Nähe der früheren Küsten des Zechsteinmeeres — ich denke an Sulza, K i s s i n g e n , O r b , K r e u z n a c h , H o m b u r g , W i e s b a d e n , S a l z h a u s e n unweit N a u h e i m u. a.

Nach dieser Hypothese würde also das aus dem Zechsteinmeer verschwundene Jod teilweise in den Jodquellen wieder erscheinen⁶²⁾. Was es an Jodsalzen noch enthielt, d. h., was die das Salzmeer anfangs noch bevölkernde Fauna und Flora nicht aufgezehrthatte, das konnte sich, zur Trockne eingedunstet und auf großer Oberfläche verteilt, unter den Strahlen der Sonne zersetzen. Jodmagnesit bräunt sich am Licht, das Jod verflüchtigt sich und konnte vom Winde weggeführt werden.

Die rückständige Salzkruste, welche die Flächen des ursprünglichen Zechsteinmeeres bedeckte, mochte bei Annahme von 100 m Meerestiefe eine durchschnittliche Mächtigkeit von 2 m haben.

In der abflußlos gewordenen Salzwüste bildeten sich nun Depressionen heraus, welche sich mit Salzlauge füllten. Erdseenkungen innerhalb des Konti-

⁶²⁾ Es sei hier auch auf die von H ö f e r (Sitz.-Ber. Akad. Wien math.-nat. Kl. III, Abt. I, 615) festgestellte Tatsache hingewiesen, daß die Wasser, welche Erdöl begleiten — in Deutschland z. B. die Marienquelle zu Olheim —, jodhaltig sind, womit nicht gesagt sein soll, daß jenes deutsche Erdölvorkommen gerade mit dem Zechsteinmeer in Verbindung zu bringen sei.

nents, welche namentlich die norddeutsche Tiefebene betrafen, führten zum Schluß der Dyasformation ganz allmählich zur Entstehung des Magdeburg-Harzer Beckens. Tiefe Niveauänderungen gestalteten sich nördlich vom Harz und nördlich vom Thüringer Wald aus, sowie an allen den Stellen, wo sich jetzt Steinsalzlager von gewaltiger Mächtigkeit befinden. In diese zentralen Depressionen strömten, während das Sinken fortduerte, von allen Seiten die Gewässer, welche die salzigen Rückstände des früheren Binnenmeeres in gelöstem Zustande auf ein verhältnismäßig kleines Gebiet zusammenführten.

Mündet ein Strom, dessen Wasser Salze gelöst enthält, in ein abgeschlossenes Becken, dann wird er dieses so lange füllen, bis die Oberfläche des Sees so groß geworden ist, daß seine Verdunstung dem Zufluß die Wage hält. Damit ist ein physikalisches Gleichgewicht hergestellt, aber kein chemisches⁶³⁾; denn die Menge der zugeführten Salze vermehrt sich andauernd. Das Seewasser reichert sich daran an bis zur Sättigung. Ist diese erreicht, so beginnen die gelösten Salze sich in der Reihenfolge ihrer Schwerlöslichkeit aus dem Salzsee auszuscheiden. Die Mächtigkeit der entstehenden Salzablagerungen hängt ab von dem Salzgehalt der Zuflüsse, ihrer Menge und Zeitdauer, sowie natürlich von der Tiefe des Beckens bzw. der zunehmenden Vertiefung der Depression. Die zugeführte Salzmenge ist ferner abhängig von der Größe des Auslaugegebietes, welches der Depression zugehörte. Wenn ein Gebiet von 1000 Quadratmeilen, welches Salz in einer durchschnittlichen Gesamtstärke von 2 m enthält, ausgelaugt und alle vorhandene Salz in eine Depression von 5 Quadratmeilen Fläche übergeführt wird, so muß hier bei völliger Verdunstung eine 200 mal so mächtige Ablagerung, also ein Salzlagervon durchschnittlich 400 m Mächtigkeit entstehen.

Noch heute werden von manchem kleinen Wüstensee die Salze einer tausendmal größeren Fläche gesammelt, und im großen Maßstabe sind Beispiele dieser Art der Kaspisee, dem ein gewaltiger Teil Rußlands tributpflichtig ist, das Tote Meer, der nordamerikanische Große Salzsee.

Die Fläche, welche während des Überganges der germanischen Dyas zur Triasperiode als Auslaugegebiet der norddeutschen Depression zugehörte, kann sehr groß angenommen werden und mag sich weit hinein in das jetzige Rußland erstreckt haben. Daß zu jener Zeit eine Verbindung zwischen Rußland und Norddeutschland bestand, ist wegen der Gleichartigkeit der Fauna wahrscheinlich. Die gipshaltigen Kalkgebirge Zentralrußlands schließen nach A. de Laparent⁶⁴⁾ eine Fauna ein, von der neun Zehntel dem deutschen Zechstein zugehören. Aber auch im Nordwesten können große kontinentale Flächen vorhanden gewesen sein, denn das nachmalige Triasgebiet des Buntsandsteins stand

⁶³⁾ Vgl. F o r c h h a m m e r , Phil. Transact. London **155**, 243.

⁶⁴⁾ Traité de Géologie 1900, 986; Laparent gibt dort eine instruktive Karte über die Meeres- und Festlandsverhältnisse der Zechsteinperiode.

mit dem Buntsandsteingebiet von England in ununterbrochenem Zusammenhang⁶⁵⁾.

Die Zusammenführung der vom Zechsteinmeer zurückgelassenen Salze mußte, wie bereits erwähnt, nach eingetreterner Sättigung des Wassers eine allmäßliche Auffüllung der Depression mit Calciumsulfat und Steinsalz bewirken. Das Calciumsulfat aber mußte sich als Anhydrit ausscheiden, wenn die naheliegende Annahme gemacht wird, daß die Laugenseen gleich anfangs mit den leichtlöslichsten Salzen, also namentlich Chlor-magnesiumlösung, sich füllten.

Die Anhydritschnüre, welche die Staßfurter Salzlager⁶⁶⁾ mit großer Regelmäßigkeit durchziehen, werden — wie schon früher bemerkt wurde — am einfachsten so erklärt, daß die gipsführenden Salzbäche, welche den Salzsee speisten, im Wechsel der Jahreszeiten intermittierend flossen. In der verhältnismäßig regenreichen Zeit hat sich wohl das spezifisch leichtere zufließende Wasser über der konz., schweren Salzlösung als oberste Schicht ziemlich gleichmäßig ausgebreitet, um dann in der heißen Zeit zu verdunsten und zunächst seinen Gipsgehalt infolge der Berührung mit der Salzlauge im wasserfreien Zustande ausfallen zu lassen; dann folgte bei weiterer Verdunstung die Krystallisation des Steinsalzes. Eine solche Annahme steht jedenfalls in Übereinstimmung mit den an Salzseen beobachteten rezenten Vorgängen. So ist das Wasser des Toten Meeres einem bedeutenden jährlichen Steigen und Fallen unterworfen. Die Winterregen und das Schmelzen des Schnees auf dem Antilibanon bewirken ein Steigen um mehrere Fuß, während die lange anhaltende intensive Sommerhitze eine bedeutende Verdunstung verursacht⁶⁷⁾. Auch im Karabugasbusen stellte Andrusow⁶⁸⁾ ein regelmäßiges Schwanken des Wasserniveaus fest; es steigt im Winter um 4—5 Fuß und fällt im Sommer.

Im Eltonsee, dem bedeutendsten russischen Salzsee, der neben zahlreichen anderen Salzbächen von der Charischa mit 5%igem Salzwasser gespeist wird, besteht der Bodenabsatz aus einem vielfältigen Wechsel von Salzbänken und Streifen schwarzen Schlammes⁶⁹⁾ und auch im Basakuntse am linken Ufer der Wolga sind die einzelnen Jahrgänge entsprechenden Salzablagerungen durch eine sehr dünne sandige Schicht voneinander getrennt⁷⁰⁾, während das Salz, welches in versandeten Salzseen unter der Decke von Flussand krystallisiert, ohne Schichtung ist. Manche Salzseen setzen in der

⁶⁵⁾ E. Fraas, Die Bildung der germanischen Trias, Separatabdruck aus den Jahresheften des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg, Stuttgart 1899, 9.

⁶⁶⁾ Auch die württembergischen Steinsalzlager besitzen z. T. solche Jahresringe; vgl. W. Brancio, Das Salzlagervon Kochendorf am Kocher, Stuttgart 1899.

⁶⁷⁾ G. Bischof, Lehrb. d. chem. u. phys. Geologie, 2. Aufl. II, 49 (1864).

⁶⁸⁾ Petermanns Mitteil. 43, Heft 2 (1897).

⁶⁹⁾ Bergsträßer, Petermanns Mitteil. 1858, 93; Kayser, Lehrb. d. allgem. Geologie, 2. Aufl. 1905, 370.

⁷⁰⁾ Walther, Lithogenesis d. Gegenwart 1893/94, 787; Bergsträßer, l. c.

trocknen Jahreszeit auch an der Oberfläche eine Salzkruste ab, welche in der nassen Jahreszeit zum Teil wieder gelöst wird⁷¹⁾.

Die Seen des ägyptischen Natrontales schließlich trocknen in den Monaten Mai bis Juli meist vollkommen ein, während sie ihren höchsten Wasserstand, bis zu 2 m, im Dezember haben⁷²⁾.

Diesen Naturbeobachtungen aus der Jetzzeit gegenüber muß die neuerdings vielfach geäußerte Meinung⁷³⁾, daß das Steinsalz der Staßfurter Salzlager in der kälteren Jahreszeit, der Anhydrit in der heißeren abgeschieden wurde, gekünstelt erscheinen.

Ein Punkt bedarf noch der Erläuterung: wie es nämlich zu verstehen ist, daß die Anhydritschnüre nicht in stärkerem Maße durch eingeschlammtes Material, Ton oder Sand, verunreinigt sind. Zur Erklärung könnte man vielleicht geltend machen, daß die ohne viel Gefälle langsam durch die Salzwüste schleichenden Bäche nicht viel mineralischen Detritus mitführten. Überzeugender aber erscheint es zum Verständnis jener Erscheinung, die schnell klarend die Eigenschaft von Salzlösungen heranziehen. Bodlaender⁷⁴⁾ hat diese eigentümliche Erscheinung der Klärfähigkeit, welche nach ihm mit der elektrischen Leitfähigkeit der gelösten Stoffe zusammenhängt, wissenschaftlich näher untersucht. Der Niederschlag erfolgt im allgemeinen um so schneller, je stärker die Salzlösung ist. Es ist also leicht verständlich, daß alle emulgierten Substanzen, welche die Bäche mit sich führten, am Ufer oder in einer Bucht, die als Klärbassin diente, sich niederschlugen und das klare Gips und Salz führende Wasser sich auf der Oberfläche der konz. Salzlauge nun weiter verbreitete. Die auf solche Weise erfolgende Fortführung des Gipses durch die obere Strömung hatte gleichwohl eine Grenze in der allmählich erfolgenden Vermischung mit der darunter befindlichen schweren Salzlösung. Wenn man sich, wie vorausgesetzt wird, ein ganzes System von Salzseen in der norddeutschen Tiefebene verteilt denkt, die miteinander nur teilweise in mehr oder weniger beschränkter Kommunikation standen, so ist ohne weiteres klar, daß die Bedingungen der Verdampfung

⁷¹⁾ Der Baskuntschaksee hat in der heißen Jahreszeit sogar eine 2 m starke Salzdecke, unter dieser befinden sich 7 m Salzwasser. Trotz der Bedeckung krystallisiert am Boden reines Steinsalz aus, indem dafür eine entsprechende Menge des unreineren Salzes der Decke in Lösung geht. Zur Salzgewinnung werden Löcher in die Decke geschlagen und durch diese das reine Salz vom Boden heraufgeholt (Privatmitteilungen meines Bruders H. Erdmann). In ähnlicher Weise schildert J. o. h. Walther (Verh. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin 1898, Nr. 1, 65 und Lithogenesis S. 153) den Salzsee bei Mollahkara, der eine zolldicke, ziemlich harte Salzdecke trägt und im Sommer den Anblick einer frisch beschneiten Eisfläche gewährt.

⁷²⁾ G. Schewinfurth und Lewin, Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde 33 (1898), Separatdruck; E. Stromer von Reichenbach, Die Umschau (Verl. von H. Bechold), Frankfurt a. M. 8, 481 (1904).

⁷³⁾ Siehe z. B. Ehrhardt, Die norddeutsche Kaliindustrie, 7. Aufl., 12.

⁷⁴⁾ Neues Jahrb. f. Mineral. 1893, II, 147.

fung in den einzelnen Salzpfannen je nach Zusammensetzung und Menge der Zuflüsse, je nach der Tiefe des Beckens, dem vorhandenen Oberflächenwasser, der Temperatur, verschiedene waren, und hierdurch scheint die hier vorgetragene Ansicht auch für die Verschiedenartigkeit der vorhandenen Salzlager im Magdeburg-Harzer Becken, im Werragebiet, in Hannover eine bessere Erklärung zu bieten, als es die Annahme eines einzigen vom Ozean aus gespeisten Meerbusens vermag.

Viele Jahrtausende hindurch haben sich, wie die Zahl der Schnüre anzeigt, Steinsalzbänke und Anhydritschnüre wechselweise abgelagert. Die Mutterlaugensalze reicherten sich in der Lösung mehr und mehr an, aber eine starke Minderung der Verdunstungsfähigkeit brauchte deswegen nicht einzutreten, weil das zufließende, schwach salzige Wasser auf der Oberfläche schwamm und sich hier konzentrierte. Hingegen läßt sich aus der Abnahme der Stärke der Anhydritschnüre und der zunehmenden Mächtigkeit der zwischengelagerten Steinsalzbänke nach oben hin folgern, daß die Zuflüsse sich allmählich verringerten. Die Trockenheit des Klimas, welche sich in der Verarmung der Flora dieser geologischen Periode zeigt⁷⁵⁾, nahm zu und ließ die Zuflüsse schließlich ganz versiegen. Eintritt und Steigerung des Mißverhältnisses zwischen Verdampfung und Wasserzufluhr werden ein starkes Sinken des Salzwasserspiegels bewirkt haben. Die Salzseen traten zurück, indem sie auf weiten Strecken Landes Salzkrusten an ihren Ufern hinterließen.

Auch diese Voraussetzungen lassen sich durch rezente Vorgänge belegen. Die Wassermenge des Toten Meeres war früher viel größer als sie infolge verminderter Zuflusses jetzt ist; das lehren die salzhaltigen Absätze, welche mehr als 100 m über den heutigen Wasserstand hinausreichen⁷⁶⁾. Der Spiegel des Utahsees in Nordamerika ist im Laufe der Zeit um mehrere 100 m gesunken⁷⁷⁾. Ein anderes Beispiel bieten die am Nordrande der Sahara sich hinziehenden „Schotts“ dar, die Reste eines früheren Binnensees, der durch die zunehmende Trockenheit des nordafrikanischen Klimas zu einer Anzahl von Salzsümpfen zusammenschrumpfte. Unter dem Einflusse heißer und trockener Winde, in einem Klima, wie es jetzt etwa in der Sahara oder in der Wüste Atacama herrscht, war es möglich, daß die Salzpfannen der Zechsteinperiode auch die hygroskopischen Salze des Kaliums und Magnesiums ausschieden. Auch in der Art dieser Ausscheidungen liegen Andeutungen vor, daß die Zusammensetzung der Mutterlauge nicht genau die eines verdampfenden Meerwassers war. Als ein Beispiel führe ich den Glauberit an, welcher in der Kieseritreion von Leopoldshall gefunden wurde. Verdunstendes Meerwasser führt nicht zur Glauberitbildung.

Zweifellos mußten nach Ablagerung der leichtlöslichen Salze, bevor diese durch den Salzton vor der lösenden, scheidenden und transportierenden

⁷⁵⁾ Frech, Lethaea geognostica II, 3. Abt. 554, 557 (1901).

⁷⁶⁾ Roth, Allgemeine und chemische Geologie I, 475 (1879).

⁷⁷⁾ Walther, Verhandl. d. 10. Geographentages 1893, 144.

Kraft des Wassers geschützt wurden, die mannigfachsten Umbildungen und Translokationen auf den weit ausgedehnten Salzflächen stattfinden — darüber sind sich, seitdem dies von Precht zuerst hervorgehoben wurde, alle einig, welche das Problem der Kalisalzlagerentstehung bearbeiteten.

Dort, wo das Salz durch Zurücktreten des Seespiegels freigelegt war, oder wo durch Gebirgsdruck die Oberfläche des Salzlagers aus der Mutterlauge herausgehoben wurde, konnten die ausgeschiedenen Kalium- und Magnesiumsalze durch Regen und zuströmendes Tageswasser leicht wieder aufgelöst werden. Es bildeten sich neue, schüsselförmige Salzpfannen, welche selbst bis in die Regionen des älteren Steinsalzes hinabreichten. Beim Verdunsten des Inhaltes dieser Salzbecken konnte sich selbst dann eine andere Salzfolge als die ursprüngliche ausscheiden, wenn es sich nur um eine Umkristallierung an Ort und Stelle handelte, da jetzt ein Überschüß an Chlormagnesium fehlte.

Ich will hier nicht auf die Einzelheiten sekundärer Salzumbildung eingehen — fürchte ich doch, Ihre Aufmerksamkeit bei dem für einen Vortrag etwas spröden Stoff schon zu lange in Anspruch zu nehmen.

Erading hat den gewaltigen Umfang, welchen die toils auf Gebirgsfaltung, teils auf Umlösung beruhenden Veränderungen der ursprünglichen Salzlage namentlich im Südharzgebiet, im Gebiet der Werra und im Gebiet der Leine zeigen, anschaulich und detailliert nach den geologischen Forschungen geschildert. Dabei kann aber der Chemiker doch eine Bemerkung nicht unterdrücken, die sich auf die Entstehung des Hartsalzes bezieht. Man kann sich die Hartsalzlage aus der Umbildung eines Carnallitlagers oder auch direkt aus einer Lösung hervorgegangen denken. Der erste Fall, die sekundäre Umbildung eines Lagers, welches aus einem Gemenge von Carnallit und Kieserit bestand, in Hartsalz ist einfach zu erklären, durch die Annahme nämlich, daß eindringendes Wasser das Chlormagnesium aus dem Carnallit herauswusch, und Chlorkalium und Kieserit, d. i. Hartsalz, zurückblieb; die Zeit und die Menge des Wassers reichte in solchem Falle nicht hin, um auch den Kieserit anzugreifen und so die Gleichgewichtslage herzustellen, welche schließlich zum Kainit geführt hätte.

Ich lasse mich aber gern durch Erading überzeugen und neige selbst der Ansicht zu, daß die petrographische Beschaffenheit, die bankige Schichtung der Hartsalzlage und andere Umstände eine direkte Ausscheidung des Hartsalzes aus Lösungen in vielen Fällen wahrscheinlich machen. Dann muß man für diese Fälle der Hartsalzbildung notwendigerweise eine Temperatur der ursprünglichen Lösungen oberhalb 72° annehmen.

Denn van't Hoff⁷⁸⁾ hat festgestellt, daß nur oberhalb 72° eine gemeinsame Ausscheidung von Sylvian und Kieserit aus ein und derselben Lösung erfolgen kann.

Wenn nun Erading⁷⁹⁾ aus geologischen Gründen annimmt, daß sich das Hartsalz aus Lö-

sungen ausgeschieden habe, gleichzeitig aber Temperaturen über 72° für ausgeschlossen hält und meint, Chlorkalium und Kieserit würden sich trotz van't Hoff auch aus kalter Lösung nebeneinander haben ausscheiden können, so ist das meines Erachtens keine Erklärung, sondern der Verdacht auf eine Erklärung. Die chemische Wissenschaft hat ein Anrecht darauf, zu verlangen, daß die von ihr festgestellten Tatsachen und erkannten Naturgesetze auch von den Herren Geologen nicht als quantité négligeable betrachtet, sondern voll gewürdigt werden.

Salzwassertemperaturen von der angegebenen Höhe sind aus dem Bereich des Unwahrscheinlichen herausgetreten, seitdem v. Káleczinsky⁸⁰⁾ 71° an ungarischen Salzseen in einer Tiefe von 1,3 m tatsächlich gemessen hat. Solche Aufspeicherung der Sonnenwärme kommt zustande, wenn auf der Oberfläche des konz. Salzwassers eine Süßwasserschicht lagert. Das sind Verhältnisse, wie sie auch an den deutschen Salzseen der Zechsteinzeit wahrscheinlich vorlagen, und wie sie in meinen obigen Ausführungen angenommen sind.

Wir sind nun bis zur Bedeckung der Salze des ersten Stockwerkes gelangt. Nur dort konnten die leicht löslichen Salze, die das Hangende der Lager bilden, durch die weiteren geologischen Epochen hindurch erhalten bleiben, wo sie begraben wurden unter einer undurchlässigen Decke von Ton, welche einen Schutz bildete gegen unterirdische Erosion.

Ich sehe den Salzton als eine durch den Wind entstandene Bildung an.

Seitdem F. v. Richthofen⁸¹⁾ nachgewiesen hat, daß die 200 m mächtigen Lößlager im nördlichen China ein Produkt östlicher Ablagerung sind, seitdem man die abtragende und transportierende Kraft des Windes in Wüstengegenden kennen gelernt hat und auch die Formation, welche konkordant der Dyas aufgelagert ist, den Buntsandstein, ziemlich allgemein als Windbildung betrachtet, liegt an sich nichts Unwahrscheinliches mehr in der Annahme, daß der „Salzton“ als Staub aus der Luft herabgefallen ist, hinein in die von Mutterlauge gebildeten Salzseen. Das Material dazu konnten neben den vom früheren Zechsteinmeer gebildeten Gipsstöcken die alten Faltengebirge Mitteleuropas⁸²⁾ geliefert haben, welche aus Schiefer bestanden mit einem Kern von Granit. Zuerst mochte der verwitterte Schiefer der „Deflation“, d. h. der abtragenden Wirkung des Windes unterliegen, während später, als der Granit bloßgelegt war, dieser die Sandmassen lieferte, mit denen die weiten Tiefebenen in der Triasformation überschüttet wurden. Nach dieser Anschauungsweise ist der vom Winde forttransportierte, mit Gips ver-

⁷⁸⁾ Zeitschr. f. Gewässerkunde 1901, Heft 4; Ann. Phys. (4) 7 (1902).

⁷⁹⁾ China I, 74 ff, II, 741; Ausland 1883, 585; über die abtragende Gewalt des Windes in Wüstengegenden vgl. auch A. Schenck, Verh. d. 10. deutsch. Geographentages 1893, 167; G. Schweinfurth und Lewin, Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde 33 (1898), Sonderabdr. S. 6; Walther, Gesetz d. Wüstenbildung 1900, 31 ff.

⁸⁰⁾ Vgl. die Karte in F. Frechs Letheaea geognostica 1899: Die Kohlenfelder und Faltengebirge Mitteleuropas nach Schluß der Carbonzeit.

⁷⁸⁾ van't Hoff und Meyerhoff, Sitz.-Ber. Akad. Berlin 1902, 1106.

⁷⁹⁾ Deutschlands Kalibergbau S. 83 u. 84.

mengte Tonstaub in die Seen gefallen, hat sich mit der konz. Lösung der Mutterlaugensalze vollgesogen und allmählich niedersinkend ein geschichtetes Sediment von 4—10 m Mächtigkeit auf den krystallisierten Kalisalzen gebildet, das ganze Salz-lager nach oben hin hermetisch abschließend Oberhalb dieser Deckschicht mochte noch viele Meter tief die Mutterlauge der Salze als fast gesättigte Chlormagnesiumlösung stehen.

Der Vorzug meiner Betrachtungsweise scheint mir in der größeren Einfachheit zu liegen. Ich bringe nicht auf geheimnisvolle Weise Mutterlaugensalze beiseite und nicht Millionen von Fischen. Ich lasse auch nicht den Boden des jetzigen Deutschlands wiederholt auf und nieder schwanken, denn es scheint mir durchaus nicht erwiesen, daß nach Ablagerung des Salztons das Meer von neuem eingebrochen ist und alles überschwemmt hat. Was ich zur Erklärung der Erscheinungen als Hypothese allein gebrauche, daß sind abwechselnde große Epochen hoher, allmählich abnehmender Niederschlagsmengen und großer Trockenheit. Die Zeiten der größten Trockenheit sind gekennzeichnet durch den Salzton, durch die über dem jüngeren Steinsalz ausgebreiteten Ton-schichten und schließlich durch den Buntsandstein. So wie die „Jahresringe“ des älteren Steinsalzes von dem jährlichen Wechsel zwischen Regenzeit und Trockenheit herrühren, so legt die dreimalige Aufeinanderfolge mächtiger Schichten von Anhydrit und Steinsalz meines Erachtens Zeugnis ab von klimatischen Schwankungen, welche sich im Laufe großer Zeiträume vollzogen.

Die erste dieser klimatischen Epochen umfaßte den Zeitraum, in welchem sich der ältere Anhydrit, das ältere Steinsalz mit seinen Kalisalzen und dem Salzton ablagerte, die zweite beginnt mit dem sog. Hauptanhydrit, auf den das jüngere Steinsalz folgt, die dritte wird oberhalb des roten Tones, der das jüngere Steinsalz bedeckt, wieder durch Ablagerung von Anhydrit mit darauf folgendem Steinsalz gekennzeichnet.

Um dem in der mittleren dieser Epochen entstandenen zweiten Stockwerk der Salzlager noch einige Worte zu widmen, so begann also, nachdem der Salzton abgelagert war, wieder eine Periode reichlicher Niederschläge; erneute Zuflüsse von gipshaltigem Wasser strömten in die bereits durch die älteren Salzablagerungen teilweise gefüllten Depressionen. Dadurch wurde auch von neuem Salz in die über dem Salzton noch vorhandenen Mutterlaugen geführt; aber der Zufluß war stärker als die Verdunstung, so daß für lange Zeit eine bleibende Verdünnung der Mutterlaugen eintrat, und sich nur Anhydrit abschied, wie er als Hauptanhydrit in einer Mächtigkeit von durchschnittlich etwa 60 m über dem Salzton liegt.

In Becken, deren Zuflüsse kohlensaure Salze enthielten, konnte sich an Stelle des Anhydrits Plattendolomit bilden, der z. B. im Werragebiet das genetische Äquivalent des Hauptanhydrites darstellt, als ein deutlicher Beweis, daß hier ein anderes, von dem Magdeburg-Harzer Becken getrenntes Becken bestand.

Gegen meine Ansicht, daß es kein Meerwasser

war, welches den Salzton bedeckte, läßt sich gelten machen, daß es dem Landesgeologen E. Zimmermann⁸³⁾ gelungen ist, marine Versteinерungen im Salzton von Sperenberg und von Querfurt aufzufinden: kleine zweiklapptige Muscheln in größerer Anzahl, gewöhnlich 1 cm groß, ferner einen fast 3 cm großen Muschelabdruck (Schizodus?) und eine 4 mm große Brachiopode.

Es liegt mir fern, diese interessanten Funde eines so hervorragenden Geologen, wie es Professor Zimmermann ist, nicht genügend zu würdigen. Sie scheinen mir aber nichts anderes zu beweisen, als daß eine spärliche Fauna durch geographische Verbreitung vom Meere her ihren Weg in einzelne Salzseen fand und sich dort den Verhältnissen angepaßt hat. Die kleinen Bivalven können, worauf Zimmermann selbst hinweist, auch eingeweht sein⁸⁴⁾.

Auch in anderen Formationen, welche nicht Meeresbildungen sind, kommen vereinzelte kleine marine Tiere vor. Nach Walther⁸⁵⁾ findet sich in dem sonst völlig fossilreichen Buntsandstein ein Muschelhorizont, reich an kleinen Conchilien, bei Roda; auch in der produktiven Steinkohlenformation treten marine Tiere vereinzelt auf⁸⁶⁾.

Im Staßfurter Salzsee haben sich 40—90 m mächtige Anhydritlager über dem Salzton gebildet; dann hörten die Zuflüsse auf, und durch weitere Verdunstung der nach den tiefsten Stellen sich zurückziehenden Salzlösung krystallisierte das jüngere Steinsalz aus. Die Jahresringe treten im jüngeren Steinsalz zurück, sind aber im liegenden Teile noch deutlich. Zum Unterschiede von den Jahresringen im älteren Steinsalz bestehen sie, wie Precht festgestellt hat, nicht aus Anhydrit, sondern aus Polyhalit. Es erklärt sich dies durch das Vorhandensein reichlicher Mengen von Kalium- und Magnesiumsalzen aus den alten Mutterlaugen. Die Mächtigkeit des jüngeren Steinsalzes schwankt im Magdeburg-Halberstädter Becken von 80 bis 120 m, es tritt aber nicht überall auf und fehlt z. B. auf dem fiskalischen Bergwerk in Staßfurt und in Leopoldshall. Da es nur an den tiefsten Punkten des Staßfurter Beckens auskrystallisierte, so halten seine Ablagerungen oft im Streichen nicht aus; die Flötze verschwinden auf eine Entfernung von einigen hundert Metern in der Streichungslinie. Man kann wohl annehmen, daß das Becken mit Salzablagerungen angefüllt war, und daß es deswegen hier auch nicht zur Abscheidung der obersten Kalisalze kam. Die Mutterlauge wurde herausgedrangt und floß vielleicht nach Nordwesten ab, da im Nordwest-Harzgebiet und in Hannover ge-

⁸³⁾ Zeitschr. geolog. Ges. 56, 47 (1904).

⁸⁴⁾ Wenn man einmal den Faktor des transportierenden Wüstensturmes zuläßt, ist es geradezu selbstverständlich, daß auch vegetabilische Substanzen mit eingeweht wurden, welche bei ihrer Zersetzung Huminstoffe lieferten und die dunklen Bänder im Salzton erklären, welche auf zersetzen Seetang (Chondrites) gedeutet worden sind.

⁸⁵⁾ Über die Fauna eines Binnensees, Zentralbl. Min. 1904, 5.

⁸⁶⁾ Vgl. W. Branco, Das Salz Lager bei Kochendorf; Separatabdr. aus den Jahresh. d. Ver. f. vaterländ. Naturk. in Württemberg, 55. Jahrg. (1899).

rade das jüngere Steinsalz stark entwickelt ist, und Kalisalze eingelagert enthält.

In Großhüden (Gewerkschaft Carlsfund) hat das jüngere Steinsalz eine Mächtigkeit von 130 m, in Salzdetfurth von mehreren hundert Metern.

Im Leinegebiet sind überhaupt die Salzablagerungen von denen in Staßfurt bekanntlich sehr verschieden, wieder anders sind sie im Werragebiet. Sie lassen die Regelmäßigkeit der Staßfurter Ablagerungen gänzlich vermissen. Wenn sich, wie in Hannover, inmitten des jüngeren Steinsalzes Nester und ausgedehnte Lager von Sylvinit und Carnallit finden, so muß angenommen werden, daß an diesen Stellen bei der Krystallisation ein Zufluß gesättigter Salzlösungen von wechselnder Zusammensetzung erfolgte, oder daß die ursprünglichen Ablagerungen später durch die Natur einer radikalen Umarbeitung unterworfen wurden.

Örtliche Differenzierung der schwerer und leichter löslichen Salze ist eine in Wüstengegenden sehr allgemein beobachtete Erscheinung. Gewisse Striche der Sahara sind mit Gips imprägniert und fast salzfrei; andere enthalten Chlornatrium und wieder andere Bittersalze. In Nevada finden sich Steinsalz, Borax und Glaubersalz getrennt vor⁸⁷⁾.

So werden auch die deutschen Zechsteinsalze im Werragebiet und in Hannover, abgesehen von den Veränderungen durch Gebirgsdruck, ein häufiges Umkrystallisieren und oftmalige Ortsveränderung durch die Arbeit des Wassers erfahren haben, bis sie endlich unter einer Tondecke zur Ruhe kamen. Die Mutterlaugen wurden durch wandernde Dünen aufgesogen und entfernt, und die nächste geologische Epoche überschüttete die ganze Tiefebene mit buntem Sandstein.

M. H.! Ich bin am Schlusse meiner Ausführungen angelangt und unterbreite diese in allgemeinen Zügen gehaltene Anschaugung über die Entstehung der deutschen Kalisalzlagere Ihr wohlwollenden Kritik. Mein Vortrag hat seinen Zweck erfüllt, wenn er den Glauben an die Unfehlbarkeit der Hypothese von O c h s e n i u s in Ihnen wankend gemacht, ja vielleicht in dem einen oder anderen die Überzeugung geweckt haben sollte, daß jene Hypothese zu einem Dogma geworden ist, welches sich in der Tat wie eine Barre den Salzkörnchen menschlicher Naturerkennnis entgegenstemmt, und daß es an der Zeit sein möchte, diese Barre in das Meer der Vergessenheit zu versenken.“

Die Versammlung spendete dem interessanten Vortrage lebhaften Beifall.

In der Diskussion erhält zunächst das Wort Herr Prof. Dr. Z i m m e r m a n n von der Königlichen Geologischen Landesanstalt zu Berlin.

Er erkennt dankbar an, daß der Herr Vortr. vom chemischen Standpunkte aus eine ganze Anzahl wertvoller Anregungen gegeben und Tatsachen aufgeführt hat, die von den Geologen bei ihren Theorien vielleicht zu wenig berücksichtigt sind, betont aber andererseits, daß Herr E r d m a n n verschiedene geologische Beobachtungen nicht beachtet habe, von denen er aber wohl manche auch nicht wissen konnte, da sie noch nicht veröffentlicht oder in das gehörige Licht gerückt sind. Z. B. sei durch

den starken Bitumengehalt des Älteren Steinsalzes, der sich bei vielen Bohrungen durch fast unerträglichen Geruch bemerkbar gemacht habe, und ebenso des darunter liegenden Anhydrits, Dolomits und Stinksteines doch ein Petroleumgehalt in der Gesamtsalz Lagerstätte nachgewiesen, der als primär gelten müsse, und daraus sei doch auch das mindestens eine lange Zeit dauernde Bestehen einer wenn auch vielleicht nur mikroskopischen Lebewelt im Salzsee abzuleiten. Ferner sei an vielen Stellen da, wo man stratigraphisch das Salz Lager erwarten müsse, es aber nicht getroffen habe, nicht etwa eine Strandfazies, sondern eine Residualbildung oder Schlottenbreccie zu beobachten, welche beweise, daß die Salzlagere ehedem viel ausgedehnter waren und zum Teil auch so zusammengehängen haben, daß dadurch das von Herrn E r d m a n n angenommene oder vermutete Vorhandensein isolierter Becken mehr oder minder widerlegt werde. Die marine Herkunft ferner der Hauptteile des gesamten Salzlagers werde auch durch die sowohl in der älteren wie in der jüngeren Salzfolge der Zechsteinformation zu beobachtende Reihenfolge fossilführender Mergel bzw. Salzton-Dolomit-Anhydrit-Steinsalz-Kalisalz erwiesen. Und damit ein Meeresteil eintrocknen könne, sei eine Abschnürung desselben vom Weltmeer unbedingtes Erfordernis; welche Form diese Abschnürung habe, und wie hoch und breit sie sei, bzw. ob sie einen solchen Grad von Schmalheit und geringer Höhe habe, wie mancher ihn vielleicht mit dem Begriff Barre verknüpfe, darauf komme es nicht an, ohne Abschluß, „Barre“, aber komme man nicht aus. — Im übrigen müsse er sich aber vorbehalten, auf die einzelnen Argumente des Vortr. zurückzukommen, wenn sie gedruckt vorlägen.

Hierauf erhält das Wort Herr Prof. Dr. W a l t h e r - Halle, welcher folgendes ausführt:

M. H.! Diejenigen unter Ihnen, welche im vorigen Herbst an der Tagung des X. Deutschen Bergmannstages teilgenommen und die wertvolle, so schön illustrierte Festschrift über Deutschlands Kalibergbau durchgelesen haben, werden über die lichtvollen Darlegungen des Herrn Kollegen E r d m a n n einigermaßen erstaunt gewesen sein.

Denn aus der Kalifestschrift mußten Sie die Überzeugung gewonnen haben, daß die von O c h s e n i u s bis zu seinem Ende verfochtene Barrenhypothese vom geologischen wie vom chemischen Standpunkte aus unanfechtbar sei. Nur ein gewisser Walther habe einmal den völlig mißlungenen Versuch gemacht, diese wohlgegründete und allgemein anerkannte „Theorie“ zu bekämpfen.

Sie haben heute aus dem Vortrage des Herrn Kollegen E r d m a n n entnommen, daß die Anwesenheit von 100 m Anhydrit im Liegenden des älteren Salzes und das wiederholte Auftreten von weiteren Anhydrithorizonten im Hangenden desselben durch die Barrenhypothese nicht erklärt werden kann. Sie haben kennen gelernt, welche Widersprüche und welche Verlegenheitshypthesen sich durch das Fehlen der Jodsalze ergeben.

Auf das Fehlen aller organischen Reste im Salz Lager gegenüber den Fossilien in dem unter Mitwirkung des Ozeans entstandenen unteren Zechstein und dem grauen Salzton, auf die ozeanographische Unmöglichkeit der Barrenhypothese u. a.

⁸⁷⁾ Führer, Salzbergbau und Salinenkunde 1900, 19.

gehe ich hier nicht näher ein, denn ich habe seit etwa 15 Jahren in verschiedenen Schriften⁸⁸⁾ meine geologischen Einwürfe gegen die Barrenhypothese ausgesprochen, und Ochsenius, der die Schwere derselben wohl fühlte, kämpfte gegen mich mit großer Heftigkeit⁸⁹⁾.

Da ich dem trefflichen Ochsenius persönlich schätzte, so antwortete ich nur einmal auf seine Angriffe (der verletzende Ton seiner zweiten Schrift hätte eine zu scharfe Entgegnung nötig gemacht, und nach reiflicher Überlegung stand ich davon ab). Aber da ich in einem kleinen Buche⁹⁰⁾ meine Ansichten über die Entstehung der Zechsteinsalze klar und deutlich auseinandersetzt hatte („Bei Beginn der oberen Zechsteinzeit wurde Deutschland abflußlos. Die flache Bucht des Zechsteinmeeres wurde vom Weltozean abgetrennt, das Salzwasser verdampfte, gelegentliche Regengüsse laugten die eben trocken gelegten Landflächen aus, trugen ihren Salzgehalt nach den Niederungen und füllten dieselben mit konz. Soolen an.“), glaubte ich, dem Urteil der Fachgenossen ruhig überlassen zu können, auf welcher Seite die richtige Ansicht vertreten wurde. Ausführlich habe ich dann in einem kürzlich erschienenen Buche⁹¹⁾ meine Vorstellung von der Verdampfung des Zechsteinmeeres behandelt.

Es ist unter diesen Umständen befremdend, daß in der Kalifestschrift als „Walthers Wüstentheorie“ eine Vorstellung über die Entstehung unserer Zechsteinsalze bekämpft wird, die ich niemals ausgesprochen habe, und die ich mit aller Energie von mir abschütteln muß. Merkwürdigerweise ist auch in den ausführlichen Profilen der Kalifestschrift der untere Ahydrit I., auf dessen Anwesenheit die Theorie von Erdmann so großes Gewicht legt, da seine Existenz durch die Barrenhypothese nicht erklärt werden kann, vollkommen weggelassen. Bekanntlich wird jeder Leser einer wissenschaftlichen Abhandlung zuerst und besonders die Illustrationen betrachten, und doch finde ich in der Legende im Text keinen Hinweis darauf, daß die blaue Salzfarbe oder das Hellblau des mittleren Zechsteins in den Profilen der Kalifestschrift eine kompakte Anhydritmasse von 70—100 m bezeichnen soll.

Man könnte nun sagen, daß der Anhydrit I. deshalb nicht die grüne Farbe hätte erhalten können, weil diese eine rein stratigraphische Bezeichnung für den Anhydrit II (Hauptanhydrit) über dem Salzton sei, aber diese Erklärung ist nicht stichhaltig, da im Hangenden des jüngeren Salzes auf dem Profil XI die grüne Anhydritfarbe (III) wiederkehrt.

⁸⁸⁾ 1894; Lithogenesis der Gegenwart, Jena, Kap. 18; 1900, Das Gesetz der Wüstenbildung, Berlin, Kap. 13; 1903, Die Entstehung von Salz und Gips durch topographische oder klimatische Ursachen; Zentralbl. f. Mon. 1903, 211.

⁸⁹⁾ 1902, Das Gesetz der Wüstenbildung von Johannes Walther, das. 1902, 551, 577, 620. Die Entstehung von Salz und Gips durch topographische oder klimatische Ursachen, das. 1903, S. 416.

⁹⁰⁾ Geologische Heimatkunde von Thüringen, 1. Aufl. 1902, 42; 2. Aufl. 1903, 60; 3. Aufl. 1907, 62.

⁹¹⁾ Geschichte der Erde und des Lebens, Leipzig 1908, 300.

Besonders befremdend muß es mich, daß in dem scheinbar so ausführlichen Literaturverzeichnis der Kalifestschrift diejenige meiner Schriften, in welcher ich meine Auffassung von der Entstehung der Zechsteinsalzlage klar auseinandersetze, gar nicht erwähnt wird, obwohl sie in drei Auflagen erschien ist.

Ich glaube, daß die vorgetragenen Unstimmigkeiten der Kalifestschrift auf Zufällen beruhen, wie sie die Bewältigung eines so umfassenden Materials wohl mit sich bringen kann, aber Sie werden es mir nachfühlen, daß ich mich über den soeben gehörten Vortrag vom Kollegen Erdmann sehr gefreut habe. Denn wenn ich mich auch nicht in allen Einzelheiten mit seinen Darlegungen einverstanden erkläre, so scheint es mir doch von der größten Wichtigkeit, daß er vom chemischen, wie ich vom geologischen Standpunkte, betont: Nicht topographische Schleusen und Schaukelbewegungen der Erdrinde, sondern die wechselnde klimatische Bilanz des Sonnenscheins und der Niederschläge über dem abgeschnittenen Zechsteinmeer, und ein dauernder Senkungsvorgang des Untergrundes (Geosynklinale) sind die wesentlichen Ursachen der Zechsteinsalzbildung.

Ich beglückwünsche den IV. Deutschen Kalitag, daß er Herrn Kollegen Erdmann Gelegenheit gab, seine hochinteressanten Darlegungen hier vorzutragen, und will wünschen, daß die Diskussion des Salzproblems frisch und mutig wieder beginnen möchte; nicht in den engen Grenzen einer veralteten Hypothese, sondern mit neuen Methoden auf breiter Grundlage geologischer und chemischer Forschung.

Der Vorsitzende erklärt hierauf: Was schon Herr Prof. Walther aussprach, möchte ich nochmals ausdrücklich hervorheben, nämlich, es hat sicherlich nicht in der Absicht der Leitung des X. Deutschen Bergmannstages gelegen, die gegenteilige Meinung über den Vortrag von Erdming zu unterdrücken. Auf keinen Fall kann die Leitung des X. Deutschen Bergmannstages in dieser Angelegenheit auch nur der leiseste Vorwurf treffen.

Es erhält dann noch das Wort Herr Prof. Dr. Hugo Erdmann - Charlottenburg, welcher auf zwei ihm persönlich näher bekannte Salzsteppen- und Wüstendistrikte hinweist, wo aus den dort vorhandenen rezenten Ablagerungen und noch heute sich weiter bildenden Krystallisationen wichtige Schlüsse für die hier zur Diskussion stehende Streitfrage gezogen werden können.

I. Im Gebiete der kaspischen Depression hatte sich

a) eine örtliche Differenzierung der verschiedenen Salze vollzogen, so daß der Sprecher kleinere Seen mit dicker Chlormagnesiummutterlauge neben den mehr oder minder magnesiumsalzarmen, zur Gewinnung des russischen Speise- und Fischereisalzes dienenden größeren Salzseen feststellen konnte;

b) speziell auf dem Baskuntschaksee eine im Hochsommer gegen 2 m starke, an Calciumsulfat reiche feste Oberflächenschicht gebildet. Diese Oberflächenschicht, auf der sich die die Salz-

steppe auslaugenden Winterwasser alljährlich sammeln, gibt ihrerseits nach physikalischen Gesetzen allmählich Chlornatrium an, die gesättigte Unterlauge ab, während gleichzeitig sich am Seeboden große reine Krystalle von Steinsalz abscheiden, das den Gegenstand technischer Gewinnung bildet. Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß ähnliche Verhältnisse auch bei der noch in vielen Punkten rätselhaften Bildung des Hartsalzes eine Rolle gespielt haben, und auf den Nachweis derartiger Oberflächenschichten im fossilen Zustande wäre auch in unseren Salzlagern das Augenmerk zu richten.

II. Das von dem Sprecher bereits beschriebene⁹²⁾

Gebiet der südkalifornischen Depression ist sehr lehrreich bezüglich der Bildung und durchlässiger Deckschichten auf fertigen Salzlagern. Die nunmehr ausgeführten genauen Analysen des Saltonseewassers in verschiedenen Tiefen zeigen, daß über einem Salzlager, dessen Kaligehalt für 200 Jahre den Weltbedarf decken würde, sich in historischabbreviater Zeit aus getrocknetem, verwehitem und wieder durchfeuchtem Flußschlick eine Decke bilden kann, die die Ablagerungen praktisch so vollständig schützt, daß der deckende See von nunmehr rund 2000 qkm Oberfläche in seiner Zusammensetzung einem mäßig konz. Flußwasser ziemlich nahe kommt.

Der Vorsitzende erklärt, daß weitere Diskussionen der Zeit wegen nicht möglich sind, und bittet, das, was sonst noch zur Sache zu berichten sei, als Material für den Bericht einzusenden. Mit nochmaligem Dank an den Herrn Vortr. und an die Herren, die sich an der Diskussion beteiligten, schließt er die Verhandlung über diesen Gegenstand.

Eine zum vorstehenden Verhandlungsgegenstand gehörige Erklärung des Herrn Bergassessor Dr. Einecke, die infolge des vorerwähnten Umstandes in der Sitzung leider nicht mehr vorgetragen werden konnte, lassen wir hier folgen:

„Zu dem Vortrage des Herrn Dr. Erdmann möchte ich nach der Entgegnung des Herrn Prof. Zimmermann nicht weiter Stellung nehmen, mich jedoch, m. H., zu den Unstimmigkeiten äußern, die Herr Prof. Walther in den Profilen und dem Texte der Everding'schen Arbeit entdeckt haben will. Die Geologie stellt in ihren Karten nicht einzelne Gesteine, sondern nur geologische Formationen dar, und da der untere Anhydrit zum mittleren Zechstein gerechnet wird, so konnte er auch nicht selbständig dargestellt werden, sondern mußte in der Farbenfläche des mittleren Zechsteins Platz finden. Interessiert hätten mich auch die weiteren Unstimmigkeiten, die Herr Prof. Walther leider nur angedeutet hat. Wenn sie ähnlicher Art sind, dürften sie nicht weiter beunruhigen.“

Dann sprach Herr Prof. Walther von den Angriffen Everdings gegen die Auffassung Prof. Walthers über die Salzbildung. Man hätte nach den Ausführungen des Herrn Prof.

Walther annehmen müssen, daß Everding in spaltenlanger Darstellung dagegen opponiert hätte. Vielmehr ist an ganz nebensächlicher Stelle über die Walther'sche Auffassung geredet worden, und zwar mit kaum 20 Worten. Der Name Walther steht sogar in Klammern. Jedenfalls sind Everding's Ausführungen so nebensächlicher Art, daß die lebhafte Verteidigung Prof. Walthers überraschen muß. Wissenschaftliche Beobachtungen von weittragender Bedeutung in den genannten Blättern für Heimatkunde zu veröffentlichen, ist weiterhin ein größerer Fehler, als diese Blätter bei Abfassung einer wissenschaftlichen Abhandlung nicht gelesen zu haben.

Wenn sich Herr Prof. Walther ferner darüber beschwert, daß auf dem X. Bergmannstage zu Eisenach eine Diskussion des Everding'schen Vortrages nicht zugelassen worden ist, und dies als eine Knechtung der Wissenschaft ansieht, so können wir anderen Teilnehmer des Bergmannstages darüber sehr befriedigt sein! Denn wenn bei zehn Vorträgen, die jeder eine gleiche Wichtigkeit und Beachtung wie der Everding'sche Vortrag beanspruchen dürfen, einem jeden einzelnen der 1000 Festteilnehmer, der anderer Ansicht war, das Wort gegeben worden wäre, m. H., wir tagten dann heute noch. Aber, m. H., stand Herrn Prof. Walther nicht das Recht zu, schon am nächsten Tage nach dem Eisenacher Feste in einer bekannteren, wissenschaftlichen Zeitschrift seine gegen seitige Ansicht den Herren Fachgenossen bekannt zu geben?

Sie sehen also, m. H., daß den Ausführungen des Herrn Walther bei näherer Beleuchtung die extreme Bedeutung nicht beizumessen ist, die er persönlich annimmt.“ —

Als Einleitung für den zweiten Gegenstand der Tagesordnung gab Herr Prof. Dr. Precht-Neustäffurt zunächst eine Übersicht über die Gründung des Verbandes zur wissenschaftlichen Erforschung der deutschen Kalisalz Lagerstätten, welche auf einen Besuch der Herren Prof. van't Hoff und Prof. Rinne in Neustäffurt am 28./12. 1905 zurückzuführen ist. Auf dem II. Kalitag, welcher 1906 in Staßfurt stattfand, wurde zuerst in der Öffentlichkeit darüber verhandelt. Nach Vorlegung eines von Herrn Prof. Precht-Neustäffurt entworfenen Arbeitsprogramms durch den Vorsitzenden des Kalisyndikats, Herrn Geh. Bergrat Schreiber, ist vom Kalisyndikat eine größere Geldsumme für diesen Zweck bewilligt worden, wie Herr Generaldirektor Graeßner auf dem III. Kalitag in Hildesheim mitteilen konnte. Nachdem somit die finanziellen Unterlagen im wesentlichen geordnet waren, wurden von Precht und Rinne unter Mitwirkung von Schreiber die Satzungen bearbeitet und den Ausschußmitgliedern zur Genehmigung vorgelegt. Der Verband hat gegenwärtig etwa 110 Mitglieder, und jeder, der für die wissenschaftliche Erforschung der Kalisalz Lagerstätten in irgend einer Weise tätig sein kann und will, wird als Mitglied gern aufgenommen. Feste Mitgliedsbeiträge werden nicht erhoben. Die für die Arbeiten bewilligten Unterstützungen werden derartig bemessen, daß daraus im wesentlichen von den betreffenden Forschern die baren Auslagen bestritten werden können, während die Untersuchungen selbst

⁹²⁾ Hugo Erdmann, „Die Katastrophe von Mansfeld und das Problem des Coloradoflusses“, Petermanns geographische Mitteilungen 1907, H. 11.

nicht bezahlt werden und lediglich aus wissenschaftlichem Interesse auszuführen sind.

Der Plan zur Errichtung eines Kalimuseums hat bis jetzt noch nicht in Angriff genommen werden können. Bemerkt sei aber, daß die Stadt Nordhausen als erste sich bereit erklärt hat, ein solches zu übernehmen.

Es nahm sodann Herr Professor Dr. Julius Precht - Hannover das Wort zu seinem Berichte über

Die Arbeiten des Verbandes zur wissenschaftlichen Erforschung der Kalisalzlagerstätten.

„Auf Wunsch des Geschäftsführers des Verbandes zur Erforschung der deutschen Kalisalzlagerstätten, Prof. Dr. Rinné, der wegen seiner inzwischen erfolgten Berufung an die Universität Königsberg hier nicht anwesend sein kann, habe ich es übernommen, Ihnen in kurzen Zügen ein Bild vom gegenwärtigen Stand der Arbeiten zu geben. Entstehung und Ziele des Verbandes sind Ihnen bekannt. Wir haben in ihm die erfreuliche Erscheinung, daß eine mächtig aufblühende Industrie sich mit Männern der Wissenschaft vereinigt, um die Erforschung der Quellen, von deren Ertrag die Industrie lebt, tatkräftig in die Hand zu nehmen. Eine solche gemeinsame Arbeit von Wissenschaft und Praxis, die erfahrungsgemäß für beide Teile gleich belebend ist, trägt auch hier bereits schöne Früchte. Für die wertvolle Unterstützung und Förderung, die dem Verband zuteil geworden ist und hoffentlich weiter in steigendem Maße zuteil wird, sowie für die mannigfachen Anregungen, die von Herren aus der Praxis ausgegangen sind, bittet mich Herr Prof. Rinné hier ganz besonders, seinem Dank Ausdruck zu geben. Natürlich verlangt jede gute Sache dieser Art außer dem notwendigen Geld auch Zeit zur Entwicklung, und so wäre es verfehlt, wollte man schon jetzt mit großen Ansprüchen an die Ergebnisse der Arbeiten herantreten. Handelt es sich doch zunächst darum, einen Anfang zu machen, geeignete Vorschläge für die auszuführenden Untersuchungen zu erhalten und dann auch die geeigneten Bearbeiter zu finden. Die Schwierigkeiten sind in dieser Beziehung sehr bedeutend, denn leider geht es in Wirklichkeit nicht so, wie es zweifellos am meisten erwünscht wäre, daß man für die Untersuchungen einen systematischen Plan macht unter Voranstellung des Wichtigsten, sondern die wesentliche Frage ist, ob sich ein Bearbeiter findet, der die Sache mit Aussicht auf Erfolg in die Hand nimmt. So kommt es, daß häufig eine im Augenblick manchem vielleicht nebensächlich und unbedeutend erscheinende Frage zu bevorzugen ist, weil gerade ein besonders geeigneter Bearbeiter zur Verfügung steht. Bei dieser Lage der Dinge legt aber doch die Geschäftsführung den größten Wert darauf, vor allem aus der Praxis Untersuchungen bezeichnet zu sehen, deren Ausführung erwünscht oder dringend notwendig ist. Solche Vorschläge können unmittelbar an Prof. Rinné - Königsberg gerichtet werden; auch bin ich selbstverständlich bereit, hier zum Ausdruck gebrachte an ihn zu übermitteln.“

Von den seitens des Verbandes eingeleiteten Untersuchungen liegen fertig vor die Arbeiten von

Dr. Nacken - Berlin: „Über Langbeinit und Vanthoffit.“

Prof. Rinne und Prandtl: „Untersuchungen über die Druckfestigkeit von Gips und Anhydrit.“

Dr. Boeke - Königsberg: „Physikalisch-chemische und mineralogische Studien über das Vorkommen von Brom und Jod in den Kalisalzlagerstätten“;

sowie der erste Teil einer Arbeit von mir: „Studien über radioaktive Körper in Salzbergwerken und über den Zusammenhang von Erdwärme und Radiumwärme.“

Ferner sind aus den früher bekannt gegebenen sonstigen Untersuchungen neu begonnen:

Jäger - Groningen: „Krystallisation der Chloride von Kalium, Magnesium und des Carnallits aus alkoholischen Lösungen.“

Corntu - Leoben: „Über die Farbe der Kalisalze.“

Hochhut - Hannover: „Chemische Analyse von Urlaugen.“

Endlich sind für die nächste Zeit geplant: „Untersuchungen über die optischen Verhältnisse der gesteinbildenden Salzminerale“ durch Prof. Wülfing, „Untersuchung der Gase in den Kalisalzlagerstätten“ durch Prof. Eschweiler, „Studien über die chemische Konstitution des Carnallits“ durch Dr. Boeke. Auch regt Herr Prof. Rinné an, eine Kommission einzusetzen, welche sich der Aufgabe unterzieht, photographische Dokumente von Aufschlüssen in den Kalisalzbergwerken zu sammeln. Als Mitglieder derselben kommen in Betracht die Herren Dr. Hauswaldt - Magdeburg und Dr. Behme - Achim, die sich auf meine Anfrage hin auch bereit erklärt haben, sich der Aufgabe zu unterziehen.

Die Wünsche der Mitarbeiter des Verbandes zur Erlangung von Material und zur Sammlung bereits vorliegender Beobachtungen über die in Angriff genommenen Fragen sollen in Zukunft in der Zeitschrift „Kali“ regelmäßig veröffentlicht werden. Der Verband richtet erneut an alle beteiligten Kreise die Bitte, die geplanten Studien zu fördern und nach Möglichkeit zu unterstützen, da er nur dann seine wissenschaftlichen Aufgaben erfolgreich lösen kann.

Alsdann berichtet der Herr Vortr. weiter über seine

„Studien über radioaktive Stoffe in den Salzbergwerken und über den Zusammenhang von Erdwärme und Radiumwärme.“

Der Zerfall der Radiumsalze in Edelgase und radioaktive Metalle ist bekanntlich mit starker Wärmeentwicklung verbunden. Die Gesamtenergie, einschließlich derjenigen, welche die Radiumstrahlungen bei ihrer Absorption in Blei liefern, habe ich früher mit dem Eiskalorimeter zu 134,4 Gramm-Cal. für 1 g reines Radium in der Stunde bestimmt. Diese Wärmemenge ist im Vergleich mit der bei andern chemischen Reaktionen auftretenden so groß, daß mehrfach, zuerst von Himsfeld⁹³⁾, der Gedanke ausgesprochen ist, die Eigenwärme der Erde könne mit ihrem Radiumgehalt in Zusammen-

⁹³⁾ Himsfeld, Verh. Freib. nat. Ges. 14, 187 (1903).

hang stehen, besonders nachdem dank der Empfindlichkeit der benutzten elektrischen Meßmethoden der Nachweis der allgemeinen Verbreitung des Radiums über die ganze Erdoberfläche erbracht worden ist. Aus der elektrisch gemessenen Strahlung kann man eine Schätzung des Radiumgehaltes der Erde vornehmen und daraus dann die entwickelte Wärmemenge bestimmen unter der Annahme, daß im ganzen Erdkörper das Radium gleichmäßig verteilt wäre. Andererseits ergibt sich der wirkliche Wärmeverlust der Erdoberfläche aus dem bekannten Wärmeleitvermögen und dem Temperaturgefälle, das rund $0,03^\circ$ für 1 m Tiefe beträgt. Da für Wärmegleichgewicht die Abkühlung der Oberfläche durch die Wärmeerzeugung im Innern gerade ersetzt werden muß, so sollten beide Wärmemengen gleich sein. Es findet sich aber ein so bedeutendes Überwiegen der Radiumwärme, daß die zugrunde liegende Annahme gleichmäßiger Radiumverteilung im Erdinnern nicht richtig sein kann. Hieraus folgt demnach eine neue Fragestellung: Wie dick muß eine mit dem an der Erdoberfläche beobachteten mittleren Radiumgehalt gleichmäßig erfüllte Mantelschicht der Erde sein, die ausreicht, den Wärmeverlust der Oberfläche zu decken? Ganz unabhängig von dem Zahlenergebnis dieser Rechnung besteht zugleich die unabsehbare Folgerung, daß die Wärmeerzeugung nach den tieferen Erdschichten hin abnehmen muß. Nun haben die bisherigen Temperaturmessungen in Bohrlöchern (Schladebach, Paruschowitz usw.) stets eine gleichmäßige Zunahme der Temperatur mit der Tiefe ergeben. Da indessen das Wärmeleitvermögen einen negativen Temperaturkoeffizienten hat, also mit höherer Temperatur abnimmt, so ist die lineare Zunahme der Temperatur mit einer Abnahme der Wärmeerzeugung in Einklang, oder der wahre Temperaturgradient ist für eine Tiefe von der Temperatur ϑ gleich dem Gradienten an der Oberfläche multipliziert mit $1 - \gamma \cdot \vartheta$, wenn γ den Temperaturkoeffizienten des Wärmeleitvermögens bezeichnet. Setzt man nach den Untersuchungen von Koenigsberger und Dirsch⁹⁴⁾, welche auf diese Verhältnisse hingewiesen haben, für γ den bei feuchtem Granit gefundenen Wert 0,0002 und für ϑ die höchste Temperatur des Bohrlochs Paruschowitz, etwa 60° , ein, so folgt aus

$$\frac{d\vartheta}{dr} = \left(\frac{d\vartheta}{dr} \right)_0 (1 - \gamma \vartheta)$$

eine Abnahme des Gradienten um 1%, wenn die Temperaturbestimmung bis zu diesem Betrage sicher wäre, was zweifelhaft ist.

Für eine erneute Prüfung der Frage bieten Temperaturmessungen im Steinsalz ganz besonders günstige Verhältnisse. Denn einerseits ist bei der großen Wärmeleitfähigkeit des Steinsalzes eine besonders regelmäßige Temperaturverteilung zu erwarten, während andererseits der Temperaturkoeffizient des Leitvermögens nach den Untersuchungen von R. Weber⁹⁵⁾ 22mal so groß ist

⁹⁴⁾ Koenigsberger u. Dirsch, Ann. d. Phys. [4] 23, 655 (1907).

⁹⁵⁾ Winkelmann, Handbuch d. Phys. III, 1, 504 (1907).

als beim Granit, so daß selbst bei mäßiger Genauigkeit der Temperaturmessung eine sichere Entscheidung der Frage möglich ist.

Meine Versuche sind im älteren Steinsalz des Staßfurter Gebiets, und zwar im herzoglichen Salzwerk Leopoldshall und in den Werken Ludwig II und Neu-Staßfurt angestellt. Das ältere Steinsalz, das sich nach dem Ergebnis der Bohrung von Unseburg wahrscheinlich bis in weit mehr als 1000 m Tiefe erstreckt, ist bekanntlich von Anhydritschnüren durchzogen. Der Anhydrit hat nahe daselbe Leitvermögen wie Steinsalz, und der Temperaturkoeffizient des Leitvermögens ist 0,0024, also immerhin noch 12mal so groß als beim Granit; demnach bietet er diesem gegenüber die gleichen Vorteile. Bestimmend für die Auswahl der Meßpunkte, die in Tiefen von 285—728 m lagen, waren die Erfahrungen mühsamer Vorversuche, aus denen sich ergab, daß übereinstimmende Werte nur an völlig unbewetterten Punkten, toten Strecken, unbenutzten Bergmühlen und ähnlichen Stellen zu erhalten waren, die außerdem noch durch doppelte Verschläge für längere Zeit ganz von der Umgebung abgetrennt wurden. Auf diese Weise konnten die Fehler der Mittelwerte bis auf $1/20^\circ$ erniedrigt werden. Dabei liefert die Übereinstimmung zwischen Lufttemperatur, Temperatur der Salzoberfläche und den Temperaturen in den der eigentlichen Messung dienenden 1—2 m tiefen Bohrlöchern eine zuverlässige Kontrolle für die Brauchbarkeit des jeweiligen Meßpunktes.

Die Gesamtheit der Beobachtungen⁹⁶⁾ läßt sich ähnlich den früheren Erfahrungen am besten durch eine gerade Linie als Beziehung zwischen Temperatur und Tiefe unter der Erdoberfläche wiedergeben, nur daß hier die größte überhaupt vorkommende Abweichung noch nicht 1% erreicht, der mittlere Fehler demnach weit unter diesem Betrage bleibt. Daß bei der hohen Genauigkeit der Einzelmessungen die Abweichungen von der geraden Linie doch noch so groß werden können, ist wohl wesentlich der bedeutenden Wärmeleitung im Steinsalz zuzuschreiben, welche natürlich auch etwaige Unregelmäßigkeiten der Temperaturverteilung im Gebirgsstock auf weite Entfernung fühlbar werden läßt. Berechnet man auf Grund der gegebenen Erläuterung den wahren Temperaturgradienten unter Annahme eines negativen Koeffizienten von 0,002, so würde in 728 m Tiefe die Zunahme der Temperatur um 5% kleiner sein als an der Oberfläche. Ein so großer Unterschied nötigt zu der auch auf Grund anderer Überlegungen sehr wahrscheinlichen Folgerung, daß der Radiumgehalt in größeren Tiefen außerordentlich schnell abnehmen muß. Jedenfalls findet die Anschauung, daß das Radium an der Wärmeströmung der Erde einen merkbaren Anteil hat, auch in den hier gefundenen Ergebnissen eine neue Stütze.

Um eine unmittelbare Vorstellung von den radioaktiven Eigenschaften der Steinsalzmasse zu gewinnen, habe ich in einer der abgeschlossenen Versuchsstrecken im herzoglichen Salzwerk Leopoldshall in einer Tiefe von 387,2 m die Abklingungskurve eines aktivierten Drahtes aufgenommen.

⁹⁶⁾ Die Mitteilung des Zahlenmaterials erfolgt an anderer Stelle.

Es fand sich eine sehr bedeutende Radioaktivität; die Kurve stimmte mit der der Radiumemanation nahe überein. Elster und Geitel⁹⁷⁾ haben früher in Hedwigsburg bei Wolffenbüttel bei 330 m eine schwache Aktivität nachweisen können, während sie die Elektrizitätszerstreuung in einem abgeschlossenen Luftvolumen merkwürdigerweise kleiner fanden als an der Erdoberfläche. Die von mir gefundene Aktivität war so beträchtlich, daß ich nunmehr dazu übergegangen bin, zunächst die einzelnen in Betracht kommenden Salze getrennt zu untersuchen.

Gern erfülle ich die angenehme Pflicht, den Verwaltungen der Salzwerke für die opferwillige Förderung dieser Untersuchungen, den Herren Bergwerksdirektor M i d d e l d o r f und Obersteiger P a l l a s, Leopoldshall, für persönliche tätige Mithilfe meinen besten Dank abzustatten.“

Eine Diskussion mußte der Kürze der Zeit wegen leider unterbleiben. Der Herr Vorsitzende sprach dem Herrn Vortragenden, dessen Ausführungen auch die Versammlung ihren Beifall zollte, für seinen interessanten Vortrag herzlichen Dank aus.

Nachstehend ist noch der Bericht über die von dem Herrn Vortr. erwähnte Arbeit des Herrn Dr. H. E. B o e k e Hannover „Physikalisch-chemische und mineralogische Studien über das Vorkommen von Brom und Jod in den Kalisalzlagertäten“ eingeschaltet.

Im Anschluß an die Untersuchungen von van't Hoff und seinen Schülern über die ozeanischen Salzablagerungen wurde durch zahlreiche Krystallisationsversuche die Rolle des Broms und des Jods bei der Ausscheidung der Natrium-, Kalium- und Magnesiumhalogenide aus Lösungen studiert.

Die Ergebnisse dieser Versuche wurden mit den natürlichen Vorkommnissen verglichen.

Bei der Feststellung des Krystallisationsschemas bezüglich der Lösungen und der Salze, bestehend aus Kalium, Magnesium, Chlor, Brom und Wasser bei 25° ergab sich, daß Magnesiumchlorid- und Magnesiumbromidhexahydrat eine lückenlose Reihe von Mischkrystallen bilden. Dasselbe ist der Fall beim Kaliumchlorid und -bromid.

Ebenso wie Magnesiumchlorid und Kaliumchlorid ein Doppelsalz, und zwar nur ein einziges, den Carnallit, bilden, vereinigen sich Magnesiumbromid und Kaliumbromid zu dem chemisch mit Carnallit übereinstimmenden Doppelsalz $MgBr_2 \cdot KBr \cdot 6H_2O$. Andere Doppelsalze bestehen zwischen Magnesium- und Kaliumbromid bei 25° nicht. Der Bromcarnallit unterscheidet sich in krystallographischer Hinsicht stark vom Carnallit, wenn sie auch beide dem rhombischen System angehören.

Der Carnallit ist imstande, Brom in isomorpher Mischung aufzunehmen, ebenso nimmt der Bromcarnallit Chlor in fester Lösung auf. Eine Lösung mit einem Molekularverhältnis von Brom zu Brom plus Chlor gleich 30,2% ist bei 25° mit den beiden

Arten von Mischkrystallen im Gleichgewicht. Die Analysen der Bodenkörper ergaben bei der Interpolation für die Lösung, welche die beiden Mischkrystallarten enthält, eine übereinstimmende chemische Zusammensetzung, während der krystallographische Unterschied keine Verwechslung der beiden Krystallarten zuläßt. Nach diesen Ergebnissen ist das System Carnallit-Bromcarnallit als ein Beispiel einer isodimorp^{an} Reihe mit außerordentlich kleiner Mischungslücke anzusprechen.

Den oben genannten Ergebnissen gemäß besteht das Raumdiagramm der bei 25° gesättigten Salzlösungen, die aus Kalium, Magnesium, Chlor, Brom und Wasser in beliebigen Verhältnissen zusammengesetzt sind, aus vier Flächen: 1. für die Sättigung an Kaliumchlorid-bromid-mischkrystallen, 2. an Doppelsalzmischkrystallen von dem Carnallittypus, 3. von dem Bromcarnallittypus, 4. für die Sättigung an Magnesiumchlorid-bromid-hexahydrat.

Bei der Untersuchung der Krystalle, die sich aus gemischten Lösungen von Natriumchlorid und -bromid bei 25° bilden, wurde gefunden, daß Natriumchlorid nur eine geringe Fähigkeit hat zur Aufnahme von Brom in fester Lösung, auch wenn das Bromid in der Lösung im Vergleich zum Chlorid reichlich vorhanden ist. Bei einem Molekularverhältnis von Bromid zu Bromid plus Chlorid über 82,2% krystallisieren Dihydratmischkrystalle von Natriumchlorid und -bromid aus, die mit dem schon bekannten Natriumbromiddihydrat isomorph sind.

Weil in den Lagerstätten immer Steinsalz als Begleiter der Kalium- und Magnesiumsalze auftritt, wurde der Einfluß einer gleichzeitigen Sättigung an Chlornatrium auf die Bromaufnahme des Chlorkaliums und des Carnallits studiert, und zwar bei kleinem Bromgehalt der Lösung. Es zeigte sich, daß die Mitanwesenheit des Chlornatriums keinen merklichen Einfluß ausübt. Umgekehrt vermehrt ein hoher Chlormagnesiumgehalt der Lösung die Aufnahmefähigkeit des Chlornatriums für Brom auf ungefähr das Anderthalbfache. Ebenso wurde beim Chlorkalium eine gesteigerte Aufnahmefähigkeit für Brom infolge eines hohen Gehaltes an Magnesiumchlorid in der Lösung beobachtet. Dieses Verhalten ist von großem Interesse in Hinsicht auf das natürliche Vorkommen von Sylvinit und Hartsalz, welche aller Wahrscheinlichkeit nach aus chlormagnesiumreicher Lösung auskrystallisiert sind.

Zur Ermittlung eines Temperatureinflusses auf die oben beschriebenen Mischkrystallbildungen wurden bei kleinem Bromgehalt der Lösung ebenfalls Krystallisationen bei 46° ausgeführt. Ein merklicher Temperatureinfluß hat sich aber nicht gezeigt.

Aus den obigen Krystallisationsversuchen konnte ein Schluß gemacht werden auf den relativen Bromgehalt der einschlägigen Salze beim Krystallisieren aus einer Lösung mit einem bestimmten Verhältnis von Brom zu Chlor. Die so gefundenen Zahlen stimmten mit dem natürlichen Vorkommen gut überein.

Zur näheren Prüfung der Verteilung des

⁹⁷⁾ Elster u. Geitel, Phys. Zeitschr. 6, 733 (1905).

Broms in den Salzlagerstätten wurde ein Profil der Staßfurter Ablagerung von der Anhydritregion bis zum grauen Sälzton aufgenommen und jedesmal über eine bestimmte Strecke der Brom-, Chlor- und Carnallitgehalt der Proben bestimmt. Es ergab sich, daß der Bromgehalt mit der Carnallitführung der Proben auf und ab geht, entsprechend der relativ großen Aufnahmefähigkeit des Carnallits für Brom. Der Bromgehalt, bezogen auf 100 g Carnallit, wurde in der Kieseritregion größer gefunden als in der eigentlichen Carnallitregion, was wohl durch eine Zersetzung des Bromids durch die Atmosphärieren in der infolge der Salzausscheidung untiefer werdenden Mutterlauge zu erklären ist. Wie in Staßfurt wurde von mir in Salzdetfurth ein Profil der älteren Carnallitablagerung bearbeitet, desgleichen eins durch die jüngeren (deszendenten) Kalisalze der Salzdetfurther Lagerstätte.

In Bezug auf die horizontale Verteilung des Broms ergaben die Analysen einer Anzahl von Carnallitproben aus möglichst weit in dem deutschen Kaliszbezirke verteilten Bergwerken einen nur wenig wechselnden Bromgehalt; in den zentralen Partien des Bezirkes wurde letzterer durchweg etwas größer gefunden als am Rande, was sich wohl wiederum durch eine Zersetzung des Bromids in den wahrscheinlich untieferen Randteilen des Salzmeeres erklären läßt.

Auch der Sylvin der Lagerstätten wurde relativ stark bromhaltig befunden (ca. 0,25% Br) in Übereinstimmung mit den Krystallisationsergebnissen.

Schließlich wurde die Frage studiert, ob Jod ebenso wie Brom das Chlor in den Natrium-, Kalium- und Magnesiumsalzen isomorph vertreten kann. Es ergab sich, daß dem Jod die Fähigkeit, in die chemische Konstitution der Chlorsalze unserer Lagerstätten einzutreten, abgeht. Das wahrscheinlich in dem eintrocknenden Zechsteinmeere vorhandene Jodid muß sich also in den Endlaugen angehäuft haben. Es wird dabei von der Atmosphäre zersetzt sein, wie in dieser Hinsicht angestellte Versuche wahrscheinlich machen. Das hier geschilderte Verhalten des Jods kann das Fehlen der Jodide in den Salzablagerungen erklären. Ist Jod in der Form von Jodat vorhanden gewesen, so muß es sich ebenfalls in den letzten Laugenresten angesammelt haben. Eine Zersetzung durch die Atmosphäre ist in diesem Falle aber nicht anzunehmen.

Zum Schluß mag noch ein Vergleich gezogen werden zwischen den Ergebnissen der v a n t Hoff'schen Untersuchungen und den Erfahrungen über die quantitative mineralogische Zusammensetzung der Kieserit- und Carnallitregion.

In den natürlichen Ablagerungen von Staßfurt resp. Salzdetfurth wurde als ungefähre Zusammensetzung gefunden:

für die Kieseritregion: 65% Steinsalz, 20% Kieserit, 15% Carnallit,

für die Carnallitregion: 20% Steinsalz, 20% Kieserit, 60% Carnallit.

Ähnliche Zahlen werden von Bischof, Precht, Kubierschky u. a. angegeben.

Es ist nun von Interesse zu vermerken, daß diese Erfahrungen wesentlich abweichen von den künstlichen Krystallisationsergebnissen.

Nach v a n t Hoff sind die Mengenverhältnisse der in Betracht kommenden Salze bei 25°: Kieseritregion 28,5% Steinsalz, 16% Kieserit, 55,5% Kainit,

Carnallitregion 2,25% Steinsalz, 62,1% Kieserit, 35,6% Carnallit,

Schlubausscheidung 0,5% Steinsalz, 3,2% Kieserit, 1,4% Carnallit, 95% Bischofit.

Bei 83° ergibt die Berechnung: Kieseritregion 57% Steinsalz, 43% Kieserit, Carnallitregion 2,8% Steinsalz, 9% Kieserit, 88,2% Carnallit,

Schlubausscheidung 0,5% Steinsalz, 0,6% Kieserit, 5% Carnallit, 94% Bischofit.

Es stehen also weder bei 25° noch bei 83° die Ergebnisse der Krystallisation und die Erfahrung der natürlichen Vorkommen miteinander im Einklang, immerhin ist die Übereinstimmung für eine Temperatur von 83° sehr viel besser als für 25°.

Besonders auffallend ist nach obigem, daß 1. die natürliche Kieseritregion ca. 15% Carnallit enthält, während dort theoretisch noch gar kein Carnallit auftreten sollte, 2. daß die natürliche Carnallitregion sehr viel mehr Steinsalz und auch Kieserit führt als mit den experimentell bestimmten Löslichkeitsverhältnissen für Steinsalz und Kieserit in an Carnallit gesättigter Lösung übereinstimmt.

Für diesen Gegensatz zwischen dem natürlichen Vorkommen und der experimentellen Krystallisation läßt sich aber wohl die folgende Erklärung aufstellen: Man wird annehmen dürfen, daß die allmählich eintrocknende Zechsteinlauge in den unteren Schichten konzentrierter, d. h. in diesem Falle chlormagnesiumreicher, gewesen ist als in den oberflächlichen Partien, wie es ähnlich in den Salinen beobachtet wird. Infolge von Temperaturwechsel und Verdunstung kann dann gleichzeitig aber örtlich getrennt, unter Carnallit (mit wenig Steinsalz und Kieserit) und oben nur Steinsalz mit Kieserit auskrystallisiert sein. Das jetzt verfestigt vorliegende Salzgemisch wäre die Vereinigung der beiden getrennt erfolgten Ausscheidungen. Hiermit wäre also das frühzeitige Auftreten des Carnallits, schon im Anfang der Kieseritregion, und der hohe Steinsalzgehalt des Rohcarnallits in einfacher Weise erklärt.

Eine weitere Berechnung der Zahlen von v a n t Hoff lehrte, daß die theoretische Mächtigkeit der Carnallitregion etwa das 1,2fache der theoretischen Mächtigkeit der Kieseritregion sein müßte. Wenn man die Grenze zwischen Kieserit- und Carnallitregion in dem Horizont annimmt, wo der Carnallitgehalt des Salzgemisches von ca. 35% auf ca. 60% steil ansteigt, so verhalten sich die Mächtigkeiten der Kieserit- und Carnallitregion in dem von mir untersuchten B e r l e p s c h - Profil ungefähr wie 35 m : 31,5 m. Die oben genannte Verhältniszahl der theoretischen Kieseritregion zur vollständigen Carnallitregion würde hingegen auf relative Mächtigkeiten von 35 m : 42 m schließen lassen. Mithin würden in der untersuchten Stelle der Staßfurter Ablagerung nur $\frac{3}{4}$ der vollständigen Carnallitregion vorliegen. Das ließe sich folgendermaßen erklären: Entweder ist die ältere Zechsteinsalzablagerung bis

zur Bischofikrystallisation vorangeschritten gewesen und die Bischofiregion zusammen mit $\frac{1}{4}$ der Carnallitregion fortgewaschen, ehe die Salztonablagerung einsetzte, oder es hat sich der Salzton sedimentiert, als nur $\frac{3}{4}$ der Carnallitregion auskrystallisiert war. Die teilweise Umkrystallisation (Bildung deszendenter Salze) der Staßfurter Ab Lagerung und das Vorhandensein des Salztons über diesen deszendenten Salzen macht die erste Auffassung wahrscheinlicher.

Es folgt sodann als dritter Vortrag derjenige des Herrn Ingenieur O. D a n k w o r t h - Magdeburg über

Speicher- und Verladeeinrichtungen für die Kaliindustrie.

M. H.! Speicher- und Verladeeinrichtungen für die Kaliindustrie lautet das Thema meines Vortrages, und damit begebe ich mich auf ein Gebiet unserer Industrie, das bis vor kurzer Zeit noch recht stiefmütterlich behandelt wurde und füglich auch so behandelt werden durfte. Nachdem jedoch neuerdings die Einnahmequellen der Werke aus verschiedenen Gründen nicht mehr so reichlich fließen wie früher, mußte man bedacht sein, die Ausgaben des Betriebes nach Möglichkeit einzuschränken. Bei der hochentwickelten Technik in der Fabrikation ist aber so wenig in der Kaliindustrie wie in anderen Industrien viel zu ersparen. Vielleicht noch in der besseren Ausnutzung des Dampfes, sonst aber nur noch dort, wo ungelernte Arbeiter den schweren Dienst der Handarbeit verrichten. Fast hier allein ist die Stelle, wo man eingreifen konnte. Und prüft man solche Arbeiten genau, so wird man finden, daß sie durch die Mittel, die uns die Transporttechnik an die Hand gibt, bewältigt werden könnten, wenn die Sprödigkeit des in Frage kommenden Materials nicht recht oft hindernd in den Weg treten würde. Diese Sprödigkeit zu bezwingen war also die Aufgabe der Techniker. Daß sie nicht überall gelungen ist, und daß man hier und dort wieder zur Handarbeit zurückgreifen mußte, gebe ich gern zu; andererseits können wir aber doch mit Genugtuung schöne Resultate verzeichnen und die Zähigkeit, die sprichwörtlich gewordene Zähigkeit der deutschen Technik wird sicherlich nicht ruhen, bis alle groben und schweren Arbeiten durch Maschinen verrichtet werden. Dadurch erfüllen wir nicht nur die Gebote der Menschlichkeit, indem wir die Arbeiter sittlich heben und nur zu solchen Funktionen heranziehen, die ohne menschlichen Intellekt nicht zu leisten sind, wir tragen auch den Umständen Rechnung, die durch die sattsam bekannte Leutenot gerade in letzter Zeit in unangenehmster Form in die Erscheinung getreten sind.

Alle in der Kaliindustrie in Frage kommenden Salze sind als Fertigprodukte zu den Massengütern zu rechnen, die sich infolge ihrer trockenflüssigen Form ähnlich wie unsere Cerealien bewegen lassen. Für diese aber sind, wie Ihnen bekannt, in den letzten 25 Jahren Magazine mit Transportanlagen geschaffen, die fast jedem menschlichen Kraftaufwand entbehrlieb machen. Leider behält ein großer Teil der Salze diese trocken-flüssige Beschaffenheit nicht bei, denn diese sind mehr oder weniger hygroskopisch und daher wesentlich schwieriger zu bearbeiten als die vorgenannten Cerealien, die keinen Verände-

rungen hinsichtlich ihrer Trockenflüssigkeit unterworfen sind. Frisch hergestellte Fabrikate und griesig vermahlene Düngesalze jedoch lassen sich genau wie Körnerfrüchte einlagern, mischen, automatisch verwiegen und absacken oder lose verladen. Diese Arbeiten nehmen aber in der Kaliindustrie einen so breiten Raum ein, daß durch ihre Erledigung auf mechanischem Wege schon viel gewonnen ist. Längere Zeit gelagerte Salze findet man häufig mit einer Kruste überzogen, unter der sie ihre Beweglichkeit beibehalten haben. Auch diese sind für die mechanische Bearbeitung als gutartig zu bezeichnen, wenn man die Kruste beseitigt und zerkleinert. Aber auch solchen Salzen ist man durch geeignete mechanische Mittel in der Lage, beizukommen, die bis in ihr Inneres hinein hart geworden sind, so daß man sich des drastischen Mittels des Schießens bedient, um sie einigermaßen lockern und dann umschaukeln zu können. Es genügen im allgemeinen leichte Walzwerke mit starker Differentialgeschwindigkeit, um sie so weit wieder zu zerkleineren, daß man die vorgenannten Arbeiten mit Erfolg an ihnen vornehmen kann.

Nach Erörterung dieser allgemeinen Gesichtspunkte darf ich wohl dazu übergehen, an praktischen Beispielen zu zeigen, wie man den Schwierigkeiten mehr oder minder mit Erfolg Herr geworden ist. Ich erwähnte vorhin zuerst die Einspeicherung der Salze. Ältere Werke bedienten sich dazu der Becherwerke (Elevatoren) und der Schnecken, erstere für den Vertikal-, letztere für den Horizontaltransport. Die Becherwerke sind auch heute noch ein beliebtes Fördermittel, während die Schnecken besser durch Gurtförderer ersetzt werden. Auf letztere werde ich nachher eingehen und bemerke zu den ersten, den Becherwerken, daß in der Kaliindustrie vorwiegend solche mit Ketten zur Verwendung gelangen. Aber auch Becherwerke mit Gurten findet man hin und wieder, und zwar von solchen Konstrukteuren angewendet, die in der Getreidemühle und dem damit zusammenhängenden Getreideumschlag zu Hause sind. Hier benutzt man ausschließlich Gurte bis zu den größten Leistungen, die bis 2000 Ztr. in der Stunde und darüber gehen. Und ich, der ich auch hier in der Lehre gewesen bin, gestehe gern, daß ich für gut trockenes und gleichmäßig griesiges Material am liebsten auch Garte benutze. Sie laufen ruhig und verschleißt weniger wie Ketten. Leider hört ihre Anwendbarkeit bei feuchtem und grobstückigem Salz auf.

Kettenbecherwerke sollte man für Becherbreiten bis 300 mm eintrumig mit Schiffsketten, darüber hinaus zweitrumig mit Gliederketten ausführen. Zweitrumige Schiffsketten längen sich verschieden, bewirken bald eine schiefe Lage der Becher und geben dadurch Anlaß zu allerhand Störungen im Betrieb. Die Ummantelung der Becherwerke findet man neuerdings meist in Blech ausgeführt und zwar gewöhnlich aus einem einzigen Schlot bestehend. Ich muß gestehen, daß mir Holzummantelungen lieber sind, als solche aus Eisen, die der Zerstörung durch Rost mehr ausgesetzt sind als hölzerne. Schräg stehende Becherwerke vermeide ich nach Möglichkeit zugunsten lotrecht stehender, weil ihr Verschleiß und Kraftbedarf infolge der Reibung der Becher auf ihren Führungen größer ist als bei lotrechten.

Ich wende mich nun zu den Vorrichtungen für die wagerechte Förderung und erwähnte vorhin schon, daß man Schnecken besser durch Gurtförderer ersetzen sollte. Ganz allgemein gültig ist das natürlich nicht, denn ganz kurze Förderstrecken wird man selbstverständlich am billigsten und einfachsten durch Schnecken überwinden und zu diesen auch dann greifen, wenn das zu fördernde Gut hohe Temperaturen hat. Daß zur Förderung solcher Produkte auch Kratzer und Schüttelrinnen verschiedenster Ausführung benutzt werden, will ich der Vollständigkeit wegen nicht unerwähnt lassen, möchte deren Anwendungsgebiet aber doch nur sehr eng umschreiben, denn der Kraftverbrauch und damit Hand in Hand gehend der Verschleiß der bewegten Teile ist bei dem erstgenannten Transportmittel vergleichsweise groß, und Schüttelrinnen fördern nasses oder auch nur feuchtes Material nicht. Der Gurtförderer ist, darüber dürfte unter Fachleuten kaum eine Meinungsverschiedenheit herrschen, wohl diejenige Transportvorrichtung, die in bezug auf Leistungsfähigkeit und Betriebssicherheit zuerst ins Auge gefaßt werden sollte. Erst wenn zu hohe Temperaturen des Fördermaterials den Gurt zu gefährden drohen, sollten andere Mittel in Frage kommen. Außer den schon erwähnten haben in letzter Zeit die sogenannte Motorlaufwinden und Elektrohängebahnen mit Recht von sich reden gemacht. Überall, wo elektrische Energie zur Verfügung steht — und wo wäre das heute im Zeitalter der Elektrizität nicht der Fall? —, und wo für das Fördergut eine gerade Laufbahn nicht geschaffen werden kann, ferner dort, wo das Gut durch seine Fabrikation oder andere Umstände von vornherein für den Transport in Gefäßen oder Kästen bestimmt ist, haben wir in den Motorlaufwinden ein ganz vortreffliches Fördermittel. Das Lichtbild läßt erkennen, daß der Motorwagen, an dem unten das Fördergefäß hängt, Kurven von sehr kleinen Radien zu durchlaufen imstande ist. An dem T-Träger ist im Hintergrunde ein Steuerwagen sichtbar, der an dem Unterflansch des Trägers an derjenigen Stelle festgeklemmt ist, an der das Gefäß sich entleeren soll. Stößt einer der an dem Gefäß befindlichen langen Hebel an den Steuerwagen, so öffnet sich der Boden des Gefäßes und die Entleerung geht vor sich. Zugleich wird durch einen am Wagen angebrachten Ausschalter der Fahrmotor auf rückwärts geschaltet, so daß dieser mit dem leeren Gefäß zu seinem Ausgangspunkte zurückkehrt. Hier wird der Strom automatisch ausgeschaltet, der Wagen bleibt stehen, das Gefäß von neuem gefüllt, und das Spiel beginnt von vorn. Bei Bahnlängen von 80 m und Gefäßen von 2 cbm Inhalt beträgt die stündliche Leistung ca. 30 000 kg.

Über die Konstruktion von Gurtförderern kann ich mich kurz fassen. Sie wurden in großem Maßstabe zuerst in den nordamerikanischen Handelsemporien zur Förderung von Getreide verwendet und kamen, nachdem sie im Anfang der achtziger Jahre (damals hauptsächlich durch die Firma Luther-Braunschweig) für die Magazinierung von Getreide ausgedehnte Anwendung gefunden, allmählich auch in der Kaliindustrie zu Ehren. Einige Konstrukteure lieben es, den Gurt muldenförmig einzubiegen, um das seitliche Abfallen des Förder-

gutes zu verhindern, andere vermeiden die Einstiegung und lassen den Gurt glatt laufen. Beides hat seine Vorteile und Nachteile. Der muldenförmig eingebogene Gurt kann für eine bestimmte Leistung relativ schmal gewählt werden, man muß ihn aber in seiner Zwangslage durch Tragrollen mit schräg gestellten Achsen halten. Die Achsen stehen fest, und die Rollen drehen sich auf ihnen. Die Schmierung müssen daher die Rollenabnahmen erhalten, und da diese auch schräg stehen, kann nur Starrfett als Schmiermittel Verwendung finden. Hierin liegt eine Schwäche der muldenförmigen Gurtförderer; denn jeder Betriebsleiter weiß, welche persönliche Aufmerksamkeit die Starrfettschmierung erheischt: entweder wird zuviel Fett in die Lagerstellen hineingepréßt oder zuwenig. Tatsächlich hört man an einem solchen Gurtförderer von gar nicht großer Länge wohl immer ein oder mehre Lager pfeifen. Glatte Gurte führt man dagegen über Rollen hinweg, deren Achsen sich drehen, und zwar am besten in Ringschmierlagern mit Ölschmierung, deren Überlegenheit wohl allgemein anerkannt ist.

Ich führe nun noch einige Konstruktionseinzelheiten von Gurtförderern vor. Zuerst einen sogen. Abwurfwagen, der den Zweck hat, das Fördermaterial von dem Gurt abzuwerfen. Es geschieht dies dadurch, daß man den Gurt aus seiner geradlinigen Bahn ablenkt. Das Fördermaterial löst sich infolge seines Beharrungszustandes von dem Gurte ab und fällt durch eine Blechhaube seitlich ab. Da die Vorrichtung auf einem Wagengestell ruht, ist man in der Lage, jeden Punkt der Fahrbahn beschütten zu können, wenn man den Wagen verfährt. Dies geschieht bei dem Apparat der Firma Amme, Giesecke & Konegen, den das Bild veranschaulicht, von Hand oder automatisch, wie aus diesem Bilde ersichtlich ist. Ich habe diese Konstruktion u. a. in den Deutschen Kaliwerken zur Ausführung gebracht. Sie beruht darauf, daß die durch den laufenden Gurt hervorgebrachte Bewegung der Gurttrommel mittels Schneckengetriebes auf die Fahreradachse übertragen wird. Zur Einleitung dieser Bewegung dient ein Handhebel, den man in die beabsichtigte Fahrtrichtung legt. Setzt man auf den Handhebel noch ein Wurfgewicht, und sorgt man durch einen Anschlag am Ende der Bahn dafür, daß das Gewicht durch die Bewegung des Wagens nachgeworfen wird, so kehrt der Abwurfwagen um und findet, wenn dies beabsichtigt ist, am anderen Ende der Bahn auch wieder einen Anschlag. Man kann also auf diese Weise eine ganz gleichmäßige Beschickung einer gewissen Strecke ohne menschliches Zutun bewirken.

Ich komme jetzt dazu, einige ausgeführte Magazinanlagen im Bilde vorzuführen und zu besprechen. Ich möchte die Magazine ihrer Bestimmung nach in solche für Fabrikate und solche für Rohsalze einteilen. Für letztere hat sich ein Typ herausgebildet, den man einfach als Schuppen bezeichnen kann, weil das Salz darin nur in einem Geschoß zu ebener Erde lagert. Für die wertvollen Fabrikate ist man jedoch in einigen chemischen Fabriken dazu übergegangen, mehrgeschossige Magazine zu bauen, die unter sich durch Lutten und Wechselklappen verbunden sind. Solche Magazine sind zwar teuer, aber die Bearbeitung des magazinierten Gutes ist billig, während umgekehrt

die Schuppen billig sind, die Ein- und Ausspeicherung jedoch, und wenn eine Zumischung von Fabrikaten nötig wird, auch diese oft recht große Kosten verursachen. Um diese nun nach Möglichkeit herabzuziehen, muß man sowohl die Ein- wie die Ausspeicherung mechanisch einrichten.

Ein Rohsalzschuppen parallel zur Mühle angeordnet, mit dazwischen geschalteter Verladestation, ist auf diesem und dem nächsten Bilde dargestellt und von der Firma Amme, Giesecke & Konegen ausgeführt. Mühle und Schuppen sind durch eine Brücke miteinander verbunden. Auf der Brücke führt ein Gurtförderer das gemahlene Salz in den Schuppen, in dessen laternenartigem Dachaufbau ein zweiter Förderer sich bewegt, der das Salz von dem ersten empfängt und es mittels Abwurfwagens dem Schuppen gleichmäßig zuführt. Durch einen dritten im Kanal angeordneten Förderer wird das Salz dem Schuppen wieder entnommen und einem Elevator zugeführt, der es auf das erstgenannte Brückenband wirft. Dieses gibt es, nachdem seine Bewegungsrichtung geändert ist, in die Verladestation, in der es mittels Verladers lose in geschlossene Güterwagen befördert wird.

Eine ähnliche von mir ausgeführte Anlage zeigt das nächste Bild. Es unterscheidet sich hier der Transport von dem der vorigen Anlage dadurch, daß der Förderer das ganze Magazin umkreist. Das obere Trum wird zum Einspeichern, das untere zum Ausspeichern benutzt. Da beide Trume zusammenhängen, bedürfen sie nur eines Antriebmotors, einer Spannvorrichtung und wesentlich weniger Tragrollen als zwei einzelne. Das Bild läßt übrigens erkennen, daß beim Ausspeichern das Salz nicht direkt durch die Abfallutte auf den Gurt, sondern erst in einen Aufwurfwagen fällt, der über dem Gurt hin und her gefahren werden kann. Der Auslauf des Wagens ist schnabelförmig gestaltet und sein Querschnitt durch einen Regulierschieber derart eingestellt, daß nicht zu viel Salz mit einem Male auf den Gurt gelangt und ihn überschwemmen kann. Damit aber auch keine Salzkklumpen auf den Gurt und später in den Elevator gelangen können, habe ich eine Einrichtung getroffen, die durch dieses Bild erkenntlich wird. Ein Stachelwalzwerk mit Antrieb durch Elektromotor, dem der Strom durch einen Steckkontakt zugeführt wird, zerkleinert das Salz so weit, daß sein Transport keine Schwierigkeiten macht. Diese Zerkleinerung wird auch da sehr nötig sein, wo eine spätere automatische Verriegelung und Absackung, auf die ich noch kommen werde, folgen soll. Man kann den Antrieb des Walzwerkes einfacher gestalten, wenn man dieses zwischen Abwurfrolle des Gurtförderers und Einlauf in den Elevator setzt und die Achse der Abwurfrolle zum Antrieb benutzt. Diese Ausführung hat aber den Nachteil, daß dann der Gurt die Salzkklumpen bis hierher fördern muß, und diese bei einseitiger Lage leicht abfallen.

Der Querschnitt des von der Architektenfirma Gustav Schrader, Hamburg entworfenen Schuppens ist dem Böschungswinkel des Salzes angepaßt, so daß ein Schub auf die Holzwände nicht eintritt. Auch die in letzter Zeit sehr in Aufnahme gekommenen Stephansbinder, und zwar in Spitzbogenanordnung, sind für die Herstellung von Salzschuppen sehr geeignet.

Ehe ich auf die mehrgeschossigen Magazine eingehe, möchte ich im Anschluß an die Schuppen einige mir bekannt gewordene Salzverlader besprechen. Sie dienen dazu, Salz, das nicht gesackt verschickt wird, in gedeckte Güterwagen zu verladen. Die Verladung ist so vorzunehmen, daß die Hälfte der Ladung auf die eine, die andere Hälfte auf die andere Wagenachse geworfen wird; ein Mittelgang von Tür zu Tür muß frei bleiben. Um das erreichen zu können, ist eine leichte Beweglichkeit des Auslaufs von der einen Wagenseite nach der anderen Vорbedingung. Diese erreicht die Firma Sauerbrey in Staßfurt dadurch, daß die Transportschnecke, welche das Salz von einem herabhängenden Pendelrohr erhält, um eine vertikale Mittelachse drehbar ist, die ihr den Antrieb erteilt. Die Bewegung zum Eisenbahnwagen und von ihm weg erhält der Apparat auf einer Gleitbahn, ähnlich dem Support einer großen Drehbank.

In ähnlicher Weise arbeitet der Verlader der Firma Amme, Giesecke & Konegen, die ebenfalls als Transportmittel eine drehbare Schnecke benutzt, das Ein- und Ausschwenken in die bzw. aus den Wagen jedoch durch zwei Gelenkpunkte schnellstens bewirkt, so daß die zwischen zwei Verladungen liegende Pause auf ein Minimum reduziert ist. Eine Anordnung von drei Verladern dieser Konstruktion zeigt dieses Bild. Sie ist für die Gewerkschaft Hildesia ausgeführt.

Der von mir konstruierte Verlader weicht von den beiden vorgenannten darin ab, daß er nicht, wie diese ortsfest, sondern an jeder beliebigen Stelle verwendbar ist, und daß er nicht eine Schnecke sondern einen Gurtförderer als Transportmittel benutzt. Das Bild zeigt Ihnen den Apparat, der besseren Übersicht wegen jedoch ohne Gurt. Der Antriebsmotor bewegt die den Drehpunkt des Auslegers bildende vertikale Achse, die sowohl die Gurttrommel als auch mittels Reibungsräder den Vorderrückschub bewirkt. Eingeleitet wird dieser durch den doppelten Fußhebel, auf dessen vorderen Teil sich der Bedienungsmann stellt, wenn der Apparat vorwärts fahren soll oder umgekehrt.

Die Leistung aller drei Apparate dürfte an nähernd gleich sein. Von meinem weiß ich, daß ein Arbeiter, der sich damit eingearbeitet hat, einen Doppellader in 6 Minuten füllt.

Die Firma Amme, Giesecke & Konegen stellte mir noch die Zeichnung eines Kratzertransporteurs zur Verfügung, der in dem Bilde wiedergegeben ist. Der Apparat soll das kostspielige Schaufeln von Hand in Salzspeichern überflüssig machen. Er läuft in je einer Schiene oben im Dachgebälk und einer unten in einem Kanal. Ein drehbarer und mittels einer Windevorrichtung in größere oder geringere Neigung zu bringender Ausleger trägt einen Kratzer, der das abgekratzte Salz der Mitte zuführt, von wo es auf einen Gurtförderer zur weiteren Verladung fällt. Ich habe den Apparat selbst noch nicht in Tätigkeit gesehen, glaube aber, daß er dem längst gefühlten Bedürfnis nach einer Vorrichtung zur Lockerung festgewordener Salzmengen gerecht zu werden vermag.

Von mehrgeschossigen Magazinen bin ich in der Lage, Ihnen einige Zeichnungen und Schaubilder vorzuführen, leider aber nur von solchen, die von mir ausgeführt sind. Ich habe mich ver-

geblich bemüht, entsprechendes Material von anderen Firmen oder aus der einschlägigen Literatur zu erhalten, und ich muß daher annehmen, daß in Wirklichkeit weiter keine derartigen Magazine von Bedeutung existieren.

Ich lasse zuerst die Zeichnung eines Magazins folgen, das in seiner Bauart ein Mittelding zwischen ein- und mehrgeschossigen, gewissermaßen einen Silo bildet. Es ist für die Gewerkschaft Thüringen gebaut und hat einen Fassungsraum von 87 000 dz. Es besteht aus einem auf Rampenhöhe liegenden Erdgeschoß und einem hohen, durch Querwände in 5 Schächte eingeteilten Obergeschoß, worüber sich ein Stephansdach wölbt.

Die Zuführung des Chlorkaliums erfolgt durch Hängebahnen und die Abführung durch verschließbare gußeiserne Wechselklappen. Soll das Chlorkalium direkt abgesackt und verladen werden, so geschieht dies durch eine fahrbare automatische Wage, die unter die betreffende Wechselklappe geschoben wird. Soll jedoch vor dem Versand eine Mischung vorgenommen werden oder das Material lose verladen werden, so leitet man dasselbe durch Ansatzrohre auf einen Gurtförderer im Kanal des Erdgeschosses, von wo aus es über einen Elevator in den Mischapparat gelangt. Von der an denselben anschließenden Transportschnecke kann es entweder abgesackt oder lose verladen werden.

Sie sehen auf dem Fahrgestell der automatischen Wage einen Elektromotor angedeutet. Er hat den Zweck, ein kleines, über dem Einlauf der Wage befindliches Brechwalzwerk in Bewegung zu setzen, das das stückige Material soweit zerkleinert, daß es von der automatischen Absackwage bewältigt wird. Das Schaubild läßt die Anordnung von Wage, Brechwerk und Motor erkennen. Die Wage stammt aus der Fabrik von Reuther & Reisert in Hennef a. d. Sieg, die sich für die vorliegenden Zwecke bewährt hat. Ein ähnliche Absackwage baut die Fabrik selbsttätiger Registrierwagen in Griesmarnode in Braunschweig, die unter dem Namen „Libra“ in den Handel kommt. Bei allen diesen Wagen ist möglichste Reinhaltung der bewegten Teile Bedingung für gutes Funktionieren. Es ist deswegen notwendig, mittels eines Handblasebalges die Wage hin und wieder von dem Salzstaube zu reinigen. Mechanisch kann man das sehr gut dadurch erreichen, daß man durch einen kleinen Exhauster ständig Luft durch das Gestänge saugt. Zu diesem Zwecke werden in den Bekleidungsblechen der Wage (die auf dem Schaubilde abgenommen sind) Löcher gebohrt, durch die die Luft eintritt und auf ihrem Wege zum Exhauster das Gestänge berührt und dadurch von Staub frei hält.

Ich möchte gleich an dieser Stelle eine Erklärung des Mischapparates einfügen, den ich vorhin erwähnte, und den Sie auf dieser Zeichnung finden und auch noch auf einigen späteren antreffen werden. Er stellt eine Vorrichtung zum prozentualen Abmessen und Mischen von körnigen und mehligen Stoffen dar, von denen uns hier die Salze interessieren. Seine Konstruktion geht am besten aus dem schematischen Bilde hervor, das erkennen läßt, daß sich das Mischgut in Schächten über zwei beweglichen Mischtrommeln befindet. Die Achsen der Mischtrommeln sind durch gleich große Stirnräder miteinander gekuppelt, so daß beide gleiche Um-

drehungen machen. In den Trommeln befinden sich Zellen, die durch Schieber verschließbar sind. Da alle Zellen gleichen Inhalt haben, so entsprechen die geöffneten dem jeweilig beabsichtigten Mischungsverhältnis. In der Zeichnung sind in der rechten Trommel 1 und in der linken 4 Zellen geöffnet, und das Mischungsverhältnis ist daher 1 : 4. Aus der andern Projektion ersehen Sie, daß jede Zelle in der Längsrichtung noch dreimal geteilt gezeichnet ist. In Wirklichkeit ist aber eine Sechsteilung vorgenommen, wie das Schaubild erkennen läßt. Man ist also imstande, in dem Verhältnis 1 : 9 × 6 = 1 : 54 zu mischen. Das aus den Zellen fallende Material gelangt in ein Schneckenpaar, von dem das eine schnell, das andere langsam läuft und so eine innige Mischung hervorruft. Der Apparat ist mir patentiert.

Ich komme nun noch einmal auf den baulichen Teil des Chlorkalummagazins der Gewerkschaft Thüringen zurück und möchte Ihre Aufmerksamkeit auf die Zwischendecke lenken, die die ganz erhebliche Nutzlast von 6600 kg/qm zu tragen hat. Sie ist in Eisenbeton nach dem System Hennicbiq ue ausgeführt und kostet ungefähr 30 M pro qm und jede Säule 200 M.

Ganz ähnliche Zwischendecken hat das Magazin der Aktiengesellschaft Deutsche Kaliwerke, das Sie gestern zu besichtigen Gelegenheit hatten. Die Zeichnung läßt auch ohne weiteres erkennen, daß dieselben Grundprinzipien für die Konstruktion maßgebend gewesen sind. Der einzige, allerdings ganz wesentliche Unterschied liegt in der Anordnung mehrerer Geschosse übereinander. Sonst finden Sie auch die Unterbringung der Mischmaschine und der Elevatoren an dem Giebel des Magazins wieder, die Möglichkeit direkter Absackung im Erdgeschoß, dieselben Wechselklappen und die Zerkleinerung der Salzklopfen vor dem Elevatoreinlauf. Unterschiedlich ist dagegen die Zuführung, die hier durch einen Gurtförderer vor sich geht. Derselbe steigt im Dachgeschoß der Trocken- und Deckstation schräg an, tritt durch den Giebel und geht von hier aus horizontal innerhalb eines laternenartigen Dachaufbaues weiter.

Daß das Erdgeschoß nicht nur als Manipulationsraum für die automatische Wägung, sondern auch zur Lagerung von gesacktem Chlorkalium dient, zeigt Ihnen dieses Bild, und ich möchte bei dieser Gelegenheit noch erwähnen, daß man mittels der automatischen Absackwage unter günstigen Umständen und mit eingeübten Mannschaften stündlich 260—280 Sack abzuwagen und zu sacken vermag.

Ein weiteres Schaubild der Bernteröder Anlage zeigt Ihnen, daß man nur einen Teil des Innenraums mit Zwischendecken durchzogen und einen anderen vor der Hand freigelassen hat. Wertvollere Salze lagert man in den Abteilungen der Zwischengeschosse, weniger wertvolle auf dem Boden des freien Teiles.

Für die Chemischen Fabriken in Wolkrathshausen habe ich ein Magazin genau nach demselben Prinzip nur in größeren Abmessungen ausgerüstet, das insgesamt 84 000 dz Fabrikate zu fassen vermag.

Zum Schluß führe ich Ihnen noch die Zeichnung eines Bandtransporteurs vor, die mir die

Firma Amme, Giesecke & Konegen für den heutigen Vortrag zur Verfügung gestellt hat. Der Transporteur fördert aus den Eisenbahnwagen das Salz in Schiffsgefäße und ist auf Schienen längs der Futtermauer des Hafens verfahrbar. Das Schaubild läßt erkennen, daß der Gurt gegen Witterungseinflüsse durch eine Blechdecke geschützt ist.

Mit etwas Ähnlichem kann ich auch aufwarten, nämlich mit einem nicht auf Schienen, sondern auf gewöhnlichen Wagenrädern laufenden Gutförderer, der sowohl loses als auch gesacktes Material fördert, und dessen Ausleger gehoben und gesenkt werden

kann. Der Antrieb erfolgt durch Elektromotor und die Hebung und Senkung des Auslegers dadurch, daß die Fahrradachse auf zwei Schraubenspindeln auf und ab bewegt wird.“

Die Versammlung drückt dem Vortragenden ihren Beifall aus. Der Vorsitzende spricht ihm, der durch seinen Vortrag den wissenschaftlichen Verhandlungen einen technischen Einschlag gegeben, seinen herzlichen Dank aus. Er schließt dann die Verhandlungen des IV. Kalitäges mit Dank an die Anwesenden, die diesen Verhandlungen andauernd mit so großer Aufmerksamkeit gefolgt seien. Küssel.

Wirtschaftlich-gewerblicher Teil.

Geschichtliches aus der Kaliindustrie.

Der Frankfurter Ztg. entnehmen wir folgende Ausführungen: „Nach dem Werk: „Die deutsche Kaliindustrie und das Kalisyndikat“ von Dr. Karl Theodor Stoepel reichen die Vorläufer des eigentlichen Kalisyndikats in seiner heutigen Gestalt bis zur Konvention vom Jahre 1879. Bis zum Jahre 1875 wurde nur seitens des anhaltischen und preußischen Fiskus Kalibergbau betrieben; in den nächsten zwei Jahren entstanden die Werke Westeregeln (Douglashall) und Neustaßfurt. Diese vier Werke traten unter sich im ersten Quartal des Jahres 1879 zu einer Konvention, der ursprünglich die anhaltische Regierung widerstrebt hatte, zusammen. Die Konvention wurde auf fünf Jahre ab 1. April 1879 geschlossen. Sie hatte eine Einschränkung der damals bestehenden Überproduktion (diese stand also schon an der Wiege des Syndikats) und eine Besserung der Absatzverhältnisse zum Zweck. Sie beschränkte sich auf einen Carnallitfördervertrag. Es gelang nicht, die drei an der Kainitförderung beteiligten Werke Staßfurt, Leopoldshall und Neustaßfurt für diese Produktion zu vereinigen. Nur für Düngesalz kam eine ab 1. April 1880 wirksame Absatz- und Preisvereinigung zustande. In den ersten Jahren nach der Errichtung der Konvention von 1879 ändert sich bereits das Bild in der Kaliindustrie von neuem. Zwei weitere Werke, Ludwig II. und Aschersleben (damals Schmidtmannshall) kamen 1881 bzw. 1883 in Betrieb. Schmidtmannshall trat mit einer leistungsfähigen Fabrik versehen in den Wettbewerb, und seine scharfe Konkurrenz warf die Konvention über den Haufen; sie löste sich am 1. Oktober 1883 auf, also eineinhalb Jahre vor ihrem eigentlichen Ablauf. Am 31. Oktober 1883 gelang es aber schon, die Kaliwerke wieder zu vereinigen, und zwar in einer bis zum Jahre 1888 befristeten Konvention. Nunmehr bestand das Syndikat aus Preußen, Anhalt, Douglashall, Neustaßfurt und Schmidtmannshall, wobei Anhalt mit 24% die stärkste Beteiligung hatte. Auf Preußen entfielen 20%, auf Aschersleben 19 $\frac{2}{3}$ % und auf die beiden übrigen Syndikatsmitglieder je 18 $\frac{1}{6}$ %. Inzwischen wurde den Kali-lagerstätten immer größere Verbreitung nachgewiesen, und es entstanden die Gewerkschaft Her-cynia (das jetzige preußische Staatswerk) im Jahre

1884, die Solvaywerke 1885, Thiederhall ebenfalls 1885 und Wilhelmshall im Jahre 1887. Im Jahre 1888 begann die dritte Kalikonvention, die von ihren Vorgängern sich dadurch unterschied, daß sie die Syndizierung sämtlicher von den vereinigten Werken hergestellten Produkte umfaßte. Doch wurde kein einheitlicher Vertrag geschlossen, sondern neben dem Fördervertrag für Carnallit wurden sieben Einzelverträge über die Syndizierung der übrigen Erzeugnisse der Werke getätigten. Die dritte Konvention währte zehn Jahre (eine Frist, die bekanntlich auch jetzt wieder angestrebt wird) bis 1898. Im Jahre 1898 wurde der vierte Verband auf drei Jahre 1901 der fünfte Verband wiederum auf drei Jahre geschlossen. Im Jahre 1891 erfolgte eine grundlegende Reorganisation der Syndikatsverhältnisse; es wurde eine Vereinheitlichung des ganzen Kaligeschäfts herbeigeführt mit der Schaffung des Verkaufssyndikats, wie es heute noch besteht. Im Jahre 1904 wurde dann unter recht erheblichen Schwierigkeiten der sechste Syndikatsvertrag getätigten, der auf fünf Jahre bis 1909 läuft. Ihm soll sich mit dem jetzt in Bearbeitung befindlichen Vertragsentwurf der siebente Verband in der Kali-industrie anschließen.

Die Absatztätigkeit des Syndikats war zwar bis heute im allgemeinen in stark steigender Entwicklung, indessen zeigten sich doch recht erhebliche Schwankungen, die insbesondere jeweils, wie auch jetzt wieder, um die Zeit der Syndikaterneuerung einzutreten pflegten. Störungen brachten natürlich auch die Kämpfe mit Outsiders, die dem Syndikat von vornherein, wie das vorerwähnte, ursprüngliche Auftreten von Aschersleben zeigte, nicht erspart geblieben sind. Zu kämpfen hatte das Syndikat im neuen Jahrhundert u. a. mit den Werken Hohen-zollern, Einigkeit und Kaiseroda, welch letztere Gesellschaft eine Unterbindung in Amerika (ein beliebtes Tummelfeld für Outsiders) versuchte, worauf das Syndikat die Preise der wichtigsten Kaliumrolsalze auf die Hälfte reduzierte. Bei diesem Preisrückgang gaben die Gewerkschaften Hohen-zollern und Einigkeit, an welch letzterer amerikanisches Kapital bekanntlich stark beteiligt ist, ihren Widerstand auf und schlossen sich dem Syndikate an. Ihrem Beispiel folgte im Jahre 1902 Kaiseroda. Auch in neuester Zeit, unter dem sechsten