

allgemeinen höher für Braunkohle. Vergrößert können sie noch werden, wenn der Ingenieur durch Verbesserung des Braunkohlengenerators die Menge und Güte des Teeres verbessert, und wenn der Chemiker für eine möglichst billige und gewinnbringende Verarbeitung dieses Teeres sorgt.

Dies ist im Auge zu behalten: Wenn wir aus der Braunkohle nur Heizöle herausziehen, so wird durch die für ihre Isolierung verbrauchte Wärmeenergie stets ein gut Teil der in der Braunkohle enthaltenen Gesamtkalorien verlorengehen, und die Qualitätsverbesserung des Heizstoffes, z. B. als Brennöl für den besonderen Zweck des Dieselmotors, muß schon sehr bedeutend sein, um den entstandenen wirtschaftlichen Verlust durch die Wärmepreissteigerung auszugleichen.

Vor allen Dingen soll das Streben also dahin gehen, aus der Braunkohle nicht nur andere Heizstoffe zu gewinnen, sondern die im Preise hochstehendsten Teerbestandteile, wie das Paraffin und das Schmieröl, mit möglichst vollständiger Ausbeute und ohne Zersetzung herauszuarbeiten.

Es würde mich freuen, wenn mein Vorschlag in dieser Richtung einen Fortschritt darstellte.

Neues über die Entstehung der deutschen Kalisalzlager¹⁾.

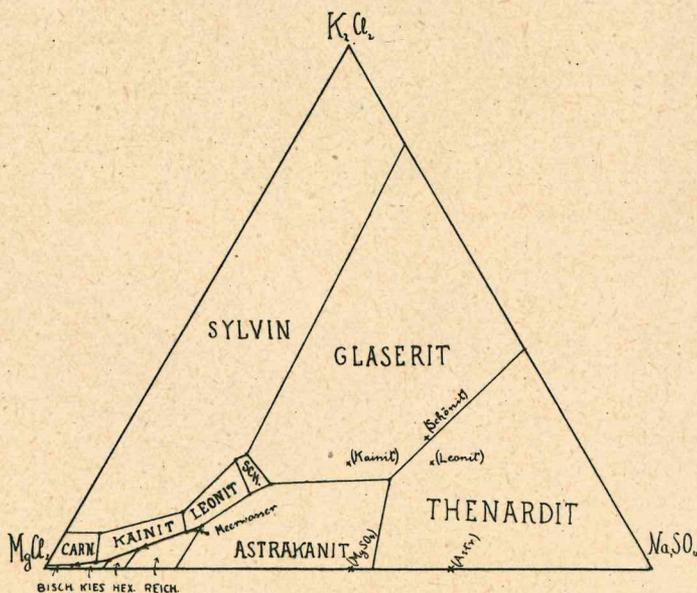
Von Prof. Dr. Jänecke.

Meine Herren! Es besteht wohl keine Meinungsverschiedenheit mehr darüber, daß die deutschen Kalilager entstanden sind durch Verdunsten eines großen, allseitig geschlossenen Meeres. Dieses erstreckte sich zur Zeit des Zechsteins über Nordwestrußland, Mittel- und Norddeutschland, Teile Englands, sowie der Nord- und Ostsee. In dieser großen Salzpflanze verdunstete das Wasser, und entsprechend der Löslichkeit und der Zusammensetzung schieden sich nacheinander die verschiedenen Salze aus. Zuletzt, als das Meeresbecken bereits stark zusammengeschrumpft war, kamen die Kalisalze zur Ausscheidung. Sie finden sich daher auch nur in einem kleinen Teile der ursprünglichen großen Salzpflanze, im wesentlichen in Mittel- und Norddeutschland. Ich möchte nun heute die chemische Seite des Problems der Salzbildung etwas näher auseinandersetzen und zeigen, daß die Theorie in vollster Uebereinstimmung mit den tatsächlichen geologischen Befunden steht.

Wegen der großen Anzahl der aus dem Meerwasser sich bildenden Salze ist es wohl kaum möglich, das Verhalten anders vollkommen zu verstehen, als wenn man sich in weitem Maße zeichnerischer Methoden bedient. Die aus dem Meerwasser sich bildenden Salze lassen sich nach einer bekannten Darstellungsart sämtlich durch ein reguläres Dreieck veranschaulichen. Dieses Dreieck (Abb. 2) enthält in den Ecken die Salze $MgCl_2$, Na_2SO_4 , K_2Cl_2 , und wenn man mit molekularen Mengen rechnet, lassen sich sämtliche Salzgemenge durch verschiedene Punkte dieses Dreiecks veranschaulichen, z. B. ist das Salzgemenge, das beim vollständigen Trocknen aus Meerwasser entsteht, durch den Punkt der Abb. 2 darstellbar, der mit Meerwasser bezeichnet ist. Ähnlich können andere Gemische oder auch Verbindungen durch Punkte veranschaulicht werden, wie dieses in der Abbildung z. B. durch die Punkte Kainit, Schönit, Astrakanit geschehen ist. Diese Punkte beziehen sich in dem Dreieck aber immer auf ein wasserfreies Gemenge oder die wasserfrei gedachten Salze. Um zu einem Löslichkeitsbilde der Salze zu kommen, muß man sich naturgemäß auf bestimmte Temperaturen beziehen. Man denkt sich einem jeden bestimmten Gemische, berechnet auf ein Gramm-

1) Vortrag, gehalten am 12. Oktober 1918 auf der Jahresversammlung in Halle.

molekül, noch so viel Wasser hinzugefügt, als eben zur vollständigen Lösung notwendig ist. Diese Wassermenge trägt man alsdann senkrecht in den Raum oberhalb des darstellenden Punktes im Dreieck auf. Die einzelnen räumlichen Punkte lassen sich zu Flächen verschiedener Art verbinden, die sich gegenseitig in Kurven oder Ecken treffen. Das Löslichkeitsbild, wie es für 25° gefunden wurde, ist durch das Lichtbild 1 dargestellt. In dem Dreieck haben sich verschiedene Flächen ausgebildet, die bestimmten Salzen zugehören, was also bedeutet, daß die gesättigten Lösungen, die in diesen Gebieten möglich sind, die betreffenden Salze als Bodenkörper enthalten. Man erkennt aus der Abbildung, daß der größere Teil sämtlicher gesättigter Salzlösungen, die sich herstellen lassen, als Bodenkörper Sylvin, Glaserit, Thenardit, Astrakanit, enthalten. Für die Verdunstung des Meerwassers kommt von diesen Salzen nur Astrakanit in Betracht. Konstruiert man sich ein räumliches Bild, so erhält man einen Körper, ähnlich dem im nächsten Lichtbilde (Abb. 3) dargestellten. Dieses zeigt, daß zum Auflösen von Natriumsulfat und Sylvin am meisten Wasser erforderlich ist, da deren Gebiete am höchsten liegen. Die Gebiete, die für die Beurteilung beim Verdunsten von Meerwasser in Betracht kommen, umfassen den Teil, der dem Chlormagnesium benachbart ist, der also auf der Abbildung nicht besonders deutlich zum Ausdruck kommt.



SÄTTIGUNGSBILD bei 25°

Abb. 2.

Die Art, in welcher das Verdunsten von Meerwasser bei 25° vor sich geht, zeigt das folgende Lichtbild (Abb. 4). Auf der linken Seite gibt der senkrechte Strich den Wassergehalt des Meerwassers an. Die Formel, auf die man sich hierbei bezieht, ist für das gewöhnliche Meerwasser $750 \text{ H}_2\text{O}$ usw., wie es oben in Punkt I angegeben ist. Wenn nun dieses Wasser verdunstet, so verringert sich der Wassergehalt, und in der graphischen Darstellung wird die Senkrechte von I nach unten durchlaufen, zunächst bis zu einem Wassergehalt von $455 \text{ H}_2\text{O}$ findet keine eigentliche Salzausscheidung statt; während der Zeit dieser Verdunstung scheiden sich aus dem Meerwasser nur die suspendierten Teilchen, wie z. B. Ton und Kalk, aus. Als dann ist für schwefelsauren Kalk Sättigung eingetreten und es beginnt eine Ausscheidung von Gips, bis der Wassergehalt auf $60\frac{1}{2} \text{ H}_2\text{O}$ gesunken ist. Hieran schließt sich eine Ausscheidung von Steinsalz und Gips bis zum Wassergehalt von $55 \text{ H}_2\text{O}$, hieran von Steinsalz und Anhydrit bis $32 \text{ H}_2\text{O}$, alsdann Steinsalz und Polyhalit bis $11\frac{1}{2} \text{ H}_2\text{O}$ und jetzt erst beginnt eine Ausscheidung von Kalisalz. Ist der Gehalt bis auf $6 \text{ H}_2\text{O}$ gesunken, so ist ein vollständiges Erstarren eingetreten, da die Endlauge fast reines $\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}$ ist. Aus dieser

Die Art, in welcher die Kalisalze zur Ausscheidung kommen, ist in dem rechten Teile des Bildes noch besonders dargestellt, im unteren Teile zeigt der Linienzug, der von dem Punkte des Meerwassers *MW* ausgeht, bis *Z* die Veränderung an, die das Meerwasser im Laufe der Kristallisation der Salze nimmt, der dazugehörige Wassergehalt ist im oberen Teile dargestellt. Die Salzfolge, die aus dieser Abbildung hervorgeht, ist folgende:

1. Astrakanit,
2. Reichardt,tit,
3. Reichardt,tit + Leonit,
4. Kainit + Reichardt,tit, Hexahydrat oder Kieserit,
5. Carnallit + Kieserit,
6. Bischofit + Carnallit + Kieserit.

Besonders beachtenswert ist, daß das Kalium in seiner größten Menge als Kainit und nur in geringerer Menge als Carnallit oder Leonit zur Ausscheidung gelangt. Die Mengen lassen sich auch aus der Abbildung berechnen, ebenso kann man einen Rückschluß machen auf die Zeit und erhält das beachtenswerte Resultat, daß zu dem Verdunsten der Endlauge etwa dieselbe Zeit erforderlich ist wie zur Ausscheidung aller anderen Kalisalze. Unter der obigen Annahme hätte also unter diesen Bedingungen das Meerwasser den Linienzug *MW* bis *WXYZ* in 500 Jahren durchlaufen, alsdann in den darauffolgenden 500 wäre die Endlauge *Z* vollständig erstarrt.

Nach dieser Betrachtung hätte man also ein genaues Bild der Schichtenfolge, wenn die Verdunstung des Meerwassers genau bei 25° erfolgt wäre, dieses ist natürlich keineswegs der Fall gewesen. Nimmt man an, daß in dem damaligen Wüstenklima eine Temperatur geherrscht hätte, wie heute in der Sahara, indem man die Durchschnittstemperatur der Monate berücksichtigt, also die täglichen größeren Schwankungen außer acht läßt, so kann man annehmen, daß das Zechsteinmeer bei Temperaturen verdunstet ist, die etwa zwischen 15 und 35° liegen. Die bisherigen Untersuchungen über die Löslichkeit erlauben es, wie ich an anderer Stelle gezeigt habe, für sämtliche Temperaturen zwischen 0 und 100° und auch darüber hinaus die Zustandsdiagramme zu konstruieren, wie ein solches durch das Dreieck bei 25° dargestellt ist. Für 15 und 35° sind die entsprechenden Bilder zusammen mit denen für 25° in folgendem Lichtbilde (Abb. 5), soweit sie für die Betrachtung wichtig sind, angegeben. Auch hier ist, wie für fast alle anderen Temperaturen, das Gebiet des Sylvins durch einen Doppellinienzug von der Vorderkante $MgCl_2 - Na_2SO_4$ getrennt. Der Lauf, den das Meerwasser bei den Temperaturen 15 und 35° nehmen würde, ist durch den Pfeil angedeutet. Ein wesentlicher Unterschied besteht darin, daß an Stelle von Astrakanit bei 15° Reichardt,tit tritt und an Stelle von Leonit das wasserreichere Salz Schönit. Um nun für alle Temperaturen zwischen 15 und 35° ein Bild zu bekommen, habe ich ein Modell konstruiert, welches Sie hier sehen (Abb. 6). Gerade zwischen diesen Temperaturen ist in den einzelnen Punkten die Veränderung etwas komplizierter Natur, deshalb glaube ich, daß das Modell eine bessere Uebersicht als eine Zeichnung gibt. In dem Lichtbilde sehen Sie, wie die Vorderwand des Modells, wie ich sie einmal bezeichnen will, sich zwischen 15 und 35° verändert. Der senkrechte Strich gibt die Zusammensetzung des Meerwassers wieder. Um noch die Veränderung der verschiedenen Magnesiumsulfate zu zeigen, ist vor und über das Modell eine durchsichtige Platte gelegt. Das Lichtbild Abb. 7 gibt diese näher an. Der vor dem eigentlichen Modell liegende Teil gibt die Gebiete an, innerhalb derer Reichardt,tit zur Ausscheidung gelangt. Die Senkrechte, die für das Meerwasser gilt, durchstößt diesen Körper bei etwa 22°, was also bedeutet, daß unterhalb 22° Reichardt,tit die erste Ausscheidung und oberhalb Astrakanit ist. Wenn man jetzt das Modell seitlich projiziert, so erhält man eine Figur, die in

der Abb. 8 wiedergegeben ist. Diese enthält also alle Salze, die zwischen 15 und 35° als Ausscheidungsprodukte des Meerwassers in Betracht kommen.

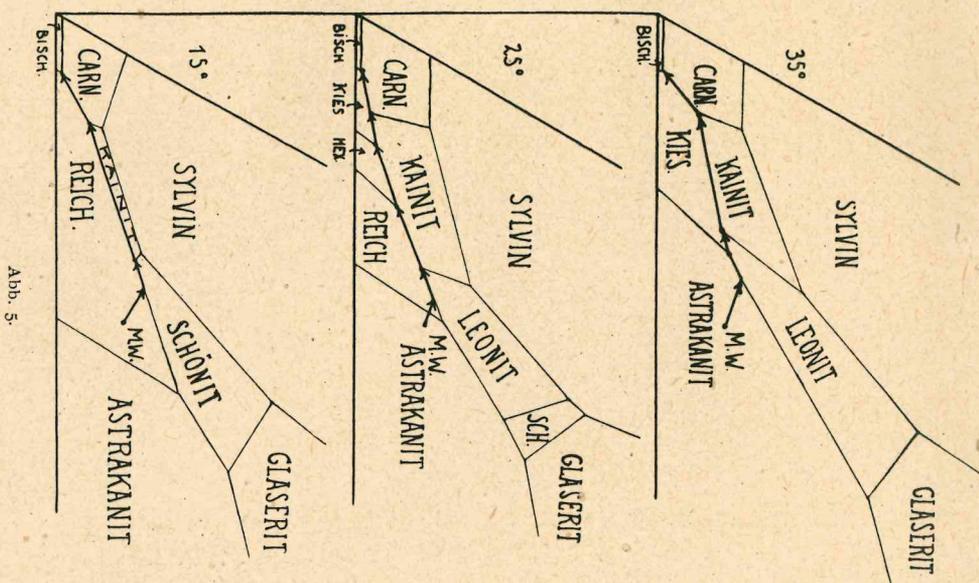


Abb. 5.

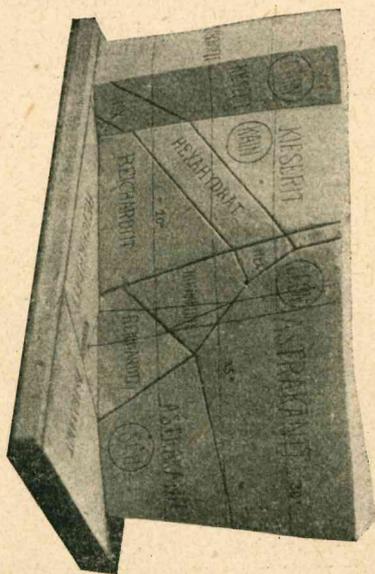


Abb. 7.

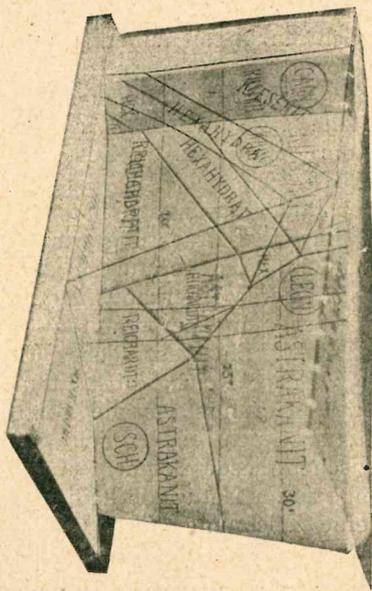
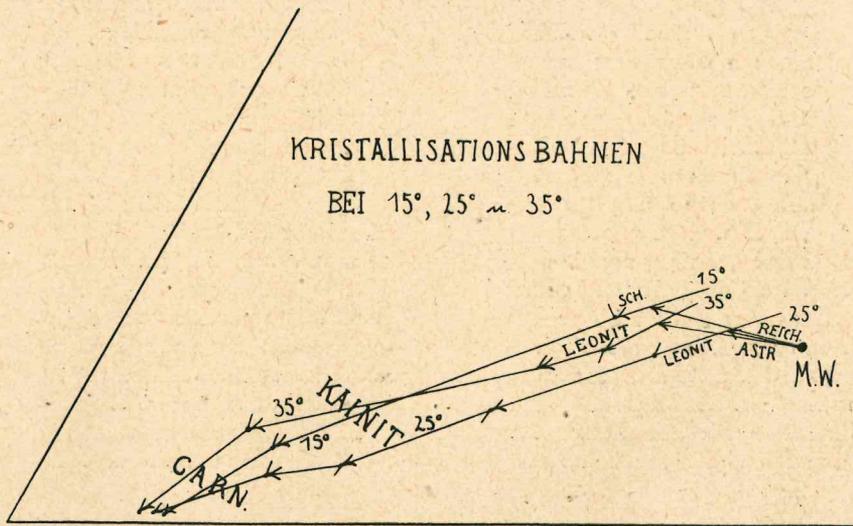
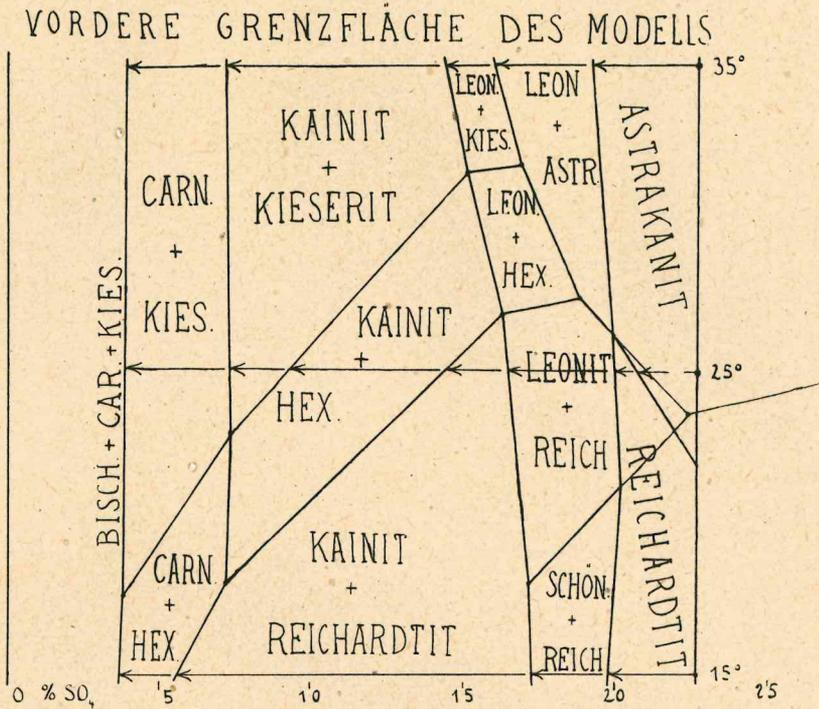


Abb. 6.

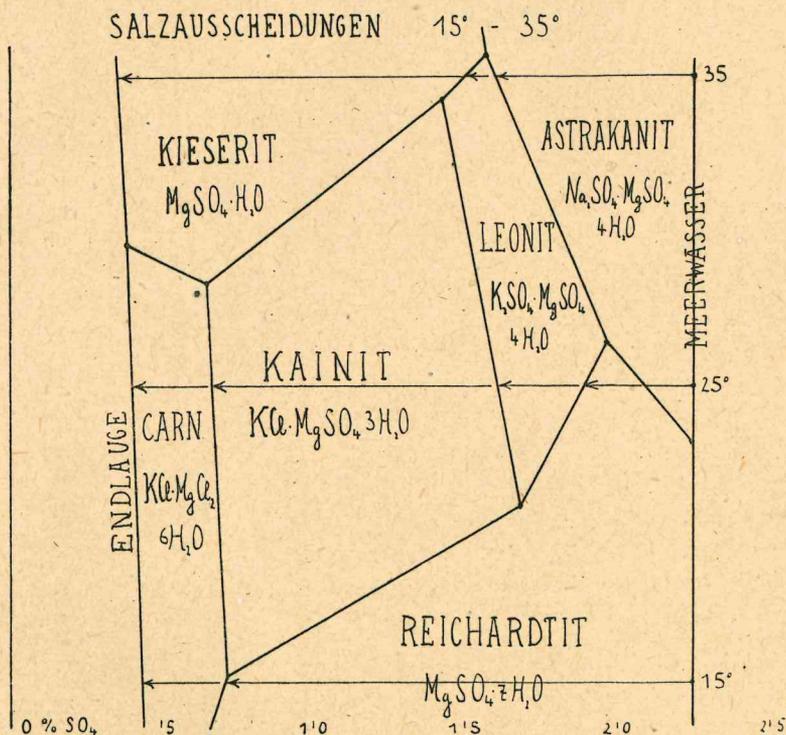
Nun ist aber zu beachten, daß für die verschiedenen Temperaturen das Meerwasser einen verschiedenen Linienzug durchlaufen mußte. Die Kristallisationsbahnen für 15, 25 und 35° sind in folgendem Lichtbilde (Abb. 9) gezeigt. In Wirklichkeit kann aber das Meerwasser selbstverständlich im Laufe der 500 Jahre, die es gebraucht hat, um vom Punkte *MW* nach dem Endpunkte *Z* zu gelangen, nur einen bestimmten Weg gemacht haben. Nimmt man einen Weg an, der



etwa in der Mitte dieser drei Kurven liegt, so hat man zu untersuchen, welche Ausscheidungen bei den verschiedenen Temperaturen möglich sind, wenn die Zusammensetzung durch die Punkte dieses Linienzuges gegeben ist.

Geschieht dieses, so bekommt man die verhältnismäßig sehr einfache Figur der Abb. 10. Dieses ist also das Endresultat der Betrachtung, soweit die

primäre Salzausscheidung in Betracht kommt, und gibt also an, welche Salze tatsächlich zur Ausscheidung gelangten, als das Zechsteinmeer verdunstete. Es kommen also nur in Betracht drei Kalisalze, nämlich Leonit, Kainit und Carnallit, ferner die beiden Magnesiumsulfate, Reichardtite und Kieserit, und das natriumsulfathaltige Salz, Astrakanit. Diese Salze bauten also die Kalilager auf, unmittelbar nachdem sie aus dem Meerwasser zur Ausscheidung gelangt waren. Hierzu ist noch zu bemerken, daß die Ursache der Salzausscheidung selbstverständlich in dem Verdunsten des Wassers liegt. Dieses Verdunsten findet im wesentlichen in der heißen Zeit, also im Zechsteinsommer statt, in diesem steigt aber auch gleichzeitig die Temperatur des Salzmeeres, so daß nur die Salze sich ausscheiden



können, die eine geringere Löslichkeit in der Wärme besitzen. Im Zechsteinwinter kühlt sich das Meer ab, und hierbei findet entsprechend dem vorhergegangenen Wasserverluste eine Salzausscheidung statt. Es lagern sich also schichtweise die Salze übereinander in Jahresringen, ebenso wie man dieses ja auch im Steinsalz beobachtet. In gewissen Carnallitsalzen läßt sich dieser schichtenweise Aufbau ja noch wiederfinden. Die in jedem Jahre erfolgte Salzausscheidung entspricht der tiefsten Temperatur der Salzpfanne, aber beim darauffolgenden Erwärmen muß ein gewisser Teil der ausgeschiedenen Salze auch wieder gelöst werden, so daß insgesamt nur der durch Verdunsten erfolgte Wasserverlust für die ausgeschiedene Salzmenge maßgebend ist.

Man kann also jetzt die sich bildenden Schichten in 5 Gruppen zusammenfassen, die ich folgendermaßen bezeichnen möchte:

1. die kalifreie Schicht, bestehend aus Astrakanit und Reichardtite.
2. Kali-Magnesiumschicht, die vorherrschend Leonit enthält,

3. die Kainitschicht,
4. die Carnallitschicht,
5. die Bischofitschicht.

Bei der Ausscheidung der Kalisalze, also im Laufe der angenommenen 1000 Jahre, veränderte sich Meerwasser in der Art, daß die Figur von rechts nach links durchlaufen wurde, und daß im Laufe eines Jahres eine jährliche Temperaturschwankung eintrat. Der die Zusammensetzung darstellende Punkt ging also in der Figur pendelförmig von oben nach unten langsam von rechts nach links. Da die Grenzlinien, besonders die des Leonits, nicht senkrecht sind, traten zwischen den einzelnen vorhergenannten Schichten Uebergänge auf.

Zusammen mit den vorher erwähnten kann man also den gesamten Schichtenstoß in 9 verschiedene Abteilungen zusammenfassen, die in dem folgenden Lichtbilde (Abb. 11) links dargestellt sind. Vom Liegenden zum Hangenden hat man eine Schichtenfolge, bestehend aus:

1. Gips,
2. Steinsalz + Gips,
3. Steinsalz + Anhydrit,
4. Steinsalz + Polyhalit,
5. Astrakanit + Reichardtit,
6. Leonit + Reichardtit,
7. Kainit + Kieserit,
8. Carnallit + Kieserit und
9. eine wesentlich aus Bischoffit bestehende Schicht.

Besonders zu beachten ist also, daß der schwefelsaure Kalk im wesentlichen als Gips und die Kalisalze im wesentlichen als Kainit vorliegen. Dieser Schichtenstoß war also nach dem Austrocknen des Zechsteinmeeres vorhanden, und es handelt sich darum, sein Schicksal weiter zu verfolgen. In den drei folgenden geologischen Zeiträumen, der Trias-, Jura- und Kreideperiode, sanken die Salzschiechten in die Erde, wohl wesentlich ohne daß große tektonische Störungen eintraten. Hierbei erwärmten sie sich, und es fand ein teilweises Schmelzen der Salzgemische statt, gerade wie man dieses beim Glaubersalz beobachtet, wenn man es erwärmt: bei 32° schmilzt es unter Bildung von wasserfreiem Natriumsulfat. In ähnlicher Art schmolzen auch verschiedene der Salze, indem sich hierbei andere bildeten. Die Erwärmung der Schichten ist naturgemäß abhängig von der Tiefe, bis zu welcher sie in der Erde versanken. Es sollen die beiden Fälle betrachtet werden, daß die Salze einmal weniger als 5000 m hoch überdeckt wurden, und dann, daß diese Ueberdeckung 5000 m überschritt. Es scheint, als ob beide Fälle in der Natur eingetreten sind.

Beim Erwärmen bis 160° schmilzt die obere Bischofitschicht vollständig, die darunterliegende Schicht Carnallit-Kieserit bleibt noch unverändert, aus der Kainitschicht bildet sich eine Lauge, und es bilden sich die festen Salze Sylvin und Kieserit aus der Leonitschicht neben einer Lauge Langbeinit und Kieserit, und die Astrakanitschicht zerfällt in eine Lauge und Vanthoffit oder Loewit. Ferner wird Gips in Anhydrit umgesetzt. Beim Erwärmen über 160°, also in größeren Tiefen, verändert sich noch die Carnallitschicht unter Bildung einer Lauge mit Sylvin und Kieserit als Bodensalze. Besonders zu beachten ist, daß die Laugen nicht die gleiche Zusammensetzung aufweisen. Die oben aus Bischoffit entstandene Lauge enthält naturgemäß nur Chlormagnesium, die aus Kainit enthält Chlor und Sulfate, Kalium und Magnesium, die aus Leonit entstandene, enthält kein Chlor, und die aus Astrakanit enthält weder Chlor noch Kalium. Der Sulfatgehalt nimmt also von oben nach unten hin zu und der Chlorgehalt ab, gerade wie dieses auch bei den ursprünglich ausgeschiedenen Salzen der Fall ist.

Nachdem also diese teilweise stark durchfeuchteten SalzstöÙe sich gebildet hatten, begann im folgenden geologischen Zeitraume, im Tertiär, die Aufwärtsbewegung desselben. Diese ist nicht ohne starke tektonische Störungen vor sich gegangen, und es leuchtet ein, daß hierbei die breiigen Schichten, leicht gefaltet, zerdrückt und verschoben werden konnten, gerade wie man es jetzt auch vielfach in der Natur findet. Falls die Laugen hierbei einfach nach oben abgepreÙt

wurden, blieben die Salze zurück, die sich in der Tiefe gebildet hatten; es entstand also eine Schichtenfolge, wie sie in der Abb. 11 in der zweiten Kolumne angegeben ist, wenn man die Lauge einfach fortläÙt. Waren die Salze ursprünglich höher als 160° erwärmt, so tritt an Stelle von Carnallit noch Sylvin, wie es die dritte Kolumne der Abb. 11 zeigt. Dieser Fall scheint in dem stark zerklüfteten Hannoverschen Schollengebiet eingetreten zu sein, wo sich fast kein Carnallit findet.

Der andere Grenzfall ist der, daß die Lauge unverändert und vollständig beim Auftauchen der Salze mit ihnen in Berührung geblieben ist. Dies hätte bewirkt, daß sich genau dieselben Salze zurückgebildet hätten, die ursprünglich ausgeschieden waren. Man hätte also wiederum die ursprüngliche Schichtenfolge, wie sie in der Abbildung links bezeichnet ist. Der einzige Unterschied bestünde darin, daß vorher geschichtete Salze nachher nicht mehr geschichtet zu sein

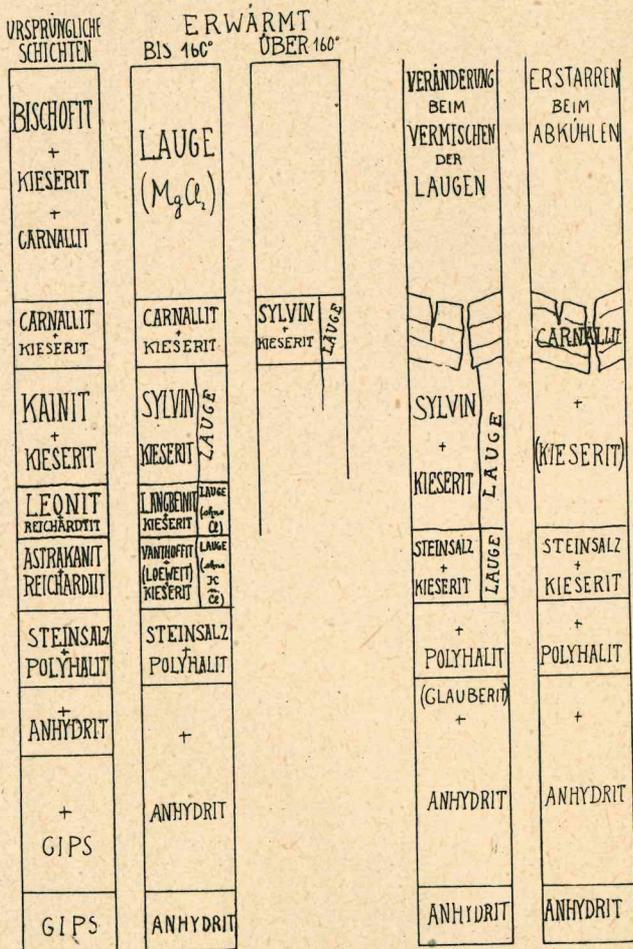


Abb. 11.

brauchen. Dieser Fall ist in der Natur keinesfalls auch nur angenähert vorgekommen.

Auf jeden Fall haben sich auch die Laugen miteinander vermischt und hierdurch Veränderungen der durchtränkten Salze bewirkt. Die große Menge Chlormagnesiumlauge hat bewirkt, daß aus dem Langbeinit Sylvin und Kieserit entstanden sind, und daß die darunterliegende Schicht Vanthoffit sich in Steinsalz und Kieserit verwandelt hat. Auch die sulfathaltigen Laugen oberhalb des Polyhalits konnten, indem sie in tiefere Schichten eindringen, dort eine Veränderung hervorrufen, es konnte aus dem Anhydrit hierbei Glaubertit, das Doppelsalz aus schwefelsaurem Kalk und schwefelsaurem Natrium, entstehen. Wenn diese durch-

tränkte Schichtenfolge sich abkühlte, so erstarrte sie in der Art, daß aus den sylvinhaltigen Schichten Carnallit entstand. Man erhält hierbei die klassische Schichtenfolge von Staßfurt: Anhydrit, Polyhalit, Kieserit und Carnallit. Carnallit ist also teilweise aus der ursprünglichen Kainit- und Leonitschicht entstanden, unter Vermittlung der Chlormagnesiumlauge, also gerade der umgekehrte Vorgang, wie man ihn bei der Kainitbildung im sogenannten Salzhut beobachtet, wo sich Kainit aus Carnallit und Kieserit oder Sylvin und Kieserit bei Zutritt von Wasser bildet.

Die Aufwärtsbewegung der Salzmassen ist gewiß nicht ohne tektonische Störungen vor sich gegangen, und es ist hierbei möglich gewesen, daß sich der sogenannte Trümmern carnallit gebildet hat aus ursprünglichen Carnallitschichten, verkittet durch andere neue Carnallitschichten in der Art, wie man dies besonders im Südharz findet.

Man erkennt also, daß für die Bildung der Schichten besonders die Vermischung und das Fortpressen der Laugen von Wichtigkeit gewesen ist, dann aber auch noch besonders der Zeitpunkt, wann dieses eingetreten ist.

Das folgende Bild (Abb. 12) zeigt das Profil des sogenannten älteren Lagers von Solvay in Preußen, wie es von Rühle untersucht wurde. Es ist dieses eines der wenigen genauen, gravimetrisch optisch untersuchten Profile, d. h. es wurden bei der Untersuchung die verschiedenen Salze, nach ihrer Schwere getrennt, optisch untersucht und ihre Menge festgestellt. Das Lager ist mehrfach gefaltet, und die Schichtenfolge zeigt, daß es

offenbar herrührt aus der ursprünglichen, nachdem dieselbe teilweise von Lauge durchtränkt worden war. Die Bezeichnung der Schichten nach Rühle ist in der Abbildung links angegeben. Die Menge der gefundenen Salze ist durch die Flächen in der Zeichnung vermerkt. Die Uebereinstimmung mit der Theorie ist, wie man sieht, glänzend. Es findet sich eine Langbeinit-, eine Vanthoffit- und Loeweitschicht genau da, wo es die Theorie voraussagt. Die Uebergänge der einzelnen Salze zeigen, daß auch wohl ursprünglich bei der Ausscheidung Uebergänge geherrscht haben und daß die Lauge auch teilweise nach unten gedrungen ist. Zu beachten ist auch das Vorkommen von Glauberit entsprechend dem vorher auseinandergesetzten Verhalten, sowie an einer Stelle auch das Vorkommen von Kainit. Dieser Kainit hat sich gerade an der Stelle gebildet, wo nach teilweisem

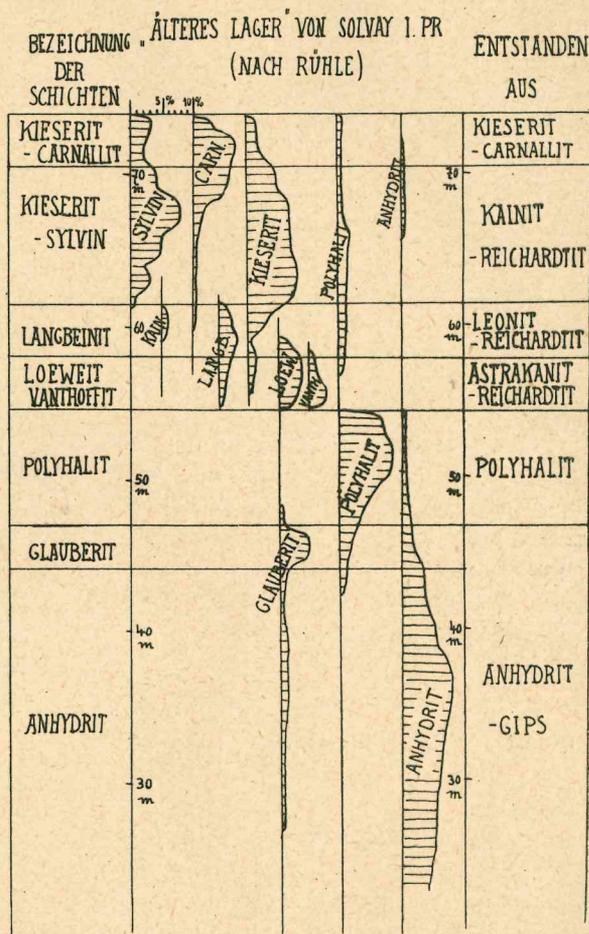


Abb. 12.

Schmelzen die Lauge und die vorhandenen Salze in dem richtigen Verhältnis vorhanden waren. Die rechte Seite der Abbildung zeigt, aus welchen Schichten das ältere Lager von Solvay entstanden ist.

Diese Beispiele zeigen, in welchen vorzüglichen Uebereinstimmungen die Theorie mit den geologischen Befunden ist. Man könnte dies auch an mehr nebensächlichem Vorkommen, z. B. an der sekundären Bildung von Borazit und anderen, nachweisen. Aber auch scheinbare Unstimmigkeiten lassen sich verhältnismäßig leicht erklären. So findet man in den Kalilagern bekanntlich mehr Steinsalz und Anhydrit, als dieses theoretisch der Fall sein müßte. Die Erklärung liegt jedenfalls darin, daß während der Ausscheidung der Salze der verdunstenden Salzpflanze Laugen, die an Steinsalz und schwefelsaurem Kalk reicher waren, zugeführt wurden.

Auch die Kalilager des Werra- und Fuldagebietes sind schon bei ihrer primären Bildung verändert worden. Hier haben offenbar zweimal große Laugeneinbrüche die ausgeschiedenen Kalisalze unter Bildung von Sylvin verändert, so daß man jetzt dort zwei Sylvinlager findet. Bekanntlich stimmen auch die Kalilager im Elsaß durchaus nicht mit der auseinandergesetzten Schichtenfolge überein. Es ist dies nicht weiter verwunderlich. Die Lager sind mit Sicherheit keine direkten Ausscheidungen aus Meerwasser, sie gehören ja auch einem ganz anderen geologischen Zeitraum, dem Tertiär, an, und sind jedenfalls wohl in der Art entstanden, daß jährlich Zuflüsse von stark chlormagnesiumhaltigen Laugen erfolgten, die eine Ausscheidung von Steinsalz und Carnallit bewirkten, und daß der folgende Laugeneinbruch die Carnallitschicht unter Bildung von Sylvin zersetzte, so daß sich periodische Schichten von Steinsalz und Sylvin bildeten. In dem oberen Teile des Lagers findet man alsdann noch ein großes Carnallitlager. Die zufließenden Laugen entstammen höchstwahrscheinlich früher ausgeschiedenen Zechsteinsalzen, worauf besonders auch noch die Bildung der Lager im Tertiär hindeutet.

Meine Herren, ich glaube, daß ich damit gezeigt habe, in welcher vorzüglicher Uebereinstimmung die chemische Theorie der Kalilager mit den geologischen Befunden steht. Die Theorie ist längst aus dem Stadium der Hypothese herausgetreten und kann gewiß noch bei mancher schönen Untersuchung über die Kalilager als Hilfsmittel dienen.

Die Stickstoffbestimmung in Kohle und Koks.

Von Dipl.-Ing. Dr. Hermann C. Fleischer, Göppingen.

[Mitteilung aus dem Laboratorium für angewandte Chemie in Halle a. S.¹⁾]

Einleitung.

Im Mittelpunkt des allgemeinen Interesses steht in diesen Zeiten die chemische Auswertung der Kohle. Namhafte Ingenieure, Chemiker und Volkswirte beschäftigen sich mit dem Problem, sie möglichst rationell und gewinnbringend auszunützen und zu verhindern, daß große Werte nutzlos und unwiederbringlich verloren gehen.

Zu den wichtigsten diesbezüglichen Fragen wirtschaftlicher und technischer Natur gehört das bestmögliche Stickstoffausbringen. Die deutsche Stickstoffbilanz war vor dem Kriege passiv. Im Jahre 1912 betrug der Einfuhrüberschuß an Chilesalpeter 785000 t im Werte von 173 Millionen Mark. Unter den deutschen Einfuhrartikeln stand die Salpeterimportation an 13. Stelle. Sie übertraf die Seiden-,

1) Die erste Grundlage dieser Dissertation bildet eine auf Anregung des Herrn Geh. Rates Prof. Dr. H. Bunte in dem chemisch-technischen Laboratorium der Technischen Hochschule Karlsruhe unter Mitwirkung von Prof. Dr. E. Terres ausgeführte Diplomarbeit. Diese wurde dann mit Unterstützung des Halleschen Verbandes im Laboratorium für angewandte Chemie zu Halle a. S. namentlich durch praktische Anwendung der Mikroanalyse weiter ausgearbeitet und auf Braunkohle ausgedehnt. E. Erdmann.