

## VII. Der Salinenbetrieb im österreichischen und steiermärkischen Salzkammergute in chemischer Beziehung.

Von Karl Ritter von Hauer,

Vorstand des chemischen Laboratoriums der k. k. geologischen Reichsanstalt.

---

Im verflossenen Sommer erhielt ich den Auftrag den Betrieb an den k. k. Salinen in Ebensee, Ischl und Aussee in seinen chemischen Verhältnissen zu erforschen. Von Seite des hohen k. k. Finanzministeriums wurden mir gleichzeitig die Mittel bewilligt, um die Fabrication des Sudsalzes an Ort und Stelle besichtigen und die für die Analysen erforderlichen Proben aufsammeln zu können.

Wiewohl nun die Instruction für die auszuführende Untersuchung sich speciell nur auf die drei genannten Salinen bezog, so glaubte ich doch meine Arbeit auch auf die Saline in Hallstatt ausdehnen zu sollen, welche mit den früher genannten, sowohl in administrativer, als auch in anderen Beziehungen, ein zusammengehöriges Ganzes bildet, um in der zu entwerfenden Gesamtdarstellung der chemischen Verhältnisse, keine Lücke zu lassen.

In Anbetracht dessen, wie wenig noch bisher die Fabrication des Sudsalzes an unseren Werken mittelst der analytischen Sonde geprüft wurde, schien es geboten, um eine klare Einsicht des Processes zu gewinnen, die wieder ihrerseits für den Betrieb selbst brauchbare Winke liefern könnte, eine möglichst in's Detail gehende Untersuchung durchzuführen.

Die in den verschiedenen Phasen des Sudbetriebes auftretenden Producte und Abfälle, in welche sich die Soole spaltet, wurden daher in möglichster Ausdehnung verfolgt und einzeln ihrem Gehalte nach geprüft. Das Princip, nach welchem bei dieser Untersuchung vorgegangen wurde, war ein doppeltes, entsprechend zwei verschiedenen Interessen, welche sich an die zu erzielenden Resultate knüpften. Die Soolen mit ihrem Gehalte an fixen Bestandtheilen repräsentiren, ähnlich den natürlichen Mineralquellen, die Zusammensetzung der im Innern des Salzgebirges vorhandenen auflösbaren Schichten, und das relative Verhältniss ihrer Menge; sie liefern Aufschlüsse über Verhältnisse, die auch in wissenschaftlicher Beziehung interessant sind. Auf die detaillirte analytische Untersuchung der Soolen wurde daher ein besonderes Augenmerk verwendet. Sie bilden zu dem die Basis der ganzen Fabrication und eine genaue Kenntniss ihrer Zusammensetzung hat daher auch für die letztere einen Werth. Die Untersuchung der aus den Soolen gewonnenen Producte und Nebenproducte hingegen erstreckte sich nur so weit, um der Beantwortung aller Fragen der Fabrication, von ihrem, an engere Grenzen gebundenen Standpunkte aus, zu genügen.

Die nunmehr in diesem Sinne beendigte Arbeit wurde in ihrer Vollendung sehr wesentlich gefördert durch die rege Theilnahme daran von Seite eines der

Herren Montaningenieure, welche das hohe k. k. Finanzministerium im vergangenen Jahre an die k. k. geologische Reichsanstalt einberief. Herr Anton Hořinek, k. k. Bergexpectant, welcher fast eine volle Hälfte der ganzen, sehr viele Zeit in Anspruch nehmenden analytischen Untersuchung übernahm, hat dieselbe mit aner kennenswerther Präcision durchgeführt, was die Möglichkeit bot zu einem früheren Abschlusse zu gelangen.

Bei dieser Gelegenheit möge es auch gestattet sein, in dankender Erinnerung der Herren k. k. Verwalter und Hüttenmeister dieser vier Salinen zu gedenken, welche bei der Aufsammlung der erforderlichen Proben mir freundlichst an die Hand gingen und durch passende Auswahl derselben die Basis für die analytische Arbeit im Laboratorium lieferten. Es sind dies die Herren Salinenverwalter Adolph Schindler und der verewigte Sudhüttenmeister Pasqual Ritter von Ferro in Ebensee; Bergrath Ludwig Freiherr von Ransonné und Hüttenmeister Ignaz Steiner in Ischl; Salinenverwalter Gustav Schuber und Hüttenmeister Vincenz von Posch in Hallstatt; Bergrath Kornel Hafner und Hüttenmeister Gustav Ritter in Aussee.

Vor der Darlegung der Verhältnisse an jeder einzelnen der vier Salinen dürfte es am Platze sein, in Kürze den Siedprocess und einige allgemeine Verhältnisse zu schildern, was sowohl zur Vermeidung unnützer Wiederholungen im Späteren führt, als auch eine Einsicht in die Rolle gibt, welche die Producte in der Fabrication spielen, deren Analysen dann angeführt werden sollen. Aber auch nur auf dieses Maass beschränken wir uns in der Beschreibung der Fabrication.

Die eigenen Beobachtungen, welche ich während der kurzen Zeit meines Aufenthaltes in Oberösterreich zu machen Gelegenheit hatte, sind hier ergänzt durch Benützung von zwei trefflichen Abhandlungen über diesen Gegenstand, deren eine der Bergingenieur M. O. Keller in den *Annales des mines* Jahrgang 1862, 4. Lieferung, S. 1—95 veröffentlichte. Die zweite ist die schon länger bekannte Abhandlung, welche der preussische Oberbergrath August Huysen im 2. Bande der Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preussischen Staate mittheilte. In neuester Zeit ist ferner unter dem Titel „zur Salinenfrage“ eine Abhandlung erschienen, die von Seite der k. k. Salinendirection in Gmunden an die österreichische berg- und hüttenmännische Zeitung zur Veröffentlichung eingesendet wurde. (Jahrgang 1863, Nummer 49.) Dem Charakter der „Quelle“ nach, aus welcher diese Mittheilung stammt, wäre zu erwarten gewesen, dass sie am meisten hier benützt werden könnte, leider ist aber das ihrem „Inhalte“ nach, der im Wesentlichen nur negativer Natur ist, nicht möglich. Genau mit demselben Aufwand von Zeit und Raum, die gewidmet wurden, um eine Controverse zu führen gegen einige Aufsätze in demselben Blatte über den Salinenbetrieb, hätte eine directe Schilderung desselben geliefert werden können. Mit solchen positiven Daten aus authentischer Quelle, namentlich belegt mit den eben hier für Uneingeweihte so schwierig zugänglichen Zahlen, die endlich allein nur Zeugniß geben von dem Standpunkte der technischen Perfection dieser Fabrication, wäre die in manchen Punkten noch sehr mangelhafte Literatur über das Salzwesen unvergleichlich mehr bereichert worden.

Die von der Natur gegebenen Bedingungen, von welchen die Sudsalz-Fabrication im österreichischen und steiermärkischen Salzkammergute abhängig ist, sind im Ganzen sehr günstig und tragen wesentlich dazu bei, die letztere zu einer der einfachsten unter allen hüttenmännischen Manipulationen zu gestalten. Noch klarer wird sich dies ergeben bei Darlegung der analytischen Resultate. Hieher sind zu rechnen der Reichthum und die Reinheit des salzführenden

Gebirges, was gestattet durch einfache Auslaugung „gesättigte“ Soolen zu erzeugen, die nur wenig von fremden Salzen verunreinigt sind. Jede andere Manipulation, um die Soolen siedwürdig zu machen, entfällt gänzlich; als solche werden sie unmittelbar zu den Salinen geleitet; ferner die bei den Salzbergbauern allenthalben reichlich disponible Menge eines sehr reinen Wassers, das überall hin, wo es gebraucht wird, durch natürliches Gefälle zugeleitet werden kann; endlich die ausgedehnten Wälder in der unmittelbaren Umgebung, deren Ertrag an Brennholz auf einer natürlichen Wasserstrasse fast bis zu den Herden der Salinen gelangt. Zu dem ist angeblich der Preis des von dort bezogenen Brennmaterials noch immer so niedrig, dass nicht einmal die sehr billige Braunkohle von Traunthal in Ebensee damit soll concurriren können, wohin sie doch von den Gruben aus mittelst einer Schienenbahn und mittelst Schiffsfracht über den Traunsee transportirt werden könnte. Ausser der kolossalen Menge von Holz, welche der Verdampfungsprocess des Soolenwassers verschlingt, liefern aber auch die Wälder der nächsten Umgebung den beträchtlichen Bedarf an Bauholz, so wie jenen für die Regulirung der Traun, auf welcher das Brennholz zugeschwemmt und das producirte Salz verfrachtet wird, und endlich das Materiale für die sich mehrere Meilen weit erstreckenden Röhrenleitungen, in denen die erzeugte Soole zu den Sudhäusern abläuft.

Die Saline in Aussee bezieht die Soolen aus den eine Stunde nordwestlich vom Orte gelegenen Bauen. Bezüglich des Weitertransportes der producirtcn Waare ist diese Saline von den hier in Rede stehenden, am ungünstigsten gelegen. Weder eine Wasser- noch eine Schienenstrasse steht zur Verfügung, sondern das Salz muss über zwei steile Bergrücken hinweg auf der Achse, aus dem isolirten Thale weiter transportirt werden. Die Vorspannsauslagen für die Verfrachtung über diese beiden Höhen (den Gasteig- und Radlingberg) sollen jährlich 30.000—40.000 fl. betragen<sup>1)</sup>. Ein schon seit längerer Zeit vorliegendes Project zielt dahin, eine neue Verkehrsstrasse vom neuen Sudhaus weg dem Bach entlang zu führen bis zur äusseren Kainisch hinter dem Radling, wodurch die beiden genannten Bergrücken vermieden werden könnten.

Die Saline in Hallstatt bezieht die Soole aus den Bauen, welche in einem Hochthale unmittelbar hinter dem Orte betrieben werden. Die Saline in Ischl bezieht die Soolen, welche zur Verarbeitung kommen, aus einem eigenen Bergbau, der 2000—3000 Klafter von jenem in Aussee und eine Stunde südwestlich von Ischl am oberen Ende einer Thaleinsenkung liegt, die über Bernegg ansteigt. Endlich die grösste der vier Salinen in Ebensee verarbeitet aus Hallstatt und Ischl zugeleitete Soolen. Diese drei Werke stehen mittelst Wasserfracht mit der Westbahn in unmittelbarer Verbindung.

Einen imposanten Anblick gewähren die Sudhäuser dieser vier Salinen. Die Gebäude zeichnen sich durch Solidität, Zierlichkeit und Geräumigkeit aus. In Ebensee sind zwei palastartige Sudgebäude, in welchen sechs Pfannen im Betriebe stehen. Den bescheidensten Eindruck macht jenes in Hallstatt, welches nur eine Pfanne, aber von beträchtlicher Dimension besitzt. In Ischl bestehen ebenfalls zwei schöne Sudgebäude mit drei Pfannen. Dem Umstande, dass diese Manipulationswerkstätte in Mitte eines der elegantesten Badeorte liegt, und daher oft von Fremden besichtigt wird, ist sichtlich Rechnung getragen. Was Nettigkeit, Reinlichkeit und Präcision in der ganzen Fabrication anbelangt, so kann diese Saline als eine Musteranstalt bezeichnet werden. In Aussee stehen fünf Pfannen im Betriebe. Ein neues gossartiges Sudgebäude wurde eben aufgebaut.

<sup>1)</sup> Berg- und hüttenmännische Zeitung 1863, S. 204.

Die aus den Bergbauen zugeleiteten Soolen werden je in einer Reihe grosser Reservoirs, den „Soolenstuben“ aufbewahrt. Es sind dies aus starken hölzernen Bohlen gezimmerte Kasten die einen Fassungsraum von 3300—5000 Kubikfuss haben.

Die Messung der Soolen ihrer Quantität nach („Cimentirung“) geschieht theils durch Auslaufenlassen derselben aus Röhren von bekanntem Querschnitt, theils durch selbstregistrirende Messapparate. Die Gehaltsbestimmung der Soolen wird mittelst des Aräometers oder durch directe Wägung des fixen Rückstandes nach Verdampfung des Wassers bewerkstelligt, und der Gehalt nach der Anzahl Pfunde fester Bestandtheile, die in einem Kubikfuss Soole enthalten sind (nach Pfündigkeit) angegeben. Dass diese Bestimmungen nicht mit grosser Schärfe ausgeführt werden, wie Oberbergrath Huyssen rügt <sup>1)</sup>, scheint nicht von so wesentlicher Bedeutung. Eine Unterschätzung des Gehaltes der Soolen ist natürlich ohne nachtheilige Folgen für die Oekonomie der Fabrication, während eine Ueberschätzung desselben verursachen könnte, dass eine noch nicht ganz gesättigte Soole zum Versieden käme. Allein dann müsste der Fehler wirklich schon ein grober sein, um den höheren Brennstoffaufwand für die zu verdampfende relativ grössere Menge Wasser als sie in gesättigten Soolen enthalten ist, fühlbar zu machen. Es wäre dies der einzig denkbare Nachtheil einer zu geringen Gehaltsbestimmung, da ja diese Staatswerke die Soolen nicht käuflich an sich bringen, sondern in eigener Regie erzeugen. Da der Fassungsraum der „Soolenstuben“ bekannt ist, so kann die jeweilig darin vorhandene Menge stets controlirt werden. Es geschieht dies durch Einsenken eines langen gradirten Stabes, oder mittelst einer von Aussen angebrachten Glasröhre, die mit dem Innern communicirt und daher durch ihren Flüssigkeitsstand das Niveau im Innern ersichtlich macht.

Aus diesen Reservoirs wird nun die Soole in die Pfannen geleitet und der Zufluss in der Art regulirt, dass das Flüssigkeitsniveau in dem letzteren während der ganzen Dauer der Sudcampagne constant bleibt. Die Sudpfannen sind sehr flache viereckige Kasten aus genieteten Eisenblechen, die ungefähr 60 Fuss lang, 30 Fuss breit und  $1\frac{1}{2}$  Fuss tief sind. Dieses Ausmass ist natürlich nicht bei allen Pfannen dasselbe, sondern beträgt theils etwas mehr oder weniger. Der Fassungsraum sämmtlicher Sudpfannen beträgt bei regelmässiger Füllung, das ist bis durchschnittlich 12 Zoll Höhe, 28.500 Kubikfuss.

In früherer Zeit waren die Pfannen aus einfachen und ober dem Feuer aus doppelten Eisenblechen, welche an den Ecken und Stössen drei- und vierfach übereinander lagen, schindelartig zusammengesetzt und mussten mit Kalkbrei verschmiert werden, um bei den Fugen wasserdicht zu sein. Seit etwa zehn Jahren aber bedient man sich der nach Art der Dampfkessel vernieteten, aus einfachen Blechen bestehenden Pfannen. Der dünne Boden dieser, der ohne Kitt schon wasserhaltig ist, dient natürlich nun als besserer Wärmeleiter, und es soll sich durch diese Construction der Pfannen die Gewinnung an auskrystallisirtem Salz bei gleichem Brennstoffaufwand um  $\frac{1}{10}$  gesteigert haben. Um indessen beurtheilen zu können, was dieses  $\frac{1}{10}$  Mehrertrag bedeuten will, welches durch die einplattigen Pfannen ohne Kalkverdichtung erzielt wird, so muss man erwägen, dass die jährliche Salzproduction 1 Million Centner überschreitet. Bei gleichem Brennmaterialverbrauch werden also jetzt über 100.000 Centner Salz mehr gewonnen, welcher wahrhafte Gewinnst der Thätigkeit des früheren Salinen-directors v. Plentzner verdankt wird, der die nach ihm benannten neuartigen

<sup>1)</sup> In der oben citirten Abhandlung.

Pfannen einführt. Die Sudpfannen ruhen auf der Umfassungsmauer des Herdes, werden aber auch ausserdem durch Säulen unterstützt, die aus feuerfesten Ziegeln aufgemauert sind. Das Feuer bspült den Boden nicht direct, sondern er wird mehr von den heissen Gasen erhitzt, da die Pfannen so hoch angebracht sind, um nicht in unmittelbare Berührung mit den Flammen zu kommen, wodurch dem allzu rapiden Eisenverbrände vorgebeugt wird.

Die Feuerungseinrichtung ist bei allen vier Salinen die gleiche, nämlich Pultfeuerung <sup>1)</sup>, deren Einführung ebenfalls eine dankenswerthe Hinterlassenschaft aus der Zeit des Regimes Plentzner ist. Diese Heizmethode ist schon so lange bekannt und vielfach beschrieben worden, dass sie füglich hier nicht weiter auseinander gesetzt zu werden braucht. Die vollständige Rauchverzehrung, welche damit verbunden ist, gewährt hier einen weiteren ökonomischen Vortheil, das ist, dass die Hitze der abziehenden Verbrennungsgase, zum Trocknen des erzeugten Salzes verwendet werden kann, ohne eine Verunreinigung desselben zu bewirken.

Der Aschenfang bleibt während der ganzen Dauer einer Sud-Campagne geschlossen, und die resultirende Asche wird erst nach Beendigung dieser herausgezogen.

Das verwendete Brennmaterial ist gegenwärtig wieder ausschliesslich Holz, nachdem bereits im Jahre 1851 und auch später in Ebensee Versuche in grö-

<sup>1)</sup> In der früher berührten Defensiv-Abhandlung des Salinendirectors in Gmunden (Berg- und hüttenmännische Zeitung 1863, S. 329) wird ein Beweis dafür, dass die Pultfeuerung eine zweckmässige Heizvorrichtung sei, in dem Kaligehalt der Asche gesucht. Es heisst dort wörtlich: „Zur Bestätigung dessen möge die Thatsache dienen, dass die von dieser Feuerung abfallende Asche früher von den Seifensiedern in der Umgebung sehr gesucht und gut bezahlt, jetzt wegen ihrem unbedeutenden Kaligehalte höchstens noch zur Düngung verwendbar ist.“ Dieser Calorimeter ist jedenfalls für die Pyrotechnik ebenso neu als unbrauchbar, und die Wahl dieses Beweismittels gründet sich auf Anschauungen, die eine Berichtigung erheischen. Die pflanzensauren Alkalien des Holzes verwandeln sich beim Verbrennen des letzteren in Kohlensäure, und wenn die Temperatur sehr hoch dabei war, zum Theil in kieselsaure Salze, indem die Kieselerde der Asche wieder die gebildete Kohlensäure austreibt. Die kohlen-sauren Alkalien verflüchtigen sich aber erst in der Weissglut, und dass diese Temperatur in den Feuerungsräumen der Salinen nicht hervorgebracht wird, bedarf kaum der Bestätigung. Aber auch kieselsaures Kali verdampft nicht allzuleicht. Die bei der Pultfeuerung resultirende relativ höhere Temperatur vermag zu bewirken, dass eine mehr calcinirte Asche entsteht, aber dem quantitativen Kaligehalte wird sie nicht viel anzuhaben vermögen. Das Missgeschick der an den Salinen abfallenden Holzaschen von den Seifensiedern weniger begehrt zu werden, wird auch anderweitig gefühlt, aber die Ursache liegt nicht in einer kaliverzehrenden Wirkung der Feuerungseinrichtungen, sondern darin, dass seit der Fabrication der Natronseifen aus Natronlaugen die Nachfrage um Pottasche sich gemindert hat. Aber auch vorausgesetzt, die Asche sei „höchstens“ nur als Düngmittel zu verwenden, so ist auch das, insbesondere bei einer Mischung mit anderen Abfällen von den Salinen, eine sehr erspriessliche Verwendung. Die vier Salinen verschlingen alljährlich 40.000 36zöllige Klafter des allervortrefflichsten Stammholzes, die in runder Summe, da auch hartes Holz verwendet wird, ungefähr im Gewichte auf 900.000 Centner veranschlagt werden können. Bei einem durchschnittlichen Asehengehalte von 0·5 Procent resultiren daher jährlich 4500 Centner Asche. Herr Hofrath Wilhelm Pabst gibt über den Düngwerth der Holzasche folgendes an: „Die Asche der gewöhnlich zum Brennen benützten Holzarten enthält Kali, Kalk, Gyps, Talk, Natron, Eisen- und Manganoxyd, nebst anderen Erdarten, und da ein grosser Theil dieser Stoffe schnell löslich in Wasser und ungemein wirksam auf die Vegetation der Gewächse, namentlich der Leguminosen ist, so erklärt sich der grosse Effect der durch scheinbar kleine Quantitäten von Asche hervorgebracht wird. Man streut 3—10 Metzen per Joeh. Die Wirkung davon grenzt zuweilen an's Wunderbare, indem die schönsten Klee-, Lotus- und Wickenarten u. s. w. im üppigen Wuchs ersch einen, wo vorher nichts davon zu sehen war.“ Und selbst der ausgelaugten Asche schreibt Pabst noch einen hohen Düngwerth bei, die also nur mehr Spuren von Alkali enthält, nur muss sie dann in etwas grösserer Menge angewendet werden. (Sein Lehrbuch der Landwirthschaft, Wien 1860, 5. Auflage, S. 223.)

serem Maassstabe unternommen wurden, statt dessen Braunkohle zu verwenden. Es mag Wunder nehmen dass mehr wie ein volles Decennium verstrichen ist ohne diese nationalökonomische Fundamentalfrage auch nur um etwas ihrer Lösung näher zu bringen, dass vielmehr der lange Zeitraum, innerhalb welchem der Kohlenconsum in allen Zweigen der Industrie wesentliche Fortschritte gemacht hat, hier nur dahin führte, die fossile Kohle aus den Herden der Salinen gänzlich zu verbannen. Die Frage ist wohl vielfach seither ventilirt worden, aber von zwei Standpunkten aus, die sehr schroff einander gegenüber zu stehen schienen, nämlich vom fiscalischen Standpunkte aus und von jenem der Nationalökonomie. Wir halten eine Fusion dieser beiden berechtigten Factoren nicht für so ganz unerreichbar.

Im Jahre 1851 wurden zu Ebensee gegen 200.000 Centner Traunthaler Braunkohlen verwendet und dieser Versuch im Grossen lehrte, dass die damit producirte Salzmenge nach den damaligen Preisen der Kohle und des Holzes, mit letzterem um 20 Procent billiger erzeugt werden könne <sup>1)</sup>, und es ist begreiflich, dass ein solches Opfer auf die Dauer nicht gebracht werden könnte. Ein Centner Braunkohle kam nämlich der Saline Ebensee, bis an den Verbrauchsort gestellt, auf 19 kr. C. M. zu stehen, und 23 Centner derselben wurden als Aequivalent einer Klafter (zu 108 Kubikfuss) Holz verbraucht, deren Preis damals 6 fl. 5 kr. C. M. betrug. Seit dieser Zeit ist eine Schienenbahn entstanden, welche eine ununterbrochene Verbindung von den Traunthalergruben bis an das Gestade des Traunsees  $5\frac{1}{2}$  Meilen vermittelt. Der Betrieb der rührigen Traunthaler Gewerkschaft ist ferner während dieses Termins in ein Stadium gelangt, der gestattet, zu billigeren Preisen und in grossem Maassstabe Kohlen zu fördern. Endlich haben sich die Erfahrungen in der Anwendung fossiler Kohlen wesentlich erweitert. Heute ist es geradezu undenkbar, dass bei der Manipulation des einfachen Wasserverdampfens in eisernen Pfannen, und zudem bei einem grossem continuirlichen Betriebe, 23 Centner von einer Braunkohle in der Qualität jener von der Traunthaler Ablagerung verbraucht werden könnten, um eine 36 zöllige Klafter weichen Holzes, zu ersetzen, und zwar eines geschwemmten Holzes, dessen Brennwerth erfahrungsmässig niedriger als der von ungeschwemmten ist. Es wäre darnach 1 Centner Holz etwas mehr als 1 Centner Kohle äquivalent. Da aus dem natürlichen Verkohlungsprocess, welcher die Pflanzen und Bäume in fossile Kohle verwandelte, gleich wie aus dem künstlichen, ausnahmslos Producte hervorgehen, deren Brennwerth höher ist, wie der der ursprünglichen vegetabilischen Substanz, so könnte nur ein ausserordentlich hoher Wasser- oder Aschengehalt den Brennwerth dieser Kohlen so deprimiren, um ihn gegenüber einer gleichen Gewichtsmenge unveränderten Holzes niedriger erscheinen zu lassen. Das ist aber keineswegs der Fall. Wenn daher bei der praktischen Verwendung der Traunthaler Kohlen ihre Wärmeleistung unter jener einer gleichen Gewichtsmenge Holz zurückbleibt, so müsste der Grund hiefür in einer nicht erspriesslichen Feuerungseinrichtung oder in jenem Verhältnisse gesucht werden, welches eben gegenwärtig der Gegenstand reiflicher Erhebungen in industriellen Kreisen ist, nämlich in der beträchtlichen Differenz des Effectes, welchen gute oder schlechte Heizer, unter sonst ganz gleichen Umständen mit ein und demselben Brennmaterial zu erzielen vermögen <sup>2)</sup>. Zur genaueren Beurtheilung des Brenn-

1) In der Abhandlung vom Ober-Bergrath Huyssen, S. 63, wo es heisst: „Es ist dies ein Opfer, welches bei dem für Oesterreich in Aussicht stehenden Holzangel aus nationalökonomischen Gründen gebracht wird.“

2) Bei mehreren Bahnverwaltungen besteht die Einrichtung, Prämien für die Heizer der Locomotiven auszusetzen, und es ist interessant, wie sehr dadurch der Heizwerth so mancher Kohlen sich seither gesteigert hat.

werthes der gedachten Braunkohlen gegenüber von Holz mögen die folgenden Daten dienen:

I. Zusammensetzung des luft- trockenen Tannenholzes in 100 Theilen 1):	II. Durchschnittliche Zusammen- setzung der Kohlen von Traun- thal in 100 Theilen:
Wasser . . . . . 20	Wasser . . . . . 15
Asche . . . . . 1	Asche . . . . . 9
Kohlenstoff . . . . 39·18	Kohlenstoff . . . . 46·7
Wasserstoff . . . . 5·05	Wasserstoff . . . . 3·5
Sauerstoff . . . . 34·76	Sauerstoff . . . . 25·5
} 78·9 Pct. ver- brennlicher Theil.	} 75·9 Pct. ver- brennlicher Theil.

Hieraus berechnet sich, nach der Erfahrung, dass ein Gewichtstheil Kohlenstoff 8000, und ein Gewichtstheil Wasserstoff 36.000 Wärmeinheiten gibt, für beide obigen Heizmaterialien der folgende absolute Wärmeeffect :

I.	II.
3389 Calorien.	3840 Calorien.

und nach Abzug des Wärmequantums, welches zur Verdampfung der in beiden Brennmaterialien enthaltenen, und beim Verbrennen gebildeten Wassermenge erforderlich, und unter allen Umständen als verloren zu betrachten ist, für:

Tannenholz	Traunthaler Kohle
3005 Calorien.	3555 Calorien.

Es geht daraus hervor, dass die Kohle bei einem Wassergehalte von 15 Procent, welchen sie auch nach dem Abliegen beibehält, in ihrem Heizwerthe ein gleiches Gewicht von weichem Holz noch übertrifft.

Nimmt man nun selbst an, es trete wirklich bei den Salinen immer lufttrockenes Holz in Verwendung, die Braunkohle müssehingegen mit einem Wassergehalte von 25 Percent, den sie frisch aus der Grube gefördert, allerdings ausweist, angewendet werden, so möchte die früher angegebene Anzahl von Calorien sich auf 3007 herab mindern, das heisst diese Kohle wäre dann in ihrem Heizeffecte vollkommen gleichwerthig mit einer gleichen Gewichtsmenge lufttrockenen Holzes; 1 Centner Kohle wäre äquivalent 1 Centner Holz. Die dokimastische Untersuchung nach der Berthier'schen Methode hatte im Durchschnitt einer grossen Anzahl von Proben, welche neuerlichst angestellt wurden, für die in Rede stehenden Kohlen ergeben, dass 20 Centner derselben äquivalent einer 36 zölligen Klafter weichen Holzes seien; sie führte daher nahe zu demselben Resultate, wie die obige theoretisch genaue Rechnung, denn eine 36 zöllige Klafter weichen Holzes dürfte ungefähr 20—21 Centner 2) wiegen.

1) Nach den Analysen von Schödler und Petersen.

2) Diese Uebereinstimmung darf nicht so sehr Wunder nehmen, wenn man an den geringen Einfluss denkt, welchen die Unrichtigkeit des Welter'schen Gesetzes auf Proben von Braunkohlen nach Berthier's Methode ausübt, ein Umstand, der aber so vielseitig verkannt wird, dass es wohl am Platze ist, ihn näher auseinander zu setzen. Die jüngeren Braunkohlen enthalten nämlich so wenig „nutzbaren“ Wasserstoff, dass der Fehler in der Berechnung, welcher dadurch entsteht, dass dieses Wasserstoffquantum statt  $4\frac{1}{2}$  Theilen nur 3 Theilen Kohlenstoff äquivalent erscheint, sehr klein und namentlich für die Praxis geradezu verschwindend wird. Die Menge des nutzbaren Wasserstoffes in der Traunthaler Kohle beträgt nach der obigen Analyse 0·3 Pct. Nach der Berthier'schen Probe kommt dieses Quantum Wasserstoff als 0·9 Pct. Kohlenstoff in Berechnung, während es theoretisch genau als 1·35 Pct. Kohlenstoff in Berechnung kommen sollte.

Dass auch diese Wärmemenge von beiden Brennmaterialien in der Praxis nicht gewonnen wird, ist selbstverständlich, weder 1 Centner Holz, noch 1 Centner der Kohle würde genügen, um 30 Centner Wasser von 0° auf 100° C. zu erhitzen, weil da noch gar mancherlei Wärmeverluste stattfinden. Dies ändert aber nichts an der Gleichwerthigkeit beider Brennmaterialien, denn die in der Praxis stattfindenden Wärmeverluste müssen bei gleicher Anwendung beider eben auch dieselben sein.

Wenn nach Allem hier angeführten sich dennoch der Standpunkt der Frage, ob es ökonomisch möglich sei, in Ebensee das Holz durch Traunthaler Kohle zu ersetzen, bisher nicht geändert hat, wenn eine solche Substitution heute noch so wenig möglich ist wie vor 10 Jahren, so muss schliesslich die Ursache davon in einem successiven Herabgehen der Holzpreise im Salzkammergute liegen, weil wir endlich das Scheitern der Substitution von Holz durch Kohle, nicht alleinig in einer unvollständigen Ausnützung des Heizeffectes der letzteren begründet denken wollen. Und eine Bestätigung dessen ergibt sich aus einer Mittheilung von kompetenter Seite. In der mehrfach erwähnten Abhandlung der Salinen-direction in Gmunden wurde über diesen Punkt folgendes angegeben: „Selbst wenn das von der geologischen Reichsanstalt ermittelte Acquivalent der Traunthaler Kohlen für eine 36 zöllige Klafter in Berechnung genommen werden sollte, so würde sich noch immer beim Vergleich der beiderseitigen Preise eine Einbusse von 1 fl. 68 kr. (24 Pct.) für jede Sudholzklafter beim Betrieb der Kohlenfeuerung herausstellen.“ Es wird ferner erwähnt, dass die Direction die volkswirtschaftliche Seite der Frage nur mit Schen berühre u. s. w. Die zehnjährige Periode, während welcher über diesen Gegenstand verhandelt wird <sup>1)</sup>, hat also nichts an dem früheren Verhältnisse geändert. Vom rein fiscalischen Standpunkte aus, wird vielmehr die Verwendung von fossiler Kohle als mehr denn je in die Ferne gerückt, geschildert. Andererseits haben aber die 400.000 Klafter Stammholz, um welche zum Theil die Wälder in dieser Zeit mehr gelichtet wurden, wohl auch nicht dazu beigetragen, jene zu beschwichtigen, welche im nicht minder berechtigten Interesse der Volkswirtschaft für eine Schonung der ersteren ihre Stimme erhoben.

Wir wollen die Fragen unerörtert lassen, ob die pecuniären Opfer, welche momentan dafür gebracht werden müssten, nicht vielleicht schon binnen Kurzem reiche Zinsen tragen möchten, ob der Zustand nicht ein unnatürlicher und von eigenthümlichen Conjunctionen bedingter ist, der bewirkte, dass angeblich im Salzkammergute der Holzwerth seit zehn Jahren eher ab- als zunahm, während die vorhandene Gesamtmenge sich notorisch minderte. Wir wollen absehen davon, dass der rein fiscalische Standpunkt durchaus nicht in allen Verhältnissen der Regie bei den Salinen so absolut maassgebend ist, wie es bezüglich des Brennmaterials als geboten dargestellt wird, denn wie würden sonst die prachtvollen Fabrikanlagen und die vielfach gegliederte Central-Verwaltung sich erklären lassen. Alle diese Beziehungen, die weniger hieher gehören, mögen übergangen und die Frage des Brennstoffes von einem anderen Gesichtspunkte aus erfasst werden.

Unter allen auf Anwendung von Wärme basirten hüttenmännischen Processen ist die Sudsalzerzeugung, das ist die Verdampfung von Wasser in ungeschlossenen Räumen, diejenige, für welche jedes Heizmaterial ausreicht, es

<sup>1)</sup> Es darf hier inshesonders auf einige Abhandlungen vom Freiherrn v. Hingenau hingewiesen werden, die über diesen Gegenstand in der von ihm redigirten Berg- und hüttenmännischen Zeitung veröffentlicht wurden. Jahrgang 1863, S. 105; 121; 137; 365 u. 401.

genügt dafür, wenn Platz vorhanden ist, schon die Sonnenwärme. Andererseits ist die geringste Ausnützung des Holzes die, wenn es als Brennstoff verwendet wird. Es ist ein unabweisbares Gebot, dass sich im Allgemeinen die Brennstoff consumirende Industrie möglichst die fossile Kohle zu Nutzen mache, es ist dies eine Bedingung für den industriellen Fortschritt, die längst anerkannt und jeder Discussion entrückt ist. Derlei Fundamentalgrundsätze können auf die Dauer so wenig von der Staatsindustrie, wie von der privaten ohne Nachtheil umgangen werden, wenn auch die erstere damit eine Monopolswaare producirt. Die rein technische Seite der Salzerzeugung berührt dieser letztere Umstand nicht. Betrachtet man nun die natürlich gegebenen Verhältnisse, so zeigt sich eine sehr prägnante Ausnahme von der sonst im Ganzen nicht glücklichen Situierung unserer Kohlenlager. Denn nur  $5\frac{1}{2}$  Meilen entfernt von dem Punkte, wohin die Soolen aus den Ischler und Hallstätter Salzbergbauen durch natürliches Gefälle ablaufen, befindet sich ein solches Kohlenbecken in dem etwa 6000 Millionen Kubikfuss aufgespeichert liegen. Es ist kaum zu verkennen, dass dieses reiche Magazin die einzige rationelle Bezugsquelle des Brennstoffes für die am meisten davon consumirende Saline in Ebensee sein kann. Sind nun aber die künstlichen Verhältnisse dagegen noch immer in der Art wenig günstig entwickelt, dass die Traunthaler Kohle diesen kurzen Transport nicht verträgt, um gegenüber von Holz concurrenzfähig zu erscheinen, dann liegt es nahe zu denken, dass umgekehrt die Salzfabrication in den Rayon der Kohlengruben verlegt werden könnte. Durch die Leitung der Soole bis Ottwang wäre die Bedingung gegeben, um sie unter allen Umständen am billigsten zu verdampfen, und hierin läge die Fusion der fiscalischen mit den volkswirthschaftlichen Interessen. Sollte es bei uns nicht dahin kommen wie in Preussen, wo die Sudsalzdarstellung successive aufgelassen wird, so zweifeln wir kaum, dass die hier entwickelten Ansichten über die Brennstofffrage, die übrigens schon vielfach geäußert wurden, sich dennoch Bahn brechen werden, da zu gezwungen und unnatürlich der Zustand ist, der ihnen scheinbar die Stiehhaltigkeit benimmt. Sehr lehrreich ist in dieser Beziehung die Geschichte der Saline von Hall, wo eine ähnliche Metamorphose bereits wirklich zu Stande kam.

Nach dieser längeren Auseinandersetzung des Heizwesens an den Salinen kehren wir zum Siedeprocess zurück. Die Dauer einer Sudcampagne beträgt 12 bis 14 Tage; in dieser Zeit wird alle zwei Stunden Salz ausgeschöpft, und während der letzteren Manipulation frische Soole nachgelassen; der Process ist also ein continuirlicher und wird nicht im Sinne einer fractionirten Krystallisation aus einem begrenzten Flüssigkeitsquantum ausgeführt. Die merkwürdige Reinheit der Soolen bedingt, dass trotz des je nach zwei Stunden (also so viel wie continuirlich) erfolgenden Zulaufes von frischer Soole, dennoch ein verhältnissmässig reines Salz erhalten wird, was wenn die Soolen nicht schon ursprünglich so wenig Nebensalze enthielten, unmöglich wäre. Im Anfange und zu Ende der Sudcampagne scheidet sich ein grobkrystallinisches Salz (Vor- und Nachgangsalz) aus, welches sich nicht zu festen Stücken vereinigen lässt und daher als Fabriks- oder Viehsalz verwendet wird. Da bei uns nicht so wie in anderen Ländern pulverförmiges (Blanksalz), sondern zu festen Stöcken vereinigt Salz erzeugt wird, so ist ein gewisser Gehalt an Nebensalzen, die das Bindemittel beim Dörren des Salzes bilden, eine Bedingung. Chemisch reines Chlornatrium würde hier als unbrauchbar („nicht gutartig“) angesehen werden, weil dieses nicht feste Stücke bildet, sondern nach dem Trocknen locker bleibt. In der That sind die Vor- und Nachgangsalze fast chemisch reiner als das in der Zeit zwischen ihrer Ausscheidung herauskrystallisirende feinkörnige Salz, und hier-

durch erklärt sich die Anomalie; warum dieses an Chlornatrium jedenfalls nicht minder reiche Product nur als Vieh- und Fabriksalz verwendet wird. Die von dem ausgeschöpften Salze abtropfende Lauge, so wie die zu Ende der Sudcampagne resultirende Mutterlauge werden in die Pfanne geschöpft und bei der nächsten Campagne mit frischer Soole weiter versotten. Erst nach langer Zeit, wenn die Mutterlauge schon sehr unrein geworden ist, wird sie unbenützt weggeschüttet. Ausser dem Vor- und Nachgangsalz wird nichts ausgeschieden, sondern alles auskrystallisirende Salz, welches sich zu haltbaren Stöcken (Füderl) formiren lässt, als Waare von einer Qualität in den Handel gebracht. Die Salzstücke, welche nach dem Dörren sich als locker erweisen, werden zerschlagen und anderweitig verwerthet. Da das fertige Stöckelsalz nämlich ohne jede Emballage weiter verfrachtet wird, so verlangt es einen ziemlich hohen Grad von Consistenz, um durch das Rütteln während des Transportes nicht zerbröckelt zu werden.

Auf einigen trauzösischen und preussischen Salinen ist man wegen der grossen Unreinheit der zur Verarbeitung kommenden Soolen gezwungen, die in verschiedenen Zeiten des Siedeprocesses herauskrystallisirenden Producte zu sortiren, da sie einen sehr verschiedenen Werth vermöge der quantitativ und qualitativ stark differirenden Beimengung von Nebensalzen haben. In unserem Salzkammerngute ist hingegen der Betrieb, durch die günstigen natürlichen Verhältnisse (der hohen Reinheit der Soolen) dieser complicirten Manipulation gänzlich enthoben.

Die Differenz in der Zusammensetzung des fixen Rückstandes der Soolen und dem fertigen Salze beruht fast lediglich auf der Ausscheidung jenes Quantum schwer löslicher Salze, welche sich als Pfannstein in festen Krusten ablagern, da auch durch die aus dem continuirlichen Betriebe endlich entfernten Mutterlauge, eine im Verhältniss zur Soolenmenge aus der sie resultiren, nur geringe Menge von Nebensalzen entfernt wird.

Eine für die Fabrication nicht unwichtige Erscheinung ist die erwähnte Bildung der grobkrySTALLINISCHEN Vor- und Nachgangsalze. Die Entstehung derselben wird im Hinblick auf die Form, in welche das Salz nach dem einmal seit langer Zeit bestehenden Gebrauche übergeführt werden muss, natürlich nicht gerne gesehen, da damit ein Ausfall im Quantum des producirebaren Stöckelsalzes entsteht. Es lasten aber mit Ausnahme der Formirung zu compacten Stücken derselbe Arbeitsaufwand und dieselben Gestehungskosten darauf. Die Ursache der Bildung dieser grobkörnigen Krystallisationsproducte ist nicht schwierig zu deuten; sie besteht offenbar in der minder turbulenten Krystallisation, welche zu Anfang und am Ende jeder Sudcampagne stattfinden muss, sie liegt aber keineswegs in einer verschiedenen Mischung bezüglich der Quantität oder Qualität mit den adhärirenden Nebensalzen. Im Anfang der Sudcampagne ist es das Zeitintervall vom Anwärmen der Soole bis zur Erreichung der vollen Temperatur, welche während des Verdampfungsprocesses dann ununterbrochen erhalten wird, und zu Ende der Campagne ist es der Uebergang bis zur vollständigen Abkühlung der Lauge, binnen welchem die Bildung grösserer Krystalle nothwendig bedingt ist. Das Chlornatrium theilt nämlich mit allen krystallisirbaren Substanzen die Eigenschaft bei minder rapider Verdampfung des Lösungsmittels sich in grösseren Individuen auszuschcheiden. Während der Dauer des Sudprocesses in höherer Temperatur findet hingegen fortwährend eine rasche Verdampfung Statt und in dieser Zeit bildet sich vorzugsweise feinkörniges Salz.

Erfahrungsmässig lässt sich das grobkörnige Vor- und Nachgangsalz nicht zu compacten haltbaren Stöcken beim Dörren zusammenbacken. Es beruht dies darauf, dass aus einer grobkristallinischen Masse die anhängende Mutterlauge leichter abfließt, als von einem feinkörnigen Krystallbrei. Aber eben eine gewisse Quantität dieser anhängenden Mutterlauge ist es, welche gestattet beim Dörren zusammengeschweisste Salzkuchen zu erhalten. Die grobkörnigen, wie die feinkristallinischen Producte sind an sich von gleicher Zusammensetzung, wenn man beide möglichst von der anhängenden Mutterlauge befreit, da die — zudem wasserfreien — Krystalle von Chlornatrium nur sehr wenig von fremden Nebensalzen in sich einschliessen. Werden sie hingegen in dem Zustande verglichen untersucht, in welchen sie gelangen, nachdem die Mutterlauge nur freiwillig abtropfen gelassen wird, oder allenfalls nachdem sie in Formen eingestampft wurden, so erweist sich stets das feinkristallinische Salz entschieden unreiner wie das grobkörnige. Es bleibt nämlich dem ersteren mehr von dem fixen Rückstand der Mutterlauge mechanisch beigemischt. Es lässt sich aus Allem dem folgern, dass für die Fabrication die Möglichkeit gegeben ist, die grobkristallinischen Vor- und Nachgangsalze entweder in feinkristallinisches Salz umzuwandeln oder wohl gar unmittelbar daraus dennoch haltbare Stöcke zu bilden. Ob eine solche Manipulation ökonomisch rentabel wäre, lässt sich schwer bei einer Fabrication calculiren, bei der der Monopolspreis der producirten Waare nicht in Rechnung gebracht werden kann, die darauf lastenden Gestehungskosten aber andererseits der Kenntnissnahme ebenfalls unzugänglich sind. Es ist daher mehr ein theoretisches Interesse, welches zu dieser Betrachtung Anlass gibt.

Die Vor- und Nachgangsalze in Wasser bis zu dessen Sättigung gelöst, und während des Siedprocesses statt neuer Soole zugesetzt, würden sich unmittelbar in feinkristallinisches Salz umwandeln. Wenn man andererseits dieselben in Formen bringt und etwas stärker zerstampft, dann mit Mutterlauge befeuchtet und dörret, so liefern sie ebenfalls Stöcke von haltbarer Consistenz.

Das Ausheben („ausbeeren“) des auskrystallisirten Salzes wird in Intervallen von je zwei Stunden bewerkstelligt, da binnen einer solchen Zeit sich erfahrungsmässig eine hinlängliche Menge davon ansammelt, andererseits aber ein zu langes Verweilenlassen des ausgeschiedenen Salzes in der Pfanne verursachen würde, dass sich viel davon fest an den Boden setzt und mit dem Pfannsteine aufbrennt. Mittelst langer Krücken wird es zu diesem Behufe an den Rand der Pfannen gezogen, dann mit eisernen Schaufeln ausgeschöpft und auf eine schiefe hölzerne Tenne geworfen, von welcher die Mutterlauge in ein Reservoir abläuft. Das noch heisse Salz wird in hölzerne Formen gebracht und dort successive wie es in dieselben gelangt, gleichzeitig festgestampft. Die Formen haben einen durchlöchernten Boden, um die Mutterlauge abtropfen zu lassen. Diese Flüssigkeit, so wie jene, welche von selbst vom Salz abfließt, werden wieder in die Pfanne gepumpt. Ist das Salz in die Formen gut eingestampft und schliesslich mit der sogenannten Zuschlagschaufel an der blossliegenden Oberfläche platt geschlagen worden, so lässt man die Salzstücke in diesen Kübeln so lange stehen, bis keine Flüssigkeit mehr abtropft. Sie werden danach herausgestürzt und in die Dörrkammer gebracht, welche zumeist von den abziehenden Verbrennungsgasen der Pultfeuerung erhitzt werden. In den Trocknungsräumen (Dörrpfieseln) werden die Salzstücke auf einer Art eisernen Rost nebeneinander aufgestellt. Die Dörrkammern, deren jede Saline mehrere hat, sind ihrer Zahl und Grösse nach der Production entsprechend vorhanden, so dass durch die Manipulation des Trocknens der currente Betrieb nicht auf-

gehalten ist. 1600 und auch mehr Salzstöcke haben in einer Dörrkammer Platz. Sie verweilen darin 6 — 7 Tage. Da aber die, mittelst der abziehenden Feuer-gase von der Beheizung der Pfannen, erwärmbaren Trockenräume nicht ausreichen, um das ganze producirt Salzquantum rasch zu dörren, so bestehen auch Dörrkammern, welche durch directe (ebenfalls Pult-) Feuerung geheizt werden. In diesen ist der Entwässerungsprocess binnen 30 — 36 Stunden bewerkstelligt. Inclusive des Beschickens und Herausräumens der getrockneten Salzstöcke sind aber ungefähr von einer Dörrung bis zur anderen durchschnittlich fünf Tage erforderlich. Durch den Dörrprocess wird das ziemlich hartnäckig zurückgehaltene Wasser nahezu vollständig ausgetrieben. Das gedörrte Salz enthält nur mehr 0·5 — 1 Pet. Feuchtigkeit. Der Aufwand an Brennmaterial beim Trocknen mit specieller Heizung beträgt ungefähr  $\frac{1}{11}$  von dem zu seiner Versiedung erforderlichen Quantum.

Der Dörrprocess bewirkt ausser der Entwässerung des Salzes und der Ueberführung der Stöcke in einen compacten Zustand, eine, wenn auch relativ nicht bedeutende Reinigung desselben. In der Hitze schmelzen nämlich die von der noch anhaftenden Mutterlauge herrührenden Nebensalze (namentlich Chlormagnesium und schwefelsaures Natron) in ihrem Krystallwasser und dringen theilweise durch die Poren der Salzstöcke als sogenannte „Dörrauswüchse“ hervor. Sie bilden theils röhrenförmige mehrere Zoll lange Zapfen, theils traubenförmige Krusten, die an der Oberfläche der Salzstöcke herausschwellen. Bevor die Salzstöcke abgewogen und in den Handel gebracht werden, säubert man sie von diesen Ansätzen. Ausser Chlornatrium enthalten sie von den genannten Salzen, welche sich in ihnen concentriren, auch relativ etwas mehr Gyps wie das Sudsalz vor der Dörrung.

Die Stöckel- oder Fuderbildung des Salzes, die nur eine specielle Manipulation der Salinen im Salzkammerngute ist, erfordert viel Arbeit und zwingt zur Ausscheidung von beträchtlichen Salzquantitäten als minder gut verwerthbar, die ihrem Gehalte nach aber dem Stöckelsalze nicht nachstehen. Und doch bezweckt diese Manipulation, die fast die einzig complicirte in der sonst überaus einfachen Fabrication ist, nichts anderes als der producirt Waare eine äussere Form zu geben, welche an dem inneren Werth derselben nichts ändert. Sie kommt hauptsächlich nur den Salzzwischenhändlern allenfalls zu Gute, indem sie für den Transport bequemer erscheint, für die Anwendung der Consumenten ist sie hingegen völlig werthlos, da endlich das Salz immer nur wieder in zerriebenen Zustand in Verwendung kommt.

Dennoch lässt sich im Ganzen einiges dafür, nebst dem was dagegen spricht, anführen.

Der Gewohnheit des consumirenden Publicums gegenüber, erscheint die sogenannte Adjustirung der Waare (hier ihre Form) in der That häufig für den Absatz wichtiger als ihr Gehalt. Es ist kein Zweifel, dass in allen Gegenden, wo das Landvolk an den Bezug von Stöckelsalz gewohnt ist, man mit scheelem Auge es aufnehmen würde, wenn dasselbe plötzlich nur in Pulverform geboten werden möchte. Da indessen das ärarialische Salz als Monopolsartikel keine Concurrenz zu fürchten hat und unter allen Umständen vermöge des Erhaltungstriebes der Consumenten eine gleich stark gesuchte Waare bliebe, so können in dieser Beziehung nur allenfalls Rücksichten, die nicht durch eine Besorgniss vor vermindertem Absatz hervorgerufen werden, bestimmend wirken. Wichtiger ist der Umstand, dass das in feste Stöckel übergeführte Kochsalz ohne jedweder Emballage transportfähig wird. In dieser Beziehung fragt es sich nun, würden sich die Kosten für die Verpackung von pulverförmigem Salz

(Blanksalz) zum Transporte höher stellen als jene, welche mit der Herstellung der gegenwärtigen Form desselben verbunden sind? Die Frage überhaupt ist nicht ganz untergeordnet, wenn man den bedeutenden Arbeitsaufwand, den diese Stöckelbildung erfordert, die deshalb nothwendige Ausscheidung von tausenden Centnern lockerer Nebensalze (der Vor- und Nachgangsalze), endlich die dadurch bedingte sorgfältige Abdörrung des Salzes bedenkt. Die letztere kommt übrigens beim Ankauf des Salzes nicht einmal zu Statten, wenigstens beim Bezug von weniger als einem Stock nicht, weil das Salz trotz dieser sorgfältigen Trocknung feucht in den Handel kommt. Die Dörrung benimmt ihm seine Hygroskopicität nicht und es zieht, während es mit nur 0.5 Percent Feuchtigkeit die Dörrkammern verlässt, bald wieder einige Percent Wasser an, was um so leichter erfolgt, weil es während des Transportes ohne Emballage bleibt. Leider lässt sich über alle derlei Beziehungen auch nicht annähernd eine Berechnung anstellen, da alles was sich auf ökonomische Verhältnisse im Salzwesen bezieht, mit einem dichten Schleier verhüllt ist. Während in den Verwaltungsberichten der Berghauptmannschaften, alle Zweige der montanistischen Production in musterhaft detaillirter Weise nach jeder Richtung hin dargelegt sind, beschränkt sich die Angabe über den Salinenbetrieb lediglich auf die Menge des producirten Salzes und seinen Geldwerth als Steuer.

Abgesehen von allem Angeführten bleibt es jedenfalls eine bemerkenswerthe Anomalie, dass das Kochsalz, welches ausnahmslos pulverförmig in der Consumption verwendet wird, mit vielem Aufwande in compacte Stöcke übergeführt, das Viehlecksalz hingegen, dessen einzig rationelle Form nach dem Urtheile aller Landwirthe die stückförmige ist, als Pulver in den Handel gesetzt wird. Bekanntlich wird selbst das in Stücken gebrochene Steinsalz zum Zwecke der Landwirthschaft mit Geld- und Arbeitsaufwand zerkleinert, um mit verunreinigenden Substanzen vermengt (denaturalisirt) werden zu können. Diese verunreinigenden Beimengungen, die früher aus Kohlenstaub und Enzian, jetzt aus Eisenoxyd bestehen, bezwecken im Interesse des Monopols den Gebrauch desselben als Kochsalz zu verhindern. Mit dem neueren Verunreinigungsmittel, Eisenoxyd, wird indessen dieser Zweck sicher nicht erreicht, denn erstlich geht die Kenntniss, dass Eisenoxyd ein unschädlicher Körper ist in sehr tiefe Schichten der Bevölkerung hinab, und ferner ist ein specifisch schwerer Körper wie Eisenoxyd, der sich sogleich nach dem Auflösen des Salzes zu Boden setzt, durchaus nicht dazu angethan einen Missbrauch mit diesem Product zu verhüten.

Die Producte und Nebenproducte, die beim Siedprocess im Ganzen abfallen, sind nun das eigentliche Kochsalz, das grobkrySTALLINISCHE Vor- und Nachgangsalz, welche als Fabriks- oder Viehsalz verwerthet werden; Dungsaltz, wozu das Kehrsalz von den Arbeitsräumen und die Dörrauswüchse verwendet werden, und dem man noch etwa 25 Percent von der abfallenden Holzasche beimengt; die Mutterlaugen, welche man nach langem Sudbetriebe in die Traun fließen lässt, endlich der Pfannstein, welcher sich in einer Stärke von  $\frac{1}{2}$  bis etwa  $2\frac{1}{2}$  Zoll ansetzt.

Auch dieser letztere wird als Viehlecksalz verwendet, jedoch nur wenn er eine gewisse Dicke erlangt hat, was an den heissesten Stellen der Pfanne stattfindet, weil er dann reicher an Chlornatrium ist. Die dünneren Pfannsteinkrusten enthalten mehr schwefelsaure Salze und werden ebenfalls unbenutzt beseitigt. Vermöge der grossen Reinheit der Soolen ist indessen der ganze Abfall von Pfannstein kein sehr beträchtlicher. Das Herauslagern desselben aus den Pfannen findet mit Ende jeder Siedcampagne Statt <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Man betrachtet es als ein Verdienst der Arbeiter beim Sudbetriebe, wenn die sich ablagernden Pfannsteinkrusten nicht zu stark werden. Selbstverständlich hängt es beim

Nach dieser gedrängten Schilderung, die hauptsächlich nur bezweckte als Erläuterung und für die Interpretirung der nachstehenden Analysen zu dienen, möge zur Anführung dieser übergegangen werden. Eine genaue Beschreibung aller localen Einrichtungen mit ihren Ausmassen an den in Rede stehenden Salinen konnte hier um so mehr übergangen werden, als es mehr die noch am wenigsten studirte chemische Seite des Betriebes ist, die in's Auge gefasst wurde, und dann weil eine Reihe äusserst detaillirter Beschreibungen in dieser Richtung schon seit längerer Zeit in der Literatur vorliegt.

### Die Soolen.

Das bei den Bergbauen im Jahre 1862 erzeugte Soolenquantum betrug:

Ischler Salzbergbau . . . . .	1,778.710	Kubikfuss,
Ausseer " . . . . .	1,358.800	"
Hallstätter " . . . . .	4,967.500	"
Summe . . . . .	8,105.010	Kubikfuss.

Wie viel davon versotten, und wie viel daraus Salz gewonnen wurde, und mit welchem Brennstoffaufwande, sind Fragen, die nahe liegen. Allein es fehlen hinlänglich authentische Daten sie zu beantworten.

Der Gehalt an Chlornatrium in den Lagern, welche zur Zeit bei den drei Bergbauen in der Bearbeitung stehen, schätzt man folgendermassen, und zwar für Ischl auf 50 — 55 Pct. für den Ausseer Bergbau auf 80 — 90 Pct. und endlich für den bei Hallstatt auf 70 — 75 Pct. wenn man einerseits die isolirten Massen von Steinsalz und andererseits jene von Gyps nicht berücksichtigt.

Die Erzeugung der Soolen wird nach zwei verschiedenen Methoden bewerkstelligt, und zwar entweder durch continuirliche, oder nicht continuirliche (permanente) Verwässerung. Die continuirliche Verwässerung ist erst seit kürzerer Zeit und eigentlich nur noch mehr versuchsweise eingeführt. Die Methode rührt

---

Verkochen einer Flüssigkeit in offenen Pfannen, aus der sich schwer lösliche Salze abscheiden, theilweise in der Hand der Arbeiter, die starke Pfannsteinbildung durch emsiges Aufrühren zu vermeiden. Da alle zwei Stunden vor dem Ausschöpfen des Salzes dasselbe an den Rand der Pfanne mittelst einer Krücke gezogen werden muss, so ist es insbesondere diese Arbeit, mit welcher der Pfannkernbildung entgegen gearbeitet werden kann. Wird dieses scharfkantige eiserne Instrument, welches einen hinlänglich langen Stiel hat, um die ausgedehnte Pfanne nach ihrer ganzen Dimension durchfahren zu können, im obigen Sinne gehandhabt, bleibt keine Stelle des Pfannenbodens davon beim Salzzuziehen unberührt, und wird die Arbeit mit Kraft und Geschicklichkeit ausgeübt, so werden die halbaufgebrannten Massen mit dem Salze an den Rand gebracht und mit diesem ausgeschöpft. Diese Manipulation wiederholt sich aber alle zwei Stunden während der ganzen Sudecampagne, was sie sehr wirksam macht; sie ist aber in ihrem Effecte auch begreiflich sehr verschieden nach der Präcision, mit welcher sie bewerkstelligt wird. Besonders kommt es hiebei auf eine nachdrückliche Bearbeitung jener Stellen des Pfannenbodens an, die am meisten der Hitze ausgesetzt sind, weil dort das Aufbrennen des Pfannenkerns am leichtesten stattfindet. — Der Pfannstein beeinträchtigt als schlechter Wärmeleiter das Ausbringen von Salz, und bedingt auch häufigere Reparaturen der Pfanne, das unterliegt keinem Zweifel, eben so unwiderleglich ist es aber auch, dass alles, was seiner Bildung entzogen ist, dafür dem erzeugten Kochsalze beigemischt wird. Nun ist die Erzeugung von Kochsalz (von Chlornatrium), nicht aber die Schonung der Pfannen die eigentliche Aufgabe der Salinen. Das letztere in den Vordergrund stellen, nimmt sich etwa so aus, als wenn die Bahnverwaltungen ihre Züge im langsamen Tempo fahren liessen, damit die Achsen der Waggons nicht leiden. Dem unparteiischen Beurtheiler wird sicher das erstere als das wichtigere erscheinen. (Siehe Hingenaу's bergmännische Zeitung 1863, S. 393.)

vom Oberbergschaffer Roithberg her; die ersten Versuche wurden im Jahre 1839 in Aussee gemacht.

In einem wie in dem anderen Fall ist der Beginn der Arbeit die Herstellung eines Hohlraumes oder sogenannten Werkes in dem Salzthon (Haselgebirge), in welches Wasser eingeleitet wird, um sich mit Salz zu sättigen. Es wird dies nicht bloß mit dem Eisen ausgeführt, sondern man bedient sich auch schon zu dieser ersten vorbereitenden Arbeit zum Theil der lösenden Kraft des Wassers. Die beiden Methoden der Auslaugung oder Verwässerung bestehen nun darin, dass nach der älteren und auch jetzt noch gebräuchlicheren, ein begrenztes Wasserquantum in die eröffnete Kammer eingeleitet und nach seiner vollständigen Sättigung ablaufen gelassen wird. Bei der continuirlichen Verwässerung ist dagegen der Zulauf des Wassers und der Ablauf der Soole ein continuirlicher. Sie sind dermassen geregelt, dass eben die ablaufende Flüssigkeit stets vollkommen gesättigt ist. Die theoretischen Verhältnisse dieses interessanten Processes sind neuerlichst von dem Berg-Ingenieur M. O. Keller entwickelt worden <sup>1)</sup>. Er meint der Grund warum diese Art der Soolengewinnung sich noch nicht durchweg Bahn gebrochen habe, liege eben darin, weil die theoretische Seite des Verfahrens noch nicht beleuchtet wurde. Allerdings liefert diese Darstellung den alleinigen Anhaltspunkt, um auf die Ausführbarkeit eines solchen Processes an anderen Localitäten, aus den dort gegebenen Verhältnissen, schon a priori schliessen zu können. Ueber die praktischen Erfolge der continuirlichen Verwässerung berichtete Lipold <sup>2)</sup>.

Die gewonnenen gesättigten Soolen werden in älteren bereits ausgelaugten Kammern aufbewahrt, wo sie dann öfter ein oder mehrere Jahre abgelagert bleiben, bis sie zur Versiedung gelangen. Diese natürlichen Reservoirs sind Kammern, welche unter dem Horizont jener liegen, die eben in der Ausbeutung begriffen sind. Während des Verweilens der Soolen in der Ruhe setzt sich der in ihnen suspendirte Thon und Schlamm ab, und sie gelangen daher vollkommen wasserklar an die Salinen. Es wird zumeist ein beträchtliches Quantum Soole in der Art vorrätzig gehalten, so zwar, dass der Salinenbetrieb während ungefähr vier Monaten damit in Gang erhalten werden könnte.

Die Veränderung, welche die Soole während des längeren Verweilens in den Hohlräumen des ausgelaugten Salzgebirges erleidet, beschränkt sich aber nicht bloß auf eine Ausscheidung der mechanisch beigemengten erdigen Theile, sondern sie erleidet auch eine deutlich erkennbare chemische Umwandlung. Gewisse accessorische Bestandtheile werden aus der Auflösung abgesetzt und andere gehen in erhöhtem Maassstab in Lösung über, während der Gehalt an reinem Chlornatrium nicht sehr wesentlich, oder mindestens nicht immer scharf nachweisbar, seiner Quantität nach eine Aenderung erfährt.

Das Wasser, welches zur Auslaugung benützt wird, so wie die erzeugten Soolen selbst werden ausschliesslich in hölzernen Röhren an den Ort ihrer Bestimmung geleitet. Die conservirende Eigenschaft von chlornatriumhaltigen Lösungen gibt sich hiebei in prägnanter Weise kund. Die Röhren, durch welche die Soolen ablaufen, erhalten sich ungemein lange unversehrt.

Die Leitung, in welcher die Soole vom Hallstätter Bergbau nach dem Sudhaus gelangt, fällt ziemlich steil den Berg herab, ihre Länge beträgt etwa eine Wegstunde. Vier Röhrenleitungen (Soolenstränge) erstrecken sich aber vom Hallstätter Bergbau bis Ischl, und von da bis Ebensee. Die Länge der Leitung

<sup>1)</sup> Annales des mines 1862, II. tom., S. 48.

<sup>2)</sup> Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt, Jahrgang 1850, S. 411.

bis Ischl beträgt  $2\frac{3}{4}$ , bis Ebensee weitere 2, also im Ganzen ungefähr  $4\frac{1}{2}$  Meilen. In Ischl wird die von Hallstatt anlangende Soole in grossen Reservoirs aufgefangen, mit  $\frac{1}{3}$  von den Soolen des Ischler Bergbaues gemischt und dann weiter bis an die Saline in Ebensee geleitet. In Aussee wird die Soole aus dem eigenen Bergbau versotten. Die Soolenleitung, welche denselben mit dem Sudhaus verbindet, liegt tief genug im Boden, um vom Froste im Winter unberührt zu bleiben. Nicht so die anderen Leitungen. Man beugt dem Einfrieren der Soole dort durch Erhitzen derselben vor.

Während des langen Laufes der Soolen in den Röhren von durchbohrten Baumstämmen setzt sich eine nicht unbeträchtliche Menge auskrystallisirender Salze an den Wandungen der Röhren ab. Die Art der Abscheidung dieser Massen ist eine zweifache, sie findet sowohl am Boden Statt, als auch durch Efflorescenz am oberen Theile im Inneren der Röhren, wohin die Soole selbst nicht reicht <sup>1)</sup>. Beide Ausscheidungen sind in ihrer Zusammensetzung wesentlich verschieden. Am Boden der Röhre sind es schwer lösliche, im oberen Theile vorwiegend leichter lösliche Salze, die sich ansetzen. Das Ausscheiden von Salzen durch Efflorescenz aus einer selbst nicht vollständig gesättigten Auflösung hat nichts Auffälliges. Die dünne Flüssigkeitsschichte, welche sich durch Adhäsion an den Rändern über dem Niveau der laufenden Soole erhebt, gibt ihr Wasserquantum durch Verdunstung ab, was die unmittelbare Ausscheidung der aufgelösten Salze zur Folge hat. Die im oberen Theile der Röhren sich ansammelnden Salzmassen entstehen also genau auf dieselbe Weise wie es auch bei einer Salzlösung in einem offenen Gefässe der Fall ist, wo oft lange bevor noch Krystalle am Boden entstehen, an den Rändern Ausscheidungen stattfinden. Schwieriger ist hingegen das Auskrystallisiren von Salzen unter dem Niveau der fliessenden Soole zu deuten. Die Salzrinden, die hier angetroffen werden, bestehen vorwiegend aus Gyps. Nun enthält aber keine von den Soolen ursprünglich eine solche Menge von Gyps, um sie damit als gesättigt betrachten zu können. Der Gehalt an schwefelsaurem Kalk beträgt ausnahmslos beträchtlich weniger, als eine Kochsalzlösung (die bekanntlich eine höhere Löslichkeitscapacität dafür hat, als reines Wasser) aufzunehmen vermag. Es scheint fast als ob die Bewegung der Soole hierauf von Einfluss wäre, es spricht hierfür insbesondere der Umstand, dass gerade an jenen Punkten sich Salzausscheidungen in erhöhtem Maasse zeigen, wo die Soolenleitung ein steiles Gefälle hat, wo also eine vehementere Bewegung stattfindet. Der Gradirprocess, der an unseren Salinen als gänzlich überflüssig hinwegfällt, ist scheinbar von einem ganz ähnlichen Phänomen begleitet. An den Dornenwänden setzt sich nebst anderen Salzen eine beträchtliche Menge Gyps ab, ohne dass indessen dabei so viel Wasser wäre verdunstet worden, um die absolute Löslichkeit des erübrigenden Wassers in der Weise zu vermindern, dass das abgesetzte ganze Salzquantum nothwendig sich ausscheiden musste. Doch ist es im Allgemeinen nur die Wasserverdunstung, welche als die einzige Ursache der Ausscheidung der accessorischen Gemengtheile in der Soole betrachtet wird.

Mit der Entfernung des Abflusses der Soolen nehmen die Ausscheidungen in beträchtlichem Maasse ab, was wohl begreiflich ist. Die Erscheinung selbst ist übrigens für den Betrieb sehr störend, denn an manchen Stellen nimmt die Ablagerung der krystallisirten Massen dermassen zu, dass die Röhrenleitungen völlig davon verstopft werden. Wegen dieses Umstandes musste zu den drei Leitungen, welche schon seit längerer Zeit bestanden, eine vierte hinzugefügt werden.

<sup>1)</sup> Die Soole erfüllt nur etwas über die Hälfte des inneren Raumes der Röhrenleitungen.

Indessen so gross dieses Quantum von auskrystallisirenden Salzen auch für das Auge erscheint, so ist es doch relativ sehr klein gegen das Volum von Soole, welches während seiner Ansammlung durch die Röhren abfloss und das Materiale zur Bildung der Incrustation lieferte. Es ist daher auch durch die Analyse von Quantitäten, welche an verschiedenen Punkten der Leitung geschöpft wurden, die Veränderung im Gehalte fixer Bestandtheile, die die Soole während ihres Laufes erlitt, nicht genau zu ermitteln. Betrachten wir das Verhältniss etwas näher.

Bei der Saline Ebensee sollen im Jahre 1862 über 3,600.000 Kubikfuss Soole versotten worden sein, wovon  $\frac{2}{3}$  der Hallstätter Salzbergbau lieferte. Auf der Strecke zwischen Ischl und Hallstatt durchlief also jährlich ein Soolenquantum von 2,400.000 Kubikfuss die Röhrenleitungen. Der Gehalt an fixen Bestandtheilen beträgt in runder Summe mindestens 17 Pfund per Kubikfuss, oder 26·5 Theile in 100 Theilen Soole. Nimmt man nun an, es ginge nur 0·001 Pct. vom Gehalte an fixen Bestandtheilen während des Laufes der Soolen vom Stollenmundloch in Hallstatt bis zur Saline in Ischl durch Ansatz in den Röhren verloren, so beträgt dies für das angegebene Soolenquantum innerhalb etwa 10 Jahren 40·8 Centner. In der That dauert es aber eine Reihe von Jahren bis halbwegs starke Ansammlungen von Röhrenincrustationen (und das nur an gewissen Punkten der Leitung) bemerkbar werden. Ein Verlust von 0·001 Pct. des Soolengehaltes reicht also vollkommen aus, um die Erscheinung zu bewirken, so wie sie sich dem Auge darbietet, während hingegen auf analytischem Wege nicht einmal Differenzen im relativen Mengenverhältnisse der einzelnen Salze mit Schärfe nachgewiesen werden könnten, die innerhalb 0·01 Pct. der Gesamtmenge des fixen Rückstandes begrenzt sind.

Die Soole erleidet endlich auch noch ihrer Gesamtmenge nach Verluste während des Laufes. Genaue Bestimmungen liegen hierüber nicht vor. Für die Strecke zwischen Ischl und Ebensee schätzt man diesen Verlust auf 12 Pct. Die durchbohrten Baumstämme, welche als Röhren für die Leitung dienen, haben bei 10 Fuss Länge, es liegen also auf der Strecke zwischen Ischl und Ebensee in jeder einzelnen der drei benützten Leitungen mindestens 5000 solcher Röhren und es gibt eine gleiche Anzahl von Verbindungsstellen, die endlich nie absolut dicht hergestellt werden können. Endlich läuft die Soole nicht durchwegs mittelst natürlichem Gefälle ab, sondern es gibt Stellen in der Leitung, die durch Druck überwunden werden müssen, und wo die geringste Undichtigkeit der Leitung mit entsprechend grösseren Verlusten an Soole verbunden sein muss. Das Deficit an Soole, welches entsteht, darf daher nicht Wunder nehmen und muss im Ganzen nicht unbeträchtlich sein, wenn man die bedeutende Erstreckung der Gesamtlänge aller Leitungen berücksichtigt.

Im Folgenden stelle ich nunmehr die Analysen verschiedener Soolen aus den drei Salzbergbauen zu Hallstatt, Ischl und Aussee zusammen. Es wurden abgelegene und frisch erzeugte, dann solche von continuirlicher und von gewöhnlicher Wässerung abstammende Soolen untersucht, daher die Zusammenstellung ein vollständiges Bild der Zusammensetzung aller Arten von Soolen, die überhaupt hier gewonnen werden, geben dürfte.

#### a) Soolen vom Hallstätter Bergbau.

1. Soole vom Salzberg zu Hallstatt an der Mündung des Stollens geschöpft (frisch erzeugt, nicht abgelegen).

2. Dieselbe Soole, nachdem sie eine Strecke von 2400 Klafter mit grösstentheils sehr starkem Gefälle und durchaus ohne Druck abgelaufen ist (geschöpft beim Gosauzwang).

3. Ebenfalls dieselbe Soole nach ihrem weiteren, sehr flachen und häufig durch Ueberwindung von Druck erfolgten Laufe (geschöpft in der Hinaufstube bei Goisern; die Flusslänge bis hierher beträgt vom Gosauzwang 3100 Klafter, daher vom Salzberg ab 5500 Klafter).

4. Soole an der Pfanne des Hallstätter Sudhauses geschöpft. Es ist dies eine ältere, und zwar durch 1½ Jahre abgelegene Soole.

5. Hallstätter Soole aus den Soolenstuben in Ischl entnommen.

	1	2	3	4	5
Specifisches Gewicht . . . . .	1·2059	1·2065	1·2061	1·2077	1·2052
Gewicht von einem Kubikfuss Soole in Pfunden . . . . .	68·013	68·046	68·024	68·114	67·973
Gehalt an fixen Bestandtheilen in 100 Theilen der Soolen . . . . .	26·56	26·43	26·36	26·57	26·26
Ein Kubikfuss Soole enthält danach fixe Bestandtheile in Pfunden . . . . .	18·064	17·984	17·931	18·098	17·849

Die empirischen Resultate der Analysen waren für 100 Theile der Soolen folgende:

Bestandtheile	1	2	3	4	5
Schwefelsäure . . . . .	0·54	0·54	0·53	0·57	0·46
Chlor . . . . .	15·40	15·53	15·46	15·32	15·52
Kalk . . . . .	0·13	0·13	0·12	0·10	0·15
Magnesia . . . . .	0·20	0·20	0·19	0·28	0·16
Kali . . . . .	0·08	0·09	0·08	0·16	0·10
Natron . . . . .	13·76	13·39	13·45	13·66	13·30

Eisenoxyd, Kieselerde, Thonerde und organische Substanzen sind nur in unwägbaren Spuren zugegen. Beim Kochen einer sehr beträchtlichen Quantität der Soolen unter Ersatz des verdampfenden Wassers durch destillirtes Wasser bleibt die Lösung vollkommen klar, es scheidet sich keine sichtbare Spur von kohlen-saurem Kalk oder Magnesia ab.

Ein Gehalt an Brom lässt sich mittelst Chlor und Aether in sämtlichen Soolen nachweisen. Aus der Intensität der Färbung geschätzt, welche dem angewandten Aether von dem ausgeschiedenen Brom aus einem bestimmten Volum der Soolen ertheilt wird, dürfte aber die Menge des Broms nicht mehr wie allenfalls ein Hundertel Percent betragen 1). Eine Reaction auf Lithion ist ebenfalls und zwar durch Flammenreaction deutlich wahrnehmbar.

1) Bekanntlich besitzt die analytische Chemie kein Mittel, um Brom von Chlor abcheiden und ersteres in irgend einer Form directe wägen zu können. Der einzige Weg der quantitativen Bestimmung beruht auf der Ermittlung der Gewichts-differenz zwischen dem Gemenge von Chlor-Bromsilber und dem reinen Chlorsilber, welches nach Austreibung des Broms durch Chlorgas erhalten wird. Bei einem geringen Gehalte von Brom aber neben einer grossen Menge Chlor ist die Gewichts-differenz natürlich äusserst gering; es müsste für eine halbweg sichere Bestimmung der Gewichts-differenz ein solches Quantum des Gemenges von Chlor und Bromsilber genommen werden, dass wegen dieser Menge wieder die Genauigkeit der Manipulation aufhört. Wo daher in Soolen ein Bromgehalt von nicht mehr als 0·010 — 0·020 Pct. angeführt wird, sind die betreffenden Daten in der Regel mit Vorsicht aufzunehmen. Der Bestimmungsfehler kann so gross sein, dass der Gehalt in Wirklichkeit mindestens noch einmal so viel, oder nur die Hälfte der numerisch angegebenen Menge beträgt. Solche quantitative Angaben haben aber natürlich keinen Werth.

## [19] Der Salinenbetrieb im österr. und steierm. Salzkammergute in chemischer Beziehung. 275

Diese Bemerkungen bezüglich der in unwägbarer Menge vorhandenen Stoffe gelten in gleicher Weise für die in den Salzbergbauen zu Ischl und Aussee erzeugten Soolen, was hier, um Wiederholungen zu vermeiden, erwähnt wird.

Was nun die nähere Gruppierung anbelangt, in welcher sich die einzelnen Bestandtheile der Soolen befinden, so fehlt es an sicheren Anhaltspunkten zur Beurtheilung der Wechsellagerung, welche bei dem Auflösen der verschiedenen Salze stattfindet. Wie die Halogene und Säuren mit den Basen etwa vereinigt sind, hängt zu dem von der jeweilig verschiedenen Temperatur ab. Die Erfahrung reicht indessen so weit, dass sich vorwiegend schwer lösliche Combinationen bilden, wenigstens sind es solche, die sich ausscheiden, sobald sich das auflösende Mittel mindert. Die bedeutende Unlöslichkeit des Gypses lässt daher mit einiger Sicherheit schliessen, dass aller vorhandene Kalk an Schwefelsäure gebunden sei. Im Uebrigen wurden, um die gesammten Berechnungen nach einem gleichen Principe durchzuführen, die stärksten Säuren als verbunden mit den stärksten Basen angenommen.

Das relative Verhältniss der einzelnen Salze ist darnach in 100 Theilen der Soolen von Hallstatt folgendes:

	1	2	3	4	5
Schwefelsaurer Kalk . . . . .	0·31	0·31	0·29	0·24	0·36
Schwefelsaures Kali . . . . .	0·15	0·17	0·15	0·29	0·18
Schwefelsaures Natron . . . . .	0·51	0·51	0·51	0·53	0·30
Chlormagnesium . . . . .	0·47	0·47	0·43	0·67	0·39
Chlornatrium . . . . .	24·80	25·01	24·76	24·42	25·09
Summe .	26·24	26·47	26·14	26·15	26·32
Gefundener Abdampfückstand .	26·56	26·43	26·36	26·57	26·26

und 100 Theile des fixen Rückstandes der Soolen enthalten somit:

	1	2	3	4	5
Schwefelsauren Kalk . . . . .	1·17	1·17	1·11	0·92	1·36
Schwefelsaures Kali . . . . .	0·57	0·64	0·57	1·10	0·68
Schwefelsaures Natron . . . . .	1·94	1·93	1·95	2·02	1·14
Chlormagnesium . . . . .	1·79	1·78	1·64	2·56	1·48
Chlornatrium . . . . .	94·51	94·47	94·72	93·38	95·32
Summe der Nebensalze .	5·47	5·52	5·27	6·60	4·66

Aus der vorstehenden Tabelle ergibt sich, wie schon im Vorhergehenden angeführt wurde, dass die Veränderungen, welche die Soole während ihres Laufes erleidet, wenigstens für die angegebenen Strecken, nicht deutlich genug hervortreten, um genau erkannt zu werden. Die kleinen Differenzen, welche in der Tabelle (Nr. 1 — 3) bemerkbar werden, sind mehr auf Rechnung der nothwendig differirenden analytischen Ergebnisse zu setzen.

Die grösste Menge an Nebensalzen enthält die 1½ Jahre alte Soole.

#### b) Soolen vom Ischler Salzbergbau.

1. Soole aus dem Lebenau-Werk, erzeugt mit continuirlicher Wässerung.
2. Drei Jahre alte Soole, erzeugt mit gewöhnlicher Wässerung.

3. Gemischte Soole aus dem Ischler und Hallstätter Bergbau, wie sie in Ebensee versotten wird. Aus den Soolenstuben bei der Saline in Ebensee geschöpft.

	1	2	3
Spezifisches Gewicht . . . . .	1·2019	1·2154	1·2027
Gewicht von einem Kubikfuss Soole in Pfunden . . . . .	67·787	68·548	67·832
Gehalt an fixen Bestandtheilen in 100 Theilen der Soolen . . . . .	25·79	27·08	25·94
Ein Kubikfuss Soole enthält danach fixe Theile in Pfunden . . . . .	17·482	18·562	17·595

Die empirischen Resultate der Analysen waren für 100 Theile der Soolen folgende:

Bestandtheile	1	2 *)	3
Schwefelsäure . . . . .	0·51	1·11	0·53
Chlor . . . . .	15·23	15·37	15·36
Kalk . . . . .	0·13	0·06	0·11
Magnesia . . . . .	0·16	0·23	0·19
Kali . . . . .	0·11	0·27	0·09
Natron . . . . .	13·00	13·53	13·02

Das relative Verhältniss der einzelnen Salze ist darnach in 100 Theilen der Soolen von Ischl folgendes:

	1	2	3
Schwefelsaurer Kalk . . . . .	0·31	0·14	0·27
Schwefelsaures Kali . . . . .	0·20	0·49	0·16
Schwefelsaures Natron . . . . .	0·42	1·43	0·53
Chlormagnesium . . . . .	0·35	0·51	0·43
Chlornatrium . . . . .	24·67	24·70	24·78
Summe . . . . .	25·95	27·27	26·17
Gefundener Abdampfrückstand . . . . .	25·79	27·08	25·94

und 100 Theile des fixen Rückstandes der Soolen enthalten somit:

	1	2	3
Schwefelsauren Kalk . . . . .	1·19	0·51	1·03
Schwefelsaures Kali . . . . .	0·78	1·79	0·61
Schwefelsaures Natron . . . . .	1·62	5·24	2·02
Chlormagnesium . . . . .	1·34	1·87	1·64
Chlornatrium . . . . .	95·06	90·57	94·68
Summe der Nebensalze . . . . .	4·93	9·41	5·30

1) Diese Soole enthielt etwas Eisenoxydhydrat suspendirt, ungefähr 0·02 Pet.

## [21] Der Salinenbetrieb im österr. und steierm. Salzkammergute in chemischer Beziehung. 277

Auch hier zeigt sich in sehr auffälliger Weise der höhere Gehalt an Nebensalzen in der abgelegenen Soole. Indessen muss man sich erinnern, dass das Ablagern der Soolen eben in Kammern des Berges stattfindet, daher mancherlei Wechselersetzungen, Ausscheidungen etc. während der langen Zeit des Abliegens Platz greifen können.

## c) Soolen vom Ausseer Salzbergbau.

1. Soole, 4 Jahre alt, von der permanenten Verwässerung aus dem Eustach Herrisch-Werk.

2. Soole, 4 Jahre alt, aus dem Mannsberg-Werk.

3. Ganz junge Soole von der permanenten Verwässerung aus dem Plentzner Werk.

	1	2	3
Specificsches Gewicht . . . . .	1·2203	1·2124	1·2169
Gewicht von einem Kubikfuss Soole in Pfunden . . . . .	68·825	68·379	68·633
Gehalt an fixen Bestandtheilen in 100 Theilen der Soolen . . . . .	27·83	26·70	27·52
Ein Kubikfuss Soole enthält darnach fixe Bestandtheile in Pfunden . . . . .	19·154	18·257	18·888

Die empirischen Resultate der Analysen waren für 100 Theile der Soolen folgende:

Bestandtheile	1	2	3
Schwefelsäure . . . . .	2·13	1·10	1·07
Chlor . . . . .	15·00	15·14	15·40
Kalk . . . . .	0·08	0·07	0·07
Magnesia . . . . .	0·37	0·27	0·32
Kali . . . . .	0·61	0·35	0·50
Natron . . . . .	13·00	13·60	13·69

Das relative Verhältniss der einzelnen Salze ist darnach in 100 Theilen der Soolen von Aussee folgendes:

	1	2	3
Schwefelsaurer Kalk . . . . .	0·19	0·17	0·17
Schwefelsaures Kali . . . . .	1·13	0·64	0·92
Schwefelsaures Natron . . . . .	2·66	1·26	0·97
Chlormagnesium . . . . .	0·87	0·63	0·75
Chlornatrium . . . . .	23·64	24·17	24·45
Summe . . . . .	28·49	26·87	27·26
Gefundener Abdampfrückstand . . . . .	27·83	26·70	27·52

und 100 Theile des fixen Rückstandes der Soolen enthalten somit:

	1	2	3
Schwefelsauren Kalk . . . . .	0·66	0·63	0·62
Schwefelsaures Kali . . . . .	3·96	2·38	3·37
Schwefelsaures Natron . . . . .	9·34	4·69	3·56
Chlormagnesium . . . . .	3·05	2·34	2·75
Chlornatrium . . . . .	82·98	89·95	89·69
Summe der Nebensalze . . . . .	17·01	10·04	10·30

Die chemische Beschaffenheit der Soolen von Aussee ist dieser Untersuchung zufolge, bezüglich des relativen Quantums beigemischter fremder Salze, sehr wesentlich von jener der Soolen aus den Bergbauen in Ischl und Hallstatt verschieden, und deutet auf einen entschieden anderen chemischen Charakter des Ausseer Salzgebirges. Die Gleichartigkeit in der Zusammensetzung der zu Ischl und Hallstatt gewonnenen Soolen spricht andererseits für die Analogie der Zusammensetzung dieser beiden Ablagerungen von Salzthon.

Analysen bedürfen stets einer Interpretation, wir wollen daher versuchen, was sich aus den dargelegten analytischen Resultaten entnehmen lässt, und ziehen zunächst das Verhältniss des Chlornatriums zu den Nebensalzen in Betracht.

Eine vollkommen gesättigte reine Kochsalzlösung enthält bei einem specifischen Gewichte von 1.200 in 100 Theilen 26.478 Theile Chlornatrium. Die meisten der untersuchten Soolen besitzen aber ein höheres specifisches Gewicht, und dies bewirkt der Gehalt an accessorischen Salzen, inclusive deren die Soolen ein Gesamtquantum fixer Bestandtheile enthalten, welches dem einer Maximallösung von reinem Chlornatrium gleichkommt oder es auch häufig überschreitet. Zum Vergleiche dieser Verhältnisse dient die folgende Tabelle, in welcher die Soolen in aufsteigender Reihe nach ihrem Gehalte an fixen Bestandtheilen aufgeführt sind. (Die Menge des Chlornatriums und der Nebensalze ist auf den direct gefundenen fixen Rückstand reducirt.)

Soole von	Specifisches Gewicht	In 100 Theilen der Soolen		
		Fixer Rückstand	Chlornatrium	Nebensalze
Ischl, aus dem Lebenau-Werk; erzeugt mit continuirlicher Wässerung . . . . .	1·2019	25·79	24·52	1·27
Ischl und Hallstatt, gemischte Soole; nachdem sie die Röhrenleitungen bis Ebensee durchlaufen hat . . . . .	1·2027	25·94	24·57	1·37
Hallstatt, nachdem sie die Röhrenleitung bis Ischl durchlaufen hat . . . . .	1·2052	26·26	25·04	1·22
Hallstatt, frisch erzeugt und an der Stollenmündung geschöpft . . . . .	1·2059	26·56	25·11	1·45
Hallstatt, 1½ Jahre alt . . . . .	1·2077	26·57	24·82	1·75
Aussee, 4 Jahre alt; aus dem Mannsberg-Werk . . . . .	1·2124	26·70	24·02	2·68
Ischl, 3 Jahre alt; erzeugt mit permanenter Wässerung . . . . .	1·2154	27·08	24·53	2·55
Aussee, nicht lange abgelegen vom Plentzner Werk; von nicht continuirlicher Wässerung . . . . .	1·2169	27·52	24·69	2·83
Aussee, 4 Jahre alt; aus Eustach Herrisch-Werk, erzeugt mit permanenter Wässerung . . . . .	1·2203	27·83	23·10	4·73

Aus dieser Zahlengruppirung lassen sich mehrere nicht unwichtige Schlussfolgerungen ableiten.

Die Soolen besitzen erstlich mit wenigen Ausnahmen einen hohen Grad der Reinheit, namentlich die bei den Bergbauen zu Ischl und Hallstatt gewonnenen, der bei Aussee abgelagerte Salzthon muss hingegen mehr mit accessorischen Bestandtheilen in seiner Masse durchzogen sein, und liefert durch Auslaugung unreinere Soolen. Die Salinen Ebensee, Ischl und Hallstatt operiren daher mit einem Rohmateriale, welches schon von Natur aus so raffinirt ist, dass sich die Salzfabrication fast lediglich nur auf eine einfache Wasserverdampfung reducirt.

Der gesammte fixe Rückstand besitzt ohne jedweder Ausscheidung schon nahezu die Reinheit des gewöhnlichen im Handel vorkommenden Salzes, denn die Summe der Nebensalze ist ursprünglich so gering, dass sie in keinem Stadium des Sudprocesses (der zudem ein continuirlicher ist) sich in beträchtlichen Mengen ausscheiden und das auskrystallisirende Salz viel mehr verunreinigen können, als es schon von vorneherein der Fall ist. Die Saline in Aussee hat hingegen mit grösseren Schwierigkeiten zu kämpfen, um ein gleich reines Product zu gewinnen.

Nimmt man das Mittel von der je an Chlornatrium reichsten und der daran ärmsten Soole aus den drei Bergbauen, so stellt sich das Verhältniss des Chlornatriums zu den Nebensalzen für 100 Theile des Gehaltes an fixem Rückstand folgendermassen heraus:

Soolen von	Hallstatt (1. und 4.)	Ischl (1. und 2.)	Aussee (1. und 2.)
Chlornatrium . . . . .	93·9	92·8	86·4
Nebensalze . . . . .	6·0	7·1	13·5

Den geringsten Gehalt an fixen Rückstand besitzt die aus continuirlicher Verwässerung resultirende Soole, während die mit permanenter Verwässerung gewonnenen, sämmtlich daran reicher sind. Es ist dies eine Thatsache, die wohl schon a priori sich vermuthen liess. Aber der Gehalt an Chlornatrium in ersterer ist deshalb nicht, oder nicht fühlbar geringer. Der Process der continuirlichen Verwässerung bedingt also die Gewinnung von reineren Soolen, und es liegt dies auch sehr nahe, weil während der kürzeren Dauer, innerhalb welcher das Wasser bei der continuirlichen Verwässerung mit dem Salzthon in Berührung bleibt, vorwiegend nur die leicht löslichen Salze, wozu eben das Chlornatrium gehört, aufgenommen werden. Die gesteigerte Aufnahme von accessorischen Bestandtheilen beruht dagegen mehr auf einer Zerlegung und Wechselerzersetzung der Soole mit anderen zum Theil schwer löslichen Salzen, wie im folgenden gezeigt werden wird, und bei diesen Metamorphosen spielt eben der Factor Zeit eine Rolle. Die continuirliche Verwässerung wäre nach allem dem, am meisten beim Bergbau zu Aussee am Platze, wo wirklich die ersten Versuche damit gemacht wurden, weil der dort vorkommende Salzthon der unreinste ist. Leider stand mir keine mittelst continuirlicher Verwässerung bei diesem Bergbau erhaltene Soole zu Gebote, um einen thatsächlichen Beleg für diese Supposition zu erhalten. Es bedarf jedenfalls dieses Versuches, da erst die Zerlegung des fixen Rückstandes einer Soole, die nur eine möglichst kurze Zeit in Berührung mit den Bergmitteln stand, darüber Aufschluss geben kann, ob die accessorischen Bestandtheile in Form leicht löslicher Salze darin präexistiren oder nicht.

Zunächst ergaben jene Soolen die geringste Menge fixen Rückstandes, welche bereits lange Strecken der Röhrenleitungen durchlaufen haben. Während, wie im Früheren gezeigt wurde, die Minderung der Quantität einzelner Bestandtheile während des Laufes der Soole analytisch nicht nachgewiesen werden kann

(namentlich nicht für kürzere Strecken), macht sich doch der Unterschied im specifischen Gewichte, welches eine sehr genaue Bestimmung zulässt, so wie in der Gesamtmenge der fixen Bestandtheile fühlbar. Aber auch diese Soolen enthalten deshalb nicht weniger Chlornatrium, denn die Minderung des Gesamtrückstandes besteht vorwiegend nur in einem Absatze der accessorischen Bestandtheile an die Röhrenwandungen.

Mit der Dauer der Ablagerung der Soolen in den Bergkammern wächst andererseits unverkennbar der Gehalt an fixem Rückstande; sämtliche lange abgelegenen Soolen haben ein höheres specifisches Gewicht und einen höheren Gehalt an fremden Salzen. Während der langen Zeit, in welcher die Soole in Berührung mit den Gebirgsschichten bleibt, nimmt sie nämlich nur von den Nebensalzen continuirlich (bis zur Grenze ihrer Löslichkeitscapacität) auf, sie enthält darnach weniger Chlornatrium, wie die frisch erzeugten Soolen, aber nicht um so viel weniger, als die Zunahme von fremden Salzen betrug, sonst müsste das Gesamtgewicht des fixen Rückstandes das gleiche bleiben. Das letztere ist nun eben nicht der Fall. Mit einem Worte, die Nebensalze verdrängen das Chlornatrium aus der Lösung nicht in einem ihrer Quantität proportionalem Maasse, sondern in einem quantitativ geringeren Verhältnisse. Es stimmt dies auch mit der im Allgemeinen gemachten Wahrnehmung überein, vermöge welcher besonders nur isomorphe Salze sich in Lösungen als Aequivalente ersetzen können, während umgekehrt bei nicht isomorphen Salzen oft die Anwesenheit des einen die Löslichkeitscapacität des Wassers für das andere sogar steigert. Jedenfalls ist das Verhältniss der Quantitäten, in welchen alle diese Soolenbestandtheile nebeneinander in Lösung bestehen können, das Resultat sehr mannigfaltig einwirkender Factoren.

Einen Beleg dafür, dass in den gesättigten Soolen das Verhältniss des Chlornatriums zu den Nebensalzen nicht ein dem absoluten Gewichte nach proportionales ist, wie von mehreren Salinisten angenommen wird, gibt eine Vergleichung von an Nebensalzen armen Soolen, mit solchen, die stark damit geschwängert sind, wie die folgende Zusammenstellung zeigt:

Soole von		Fixer Rückstand	Chlornatrium	Nebensalze
Aussee	nicht abgelegt . . . . .	27·52	24·69	2·83
	4 Jahre alt . . . . .	27·83	23·10	4·73
Differenz .		0·31	1·59	1·90
Ischl	von continuirlicher Wässerung . . . .	25·79	24·52	1·27
	3 Jahre alt . . . . .	27·08	24·53	2·55
Differenz .		1·29	0·01	1·28
Hallstatt	in Ischl geschöpft . . . . .	26·26	25·04	1·22
	1½ Jahre alt . . . . .	26·57	24·82	1·75
Differenz .		0·31	0·22	0·53

In allen diesen Fällen erscheint durch den höheren Gehalt an Nebensalzen gewissermassen weniger Chlornatrium deplacirt, als dem Mehrbetrage der ersteren in den alten Soolen entsprechen würde. Zieht man die an Nebensalzen reichste

Soolen mit der daran ärmsten in Vergleich, so ergibt sich, dass durch 5·95 Theile der ersteren 2·01 Chlornatrium verdrängt erscheinen.

Dieses Verhältniss ist natürlich ein sehr wechselndes und hängt von dem complicirten Verhalten der Löslichkeit, mehrerer in der Quantität und Qualität verschiedenen Salze ab, welche gleichzeitig der Einwirkung eines Lösungsmittels exponirt sind. Diese relativen Löslichkeitsverhältnisse sind aber zur Zeit noch viel zu wenig studirt, um irgend welche gesetzliche Relationen ableiten zu können. Die Deutung des Vorganges wird noch um so schwieriger, als man selbst über die nähere Gruppierung mehrerer Säuren und Basen, die gleichzeitig in einer Auflösung enthalten sind, nicht im Stande ist sichere Aufschlüsse zu gewinnen. Und eben die wechselnde Gruppierung der Säuren und Basen bedingt ebenfalls wieder ein geändertes Verhalten ihrer Auflöslichkeit.

Die Differenz im Chlornatriumgehalte der Soolen von jenem einer vollständig gesättigten reinen Kochsalzlösung (26·478 Pct.) ist in Folge der eben entwickelten Thatsachen nicht sehr erheblich. Wie die vorstehenden Analysen ergeben, beträgt der Gehalt an Chlornatrium in sämtlichen untersuchten Soolen 23·10 — 25·11 Pct., sie enthalten daher nur um 1·3 — 3·3 Theile Chlornatrium weniger als das Maximum der Löslichkeit dieses Haloidsalzes in reinem Wasser beträgt.

Der Umstand, dass die Anwesenheit von Nebensalzen den Gehalt an Chlornatrium nur untergeordnet beeinträchtigt, gestattet in der Praxis aus der blossen Bestimmung des specifischen Gewichtes, auf die Siedewürdigkeit der Soolen schliessen zu können.

Bis hieher wurde nur das Verhältniss des Chlornatriums zu den Nebensalzen in ihrer Gesamtheit in's Auge gefasst, es erübrigt somit auch die letzteren ihrer Qualität nach in Betracht zu ziehen.

Eine Rolle unter den Nebensalzen spielt zunächst der Gyps. Erfahrungsmässig löst sich ein Theil Gyps in ungefähr 408 Theilen Wasser. Das Wasser kann daher bei gewöhnlicher Temperatur nur 0·24 Pct. Gyps aufnehmen. In den untersuchten Soolen beträgt der Gypsgehalt in jenen von

Ischl . . . .	0·14 bis 0·31 Pct.
Hallstatt . . . .	0·24 „ 0·36 „
Aussee . . . .	0·17 „ 0·19 „

In vielen Fällen enthalten somit die Soolen mehr Gyps, als reines Wasser aufzulösen vermag, was durch die Gegenwart des Chlornatriums ermöglicht wird. Nach den Untersuchungen von Anthon kann mit Chlornatrium gesättigtes Wasser Gyps in dem Verhältnisse wie 122 : 1 auflösen, wonach eine gesättigte Kochsalzlösung 0·82 Pct. Gyps im Maximum enthalten kann (0·64 Pct. wasserfreien schwefelsauren Kalk). In Wirklichkeit ist daher das Lösungsvermögen dieser Soolen, die nahezu als gesättigte Kochsalzlaugen zu betrachten sind, für Gyps kaum zur Hälfte erschöpft.

Die durch längere Zeit abgelegenen Soolen enthalten ohne Ausnahme weniger Gyps, als die frisch erzeugten.

Die Soolen setzen somit während der Ablagerung schwefelsauren Kalk ab. Dieser Vorgang wäre ein ganz einfach zu erklärender, wenn die Soolen ursprünglich mit Gyps gesättigt wären. Während des jahrelangen Verweilens derselben in den ausgelaugten Räumen des Gebirges, die endlich nicht so hermetisch abgeschlossen sind, um jede Verdunstung des Lösungsmittels auszuschliessen, müsste nämlich mit jedem Quantum durch Verdunstung entzogenen Wassers eine entsprechende Menge des schwer löslichen schwefelsauren Kalkes ausgeschieden

werden. Nun sind aber diese Bedingungen nicht gegeben, die Soolen sind nicht mit Gyps auch nur annähernd gesättigt, die Ausscheidung desselben muss daher die Folge einer andern Ursache sein, als der einer blossen Verminderung des Lösungsmediums. Andererseits ist das Ablagern der Soolen im Contact mit den Gebirgsschichten mit einer Vermehrung von schwefelsaurem Kali, schwefelsaurem Natron und Chlormagnesium verbunden, da die älteren Soolen an diesen Bestandtheilen reicher sind. Von diesen drei Salzen sind aber die beiden letzteren leichter löslich wie Chlornatrium, und es liegt daher kein Grund vor, dass sie erst successive mit der Zeit aufgenommen werden, wenn sie als solche dem Salzthon beigemischt sind. Zur deutlicheren Veranschaulichung des quantitativen Verhältnisses dieser Nebensalze dient die folgende Tabelle, in welcher die genannten accessorischen Soolenbestandtheile für 100 Gewichtstheile der in Vergleich gebrachten älteren und jüngeren Soolen zusammengestellt sind:

Soolen von		Schwefelsaurer Kalk	Schwefelsaures Kali	Schwefelsaures Natron	Chlor- magnesium
Hallstatt	{ jung (1) . . . . .	0·31	0·15	0·51	0·47
	{ abgelegen (4) . . . . .	0·24	0·29	0·53	0·67
Ischl	{ jung (1) . . . . .	0·31	0·20	0·42	0·35
	{ abgelegen (2) . . . . .	0·14	0·49	1·43	0·51
Aussee	{ jung (3) . . . . .	0·17	0·92	0·97	0·75
	{ abgelegen (1) . . . . .	0·19	1·13	2·66	0·87

Da nun die Soolen in frisch erzeugtem Zustande mit schwefelsaurem Kalk nicht gesättigt sind, da ferner mit Ausnahme des schwefelsauren Kali die anderen accessorischen Salze (schwefelsaures Natron und Chlormagnesium) leichter löslich, als Chlornatrium sind, so wäre einerseits die Ausscheidung des ersteren, und andererseits die spätere Mehraufnahme der letzteren durch das längere Abliegen der Soolen unerklärlich, wenn man sich diese Bestandtheile sowohl im Salzgebirge isolirt vorkommend, als auch ebenso in der Lösung enthalten denkt. Ganz anders gestalten sich aber die Verhältnisse, wenn diese Verbindungen theilweise zu verschiedenen Doppelsalzen gruppirt, sowohl im Salzthon, als in der Lösung gedacht werden. Durch Zerlegung, Wechselersetzung und Neubildung dieser kann dann das Löslichkeitsverhältniss ihrer Bestandtheile und daher auch der Gehalt der Soolen mannigfaltig modificirt werden. Temperaturunterschiede und die Dauer der Einwirkung der Soolen auf die Schichten des Salzgebirges sind aber dann wesentliche Factoren für das Zustandekommen solcher Metamorphosen. Sie dürften sehr mannigfaltige chemische Umsetzungen im Gefolge haben, in denen alleinig nur der Grund für die Veränderungen des quantitativen Gehaltes der Soolen während der Ablagerung gesucht werden kann. Von diesen Prämissen ausgehend, lassen sich mehrfältige Salzcombinationen mit einiger Wahrscheinlichkeit als schon vorhanden und theils neu sich bildend, annehmen, deren Wechselersetzung die Veränderungen der Soolen in dem gedachten Sinne bedingen müsste. So könnte durch successive Bildung von schwefelsaurem Kalinatron (Glauberit), welches noch schwerer löslich als Gyps ist, eine Ausscheidung von schwefelsaurem Kalk aus Soolen stattfinden, deren Löslichkeitseapacität für Gyps allein nicht erschöpft ist. Es lässt sich ferner denken, dass nicht blos Chlormagnesium, sondern wohl auch schwefelsaure Magnesia und ein Doppelsalz der letzteren mit schwefelsaurem Kali ( $\text{KaO} \cdot \text{SO}_3 + \text{MgO} \cdot \text{SO}_3 + 6\text{HO}$ ) im Salzthon vorhanden sei. Durch längere Einwirkung der Chlornatriumlösung

auf dieses Doppelsalz bei niederer Temperatur ist eine Wechselersetzung nicht unwahrscheinlich. Das Resultat dieser würde die Bildung von schwefelsaurem Natron und Chlormagnesium und die Isolirung von schwefelsaurem Kali sein. Erstere beide sind sehr leicht löslich, aber auch das isolirte schwefelsaure Kali ist löslicher als seine Verbindung mit schwefelsaurer Magnesia. Schon diese eine Wechselersetzung würde also eine Abnahme im Chlornatriumgehalte und eine Zunahme von schwefelsaurem Kali, schwefelsaurem Natron und Chlormagnesium bewirken, wie sie eben während des mehrjährigen Abliens der Soolen stattfindet. Derlei natürliche chemische Prozesse sind aber noch mehrere möglich. Die lange Zeit im Gebirge abgelagerten Soolen sind also, mit Ausnahme ihres Chlornatriumgehaltes streng genommen, nicht mehr als Educte der Auslaugung des Salzthones, sondern vielmehr als Producte späterer chemischer Umwandlungsprozesse zu betrachten, bei denen die Zeit, Temperaturunterschiede und wohl auch die Massenwirkung als influencirend angenommen werden müssen.

Für den praktischen Salinenbetrieb ergibt sich aus allem dem übrigens die nicht unwichtige Thatsache, dass das Ablagern der Soolen im Berge wohl mit einer Klärung, das ist mit einem zu Boden setzen der in ihnen suspendirten Verunreinigungen, nicht aber mit einer Ausscheidung der in ihnen aufgelösten Nebensalze verbunden ist, sondern dass sie umgekehrt in chemischer Beziehung hiebei unreiner werden. Das Ablagern der Soolen hingegen in anderen Räumen, so wie ihr Lauf durch die Röhrenleitungen bewirkt eine thatsächliche chemische Reinigung (vorzüglich eine Ausscheidung von Gyps und schwefelsaurem Kalinatron).

Da es bei den praktischen Manipulationen an den Salinen gebräuchlich ist, die Soolen nach ihrer Pfündigkeit in Rechnung zu bringen, so sind im Folgenden die Bestandtheile sämtlicher untersuchten Soolen, für je 1 Kubikfuss derselben in Pfunden berechnet, tabellarisch zusammengestellt.

Soole von		1 Kubikfuss Soole enthält Pfunde						
		Schwefelsaure Salze			Chlor-		Summe	Directe gefunden
		Kalk	Kali	Natron	Magnesium	Natrium		
Hallstatt	(1) Frisch erzeugt . . .	0·211	0·102	0·347	0·319	16·867	17·846	18·064
	(4) 1½ Jahre alt . . .	0·163	0·197	0·361	0·456	16·633	17·810	18·098
	(5) aus den Soolenstuben in Ischl entlehnt . . .	0·245	0·122	0·204	0·265	17·054	17·890	17·849
Ischl	(1) aus dem Lebenau-Werk	0·210	0·135	0·285	0·237	16·723	17·590	17·482
	(2) 3 Jahre alt . . .	0·096	0·336	0·980	0·349	16·931	18·692	18·562
	(3) aus den Soolenstuben von Ebensee . . .	0·183	0·108	0·359	0·291	16·809	17·750	17·595
Aussee	(1) 4 Jahre alt aus Eustach Herrisch-Werk . . .	0·130	0·778	1·831	0·599	16·270	19·608	19·154
	(2) 4 Jahre alt aus Manns- berg-Werk . . .	0·116	0·437	0·861	0·402	16·527	18·343	18·257
	(3) aus Plentzner Werk .	0·116	0·631	0·665	0·514	16·780	18·706	18·888

## Die Salinen - Producte.

## a) Ebensee.

Untersucht wurden die von einer zwölftägigen Sudcampagne herrührenden Producte und Abfälle, und zwar erstlich das in den verschiedenen Stadien des Sudprocesses auskrystallisirende Salz, welches ausgeschöpft wird.

12tägige Sied-Campagne	100 Theile enthielten						
	Schwefelsäure	Chlor	Kalk	Magnesia	Kali	Natron	Wasser
1. Grobkörniges Vorgangsalz, vom ersten Ausschöpfen im Beginn der Campagne	0·98	58·81	0·44	0·12	0·04	51·21	1·39
2. Salz von der Mitte der Campagne, in losem Zustand, ungedörft feinkörnig .	1·35	56·59	0·31	0·33	0·12	49·00	4·64
3. Salz vom Ende der Sied-Campagne, in losem Zustand, feinkörnig . . . . .	1·00	59·24	0·10	0·28	0·22	51·48	0·68
4. Gedörftes, feinkörniges, zu Stöcken formirtes Salz, aus der Mitte der Camp.	1·34	58·97	0·33	0·30	0·15	51·62	0·54
5. Grobkörniges Nachgangsalz v. Schluss der Campagne, letzter Aushub . . .	0·48	57·65	0·09	0·27	0·09	50·41	4·35

Berechnet man daraus nach demselben Principe, wie bei den Soolen binäre Combinationen, so ergeben sich folgende relative Mengen für 100 Theile der Krystallisationsproducte:

Bestandtheile	1	2	3	4	5
Schwefelsaurer Kalk . . . . .	1·07	0·71	0·24	0·80	0·22
Schwefelsaures Kali . . . . .	0·07	0·22	0·40	0·27	0·16
Schwefelsaures Natron . . . . .	0·57	1·43	1·20	1·33	0·49
Chlormagnesium . . . . .	0·27	0·75	0·63	0·71	0·63
Chlornatrium . . . . .	96·58	92·33	96·58	96·30	94·22
Wasser . . . . .	1·39	4·64	0·68	0·54	4·35
Summe .	99·95	100·08	99·73	99·95	100·07

Die Analysen Nr. 1 und 5 beziehen sich auf jene grobkörnigen Vor- und Nachgangsalze, die sich nicht zu Stöcken formiren lassen und daher als Vieh- oder Fabrikssalz verwendet werden. Nr. 2, 3 und 4 bezieht sich auf feinkörniges Salz, welches zu Stöcken formirt wird, und die Analyse Nr. 4 repräsentirt die Zusammensetzung des bereits im Stock gaar gedörften Salzes, also des eigentlichen Hauptproductes der Saline.

Da nun aber die übrigen Salze, wie die Analysen zeigen, sich in einem sehr verschiedenen Zustande der Trockenheit befanden, so erscheint es erforderlich, um einen genaueren Vergleich der Mengen aller beigemengten Nebensalze anstellen zu können, die Zusammensetzung für den wasserfreien Zustand aus den gegebenen Daten zu berechnen.

100 Theile der wasserfreien Producte enthalten:

Bestandtheile	1. Grobkörniges Vorgangsalz, erster Aushub	2. Von der Mitte der Campagne, feinkörnig	3. Vom Ende der Campagne, feinkörnig	4. Gaar gedörft, aus der Mitte der Campagne, feink.	5. Grobkörniges Nachgangsalz, letzter Aushub
Schwefelsauren Kalk .	1·08	0·73	0·24	0·80	0·23
Schwefelsaures Kali .	0·07	0·23	0·41	0·27	0·17
Schwefelsaures Natron	0·58	1·50	1·21	1·34	0·51
Chlormagnesium. . .	0·27	0·79	0·63	0·71	0·66
Chlornatrium. . .	97·99	96·74	97·50	96·87	98·43
Summe der Nebensalze .	2·00	3·25	2·49	3·12	1·57

Diese Tabelle veranschaulicht in sehr klarer Weise den Vorgang während des Sudprocesses. Das erste Vor- und letzte Nachgangsalz sind grobkrySTALLINISCH und enthalten auffällig weniger Nebensalze wie die in der Mittelzeit oder während der eigentlichen Dauer des Sudprocesses heraus krySTALLISIRENDE Producte. Die theoretische Begründung dieser Thatsache bietet, da die ursprüngliche Zusammensetzung der Soole, aus welcher diese Salze gewonnen werden, bekannt ist, keine Schwierigkeiten. Die gemischte Soole ( $\frac{1}{3}$  von Ischl  $\frac{2}{3}$  von Hallstatt), wie sie in Ebensee versotten wird, enthält in 100 Theilen ihres fixen Antheiles nur 5·30 Theile fremder Nebensalze und 94·58 Theile Chlornatrium, sie ist also so wenig mit ersteren geschwängert, dass weder im Beginne der Verdampfung noch zu Ende und überhaupt in keinem Stadium der Campagne eine vehemente Ausscheidung derselben stattfinden kann. Im Beginne ist es vorwiegend das am schwersten lösliche Nebensalz, der Gyps, der sich dem auskrySTALLISIRENDEN Vorgangsalze beimengt, in geringerer Menge ist er noch in den Mittelproducten, endlich aber in den Nachgangsalzen schon nur mehr in sehr untergeordneter Quantität vorhanden. Alle leicht löslichen Salze sind natürlich im Vorgangsalze sehr wenig vertreten, fallen in etwas reichlicher Menge mit den feinkörnigen Mittelsalzen heraus und fast in gleicher Menge mit dem Nachgangsalz; da aber gegen Ende der Sudcampagne der Gypsgehalt in der Lauge schon sehr abgenommen hat, leicht lösliche Salze hingegen schon vom Anfang her so wenige vorhanden waren, dass in der ganzen Siedezeit sich keine grössere Menge ansammeln konnte, so tritt der Fall ein, dass das letzte Nachgangsalz das allerreichste an Chlornatrium, das heisst das reinste ist. Zunächst steht im Punkte der Reinheit das Vorgangsalz, und die nach Ausscheidung des letzteren auskrySTALLISIRENDEN Producte besitzen den relativ mindesten Grad der Reinheit. Es ist dies, wie man sieht, ein Ergebniss, welches den an anderen Salinen gemachten Erfahrungen diametral entgegen steht, und ist zum Theil bedingt durch den hohen Grad der Reinheit der ursprünglichen Soole. Aber noch ein anderer Umstand, auf den schon im Eingang dieses Aufsatzes hingewiesen wurde, trägt dazu bei, dass die Vorgang- und Nachgangsalze die reichsten an Chlornatrium sind und das ist ihre Grobkörnigkeit. Die niedrigere Temperatur zu Anfang und am Ende der Sudcampagne gestatten die Bildung grösserer KrySTALLINDIVIDUEN, und das Chlornatrium als wasserfreies Haloidsalz schliesst keine oder nur wenig Mutterlauge mechanisch ein. Sicher rührt aber die grössere Menge von Nebensalzen in den feinkörnigen Mittelproducten, wie schon hervorgehoben wurde, nur von der anhaftenden Mutterlauge her, die von dem feinen KrySTALLBREI sich schwieriger trennt, als von dem grobkrySTALLISIRTEN Salz. In Wirklichkeit sind daher ohne Zweifel alle während der Sudcampagne aus so reinen Soolen auskrySTALLISIRENDEN Producte gleich zusammengesetzt, wenn sie gleich vollständig von der Mutterlauge befreit würden. Dem was im Anfange mehr an Gyps sich beimischt ist, das

sich später an leicht löslichen Salzen mehr abscheidende, quantitativ äquivalent<sup>1)</sup>).

Vergleicht man den fixen Rückstand der Soole mit dem feinkörnigen Salz aus der Mitte der Sudecampagne:

	Soole	Kochsalz
Chlornatrium . . . . .	94·68 . . . . .	96·74
Nebensalze . . . . .	5·30 . . . . .	3·25

so ergibt sich, dass in dem ersteren durch den Siedprocess der Gehalt an Chlornatrium um 2·06 indirecte erhöht und die Nebensalze um ebenso viel vermindert, oder dass 38·7 Pct. derselben abgeschieden werden. Ein Vergleich des wasserfreien gedörrten und ungedörrten feinkörnigen Salzes:

	Mittelsalz, ungedörrt	Mittelsalz, gedörrt
Chlornatrium . . . . .	96·74	96·87
Nebensalze . . . . .	3·25	3·12

ergibt, dass durch den Dörrprocess weitere 0·13 Theile oder 4 Pct. der noch vorhandenen Nebensalze ausgeschieden werden. Die ganze Manipulation der Saline bewirkt also eine Abscheidung von 41·13 Pct. der ursprünglich im fixen Rückstand der Soole enthalten gewesenen Nebensalze. Nach allem dem haben wir bezüglich der Einfachheit der Manipulation im früheren wohl nicht zu viel gesagt; wenigstens die Saline in Ebensee, die mit einem so ausgezeichneten Rohproduct zu arbeiten in der Lage ist, hat absolut mit gar keinen Schwierigkeiten in chemischer Beziehung zu kämpfen.

Die Dörrauswüchse, welche beim Trocknen des Salzes aus den Poren der Stöcke hervordringen und theils röhrenförmige Ansätze an den Salzstöcken, oder an den Tragstangen in den Trockenkammern Krusten bilden, ergaben für 100 Theile in der Analyse folgende Resultate:

Dörrauswüchse	Schwefelsäure	Chlor	Kalk	Magnesia	Kali	Natron	Wasser
1. Von den Tragstangen . . . . .	5·40	52·08	0·30	4·50	2·19	43·20	4·00
2. Röhrenförmige . . . . .	3·27	53·08	0·20	2·80	1·00	43·40	8·00

Hieraus berechnen sich für 100 Theile folgende binäre Verbindungen:

Nummer	Schwefelsauren Kalk	Schwefelsaures kali	Schwefelsaures Natron	Chlor-magnesium	Chlornatrium	Wasser	Summe
1. . .	0·73	4·04	5·53	8·18	76·79	4·00	99·27
2. . .	0·48	1·84	3·81	6·64	79·29	8·00	100·06

Das Verhältniss des Chlornatriums zu den Nebensalzen ist daher für 100 Theile der wasserfreien Substanz folgendes:

<sup>1)</sup> Das Vor- und Nachgangsalz, welches, wie die Analysen ergeben, in wasserfreiem Zustande 97·99 bis 98·43 Pct. Chlornatrium enthält, wird nach Angabe der Gmundner Salinen-Direction nur als Vieh- oder Fabrikssalz verwendet.

	Nr. 1	Nr. 2
Chlornatrium . . . . .	80·60	86·12,
Nebensalze . . . . .	19·39	13·87.

Die Zusammensetzung dieser Dörrtropfsalze ist natürlich eine ziemlich variable, je nachdem sie von Salzstöcken sich abscheiden, die aus mehr im Anfang oder gegen das Ende der Campagne ausgehobenen Salz formirt wurden. Das Dörrtropfsalz der mehr im Anfang der Siedcampagne erzeugten Salzstöcke ist reicher an schwefelsaurem Kalk, jenes von dem später erzeugten enthält dagegen mehr schwefelsaures Natron und Chlormagnesium.

Der Pfannstein. Die Zerlegung des nach einer zwölftägigen Siedcampagne abgeschiedenen Pfannsteines, ergab folgende Resultate für 100 Theile:

Schwefelsäure . . . . .	27·91
Chlor . . . . .	30·02
Kalk . . . . .	11·83
Magnesia . . . . .	0·55
Kali . . . . .	0·89
Natron . . . . .	33·41
Thon . . . . .	0·13 (unlöslich)
Eisenoxyd . . . . .	0·16
Wasser . . . . .	2·09.

Es berechnen sich hieraus folgende Salzcombinationen:

Schwefelsaurer Kalk . . . . .	28·73
Schwefelsaure Magnesia . . . . .	1·65
Schwefelsaures Kali . . . . .	1·81
Schwefelsaures Natron . . . . .	16·11
Chlornatrium . . . . .	49·58
Thon . . . . .	0·13
Eisenoxyd . . . . .	0·16
Wasser . . . . .	2·09
Summe . . . . .	<u>100·26.</u>

Da nicht gut vorausgesetzt werden kann, dass in dem Pfannsteine das überaus leicht lösliche Chlormagnesium vorhanden sei, während aber Magnesia doch wirklich gefunden wurde, so ist es sehr wahrscheinlich, dass sie als schwefelsaures Salz und zwar grösstentheils als eine Doppelverbindung mit schwefelsaurem Kali zugegen sei. Die Salzberechnung wurde daher auch in diesem Sinne durchgeführt. Und es sind hiefür zwei Fälle denkbar, dass nämlich schwefelsaure Magnesia schon in den Soolen enthalten ist (denn die Annahme, dass nur Chlormagnesium in den Soolen vorhanden sei, ist eine rein hypothetische) oder dass solche während des Siedprocesses durch Umsetzung mit schwefelsaurem Natron gebildet wird. Auch der Gyps möchte im Pfannsteine theilweise als Doppelsalz mit wasserfreien schwefelsaurem Natron enthalten sein.

Die Zusammensetzung der Pfannsteine wechselt nicht unbeträchtlich je nach der Dauer der Siedcampagne, insbesondere bezüglich der Menge des Chlornatriums, welches in bald grösseren bald kleineren Quantitäten mit aufbrennt und den Werth des Pfannsteines zur Verwendung für Viehsalz entsprechend erhöht oder vermindert.

In 100 Theilen des wasserfreien Pfannsteines sind enthalten:

Chlornatrium . . . . .	50·5
Nebensalze . . . . .	49·5.

Jedes Pfund des abgesetzten Pfannsteines entzieht somit den Soolen nahezu ein halbes Pfund ihrer Verunreinigungen. Der Pfannstein wie die Dörrauswüchse repräsentiren ferner jenes Hauptquantum von Verunreinigungen (41·13 Pct.), welches durch den Siedeprocess aus dem fixen Antheile der Soolen abgeschieden wird, da die lockeren Vor- und Nachgangsalze, wie gezeigt wurde, eher noch etwas ärmer an Nebensalzen, als das zu Stöcken formirte Salz sind. Durch die Mutterlaugen wird wohl auch ein gewisses Quantum von Verunreinigungen abgeführt, doch beträgt dies im Ganzen nicht viel, da die Mutterlaugen wieder bei der darauf folgenden Campagne in die Pfanne gebracht, und erst nach sehr langem Sudbetriebe gänzlich beseitigt werden.

Die Mutterlauge. Die nach Beendigung einer zwölfstägigen Campagne resultirende Mutterlauge gab folgende Resultate bei der Untersuchung:

Specifisches Gewicht = 1·2194, wonach ein Kubikfuss 68·774 Pfunde wiegt.

Der Gehalt an fixen Bestandtheilen betrug 27·72 Pct., daher in einem Kubikfuss 19·064 Pfund Salze enthalten sind.

100 Theile derselben enthielten:

Schwefelsäure . . . . .	1·22
Chlor . . . . .	15·68
Brom . . . . .	0·03
Kalk . . . . .	0·08
Magnesia . . . . .	1·02
Kali . . . . .	1·00
Natron . . . . .	12·15.

Die Rechnung nach demselben Principe, wie bei den Soolen durchgeführt, ergibt folgende Salze:

Schwefelsaurer Kalk . . . . .	0·19	} Summe der Nebensalze: 4·944.
Schwefelsaures Kali . . . . .	1·84	
Schwefelsaures Natron . . . . .	0·48	
Chlormagnesium . . . . .	2·40	
Brommagnesium . . . . .	0·034	
Chlornatrium . . . . .	22·88	
Summe . . . . .	27·824.	

Ein Vergleich der Zusammensetzung des wasserfreien fixen Rückstandes der Soole mit dem der Mutterlauge ergibt für je 100 Theile folgendes Verhältniss:

	Soole	Mutterlauge
Chlornatrium . . . . .	94·68	82·22
Nebensalze . . . . .	5·30	17·78.

Die Menge der Nebensalze hat somit binnen einer zwölfstägigen Siedecampagne in der erübrigenden Lauge um 23·54 Procent derselben zugenommen.

#### b) Ischl.

Von den beim hiesigen Betriebe auskrystallisirendem Salze wurden folgende Proben der Analyse unterworfen:

Gattung des Salzes	100 Theile enthielten						
	Schwefel- säure	Chlor	Kalk	Magnesia	Kali	Natron	Wasser
1. Vorgangsalz vom Kolowrat Sudwerk; vom Anfang der Sud-Campagne . . . . .	0·83	57·60	0·36	0·18	0·01	50·02	3·02
2. Vorgangsalz vom Tiroler Sudwerk; vom Anfang der Sud-Campagne . . . . .	1·48	55·93	0·70	0·19	0·04	48·69	5·45
3. Nachgangsalz vom Kolowrat Sudwerk; nach zweiwöchentlicher Siedezeit; Ende der Campagne . . . . .	0·69	56·82	0·18	0·20	0·02	49·75	4·77
4. Nachgangsalz vom Tiroler Sudwerk nach vierwöchentlicher Siedezeit; Ende der Campagne . . . . .	0·40	58·00	0·15	0·18	0·02	50·30	3·44
5. Kochsalz vom Kolowrat Sudwerk nach einwöchentlicher Siedezeit; Mitte der Campagne . . . . .	1·29	58·33	0·48	0·07	0·09	51·00	1·15
6. Kochsalz vom Tiroler Sudwerk nach zweiwöchentlicher Siedezeit; Mitte der Campagne . . . . .	1·27	58·89	0·55	0·16	0·08	51·64	0·90

Die Vor- und Nachgangsalze sind grobkristallinisch, die Salze aus der mittleren Zeit der Siedcampagne hingegen feinkörnig. Diese letzteren Proben beziehen sich auf abgedörktes Kochsalz.

Aus den angeführten Daten berechnen sich nun die folgenden Salze für je 100 Theile dieser Krystallisationsproducte:

Bestandtheile	1	2	3	4	5	6
Schwefelsaurer Kalk . . . . .	0·87	1·70	0·43	0·36	1·16	1·33
Schwefelsaures Kali . . . . .	0·02	0·07	0·04	0·04	0·16	0·14
Schwefelsaures Natron . . . . .	0·86	0·80	0·79	0·30	0·95	0·76
Chlormagnesium . . . . .	0·43	0·44	0·47	0·39	0·15	0·35
Chlornatrium . . . . .	94·39	91·62	93·05	95·09	95·93	96·61
Wasser . . . . .	3·02	5·45	4·77	3·44	1·15	0·90
Summe . . . . .	99·59	100·08	99·55	99·62	99·50	100·09

Die mittlere Zusammensetzung des an dieser Saline erzeugten (bereits abgedörkten) Kochsalzes ist demnach in 100 Theilen:

Schwefelsaurer Kalk . . . . .	1·24	} Nebensalze: 2·49.
Schwefelsaures Kali . . . . .	0·15	
Schwefelsaures Natron . . . . .	0·85	
Chlormagnesium . . . . .	0·25	
Chlornatrium . . . . .	96·27	
Wasser . . . . .	1·02	
Summe . . . . .	99·78.	

Das relative quantitative Verhältniss dieser Krystallisationsproducte in wasserfreiem Zustande ist in 100 Theilen folgendes:

Bestandtheile	1. Vorgangsalz, Kolowrat-Werk	2. Vorgangsalz, Tiroler Werk	3. Nachgangsalz, Kolowrat-Werk	4. Nachgangsalz, Tiroler Werk	5. u. 6. Gedörrtes Kochsalz
Schwefelsaurer Kalk . . . .	0·90	1·79	0·45	0·37	1·26
Schwefelsaures Kali . . . .	0·02	0·08	0·04	0·04	0·15
Schwefelsaures Natron . . . .	0·89	0·84	0·83	0·31	0·86
Chlormagnesium . . . . .	0·44	0·46	0·49	0·40	0·25
Chlornatrium . . . . .	97·73	96·81	98·17	98·88	97·47
Summe der Nebensalze .	2·35	3·17	1·81	1·12	2·52

Die Verhältnisse bezüglich der Reinheit der in den verschiedenen Stadien des Siedprocesses auskrystallisirenden Producte sind dieselben, wie bei der Saline in Ebensee, was durch den gleichen Charakter der Soolen bedingt ist. Auch hier sind die lockeren Nebensalze, insbesondere die grobkrystallinischen Nachgangsalze, in denen schon nur mehr sehr wenig schwefelsaurer Kalk auftritt, etwas reiner, wie das eigentliche gewonnene Kochsalz. Auch hier bietet die Hüttenmanipulation wenige Schwierigkeiten in der Gewinnung eines guten Productes, da die zur Verarbeitung kommenden Soolen an sich schon arm an Nebensalzen sind.

Ein Vergleich des fixen Rückstandes der im Ischler Salzbergbau gewonnenen Soolen mit dem daraus producirten (schon abgedörrten) Kochsalze ergibt folgendes:

	Frisch erzeugte Soole	3 Jahr alte Soole	Kochsalz
Chlornatrium . . . . .	95·06	90·57	97·47
Nebensalze . . . . .	4·93	9·41	2·52.

Die Hüttenmanipulation (Sied- und Dörrprocess) bewirkt also eine Ausscheidung von 48·8—73·2 Procent von den im fixen Rückstande der Soolen enthaltenen Nebensalzen.

Die Dörrauswüchse, welche hier abfallen, gaben in 100 Theilen folgende relative Mengen der verschiedenen Bestandtheile:

	Schwefelsäure	Chlor	Kalk	Magnesia	Kali	Natron	Wasser
1. . . . .	2·86	52·88	0·09	2·33	1·99	43·60	8·59
2. . . . .	3·05	52·81	0·20	1·87	2·39	43·30	7·14

Hieraus berechnen sich im Mittel folgende Salze:

Schwefelsaurer Kalk . . . .	0·36
Schwefelsaures Kali . . . .	4·04
Schwefelsaures Natron . . . .	1·42
Chlormagnesium . . . . .	4·99
Chlornatrium . . . . .	80·94
Wasser . . . . .	7·87
Summe . . . . .	99·62.

Das Verhältniss des Chlornatriums zu den Nebensalzen ist daher in 100 Theilen der wasserfreien Substanz folgendes:

## [35] Der Salinenbetrieb im österr. und steierm. Salzkammergute in chemischer Beziehung. 291

Chlornatrium . . . . .	88·21
Nebensalze . . . . .	11·78

und das Dartrropsalz enthält somit um 9·16 Pct. mehr an verunreinigenden Nebensalzen, wie das producirt abgedörrte Kochsalz, woraus wieder der nicht unbeträchtliche Reinigungsprocess, den das Abdörren des Kochsalzes bewirkt, ersichtlich wird.

Der Pfannenstein. 100 Theile dieses Nebenproductes oder vielmehr Abfalles enthielten:

Schwefelsäure . . . . .	37·27
Chlor . . . . .	18·53
Kalk . . . . .	11·42
Magnesia . . . . .	0·14
Kali . . . . .	0·45
Natron . . . . .	32·00
Thon . . . . .	0·04 (unlöslich)
Eisenoxyd . . . . .	0·13
Wasser . . . . .	4·49

woraus sich für 100 Theile folgende Salzcombinationen berechnen:

Schwefelsaurer Kalk . . .	27·73
Schwefelsaure Magnesia .	0·42
Schwefelsaures Kali . . .	0·83
Schwefelsaures Natron . .	36·03
Chlornatrium . . . . .	30·55
Thon . . . . .	0·04
Eisenoxyd . . . . .	0·13
Wasser . . . . .	4·49
Summe . . . . .	100·22.

100 Theile des wasserfreien Pfannkernes enthalten:

Chlornatrium . . . . .	31·91
Nebensalze . . . . .	68·09.

Dieser Pfannstein war von geringer Dicke, und solche enthalten wenig Chlornatrium, dagegen sehr vorwiegend schwefelsaures Natron und Gyps. Diese Pfannkerne werden daher weggeworfen. Wenn der Pfannkern eine beträchtlichere Dicke erlangt, was wohl auch von der während der Siedcampagne herrschenden Temperatur abhängt, steigt der Gehalt an Chlornatrium darin auf 70, 75 Pct. und selbst noch etwas mehr. Solche dicke Pfannsteine, von denen es erfahrungsmässig bekannt ist, dass sie reicher an Chlornatrium sind, werden daher als Viehlecksalz veräussert. Dasselbe findet auch an den anderen Salinen Statt.

Der Pfannstein setzt sich in dickeren Lagen vorzüglich an jenen Stellen des Pfannenbodens an, wo die stärkste Hitze herrscht, dort brennt aber auch viel mehr Chlornatrium auf; der in dünnen Lagen sich absetzende Pfannstein, ist daher als derjenige zu betrachten, dessen Bildung bezüglich der Reinigung der Soole, die günstigste ist.

Die Mutterlaugen. Von jedem der beiden in Ischl befindlichen Sudwerke wurde eine der Mutterlaugen untersucht, und zwar:

1. Mutterlauge vom Kolowrat-Sudwerk nach zweiwöchentlicher Siedezeit.
2. Mutterlauge vom Tiroler Sudwerke nach vierwöchentlicher Siedezeit.

	1	2
Specificisches Gewicht . . . . .	1·2241	1·2204
Gewicht von einem Kubikfuss Mutterlauge in Pfunden . . .	69·039	68·830
Gehalt an fixen Bestandtheilen in 100 Theilen der Laugen .	28·23	27·52
Ein Kubikfuss Lauge enthält darnach fixe Bestandtheile in Pfd.	19·489	18·942

gefunden wurden in 100 Theilen dieser Mutterlaugen:

Bestandtheile	1	2
Schwefelsäure . . . . .	1·34	1·09
Chlor . . . . .	15·59	15·81
Brom . . . . .	0·02	0·03
Kalk . . . . .	0·08	0·09
Magnesia . . . . .	1·18	0·85
Kali . . . . .	0·86	0·85
Natron . . . . .	11·99	12·80

woraus sich folgende relative Salzengen ergeben:

Salze	1	2
Schwefelsaurer Kalk . . . . .	0·19	0·22
Schwefelsaures Kali . . . . .	1·58	1·57
Schwefelsaures Natron . . . . .	0·90	0·42
Chlormagnesium . . . . .	2·76	2·00
Brommagnesium . . . . .	0·023	0·034
Chlornatrium . . . . .	22·29	23·59
Summe .	27·743	27·834
Gefundener Abdampfückstand .	28·23	27·52

Ein Vergleich des wasserfreien fixen Rückstandes der Ischler Soolen mit dem der daraus resultirenden Mutterlaugen ergibt:

	Junge Soole	3 Jahr alte Soole	Mutterlaugen	
			1	2
Chlornatrium . . . . .	95·06	90·57	80·35	84·76
Nebensalze . . . . .	4·93	9·41	19·65	15·24

Die beträchtliche Verschiedenheit in dem Mischungsverhältnisse des Chlornatriums zu den Nebensalzen in den Soolen macht es erklärlich, dass auch die resultirenden Mutterlaugen in dieser Beziehung sehr variiren müssen. Die Mutterlauge Nr. 2 stammt von einer vierwöchentlichen Campagne, gleichwohl enthielt sie weniger Nebensalze als die Mutterlauge Nr. 1, welche von einer nur zweiwöchentlichen Siede herrührt. Es ist daher anzunehmen, dass letztere, das abfallende Nebenproduct, vorwiegend älterer Soolen war.

#### e) Hallstatt.

Das auf der Saline in Hallstatt producirte Kochsalz gab in 100 Theilen folgende Resultate:

## [37] Der Salinenbetrieb im österr. und steierm. Salzkammergute in chemischer Beziehung. 293

Schwefelsäure	Chlor	Kalk	Magnesia	Kali	Natron	Wasser
1·10	58·46	0·24	0·44	0·06	50·67	1·41

Die nähere Zusammensetzung desselben in 100 Theilen ist daher folgende:

	Gedörrtes Salz	Ganz wasserfrei	
Schwefelsaurer Kalk . . . . .	0·58	0·59	} Nebensalze: 3·03
Schwefelsaures Kali . . . . .	0·11	0·11	
Schwefelsaures Natron . . . . .	1·26	1·28	
Chlormagnesium . . . . .	1·03	1·05	
Chlornatrium . . . . .	95·06	96·95	
Wasser . . . . .	1·41	—	
Summe . . . . .	99·45	99·98	

Stellen wir wieder den fixen Rückstand der Hallstätter Soolen dem producirten Salz gegenüber:

	Junge Soole	1½ Jahre alte Soole	Kochsalz
Chlornatrium . . . . .	94·51	93·38	96·65
Nebensalze . . . . .	5·47	6·60	3·03

so ergibt sich, dass in dem letzteren der Gehalt an Chlornatrium durch den Siedeprocess um 2·44—3·57 Theile, das ist um 2·5—3·6 Pct. desselben indirecte erhöht wird, während 44·6—54 Pct. der Nebensalze sich abscheiden.

Die Analyse des in den hiesigen Trockenkammern aus den Salzstöcken ausschmelzenden Darrtropfsalzes ergab in 100 Theilen:

Säuren und Basen:	Salze:		
Schwefelsäure . . . . .	1·54	Schwefelsaurer Kalk . . . . .	0·22
Chlor . . . . .	55·23	Schwefelsaures Kali . . . . .	2·49
Kalk . . . . .	0·09	Schwefelsaures Natron . . . . .	0·48
Magnesia . . . . .	2·15	Chlormagnesium . . . . .	5·10
Kali . . . . .	1·35	Chlornatrium . . . . .	84·73
Natron . . . . .	44·80	Wasser . . . . .	6·07
Wasser . . . . .	6·07	Summe . . . . .	99·09

Das Verhältniss des Chlornatriums zu den Nebensalzen ist in 100 Theilen der wasserfreien Substanz:

Chlornatrium: 91·08. Nebensalze: 8·91.

Das Darrtropfsalz enthält somit um 5·88 Pct. mehr Nebensalze wie das gedörrte Kochsalz.

Die Untersuchung einer hier nach 10 monatlichem Betrieb endlich gänzlich beseitigten Mutterlauge <sup>1)</sup> gab folgende Resultate:

Specifisches Gewicht = . . . . .	1·2543
Gewicht von einem Kubikfuss in Pfunden . . . . .	69·742
Fixer Rückstand in 100 Theilen . . . . .	30·24
Gehalt an fixem Rückstand in einem Kubikfuss in Pfunden . . . . .	21·090

In 100 Theilen derselben wurden gefunden:

Schwefelsäure . . . . .	3·58	Magnesia . . . . .	2·50
Chlor . . . . .	14·81	Kali . . . . .	2·05
Brom . . . . .	0·05	Natron . . . . .	10·08
Kalk . . . . .	0·20		

<sup>1)</sup> Wie erwähnt wurde, werden die Mutterlaugen, die von so langem Sudbetriebe herrühren, endlich dem continuirlichen Betriebe entzogen und in die sogenannte „wilde Fluth gestürzt“, das ist weggeschüttet. Eine Einrichtung zur Verarbeitung solcher Soolen auf Nebenproducte besteht nicht.

woraus sich die folgende nähere Gruppierung der Bestandtheile berechnen lässt:

Schwefelsaurer Kalk . . . . .	0·49	} Summe der Nebensalze 13·007
Schwefelsaures Kali . . . . .	3·78	
Schwefelsaures Natron . . . . .	2·77	
Chlormagnesium . . . . .	5·91	
Brommagnesium . . . . .	0·057	
Chlornatrium . . . . .	17·12	
Summe . . . . .	30·127.	

Gefundener Abdampfrückstand . . . 30·240.

Ein Vergleich des wasserfreien Rückstandes dieser Mutterlauge mit jenem der Soolen ergibt für je 100 Theile folgendes Verhältniss:

	Hallstätter Soolen		Mutterlauge von 10monatl. Campagne
	jung	1½ Jahre alt	
Chlornatrium . . . . .	94·51	93·38	56·83
Nebensalze . . . . .	5·47	6·60	43·17

Die vollständige Beseitigung solcher Mutterlaugen aus dem Betriebe ist daher wohl gerechtfertigt, ja es würde sogar angezeigt sein, im Interesse der Reinheit des Handelsproductes die Mutterlaugen schon früher zu beseitigen, denn das in den letzteren Wochen aus dieser Lauge auskrystallisirte Salz muss jedenfalls schon sehr unrein gewesen sein.

Herr Hüttenmeister von Posch hat speciell an der Hallstätter Saline die Beobachtung gemacht, dass verschiedene Soolen, wenn auch von gleicher Gradigkeit (vermöge des specifischen Gewichtes), sich dennoch beim Abdampfungsbetriebe sehr verschieden verhalten. Ganz junge Soolen geben, wenn sie unmittelbar in die Pfanne geleitet werden, grobkörniges Salz, welches zur Formirung in Stöcke nicht geeignet ist. Es wird ferner in den Dörrkammern porös, weil bei einer Temperatur von circa 100° C. die anhaftende Mutterlauge auszufließen beginnt. Alle diese Eigenthümlichkeiten im Verhalten rühren nun, wie schon im Vorhergehenden auseinandergesetzt wurde, daher, dass die jungen Soolen ärmer an Nebensalzen sind. Die Bildung grösserer Krystalle von Chlornatrium wird jedenfalls auch durch die Reinheit der Lauge befördert (ausserdem, dass im Anfange und Ende der Campagne wegen der niedrigeren Temperatur vorwiegend solche entstehen). Die Form, welche der Waare auf diesen Salinen gegeben wird bedingt, dass dem Salze eine gewisse Quantität bindender Elemente (Nebensalze) beigemischt sei, und das führt zu der eigenthümlichen Anomalie, dass sehr reine Soolen für den Fabriksbetrieb in seiner gegenwärtigen Tendenz weniger brauchbar erscheinen.

Die Aufnahme von Nebensalzen in jenem Grade, bei welchem die Soolen ein gut bindendes Kochsalz abwerfen, wird, wie ebenfalls schon gezeigt wurde, durch das Abliegenlassen derselben im Berge erreicht. Es liegt nahe, dass wenn man einmal durchaus darauf angewiesen ist compacte Salzstöcke in den Handel zu bringen, es leicht zu bewerkstelligen wäre, die jungen Soolen unmittelbar für diesen Betrieb umzugestalten; es wäre nur nöthig ihnen jenes Quantum erforderlicher Nebensalze beizumengen, wozu die Beimischung einer kleinen Quantität solcher von einem langen Sudbetriebe herrührenden Mutterlaugen genügen möchte.

Nach Angabe des Herrn von Posch sollen aber junge Soolen, welche eine längere Strecke der Leitungen durchlaufen haben, wie z. B. die frisch erzeugten Soolen an den Salinen Ischl und Ebensee jenes eigenthümliche Verhalten nicht mehr zeigen. Dieser Umstand findet vielleicht darin seinen Grund, dass die Verluste, welche die Soole während des langen Laufes erleidet und die, so weit die

## [39] Der Salinenbetrieb im österr. und steiern. Salzkammergute in chemischer Beziehung. 295

Beobachtungen gehen, nicht unbeträchtlich sind, im Sinne einer Concentration der Nebensalze wirken, trotz der Quantitäten, die sich von den letzteren an den Röhrenwandungen absetzen. Es ist nämlich denkbar, dass der Verlust der Soole mit einem grösseren Verluste an Chlornatrium, als dem der Zusammensetzung entsprechenden verbunden ist.

Eine Untersuchung der in den Röhrenleitungen sich absetzenden Ausscheidungen von den Soolen gab folgende Resultate:

1. Die unter der Flüssigkeit entstehenden Absätze.

2. Die ober dem Niveau der Flüssigkeit durch Efflorescenz sich bildenden Ansätze.

	1	2
Schwefelsaurer Kalk . . . . .	77·59	1·16
Schwefelsaures Kali . . . . .	0·29	} 0·33
Schwefelsaures Natron . . . . .	1·00	
Chlormagnesium . . . . .	Spur	0·10
Chlornatrium . . . . .		92·42
Unlöslich . . . . .	0·10	—
Wasser . . . . .	20·00	5·76
Summe . . . . .	98·98	99·77.

Nr. 1 ist daher vorwiegend wasserhaltiger schwefelsaurer Kalk (Gyps), Nr. 2 hauptsächlich Chlornatrium.

Die Untersuchung eines Pfannsteines von ansehnlicher Stärke, der bedeutend chlornatriumhaltig war, gab folgende Resultate:

Schwefelsaurer Kalk . . . . .	7·70	Unlöslich . . . . .	0·08
Schwefelsaures Kali . . . . .	1·10	Eisenoxyd . . . . .	0·09
Schwefelsaures Natron . . . . .	8·00	Wasser . . . . .	4·00
Schwefelsaure Magnesia . . . . .	2·00		
Chlornatrium . . . . .	77·40	Summe . . . . .	96·37

100 Theile des wasserfreien Pfannkernes enthalten darnach:

Chlornatrium . . . . .	80·31
Nebensalze . . . . .	19·68.

## d) Aussee.

Von dem an der hiesigen Saline erzeugten Salz wurde untersucht:

Gattung des Salzes	100 Theile enthielten						
	Schwefelsäure	Chlor	Kalk	Magnesia	Kali	Natron	Wasser
1. Grobkörn. Vorgangsalz . . . . .	1·20	58·84	0·14	0·21	0·20	51·75	1·02
2. Grobkörn. Nachgangsalz . . . . .	0·72	58·84	0·01	0·34	0·29	51·00	1·77
3. Feinkörniges Salz . . . . .	2·66	56·00	0·05	0·85	0·80	49·20	2·95
4. Gaar gedörertes Salz . . . . .	1·81	58·73	0·04	0·27	0·33	51·90	0·50

Es ergeben sich daraus für 100 Theile folgende Combinationen:

Bestandtheile	1	2	3	4
Schwefelsaurer Kalk . . . . .	0·34	0·02	0·12	0·10
Schwefelsaures Kali . . . . .	0·37	0·53	1·47	0·61
Schwefelsaures Natron . . . . .	1·47	0·83	3·40	2·61
Chlormagnesium . . . . .	0·48	0·79	2·01	0·63
Chlornatrium . . . . .	96·36	95·94	89·81	95·74
Wasser . . . . .	1·02	1·77	2·95	0·50
Summe . . . . .	100·04	99·88	99·76	100·19

Nr. 4 repräsentirt die Zusammensetzung und den Zustand der Trockenheit des von der Saline producirt und in den Handel gesetzten Salzes.

100 Theile dieser Producte in wasserfreiem Zustande enthalten:

Bestandtheile	1. Vorgangsalz	2. Nachgangsalz	3. Feinkörniges Salz	4. Gaar gedörrtes Salz
Schwefelsauren Kalk . . . . .	0·34	0·02	0·12	0·10
Schwefelsaures Kali . . . . .	0·37	0·54	1·51	0·61
Schwefelsaures Natron . . . . .	1·48	0·84	3·51	2·62
Chlormagnesium . . . . .	0·48	0·80	2·07	0·63
Chlornatrium . . . . .	97·32	97·79	92·78	96·03
Summe der Nebensalze .	2·67	2·20	7·21	3·96

Die Soolen vom Bergbau in Aussee sind die unreinsten, es darf daher nicht Wunder nehmen, dass hier dem beim Siedprocesse auskrystallisirenden Kochsalze sich mehr von den Nebensalzen beimengt. Indess ist das von der Saline erzeugte Endproduct nicht wesentlich von dem der anderen Salinen verschieden. Eine sehr ausgiebige Reinigung bewirkt hier der Dörrprocess. Schon für den Blick ist es auffällig, dass das aus den Dörrkammern gelangende Salz ganz besonders stark mit den Krusten der herausgeschmolzenen Dartrropfsalze überkleidet ist, die dann beseitigt werden. Das Dörren wird aber hier bei hoher Temperatur und mit grosser Sorgfalt bewerkstelligt, wodurch erreicht wird, dass die erzeugten Salzstöcke nicht nur ganz besonders compact und zu dem Transporte auf der Achse geeignet, sondern auch nahezu so rein wie das Product der anderen Salinen ausfallen.

Der Vergleich des fixen Rückstandes der Soolen mit dem wasserfreien feinkörnigen Salze ergibt folgende Verhältnisse:

	Salz				
	1. 4 Jahr alte Soole	2. 4 Jahr alte Soole	3. Junge Soole	ungedörrt	gedörrt
Chlornatrium . . . . .	82·98	89·95	89·69	92·78	96·03
Nebensalze . . . . .	17·01	10·04	10·30	7·21	3·96

Durch den Siedeprocess werden sonach 28·1 — 57·6 Pct. der Nebensalze von dem fixen Soolenrückstande ausgeschieden, durch den Dörrprocess 4·5 Pct. von den im feinkörnigen Salze enthaltenen Nebensalzen. Die ganze Manipulation der Saline bewirkt somit eine Abscheidung von 60·5 — 76·7 Pct. der Nebensalze im fixen Rückstande der Soolen, je nachdem daran ärmere oder reichere zur Verarbeitung kommen. Eine Untersuchung der Dartrropfsalze, deren Abfall hier so wesentlich dazu beiträgt das erhaltene Siedeprocessproduct zu reinigen, ergab für 100 Theile:

Säuren und Basen:	Salze:		
Schwefelsäure . . . . .	6·05	Schwefelsauren Kalk . . . . .	Spur
Chlor . . . . .	50·66	Schwefelsaures Kali . . . . .	6·28
Kalk . . . . .	Spur	Schwefelsaures Natron . . . . .	5·62
Magnesia . . . . .	2·12	Chlormagnesium . . . . .	5·02
Kali . . . . .	3·40	Chlornatrium . . . . .	77·30
Natron . . . . .	43·30	Wasser . . . . .	5·55
Wasser . . . . .	5·55	Summe . . . . .	99·77

Das Verhältniss des Chlornatriums zu den Nebensalzen ist in der wasserfreien Substanz:

Chlornatrium: 82·04. Nebensalze: 17·95.

## [41] Der Salinenbetrieb in österr. und steierm. Salzkammern in chemischer Beziehung. 297

Dieses Darrtropsalz enthielt somit um beinahe 14 Pet. mehr Nebensalze wie das abgedörrte Kochsalz. Alle diese Verhältnisse sind natürlich ziemlich variabel, da ja schon das feinkörnige Salz, welches in verschiedenen Zeiten der Campagne auskrystallisirt, bald mehr, bald weniger beigemengte Nebensalze enthält. Das abgedörrte Salz, das eigentliche Product der Salinen, hat hingegen eine ziemlich constante Zusammensetzung, da aus unreinerem Salze, welches aus den Pfannen in die Dörrkammern gelangt, dort mehr, aus reineren entsprechend weniger sich in Form von Dörrauswüchsen abscheidet.

Pfannstein. Eine Untersuchung des hier abfallenden Pfannkernes gab für 100 Theile:

Säuren und Basen:	Salze:
Schwefelsäure . . . . . 20·46	Schwefelsauren Kalk . . . . . 6·77
Chlor . . . . . 37·00	Schwefelsaure Magnesia . . . . . 7·08
Kalk . . . . . 2·79	Schwefelsaures Kali . . . . . 13·85
Magnesia . . . . . 2·36	Schwefelsaures Natron . . . . . 9·60
Kali . . . . . 7·50	Chlornatrium . . . . . 60·97
Natron . . . . . 36·55	Unlöslich . . . . . 0·20
Unlöslich . . . . . 0·20 (Thon)	Eisenoxyd . . . . . 0·15
Eisenoxyd . . . . . 0·15	Wasser . . . . . 1·17
Wasser . . . . . 1·17	Summe . . . . . 99·79.

100 Theile des wasserfreien Pfannkernes enthalten:

Chlornatrium: 61·72. Nebensalze: 38·27.

Mutterlaugen wurden von dieser Saline folgende untersucht:

1. Von kurzem Sudbetrieb, genommen von einem 9tägigen Sud.
2. Nach langem Sudbetrieb, genommen von einem 13tägigen Sud.

	1	2
Specifisches Gewicht . . . . .	1·2605	1·2662
Gewicht von einem Kubikfuss Mutterlauge in Pfunden . . . . .	71·292	71·413
Gehalt an fixen Bestandtheilen in 100 Theilen der Mutterlaugen . . . . .	30·44	31·42
Ein Kubikfuss der Laugen enthält darnach fixe Theile in Pfunden . . . . .	21·701	22·438

Gefunden wurden in 100 Theilen dieser Mutterlaugen:

Bestandtheile	1	2
Schwefelsäure . . . . .	3·77	4·35
Chlor . . . . .	14·79	14·29
Brom . . . . .	0·05	0·07
Kalk . . . . .	Spur	Spur
Magnesia . . . . .	2·91	2·45
Kali . . . . .	2·27	3·00
Natron . . . . .	9·70	10·00

woraus sich folgende relative Salzmengen ergeben :

Salze	1	2
Schwefelsaurer Kalk . . . . .	Spur	Spur
Schwefelsaures Kali . . . . .	4·19	5·54
Schwefelsaures Natron . . . . .	3·28	3·21
Chlormagnesium . . . . .	6·89	5·78
Brommagnesium . . . . .	0·057	0·08
Chlornatrium . . . . .	15·80	16·63
Summe .	30·217	31·24
Gefundener Abdampfrückstand .	30·440	31·42

Ein Vergleich des wasserfreien fixen Rückstandes der Ausseer Soolen mit jenem dieser daraus resultirenden Mutterlaugen ergibt:

	1. 4jährige Soole	2. 4jährige Soole	3. junge Soole.	Mutterlauge	
				1	2
Chlornatrium . . . . .	82·98	89·95	89·69	52·28	53·23
Nebensalze . . . . .	17·01	10·04	10·30	47·71	46·76

Aus allen diesen Verhältnissen ergibt sich, dass die Saline in Aussee mit den grössten Schwierigkeiten zu kämpfen hat, um ein reines Salz darzustellen, es sind nämlich die zur Verarbeitung kommenden Soolen kaum viel reiner wie die Mutterlaugen von einem längeren Sudbetriebe an den anderen Salinen.

Um einen vergleichenden Ueberblick über die Leistung der Fabrication in chemischer Beziehung an den vier hier abgehandelten Salinen zu gewinnen, dient die folgende Zusammenstellung über die Qualität des producirten Kochsalzes.

#### Abgedörrtes Kochsalz.

Saline	Ebensee	Ischl	Hallstatt	Aussee
Chlornatrium . . . . .	96·30	96·27	95·06	95·74
Nebensalze . . . . .	3·11	2·49	2·98	3·95
Wasser . . . . .	0·54	1·02	1·41	0·50

Das auf sämmtlichen vier Salinen erzeugte Kochsalz ist mithin als Handelsproduct geradezu als gleichwerthig zu betrachten. Die hier angegebene Wassermenge entspricht dem Grade von Trockenheit, in welchem das Salz von den Salinen abgegeben wird. Vermöge der Hygroskopicität der Nebensalze zieht es wohl später wieder mehr Wasser an, allein das Gewicht der Stöcke wird unmittelbar nach dem Trocknen des Salzes bestimmt und verzeichnet. Um was das Salz später mehr Wasser enthält, ist nur ein Verlust für alle Käufer im Kleinen. Diese Wassermenge beträgt 3, 4 und auch mehr Percent, woraus den Zwischenhändlern ein nicht unerheblicher Gewinn erwächst.

Das reinste Salz wird nach den angeführten Analysen bei der Saline in Ischl dargestellt, aber die Leistung ist in dieser Beziehung bei der Saline in Aussee die höchste, wenn man das Rohmateriale berücksichtigt, welches dort zur Verarbeitung kommt.

Das die Vor- und Nachgangsalze an Werth, vermöge ihres Gehaltes an Chlornatrium, dem als Kochsalz in den Handel gesetzten Producte nicht nachstehen, wurde am betreffenden Orte bereits nachgewiesen.

Durch den Fabricationsprocess (Sieden und Dörren) werden von 100 Theilen der in den Soolen enthaltenen Nebensalze abgeschieden:

In: Ebensee	Ischl	Hallstatt	Aussee
41·1 Pct.	48·8 — 73·2 Pct.	44·6 — 54·0 Pct.	60·5 — 76·7 Pct.

Für die Beurtheilung der ökonomischen Seite der Fabrication mögen folgende Daten als Anhaltspunkte dienen:

Ein Pfund Wasserdampf (von 100° C.) erfordert zu seiner Bildung 650 Calorien.

Nimmt man den absoluten Wärmeeffect des Holzes zu 3000 Calorien, so können durch 1 Pfund Holz 4·6 Pfund Wasser verdampft werden.

Im Durchschnitt sämmtlicher Untersuchungen wiegt 1 Kubikfuss Soole 68·2 Pfunde, und enthält:

18·2 Pfund fixen Rückstand,
50·0 „ Wasser.

Mit einer Klafter Holz, wenn man diese zu 20 Centner annimmt, können demnach 92 Centner Wasser oder 184 Kubikfuss Soole verdampft und 33·4 Centner fixer Soolenrückstand erhalten werden.

Der durchschnittliche jährliche Holzverbrauch der vier Salinen betrug in den letzten Jahren circa 40.000 Klafter, theoretisch können mit diesen daher 7,360.000 Kubikfuss Soole verdampft und 1,340.000 Centner fixer Soolenrückstand erhalten werden. Nach den in den Jahren 1858 und 1859 gemachten Erhebungen an der Saline in Ebensee<sup>1)</sup> wurden durch 1 Centner Holz 373 Pfunde Wasser verdampft, was 81 Pct. von der theoretisch eben entwickelten Leistung entspricht. Bei der nahezu gleichen Einrichtung, wie sie an den vier Salinen herrscht, lassen sich auch die gleichen praktischen Erfolge voraussetzen. Die mit 40.000 Klafter Holz erzielte Leistung würde sich darnach auf die Verdampfung von 5,961.600 Kubikfuss Soole und die Gewinnung von 1,085.400 Centner fixen Soolenrückstand beschränken.

Die wirkliche Ausbeute an Sudsalz beträgt nach den Beobachtungen in Hallstatt per Kubikfuss Soole 17·5 Pfund, indem der Rest des fixen Rückstandes als Pfänkern, Darrtropfsalz u. s. w. in Abfall kommt. Die Soolen, welche an den anderen Salinen zur Verarbeitung kommen, sind nicht ärmer wie die im Hallstätter Bergbau gewonnenen, es darf also die gleiche Ausbeute vorausgesetzt werden. Die aus der berechneten Soolenmenge resultirende Quantität von Sudsalz würde darnach bei einem Aufwande von 40.000 Klafter Holz 1,043.280 Centner Sudsalz und 42.120 Centner an verschiedenen Abfällen betragen.

Zur Beurtheilung in wie ferne die thatsächliche Leistung der Salinen diesen Angaben sich nähert oder sie überschreitet, mangeln mir die erforderlichen Daten, und ich musste mich daher auf eine mehr theoretische Entwicklung dieser Verhältnisse beschränken.

Schliesslich möge noch die Frage über den Werth der Nebenproducte berührt werden.

Schon die Zerlegung der Soolen liess erkennen, dass vermöge ihres unbedeutenden Gehaltes an fremden Salzen in allen daraus abfallenden Nebenproducten es nur vorwiegend das Chlornatrium sein könne, welches ihnen hauptsächlich einen Werth verleiht. Aber auch das Gesamtquantum der Nebenproducte ist

<sup>1)</sup> Nach Mittheilungen des früheren Salinendirectors v. Plentzner.

aus demselben Grunde nicht bedeutend. Für eine chemische Verarbeitung kämen hier in Betracht die lockeren Vor- und Nachgangsalze, die nicht genug bindende Bestandtheile (Nebensalze) besitzen, um sich zur Stöckelbildung zu eignen, ferner die Darrtropfsalze, der Pfannstein und die Mutterlaugen. Was die grobkörnigen Vor- und Nachgangsalze anbelangt, so hatte die Untersuchung ergeben, dass sie im wasserfreien Zustande folgendermassen zusammengesetzt seien:

Saline	Vorgangsalze		Nachgangsalze	
	Chlornatrium	Nebensalze	Chlornatrium	Nebensalze
Ebensee . . . . .	97·99	2·00	98·43	1·57
Ischl . . . . .	97·73	2·35	98·17	1·81
Aussee . . . . .	96·81	3·17	98·88	1·12
	97·32	2·67	97·79	2·20

Diese Producte sind fast reicher an Chlornatrium, wie das producirtes Kochsalz, es kommt also hier nur das erstere in Betracht. Für die chemische Verarbeitung zu Natronsalzen sind sie daher hochwerthig.

Auch in den Darrtropfsalzen überwiegt quantitativ, wie die folgende Zusammenstellung zeigt, noch weitaus das Chlornatrium.

Saline	Ebensee		Ischl	Hallstatt	Aussee
Chlornatrium . . . . .	80·60	86·12	88·21	91·08	82·04
Nebensalze . . . . .	19·39	13·87	11·78	8·91	17·95

Eine andere Verarbeitung dieser Nebenproducte ausser auf Natronsalze erschiene somit nicht lohnend.

In grösserer Menge treten die Nebensalze hingegen in den Pfannsteinen auf. Die Untersuchungsergebnisse dieses Sudabfalles sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Bestandtheile	Gehalt von einem Centner in Pfunden			
	Ebensee	Ischl	Hallstatt	Aussee
Schwefelsaurer Kalk . . . . .	28·73	27·73	7·70	6·77
Schwefelsaure Magnesia . . . . .	1·65	0·42	2·00	7·08
Schwefelsaures Kali . . . . .	1·81	0·83	1·10	13·85
Schwefelsaures Natron . . . . .	16·11	36·03	8·00	9·60
Chlornatrium . . . . .	49·58	30·55	77·40	60·97

Diese Tabelle zeigt zugleich wie sehr variabel die Zusammensetzung der Pfannsteine je nach der Dauer der Campagne und der Temperatur während des Verdampfungsprocesses ist. Die Kalisalze, deren Gewinnung jetzt an mehreren ausländischen Salinen eine grosse Rolle spielt, sind mit Ausnahme des Pfannkernes von der Saline in Aussee, nur in sehr geringer Menge vorhanden, da schon die Soolen selbst daran sehr arm sind. In den Soolen vom Salzbergbau in Aussee sind Kalisalze etwas reichlicher vertreten, und concentriren sich daher auch in grösserer Menge in den Abfällen. Der Gyps ist geradezu als werthlos zu betrachten mit Rücksicht auf eine chemische Verarbeitung, und käme nur in Betracht bei Verwendung der daran reichen Pfannsteine als Düngmittel, wozu sie namentlich gemischt mit der abfallenden Holzasche benützlich erscheinen. Natronsalze sind

endlich ziemlich reichlich vorhanden, wenigstens in solcher Menge, um ihre Isolirung zu ermöglichen. Es scheint indessen, dass der Gesamtabfall an Pfannkern, mit Ausnahme der Saline in Aussee, welche unreinere Soolen verarbeitet, nicht sehr hoch sein dürfte. Es liegen keine Angaben vor, wie hoch der Abfall an Pfannstein sich bei den einzelnen Salinen belauft, was natürlich entscheidend für die Frage ist, ob sie das Materiale für eine chemische Fabrication von nennenswerther Erzeugung liefern könnten.

In der folgenden Tabelle ist endlich noch die Zusammensetzung der untersuchten Mutterlaugen übersichtlich dargestellt, und zwar ist der Gehalt in Pfunden für je 1 Kubikfuss Soole angegeben:

Mutterlauge von der Saline	Schwefelsaure Salze			Brom- Magnesium	Chlor-	
	Kalk	Kali	Natron		Magnesium	Natrium
Ebensee, von einer zwölf-tägigen Campagne . . . . .	0·131	1·265	0·330	0·023	1·650	15·735
Ischl, nach zweiwöchentlicher Siedezeit . . . . .	0·131	1·090	0·621	0·016	1·905	15·388
Ischl, von einer vierwöchentlichen Siedezeit . . . . .	0·151	1·080	0·289	0·023	1·376	16·237
Hallstatt, von einem zehnmönatlichen Sudbetrieb . . . . .	0·342	2·636	1·932	0·040	4·122	11·939
Aussee, von kürzerem Sudbetrieb . . . . .	Spur	2·987	2·338	0·040	4·912	11·264
Aussee, von längerem Sudbetrieb . . . . .	Spur	3·956	2·292	0·057	4·127	11·876

Wie aus dieser Zusammenstellung hervorgeht, ist es wohl gerechtfertigt, dass die von einem nur wenige Wochen dauernden Sudbetriebe herstammenden Mutterlaugen, nicht allsogleich entfernt sondern weiter versotten werden, namentlich gilt dies für die in Ebensee und Ischl aus kurzem Sudbetriebe abfallenden Laugen. Wie zur Entscheidung der Siedewürdigkeit der Soolen würde auch zur raschen Beurtheilung des Grades von Unreinheit der Mutterlaugen die Bestimmung des specifischen Gewichtes den besten Maassstab zur Hand geben. Aus den vorliegenden Untersuchungen ergibt sich folgendes relative Verhältniss bei den Mutterlaugen zwischen ihrem specifischen Gewichte, dem Gehalte an Chlornatrium und den Nebensalzen:

Saline	Specifisches Gewicht	Fixer Rückstand in einem Kubikfuss. Pfunde	In 100 Theilen fixen Rückstandes	
			Chlornatrium	Nebensalze
Ebensee . . . . .	1·2194	19·064	82·22	17·78
Ischl . . . . .	1·2204	18·942	84·76	15·24
Ischl . . . . .	1·2241	19·489	80·35	19·65
Hallstatt . . . . .	1·2543	21·090	56·83	43·17
Aussee . . . . .	1·2605	21·701	52·28	47·71
Aussee . . . . .	1·2662	22·438	53·23	46·76

Man kann darnach annehmen, dass die Mutterlaugen mit einem specifischen Gewichte von 1·23 angefangen, schon so unrein werden (etwa 25—30 Pct. Nebensalze vom gesammten fixen Rückstande enthalten), dass ihre Entfernung aus dem Sudbetriebe geboten erscheint. In den älteren Mutterlaugen ist der Gehalt an Magnesia, Kali- und Natronsalzen nicht unerheblich, und hier gesellen

sich noch Bromsalze hinzu, daher eine chemische Verarbeitung derselben einige Rücksicht verdient. Indessen tritt auch hier der Fall ein, dass es vor Allem nöthig wäre zu wissen, wie hoch sich der Abfall an Mutterlaugen (mit einem specifischen Gewichte von mindestens 1.23) alljährig bei den in Rede stehenden Salinen beläuft.

Oekonomische Folgerungen irgend einer Art können nur auf Basis detaillirter Betriebsrelationen entworfen werden, die aus neuerer Zeit in der heimischen Literatur gänzlich mangeln. Die analytischen Resultate, wie sie hier vorliegen und die Würdigung der localen Verhältnisse sind der eine Factor dazu; der andere, der im Vereine damit am einfachsten und unwiderleglichsten den Beweis herstellt, auf welcher Höhe der Perfection sich der Salinenbetrieb befindet, concentriert sich streng genommen in einer einzigen Frage, und die lautet: was kostet thatsächlich, inclusive aller darauf lastenden Regie- und Gesteungsauslagen, die Erzeugung von einem Centner Sudsals?

Indessen die Beantwortung dieser Frage, wozu mir ohnedies auch die Behelfe fehlen, lag nicht in dem Kreis der mir übertragenen Aufgabe, die sich wesentlich nur auf die chemische Seite des Salinenbetriebes bezog. Nach Allem was in der letzteren Richtung erprobt wurde, ist die Leistung der Salinen (die Erzeugung eines möglichst reinen Salzes) eine vorzügliche. Nach allen empfangenen Eindrücken scheint auch der Betrieb in anderen rein technischen Beziehungen, wie z. B. in Hinsicht des aus den Soolen ausgebrachten Quantums von Salz, der nutzbar gemachten Wärmemenge des Brennstoffes u. s. w. auf einer auer-kennenswerthen Höhe zu stehen. Sicher ist es mindestens, dass bei der localen Leitung und Verwaltung an den einzelnen Salinen ein unverkennbares Streben herrscht die technische Seite des Betriebes zu heben, und dieses Bestreben hat eine Reihe localer Einrichtungen, Verbesserungen, Manipulationsänderungen u. s. w. an jeder einzelnen der vier Salinen im Gefolge gehabt, deren Auseinandersetzung hier zu weit führen würde, die aber wenigstens des Principes wegen das ihrer Anbahnung zu Grunde lag, angedeutet werden müssen. Um wie viel günstiger würden sich erst aber unter diesen Prämissen manche Verhältnisse gestalten können, wenn der Wirkungskreis der Leitung jeder einzelnen Saline ein erweiterter würde, wenn sie im Sinne isolirter Staatsfabriken beständen.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt](#)

Jahr/Year: 1864

Band/Volume: [014](#)

Autor(en)/Author(s): Hauer Karl Ritter von

Artikel/Article: [Der Salinenbetrieb im österreichischen und steiermärkischen Salzkammergute in chemischer Beziehung. 257-302](#)