

für

# Berg- und Hüttenwesen.

Verantwortliche Redacteurs:

Hanns Höfer,

C. v. Ernst,

o. ö. Professor an der k. k. Bergakademie in Leoben.

k. k. Oberbergrath, Bergwerksprod.-Verschl.-Director in Wien.

Unter besonderer Mitwirkung der Herren: Joseph von Ehrenwerth, a. o. k. k. Bergakademie-Professor in Leoben, Joseph Mrabák, o. ö. k. k. Bergakademie-Professor in Pöfibrum, Adalbert Kás, Adjunct an der k. k. Bergakademie in Pöfibrum, Franz Kupelwieser, o. ö. k. k. Bergakademie-Professor in Leoben, Johann Lhotaky, k. k. Sectionsrath im k. k. Ackerbau-Ministerium, Johann Mayer, Obergeringieur der a. pr. Ferdinands-Nordbahn in Mährisch-Ostrau, Franz Pošepný, k. k. Bergrath und a. o. Bergakademie-Professor in Pöfibrum und Franz Rochelt, o. ö. k. k. Bergakademie-Professor in Leoben.

Manz'sche k. k. Hof-Verlags- und Universitäts-Buchhandlung in Wien, Kohlmarkt 7.

Diese Zeitschrift erscheint wöchentlich einen bis zwei Bogen stark und mit jährlich mindestens zwanzig artistischen Beilagen. Pränumerationspreis jährlich mit franco Postversendung für Oesterreich-Ungarn 12 fl. ö. W., halbjährig 6 fl., für Deutschland 24 Mark, resp. 12 Mark. — Reclamationen, wenn unversiegelt, portofrei, können nur 14 Tage nach Expedition der jeweiligen Nummer berücksichtigt werden.

INHALT: Chemische Studien über den Salinenbetrieb. — Die Entwicklung der Anthracit-Hochöfen in Amerika. — Recursentscheidungen des Ackerbauministeriums. — Die Production der Bergwerke, Salinen und Hütten im preussischen Staate im Jahre 1885. — Metall- und Kohlenmarkt. — Notizen. — Literatur. — Amtliches. — Ankündigungen.

## Chemische Studien über den Salinenbetrieb.

Von C. v. Balzberg, k. k. Obergeringieur.

Eine bis nun sehr vernachlässigte Seite des Salinenbetriebes ist die chemische. Alle Aufmerksamkeit, alle Intelligenz wurde bisher fast ausschliesslich der mechanisch-physikalischen und in letzterer Zeit auch der pyrotechnischen Seite zugewendet und auf diesen Gebieten auch Namhaftes geleistet.

Wir finden zwar in älteren Werken und Aufsätzen, so in Karsten's Lehrbuch der Salinenkunde, sehr viel über die chemische Zusammensetzung und das chemische Verhalten der Laugen, Soolen und Salinenproducte, aber in neuerer Zeit schweigt die Literatur über diesen gewiss sehr wichtigen Zweig des Salinenwesens gänzlich.

Es muss sich dem Fachmanne unwillkürlich die Frage aufdrängen: „Warum wird dieser Zweig so stiefmütterlich behandelt? hat er keinen praktischen Werth für den Betrieb? oder führt er nur zu akademischen Discussionen?“

Betrachtet man die Rathlosigkeit, mit der der Bergmann ebenso wie der Hüttenmann oft Vorgängen gegenüber steht, die er sich nicht erklären, geschweige denn zu seinen Gunsten lenken kann, zu deren Erklärung dann die abgenützten Phrasen von feuchtem Holze, feuchter Luft, widrigen Winden etc. immer wieder herhalten müssen, so muss sich jedem Eingeweihten die Ueberzeugung aufdrängen, dass hier noch Vieles unerforscht, und dass es eine dringende Aufgabe des Hüttenmannes sei, möglichste Klarheit in die Vorgänge der einzelnen Betriebsstadien zu bringen, um sodann nach Maassgabe der zu Gebote stehenden Mittel jene Wege einschlagen zu können, die als Ziel die Be-

seitigung eingetretener Uebelstände und somit in letzter Linie die Hebung des Salinenbetriebes anstreben.

Es wurde mir vielfach entgegenget, dass es ziemlich gleichgiltig sei, die jedesmalige Zusammensetzung der Soolen und Laugen zu kennen, und dass ja darüber schon vielfache Arbeiten, so von Bergrath v. Hauer, Prof. Schrötter, Oberbergrath Patera und anderen Autoritäten existiren, dass endlich weder dem Bergnoch dem Hüttenmanne eine Einflussnahme auf die Vorgänge des Lösungs- und Krystallisationsprocesses möglich sei.

So werthvoll nun die obigen Arbeiten zweifellos sind, so gewähren sie doch keinen Einblick in die momentanen Vorgänge. Ich hoffe im Verlaufe dieser Abhandlung darthun zu können, dass sowohl beim Laugwerk als auch beim Sudprocesse eben durch die Kenntniss der jeweiligen chemischen Zusammensetzung der Substanzen eine Menge Mittel und Wege geboten werden, um, wenn auch nicht den Process vollständig in die Hand zu bekommen, doch einen wesentlichen Einfluss darauf ausüben zu können.

Noch einem Einwurfe muss ich im Vorhinein begegnen, nämlich dem, es sei ja ausserordentlich schwierig, wenn nicht unmöglich, dass sich der Betriebsbeamte, der ohnedies mit Geschäften überhäuft ist, noch mit Laboratoriumsarbeiten befassen solle. Hierauf muss ich erwidern, dass es sich in den meisten Fällen nur um die Constaturung gewisser, auf den Verlaugungs- und Sudprocess Einfluss nehmender Bestandtheile, durchaus nicht um vollständige chemische Analysen handeln wird; dass

ich endlich bemüht war, einen maassanalytischen Apparat zusammenzustellen, der an Einfachheit der Handhabung den fast überall schon eingebürgerten Gasanalysen-Apparaten kaum nachsteht, und der endlich bei gehöriger Instruction auch von jedem intelligenten Aufseher oder Zögling gehandhabt werden kann.

Ich muss gleich hier bemerken, dass ich bei meinen nun folgenden Darlegungen gezwungen bin, manches Bekannte zu besprechen, um demselben meine Wahrnehmungen anreihen und daraus ein Ganzes bilden zu können.

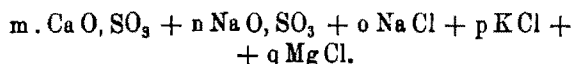
Gleichwohl masse ich mir nicht an, mit diesem Aufsätze die Lösung des thermo chemischen Problems beim Sud- und Wässerungsprocesse gefunden zu haben; im Gegentheile soll er nur ein bescheidener Anfang, eine Anregung für alle Fachgenossen sein, auch dieser Seite des Salinenbetriebes ihre Aufmerksamkeit zu widmen.

#### Zusammensetzung der Salinenproducte.

Abstrahirt man von jenen Substanzen, welche für den Sudbetrieb von keinem Interesse sind, so lassen sich dieselben, insoferne sie bei den alpinen Salinen vorkommen, in folgendes Schema bringen:

Sulfate	Chloride	Carbonate <sup>1)</sup>
Ca O, SO <sub>3</sub>	Ca Cl	Ca O, CO <sub>2</sub>
Na O, SO <sub>3</sub>	Na Cl	—
K O, SO <sub>3</sub>	K Cl	—
Mg O, SO <sub>3</sub>	Mg Cl	Mg O, CO <sub>2</sub>

Doch auch von diesen Gemengtheilen haben nur gewisse ein praktisches Interesse für den Sudprocess, so zwar, dass sich die allgemeine Formel für die zu besprechenden festen Producte darstellen lässt:



#### Soolenanalysen-Apparat.

Um schnell und mit hinreichender Genauigkeit obige Bestandtheile quantitativ bestimmen zu können, dient folgender Apparat:

Auf einem leicht transportablen Gestelle sind drei Quetschhahn-Büretten und eine Glashahn-Bürette angeordnet. Die Büretten haben einen Fassungsraum von 50c<sup>3</sup> und sind in 0,1c<sup>3</sup> getheilt.

Bürette 1 enthält eine Kalichromat-Lösung, welche  $\frac{1}{4}$  normal ist, d. h. welche gleichwertig mit einer Chlorbaryumlösung ist, von welcher 1c<sup>3</sup> 10mg SO<sub>3</sub> in schwefelsaurem Baryt umwandelt.

Diese beiden Normalflüssigkeiten dienen nun zur Bestimmung der SO<sub>3</sub> in den Lösungen, nach der Wildenstein'schen Methode.

Man giesst ein bestimmtes Volumen, etwa 10c<sup>3</sup>, der zu untersuchenden Flüssigkeit in ein kleines Becherglas, lässt mit einer Pipette ein gemessenes Quantum der  $\frac{1}{4}$  Normal-Chlorbaryumlösung in dieselben ab, bis

<sup>1)</sup> Ich bediene mich hier durchgängig der älteren chemischen Formeln und des Atomgewichtes (H = 1; O = 8), nachdem sie für die Maassanalyse viel geeigneter sind und auch minder gewandten Chemikern weniger Schwierigkeiten bereiten, als die neueren Formeln.

sicher alle SO<sub>3</sub> gefällt ist, macht mit einigen Tropfen Ammoniak alkalisch, kocht die Flüssigkeit und lässt nun fünfropfenweise so lange Chromatlösung aus der Bürette zufließen, bis gerade der Ueberschuss an Chlorbaryum niedergeschlagen ist. Dies erkennt man schnell und deutlich daran, dass die über dem sich rasch absetzenden Niederschlage befindliche, anfangs farblose Flüssigkeit gelb gefärbt erscheint. Die Berechnung der vorhandenen SO<sub>3</sub> ist nun sehr einfach. Wurde die SO<sub>3</sub> mit m c<sup>3</sup> Ba Cl gefällt und sodann mit n c<sup>3</sup> Chromatlösung das überschüssige Ba Cl neutralisirt, so war zur Fällung der SO<sub>3</sub> (m—n) c<sup>3</sup>, Ba Cl nothwendig; da nun 1c<sup>3</sup> dieser Flüssigkeit 10mg SO<sub>3</sub> entspricht, so beträgt die Schwefelsäuremenge 10 (m—n) mg.

Bürette 2, mit Glashahn, enthält eine Chamäleon-Lösung von 0,1 Normalgehalt, welche im Stande ist, pro 1c<sup>3</sup> verbrauchter Flüssigkeit 2,8mg an Oxalsäure gebundenen Kalk zu neutralisiren.

Bei der Bestimmung des Kalkes verfährt man in folgender Weise:

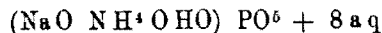
Man nimmt wieder 10c<sup>3</sup> der zu untersuchenden Flüssigkeit und versetzt sie, nachdem man sie ammoniakalisch gemacht, mit oxalsaurem Ammoniak im Ueberschusse, erwärmt, filtrirt und wäscht den Niederschlag mit heissem ammoniakalischen Wasser; sodann spült man den Niederschlag vom Filter in ein Becherglas und löst ihn mit verdünnter Fe-freier Salzsäure auf.

Nun tropft man aus der Bürette so viel Chamäleon ein, bis die anfängliche Entfärbung aufhört und der nächste Tropfen eine bleibende Rosafärbung der Flüssigkeit verursacht. Hat man hiezu 0c<sup>3</sup> Flüssigkeit verbraucht, so ist der Kalkgehalt =

$$\text{Ca O} = 2,8 \times 0.$$

Bürette 3 enthält essigsäure,  $\frac{1}{10}$  normale Uran-Probeflösung, von welcher jeder c<sup>3</sup> 4mg Magnesia oder 9,5mg Mg Cl entspricht.

Es wird in 10c<sup>3</sup> der Flüssigkeit durch Zusatz von phosphorsaurem Natron-Ammoniak



die Magnesia gefällt, sodann erwärmt und Ammoniak zugesetzt, der erhaltene Niederschlag filtrirt, mit ammoniakalischem Wasser gewaschen, vom Filter abgespritzt, in einem Becherglase in verdünnter Salzsäure gelöst, mit essigsäurem Natron versetzt, erhitzt und mit Uranlösung titirt. Man tropft hiebei so lange Uranlösung hinzu, bis ein Tropfen der Flüssigkeit mit einer auf einer Glasplatte ausgebreiteten Ferrocyankalium-Lösung eine braune Färbung zeigt. Waren hiezu p c<sup>3</sup> Uranlösung verbraucht worden, so enthielt die Soole

$$9,5 \times p \text{ c}^3 \text{ Chlormagnesia.}^2)$$

Bürette 4 enthält  $\frac{1}{10}$  normal Aetzkali-Lösung zur Bestimmung des Chlorkaliums.

<sup>2)</sup> Zur Vereinfachung kann man auch die Kalk- und Magnesia-Bestimmung gleichzeitig vornehmen, wobei man die doppelte Menge Soole mit Oxalsäure, Ammoniak und Phosphorsalz behandelt, den gewaschenen Niederschlag in Salzsäure löst, die Flüssigkeit halbirt und in einer Hälfte, wie oben angedeutet, mit Chamäleon den Kalk, in der anderen Hälfte mit Uran die Magnesia bestimmt.

10c<sup>3</sup> der Soole werden mit doppeltweinsaurem Natron versetzt und hierauf circa 50c<sup>3</sup> rectificirter Alkohol zugesetzt und filtrirt. Der Niederschlag wird nun sammt dem Filter getrocknet, mit Weinsteinlösung vom Filter gespritzt, mit derselben Lösung digerirt, sodann abermals filtrirt, der Niederschlag in heissem Wasser gelöst, mit Lackmus-Tinctur roth gefärbt, sodann mit  $\frac{1}{10}$  Aetzkali-Lösung auf Blau titrirt; da nun das entstandene doppeltweinsaure Kali mit einem Aequivalent der Säure sauer reagirt, so ist die zu deren Neutralisation aufgewendete Aetzkali menge gleich der ursprünglich vorhandenen Menge Kali, es entspricht sonach 1c<sup>3</sup> der verbrauchten  $\frac{1}{10}$  Aetzkali - Lösung 4,71mg KO, oder 7,46mg K Cl.

Ist nun die Menge der SO<sub>3</sub>, das Ca O, der Mg Cl und das K Cl bestimmt, so wird die Analyse in der Weise zusammengestellt, dass man die dem Kalke entsprechende Menge SO<sub>3</sub> bestimmt, welche einfach durch Multiplication des Kalkes mit 1,43 erhalten wird.

War die bestimmte Menge SO<sub>3</sub> grösser als die für den Kalk benötigte, so ist, bei unseren Soolen fast durchgehend, der Rest der Schwefelsäure an Na O gebunden. Zur Ermittlung der vorhandenen Menge an Na O, SO<sub>2</sub> ist der Rest der SO<sub>3</sub> mit 1,78 zu multipliciren.

Es sind nun sämmtliche Bestandtheile der Lösung bis auf das Na Cl bestimmt; dieses wird aus der Differenz zwischen dem Totalgewicht der festen Bestandtheile und den gefundenen Salzen berechnet, indem man durch genaue Bestimmung des specifischen Gewichtes der Lösung den Gehalt an Rohsalz in 10c<sup>3</sup> bestimmt.

Nach dem Vorausgegangenen würde sich nun die Analyse wie folgt zusammensetzen:

Kalk wurde gefunden 2,80, dementsprechend  
SO<sub>3</sub> = 2,8 × 7,43 O = 4,004 O,

daher

1. Gyps = 2,8 O + 4,004 O = 6,804 Ca O, SO<sub>3</sub>.

SO<sub>3</sub> wurde gefunden mit 10 (m—n), hievon die für den Gyps verbrauchten = 10 (m—n) — 4,004 O, derselben entspricht:

2. Glaubersalz = [10 (m—n) — 4,004 O] 1,78 =  
= 17,8 (m—n) — 7,127 O.

Da nun die Menge der Chlormagnesia 9,5 p, die Menge des Chlorkaliums 4,71q beträgt, so ist die Menge des Chlornatriums, wenn s die Menge des ganzen Rohsalzes in 10c<sup>3</sup> bedeutet:

3. Chlornatrium = s — [17,8 (m—n) — 0,323 O +  
+ 9,5 p + 4,71q].

Diese Berechnungen vereinfachen sich in der Praxis ungemein, wenn man Blanquette benützt, in welchen schon alle Aequivalenz - Factoren vorge druckt sind, so dass man nach Eintragung der verbrauchten Normalflüssigkeiten und Ausführung weniger kleiner Multiplicationen das Resultat der Analyse sofort niederschreiben kann.

Eine derartig ausgeführte Analyse nimmt kaum mehr als eine Stunde in Anspruch, kann also in jedem Falle leicht ausgeführt werden.

Ausser diesem eigentlichen Analysen - Apparat sind noch ein Wasserbad, eine Pipette in  $\frac{1}{10}$ cc getheilt, zum Messen der Soolenportionen und des Chlorbariums, endlich zwei Filtrirapparate, am besten Saugfilter, erforderlich.

Bevor über die Einflüsse der verschiedenen Salze auf den eigentlichen Sudprocess eingegangen wird, sollen deren chemische und physikalische Eigenschaften, so weit sie für den Sudprocess von Interesse sind, besprochen werden.

### 1. Gyps.

Der Gyps hat ein Volumgewicht von 2,2—2,4 und besteht aus 32,56% Ca O, 46,51% SO<sub>3</sub> und 20,93% HO; er braucht zu seiner Lösung 380—460 Theile, im Mittel 420 Theile kaltes Wasser; es würde sich daher das Volumgewicht einer gesättigten Gypslösung mit  $1 + \frac{1}{420} = 1,0024$  berechnen; thatsächlich fand ich dasselbe bei einer bei 15° C. gesättigten Lösung durch Wägung = 1,00250.

Die Salzsoolen sind jedoch im Stande, viel grössere Mengen Gyps aufzunehmen als reines Wasser, wie ein Beispiel darthun soll. Eine Lauge aus der Hocheder Wehre in Ischl, welche am 10. August d. J. geschöpft wurde, hatte eine Zusammensetzung von:

Na Cl	= 28,44kg
Na O, SO <sub>3</sub>	= 0,14 "
Ca O, SO <sub>3</sub>	= 0,89 "
Mg Cl	= 0,15 "
K Cl	= 0,15 " in hl Flüssigkeit.

Wäre nun ausser Gyps kein anderes Salz in Lösung gewesen, so wären auf 100,89kg Wasser 0,89kg Gyps gekommen, dies entspräche jedoch einer zur Lösung nöthigen  $\frac{100,89}{0,89} = 113$ fachen Wassermenge, also fast der vierfachen Menge Gyps wie im reinen Wasser.

Wie sehr jedoch die Capacität der Flüssigkeit, Gyps zu lösen, von ihrer chemischen Zusammensetzung abhängt, beweist eine zweite Analyse, welche mit derselben Soole, aber 18 Tage später gleich nach deren Gutsprechung vorgenommen wurde.

Na Cl	= 29,66kg
Ca O, SO <sub>3</sub>	= 0,50 "
Na O, SO <sub>3</sub>	= 0,65 "
Mg Cl	= 0,48 "
K Cl	= 0,32 " in 1hl Soole.

Es ist also durch den Eintritt der übrigen Salze 0,39kg Gyps aus dem 1hl Soole ausgeschieden worden; es entspricht die zur Lösung nothwendige Flüssigkeitsmenge der  $\frac{100,5}{0,5} = 201$ fachen, und die Lösungsfähigkeit ist auf die zweifache des reinen Wassers herabgesunken.

Die gypsreichste Soole fand ich bei der Saline Bex in der Schweiz. Diese Soole entsteht durch künstliche Auslaugung eines salzhaltigen Gypses; sie hatte folgende Zusammensetzung:

Na Cl = 29,274 kg  
 CaO SO<sub>3</sub> = 1,264 „  
 Na O SO<sub>3</sub> = —  
 Mg Cl = 0,202 „  
 K Cl = 0,496 „

sonstige Bestandtheile, wie  
 Bittersalz, Jod und Brom-  
 Magnesia, kohlensaure Mag-  
 nesia etc. = 0,765 „ pro hl.

Bei dieser Soole wäre also die Flüssigkeitsmenge die  
 $\frac{101,264}{1,264} = 80$ fache, d. h. sie hätte gegenüber reinem  
 Wasser die 5,25fache Lösungsfähigkeit für Gyps.

Aus letzterer Analyse geht auch hervor, dass bei dem grössten Gypsgehalt ein vollständiger Mangel an NaO, SO<sub>3</sub> eintritt.

Aus der nun folgenden Zusammenstellung wird nachgewiesen werden, dass einem grossen Gehalte an NaO, SO<sub>3</sub> ein geringer Gypsgehalt und umgekehrt entspricht, so dass sich diese beiden Salze gleichsam substituiren können.

Das Beispiel im Hocheder Werke hat gezeigt, dass der Gyps, der sich schon in Lösung befand, nachträglich erst, und zwar jedenfalls durch Hinzutreten des Glaubersalzes, ausgeschieden wurde.

S o o l e	Ca O, SO <sub>3</sub>				Na O, SO <sub>3</sub>			
	Procentgehalt in der Soole	Mittlerer Gehalt	daher gegen das Mittel		Procentgehalt in der Soole	Mittlerer Gehalt	daher gegen das Mittel	
			mehr	weniger			mehr	weniger
<b>I s c h l e r ' S o o l e n</b>								
vom September 1884 . . . . .	1,082	1,494	—	0,412	2,722	2,293	0,429	—
„ September 1885 . . . . .	1,940	1,494	0,446	—	2,250	2,293	—	0,043
„ 19. August 1886 . . . . .	1,107	1,494	—	0,387	2,796	2,293	0,503	—
„ 23. August 1886 . . . . .	1,049	1,494	—	0,445	2,844	2,293	0,551	—
„ 26. August 1886 . . . . .	1,136	1,494	—	0,358	2,611	2,293	0,318	—
„ Ehrman-Werk, August 1886 . . . . .	1,045	1,494	—	0,449	2,615	2,293	0,322	—
„ Hocheder-Werk, 28. August 1886 . . . . .	1,592	1,494	0,098	—	2,039	2,293	—	0,354
„ Hocheder-Werk <sup>3)</sup> , 10. November 1886 . . . . .	3,004	1,494	1,510	—	0,467	2,293	—	1,826
Mittel . . . . .	1,494	—	—	—	2,293	—	—	—
<b>H a l l s t ä t t e r S o o l e n</b>								
„ September 1884 . . . . .	1,095	1,259	—	0,164	2,404	1,738	0,666	—
„ 19. August 1886 . . . . .	1,773	1,259	0,514	—	0,711	1,738	—	1,028
„ 23. August 1886 . . . . .	0,918	1,259	—	0,314	2,053	1,738	0,315	—
„ 26. August 1886 . . . . .	0,822	1,259	—	0,437	1,934	1,738	0,196	—
„ 31. August 1886 . . . . .	1,688	1,259	0,429	—	1,586	1,738	—	0,152
Mittel . . . . .	1,259	—	—	—	1,738	—	—	—

<sup>3)</sup> Ist eine Lauge oder ungesättigte Soole.

Es wird sonach eine Soole um so reicher an Gyps sein, je reicher das Gebirge an Gyps und je ärmer dasselbe an Glaubersalz ist; es wird weiters eine gypsreiche Soole in den Einschlagswerken dann am meisten Gyps verlieren, wenn das Einschlagswerk reich an Glaubersalz ist; es kann aber andererseits auch der Fall eintreten, dass eine an Glaubersalz arme Soole, wenn sie in ein Einschlagswerk kommt, in welchem viel Anhydrit vorhanden ist, Gyps aufnimmt.

Da nun Gyps der nachtheiligste Begleiter des Kochsalzes ist, so ist durch obiges Löslichkeits-Verhältniss immerhin die Möglichkeit geboten, die Menge dieses unangenehmen Begleiters auf ein Minimum zu reduciren.

Erhitzt man gypshaltige Soole in verschlossenem Raume auf 100—120° C., so scheidet sich der ganze Gyps als dichte, harte, feinkörnige Masse an den Heizflächen ab; dieser Umstand könnte immerhin zur Soolen-

reinigungsmethode führen, da ja die aufgewendete Wärme keine verlorene ist.

Durch kohlensaures Kali oder Natron kann ebenfalls eine Reinigung der Soole von Gyps vorgenommen werden; doch ist dieses Verfahren bei den dermaligen hohen Preisen dieser Substanzen im Grossen nicht ausführbar.

Findet gleichzeitig mit der Erhitzung der Soole eine turbulente Verdampfung statt, so bildet sich ein Gemenge von Gyps und Salz, der sogenannte Pfannstein, der wegen der geringen Wärme-Leitungsfähigkeit des Gypses eine schlechte Wärmeausnützung und eine baldige Zerstörung der Pfannbleche verursacht. Der so gebildete Pfannstein enthält 15—16% Gyps und 83—84% Chlor-natrium.

Der an der unteren Hälfte der Pfanne sich ausscheidende Gyps tritt nur in dünnen, sehr harten Blätt-

oben auf, die aus durchschnittlich 80% Gyps und 15 bis 16% Chlornatrium bestehen.

Der Gyps scheidet sich rapid an den Heizflächen ab und kann diese Abscheidung durch keine noch so fleissige Krückenarbeit und durch keinen Mechanismus verhindert werden. Man begegnet noch häufig der Ansicht und findet dieselbe auch in Büchern vertreten, dass sich der Gyps als Schlamm in den Pfannen ablagere und von dem ausgeschiedenen Chlornatrium umschlossen, an den Pfannenboden anbrenne, daher auch der Pfannsteinbildung durch fleissige Arbeit vorgebeugt werden könne.

Dass der Gyps nur durch Erhitzung der Gefässwandungen ausgeschieden werde, dafür spricht der Vorgang in dem älteren Piccard'schen Apparate, dem sogenannten Linsenapparate. Derselbe bestand aus linsenförmigen rotirenden Heizkörpern, welche sich in einem mit Soole gefüllten Cylinder bewegten und von Innen mit heissem Dampfe geheizt wurden.

Um ein Anbraten des Salzes an der Oberfläche der Linsen zu verhüten, war ein fixes System starker meisselartiger Messer angebracht, welche durch die Rotation des Linsenapparates dessen Oberfläche fortwährend schabte.

Gleich bei dem ersten Versuche setzte sich zunächst eine papierdünne Kruste von Gyps sowohl an die Oberfläche des Bleches, als auch an die Messer selbst ab, welche zuerst geschabt, dann glatt polirt wurde.

Die Schichte verdickte sich im Verlaufe des Processes, die Bewegung bedeutend erschwerend, endlich begannen die Messer sich zu biegen, wodurch abermals Raum für neue Gypsablagerung geboten wurde; es wurde nun Gyps an Gyps gerieben, bis derselbe endlich einen solchen Widerstand verursachte, dass die Drehungswelle brach und somit der Process ein Ende hatte.

Die untersuchten Krustenstücke zeigten fast reinen Gyps. (Schluss folgt.)

## Die Entwicklung der Anthracit-Hochöfen in Amerika.

Die ersten Hochöfen Amerikas wurden 1724 von Col. Alexander Spotswood gebaut, die Verwendung des Anthracit im Hochofen war zweifellos eine Erfindung Olivier Evan's, und zwar ist erwiesen, dass derselbe 1806 Eisen mit Anthracit im Hochofen erzeugte. 1833 nahm F. W. Geisenheimer in Pennsylvania ein Patent auf die Verwendung heissen Windes in Hochöfen, die mit Anthracit Eisenerze schmelzen. 1837 wurde zuerst von Mr. George Crane in „South Wales“ Eisen mit heissem Winde erblasen, 1838 verwendeten die Herren Baughman, Guitean & Comp. in dieser Gegend Anthracit im Hochofen. \*)

Ihr Versuchsöfen hatte folgende Dimensionen: 6,55m hoch, 1,68m Rastdurchmesser, 510mm Gestelldurchmesser, circa 7m<sup>3</sup> Wind pro Minute; das Gebläse, welches 12 Touren machte, wurde durch ein ober-schlächtiges Wasserrad angetrieben. Die Maximalerzeugung in der Zeit vom Juli bis November 1839 war 2 Tonnen täglich bei 200—320° C. Windtemperatur. Die Erze waren braune Hämatite und Magnetite. Der zweite Anthracitofen war der „Pioneerofen“ zu Pottsville, Pa.; am 19. October 1839 angeblasen, 10,67m hoch, 4,47m Rastdurchmesser, 1,07m Gestelldurchmesser. Gebläse: Dampfmaschine mit 2 Windcylindern 1,02m Durchmesser, 1,83m Hub, 18 Touren pro Minute, 320° C. Windtemperatur, 3 Formen, circa 300mm Hg Windpressung, 40 Tonnen wöchentliche Erzeugung.

Weitere Oefen waren:

Der „Danville-Ofen“, 9,44m hoch, bei 2,30m Rastdurchmesser.

Der „Roaring Creek-Ofen“, 9,44m hoch, bei 1,60m Rastdurchmesser.

Der „Phönixville-Ofen“, 10,39m hoch, bei 2,44m Rastdurchmesser.

Der „Columbia-Ofen“, 10,39m hoch, bei 2,60m Rastdurchmesser, 1,07m Gestelldurchmesser.

Der „Crane-Ofen“ bei Allentown, 12,20m hoch, bei 3,35m Rastdurchmesser, 1,07m Gestelldurchmesser.

Alle diese Oefen waren 1839 gebaut, 1840 angeblasen, hatten Windpressungen von 200—360mm Quecksilber und eine wöchentliche Erzeugung von 30—50t

Der „Crane Ofen“ war der grösste und leistungsfähigste Hochofen, welcher auch die Veranlassung zur Erbauung grösserer Oefen gab. Zur Charakteristik der damaligen Anthracit-Hochöfen diene das Factum, dass die Herren Burd Patterson, Nicholas Biddle und Andere eine Summe von 5000 Pfund Demjenigen aussetzten, welcher im Stande wäre eine Campagnedauer von über 3 Monaten zu erreichen. Diese Summe gewann 1839 Mr. Lyman mit dem „Pioneer-Ofen“. Der Brennstoff-Aufwand war damals nicht viel grösser wie jetzt; so erzeugte der „Crane-Ofen“ bei 2,04t Anthracit pro t Roheisen in der Woche 41,25t, wobei 0,54t Anthracit für Winderhitzung eingeschlossen sind. Bei der nächsten Campagne, die 64 Wochen dauerte, war der Brennstoff-Aufwand 2,16t Anthracit pro t Roheisen, die Wochenproduktion 52t.

1846 wurde der „Chikies-Ofen“ gebaut, welcher wie kein anderer die Entwicklung der Anthracit-Hochöfen zeigt. Die Dimensionen desselben bei den verschiedenen Zustellungen waren:

1846 . .	9750mm	Höhe	2440mm	Rastdurchmesser
1855 . .	9750	„	3300	„
1861 . .	11280	„	3350	„
1870 . .	13716	„	3350	„
1883 . .	19812	„	3658	„
			1750	„ Gestelldurchmesser

die Rastwinkel wurden viel steiler bei der Entwicklung der Hochöfen.

Was den Materialverbrauch anbelangt, so sei erwähnt, dass dieser Ofen bei der ersten Campagne 2,26t

\*) William Firmstone in Trans. Am. Inst. Mining-Engineers, Vol. III, p. 152.

gleich grossen, oder nur wenig von einander verschiedenen Scheiben rund

$$\alpha = \pi.$$

Hiebei wird  $\alpha$  beim obenliegenden führenden Seiltrum etwas unterschätzt und beim untenliegenden führenden Trum um ebensoviel überschätzt. Eine grössere Genauigkeit hier anstreben zu wollen, wäre nicht gerechtfertigt, weil auch alle weiteren Annahmen nur eine beiläufige Giltigkeit haben.

Sind die Durchmesser der zusammen arbeitenden Scheiben ziemlich von einander verschieden, alsdann kann für die gewöhnlich vorkommenden Verhältnisse ebenfalls im Mittel

$$\alpha = 0,9 \pi$$

angenommen werden.

Der Coëfficient  $\varphi$  ergibt sich bei einem und demselben Reibungscoëfficienten  $f$  je nach der Form der Seilspur verschieden. Die letztere wird bei Faserseiltrieben meist keilförmig gemacht und es variiert der Keilwinkel  $\beta$  gewöhnlich zwischen 30 und 40°. In Folge der keilförmigen Spur wird der Druck zwischen Seil und Seilspur erhöht, wodurch die gleiche Wirkung hervorgebracht wird, wie durch verhältnissmässig gleiche Erhöhung des Reibungscoëfficienten. Diese verhältnissmässige Vermehrung des Druckes ergibt sich aus der Theorie des Keiles, bei einem Keilwinkel gleich  $\beta^0$  für den Reibungscoëfficienten  $f$  mit

$$\sin \frac{\beta}{2} + f \cos \frac{\beta}{2}$$

wonach

$$\varphi = \frac{f}{\sin \frac{\beta}{2} + f \cos \frac{\beta}{2}}$$

erhalten wird.

Ueber den Reibungscoëfficienten  $f$  hat man insbesondere für Faserseile nur wenig Anhaltspunkte. Nach älteren Angaben soll  $f$  für mit Talg geschmierte Hanfseile auf Eisen 0,19 betragen. Nach neueren, von Leloutre ausgeführten Versuchen soll hingegen  $f = 0,075$ .

Letztere Angabe wird von Einzelnen als die richtige angenommen, während Andere dieselbe bezweifeln. Nach unserer Meinung können beide Angaben unter gewissen Umständen richtig sein; die grosse Verschiedenheit

beider bezeugt nur, dass der Reibungscoëfficient der Bewegung in ziemlich weiten Grenzen variiren kann und man wird bei den bezüglichen Rechnungen am besten fortkommen, so lange andere verlässlichere Anhaltspunkte nicht vorhanden sind, das Mittel der beiden Angaben als den wahrscheinlichen Durchschnittswerth zu nehmen.

Wir setzen mithin

$$f = 0,13,$$

welche Annahme im Weiteren allgemein beibehalten werden soll.

Mit  $f = 0,13$  ergibt sich der Ausdruck  $e^{\alpha\varphi}$  bei verschiedener Grösse des Keilwinkels  $\beta$  und des vom Seil umspannten Bogens  $\alpha$  wie folgt:

	Für $\beta = 30^\circ$	$35^\circ$	$40^\circ$	$45^\circ$
bei $\alpha = \pi$ . . . . .	$e^{\alpha\varphi} = 2,89$	2,61	2,41	2,25;
bei $\alpha = 0,9 \pi$ . . . . .	$e^{\alpha\varphi} = 2,60$	2,38	2,21	2,07;
bei $\alpha = 0,8 \pi$ . . . . .	$e^{\alpha\varphi} = 2,34$	2,16	2,02	1,91.

Sowohl wegen Unsicherheit bei der Bewertung von  $f$ , als auch wegen der Veränderlichkeit der Seilspannungen erscheint es stets gerathen, den Werth von  $e^{\alpha\varphi}$  etwas kleiner zu nehmen, als ihn die Rechnung liefert. Dem entsprechend wollen wir einen Sicherheitsfactor  $\sigma$  einführen, der Art, dass wir setzen

$$\sigma \frac{s'}{s''} = e^{\alpha\varphi}$$

d. h. wir machen

$$\frac{s'}{s''} = \frac{1}{\sigma} e^{\alpha\varphi}$$

und dem entsprechend

$$s' = \frac{1}{\sigma} \frac{e^{\alpha\varphi}}{e^{\alpha\varphi} - 1} P$$

und

$$s'' = \frac{1}{\sigma} \frac{P}{e^{\alpha\varphi} - 1}$$

Für gewöhnliche Fälle dürfte genügen

$$\sigma = 1,25,$$

somit

$$\frac{1}{\sigma} = 0,8.$$

(Schluss folgt.)

## Chemische Studien über den Salinenbetrieb.

Von C. v. Balzberg, k. k. Obergeringieur.

(Schluss von Seite 817.)

### 2. Schwefelsaures Natron (Glaubersalz).

Dieses Salz ist namentlich in den Ausseer Soolen, welche davon 4—5% enthalten, in geringerer Menge in den Ischler Soolen (2—2,8%) und in geringster in den Hallstätter Soolen (1—2%) vorhanden.

Beim Lösungsprocess dieses Salzes in der Grube findet eine Temperatur-Erniedrigung statt, welche immerhin einen Schluss auf den Gehalt an Glaubersalz ziehen liesse. Löst man 15g dieses Salzes in 60g Wasser von

18° C., so sinkt die Temperatur auf 10°, die Flüssigkeit erleidet daher eine Temperatur-Verminderung von 8° C.

Bei einer Temperatur unter 0° C. scheidet es sich als 10fach gewässertes Salz in monoklynen Krystallen aus, zerfällt jedoch bald an der Luft, wobei es sein Krystallwasser verliert.

Die Ausscheidung dieses Salzes in der Kälte wird auch zur Reinigung sehr unreiner Soolen verwendet;

dies ist namentlich dann am Platze, wenn sich dieses Salz in den Röhrenleitungen, dieselben verstopfend, auszuscheiden beginnt.

Das schwefelsaure Natron macht sich beim Sudprocess in sehr unangenehmer Weise bemerkbar, indem sich dasselbe aus heissen, concentrirten Salzlösungen sehr feinkörnig absondert. Um diese Krystalle setzen sich die Chlornatrium-Krystalle an, welche alsbald zu Boden sinken und auch bei verhältnissmässig hohen Temperaturen ein grobkörniges Salz veranlassen.

Nachdem das schwefelsaure Natron bei 33° schmilzt, so verursacht es beim Einstampfen des Salzes in die Kufen eine breiige Beschaffenheit der Masse, welche bei der Behandlung mit den Stösseln umherspritzt und keinen festen Stoss gestattet.

In den Dörren fliesst das Glaubersalz aus dem Stöckelsalze aus und bildet gemeinsam mit Chlormagnesium und mitgerissenem Kochsalze oft meterlange Stalaktiten, die schliesslich bei weiterem Fortschreiten des Dörrprocesses ihr Wasser verlieren und zerfallen. Zur Bindung des Fuderlsalzes trägt das schwefelsaure Natron nichts bei, da es bei einer Temperatur von 100 bis 150° zu einem trockenen unzusammenhängenden Pulver zerfällt.

Weiters wirkt dieses Salz auch durch seine hygroscopische Natur abfällig auf die Qualität der Salzstöckel. Nach vorgenommenen Versuchen nahmen 100g geglühtes NaO, SO<sub>3</sub> bei 18° C. und einen Feuchtigkeitsgrad der Luft von 80% in 14 Stunden 4g Wasser auf.

Ueber die Menge an Glaubersalz, die eine Salzsoole enthalten kann, ohne den Sudprocess wesentlich zu schädigen, möge folgendes Beispiel aus der Praxis Aufschluss geben:

In einer Pfanne der Saline Aussee konnte im heurigen Herbste trotz hoher Abdampfperatur und günstiger Brennmaterial- und Witterungsverhältnisse nur grobes, geringgewichtiges Salz erzeugt werden.

Die Analyse der dabei versotteten Soole war folgende:

Ca O, SO <sub>3</sub>	=	0,4215
NaO SO <sub>3</sub>	=	4,5270
Mg Cl	=	1,2614
K Cl	=	0,8318
Na Cl	=	92,9583

bei einem Volumgewichte von 1,2131. Andererseits konnte bei einem Gehalte von nur 2,5% NaO, SO<sub>3</sub> eine sehr günstige Salzerzeugung constatirt werden.

Auffallend ist noch {das hohe Volumgewicht obiger Soole, das einer Pfündigkeit von 33,6156kg entspricht und offenbar nur dem hohen Glaubersalz-Gehalte zuzuschreiben ist, obwohl eine bei 15° gesättigte Lösung von NaO, SO<sub>3</sub> im Wasser nur ein Volumgewicht von 1,2008 besass.

### 3. Chlormagnesium.

Wesentlich anders als der Einfluss der früher besprochenen Salze ist der des Chlormagnesiums auf den Sudprocess.

Chlormagnesium enthält 45% Wasser, von dem es nur 0,6 Theile zu seiner Lösung bedarf.

Das Volumgewicht einer 35% Lösung beträgt 1,334. Da eine gesättigte Chlornatrium-Lösung bloss ein Volumgewicht von 1,2056 besitzt, so wird ein grösserer Gehalt dieses Salzes auch das Volumgewicht der Soolen erhöhen.

Die Siedetemperatur einer Chlormagnesium-Lösung beträgt 125°; es werden daher Soolen, welche reich an diesem Salze sind, bei höherer Temperatur sieden und in Folge dessen ein feineres Salz bilden.

Mit dem Fortschreiten des Sudprocesses reichert sich die Mutterlauge immer mehr mit Chlormagnesium an, während fast in dem gleichen Verhältnisse die Mutterlauge ärmer an Chlornatrium wird, wie dies aus der folgenden Zusammenstellung von Analysen, welche bei der Pfanne Nr. 1 in Ischl während einer ganzen Sudcampagne vorgenommen wurden, hervorgeht:

Mutterlauge vom	Volumgewicht bei 15° C.	Ca O SO <sub>3</sub>	NaO SO <sub>3</sub>	Mg Cl	K Cl	Na Cl	Anmerkung
26. Juli . . . .	1,22178	0,49	6,18	6,70	0,80	85,83	
30. " . . . .	1,22328	0,39	5,29	4,34	5,69	84,29	
1. August . . . .	1,22312	1,13	6,05	5,52	4,32	83,97	Günstigste Sudresultate.
3. " . . . .	1,22718	0,33	6,06	6,11	5,20	82,30	
5. " . . . .	1,22778	0,29	6,23	9,25	3,64	80,59	
7. " . . . .	1,22702	0,09	6,41	10,57	5,74	77,19	
9. " . . . .	1,22918	0,19	6,93	12,23	4,76	75,99	
11. " . . . .	1,22916	—	5,96	9,25	5,01	79,78	
13. " . . . .	1,22702	—	6,91	11,74	4,54	76,82	

Während bei Beginn der Campagne das Salz wohl in grosser Menge fiel, aber grobkörnig und trocken war, sich schlecht formen liess und gedarrt ein mürbes Gefüge hatte, wurde es mit der Zunahme an Chlormagnesium in der Mutterlauge feinkörniger, bindender und fester; gegen

Ende der Campagne jedoch war der Salzfall gering, das Salz fein bis schlammig, die Salzstöckeln sehr schwer, hart und mit starken Auswüchsen behaftet. Obige Reihe gibt insoferne ein klares Bild über die Einwirkung des Chlormagnesiums, als mit Ausnahme der abnehmenden

Gypsmengen, die übrigen Gemengtheile der Soole ziemlich constant blieben, also die Aenderungen der Vorgänge beim Sudprocesse fast ausschliesslich dem Gehalte an Chlormagnesium zugeschrieben werden müssen.

Dass übrigens der Gehalt der Mutterlaugen an Chlormagnesium noch bedeutend steigen könne, beweist folgende, von Herrn Tyrann-Morin bei der Saline Bex vorgenommene Analyse:

Mg Cl	=	49,153%
Ca Cl	=	13,907 "
K Cl	=	12,609 "
Na Cl	=	11,630 "
Br Mg	=	0,223 "
F Mg	=	0,027 "
NaO <sub>1</sub> SO <sub>3</sub>	=	12,217 "
Si O <sub>2</sub>	=	0,051 "
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	=	0,133 "
		100 %

Das Chlormagnesium wandelt sich schon während des Sudprocesses theilweise in Magnesia um, indem sich das Chlor mit Wasserstoff zu Salzsäure und der frei werdende Sauerstoff mit dem Magnesium zu Magnesia verbindet; da nun die Magnesia unlöslich ist, so ist dadurch die Erscheinung erklärt, dass die Mutterlauge in der Pfanne ohne wahrnehmbare äussere Ursache milchig trüb wird; auch zeigt in solchen Fällen die Mutterlauge eine schwach saure Reaction.

Das Chlormagnesium hat weiters die Eigenschaft, beim Abdampfen für sich allein eine dicke Haut zu bilden, die von den Dampfblasen nur an einzelnen Stellen durchdrungen wird; beim Eindampfen entsteht eine teigartige klebende Masse, die endlich ein festes porcellanartiges Gefüge annimmt.

Dieses Salz ist sonach der eigentliche Hautbildner in der Pfanne und verursacht durch Hinderung der Verdampfung einen geringeren, jedoch feinkörnigeren Salzfall. Mit dem Salze ausgezogen, erstarrt das Chlormagnesium während der Abkühlung in den Kufen oder auf der Salzlege und verhindert das vollständige Absitzen der Mutterlauge aus dem Salze.

In den Darren, also bei einer Temperatur von 180 bis 250°, schmilzt dasselbe wieder, tritt an der unteren Peripherie und vom Herde der Fuderln an die Oberfläche, wo es die bekannten warzenartigen Auswüchse verursacht, das Salz schwitzt und, endlich erhärtend, dem Salze eine bedeutende Festigkeit verleiht. Im weiteren Verlaufe des Darrprocesses wird bei Anwesenheit von Wasserdampf ein Theil des Chlormagnesiums in unlösliche Magnesia umgesetzt (daher der Geruch der dabei entweichenden Salzsäure beim Gaardörren) und verursacht eine Trübung er daraus hergestellten Lösung. Das scharfgetrocknete Chlormagnesium ist ausserordentlich hygroskopisch, wie folgender Versuch darthut.

Eine getrocknete und gewogene Menge Chlormagnesium nahm bei einer Lufttemperatur von 17,8° C., einem Dunstdrucke von 12,5mm, einem relativen Feuchtigkeitsgehalt der Luft von 81% und bei einem Thaupunkte von 14,5° C.:

in 1 Stunde	. . . . .	5%	Wasser
in 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> Stunden	. . . . .	12 "	"
in 3 "	. . . . .	15 "	"
in 3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	. . . . .	18 "	"
in 15 "	. . . . .	90 "	"

auf, wobei es vollständig zerflossen war.

Diese rasche Feuchtigkeitsaufnahme würde nun der Qualität und Festigkeit des Stöckelsalzes sehr abträglich sein, wenn nicht die oben erwähnte Bildung von Magnesia stattfände. Nachdem dieselbe jedoch vornehmlich nur an der Oberfläche des Salzes auftritt, so ist es erklärlich, dass Salzstöckeln, welche abgerieben oder abgehobelt werden, nur eine geringe Festigkeit und Transportfähigkeit besitzen.

#### 4. Chlorkalium.

Dieses Salz, welches in unseren Soolen überhaupt nur in geringen Mengen auftritt, nimmt keinen wesentlichen Einfluss auf den Sudprocess. Die Qualität des Salzes wird durch diesen Gemengtheil nicht verschlechtert, der Geschmack ist ähnlich dem des Chlornatriums, mit dem es auch die Krystallform gemein hat.

Beim Lösungsprocess in den Wehren verursacht es ebenfalls eine Temperaturerniedrigung, indem 1 Theil Chlorkalium in 4 Theile Wasser gelöst, eine Temperaturerniedrigung von 11,4° C. zur Folge hat.

Beim Ablassen der Mutterlauge in die Laabstuben setzt sich ein grosser Theil an den Wänden fest, indem 100 Theile Wasser bei 100° 59,4 Theile, bei 12° jedoch nur 32 Theile Chlorkalium zu lösen vermögen; durch diesen Umstand wird einer übermässigen Anreicherung der Mutterlaugen mit diesem Salze vorgebeugt und gleichzeitig ein Mittel an die Hand gegeben, dasselbe in ziemlich reinem Zustande zu gewinnen.

Beim Lösen der Abhacksalze, die durchschnittlich 7 bis 8% Chlormagnesium und 5 bis 6% Chlorkalium enthalten, in heissem Wasser in unzureichender Menge, werden diese beiden Salze gelöst, während Chlornatrium ungelöst bleibt. Es ist dadurch ein Mittel an die Hand gegeben, sehr scharfe Mutterlaugen darzustellen, welche, als Zusatz in die Pfanne gegeben, die Bildung groben und mürben Salzes, namentlich beim Beginne der Campagne oder bei geringer Soole, verhindern.

#### 5. Chlornatrium.

Die Eigenschaften dieses Salzes sind wohl so bekannt, dass ich sie hier füglich übergehen könnte.

Gleichwohl dürften einige Umstände nicht ohne Interesse für den Betrieb sein, die bis jetzt noch wenig gewürdigt wurden.

Es ist dies vor Allem das Einfrieren von Soolenleitungen bei starker Winterkälte, welches von Vielen gelengnet und fast von eben so Vielen behauptet wird.

Gesättigte Kochsalzlösungen haben nach Karsten einen Gefrierpunkt von 18,8° C. unter 0; eine Temperatur, welcher unsere Soolen wohl nie ausgesetzt werden.

Wie schon früher erwähnt, scheidet sich das schwefelsaure Natron bei Temperaturen unter 0° aus; bei reinen Soolen jedoch, die nur 0,4 bis 0,5 Glaubersalz enthalten, ist wohl ein vollständiges Verstopfen der Röhren mit



diesem Salze ausgeschlossen, und doch ist es nothwendig, auch diese Soolen in den sogenannten Wärmerestuben auf 1 bis 2° zu erwärmen, um übermässige Ausscheidungen zu verhindern. Allerdings müsste eine Soole, die bei Grubentemperatur vollständig oder fast vollständig gesättigt wäre, bei niedrigeren Temperaturen Salz ausscheiden; mit solchen Soolen haben wir es jedoch selten oder nie zu thun.

Es gibt aber einen anderen Erklärungsgrund für das Frieren der Soole.

Das Chlornatrium geht nämlich bei niedrigen Temperatursgraden mit Wasser eine Verbindung von der Formel  $\text{NaCl} + 4\text{HO}$  ein, welches in Rhomben-Pyramiden krystallisirt.

Dieses Salz ist allerdings noch sehr wenig bekannt, und bietet auch weiter in technischer Hinsicht kein anderes Interesse, als dass es unter Umständen die Soolleitungen verstopft. Nach Lowitz soll zu seiner Entstehung eine Temperatur von  $-10^\circ$  nothwendig sein; dies widerspricht jedoch den hiesigen Erfahrungen, nach welchen Karsten's Ansicht, dass die Krystallausscheidung schon bei  $-4^\circ$  vor sich gehe, Bestätigung findet.

Die Grösse der Krystalle, in welcher sich das Chlornatrium aus der Mutterlauge ausscheidet, hängt davon ab, ob der Krystallisationsprocess ein ruhiger oder gestörter ist. Es wird daher bei hohen Siedetemperaturen, bei welchen eine heftige Bewegung der Soole die Krystallisation stört, feines Salz fallen; aber auch bei niedrigeren Temperaturen kann durch mechanische Bewegung feineres Salz erzielt werden.

Inwieferne das Wachs auf die Grösse des Kornes Einfluss nimmt, ist chemisch nicht nachweisbar, da es in sehr geringen Qualitäten angewendet wird; es scheint dessen Wirkung auf Hautbildung und Erhöhung der Siedetemperatur zurückzuführen zu sein.

Es ist nicht Sache des Sudhüttenmannes, chemisch reines Chlornatrium darzustellen. Das, was wir Speisesalz nennen, enthält Bestandtheile, die in geringen Mengen dem Organismus zuträglich sind, und die, würden sie nicht mit dem Speisesalze dem Körper zugeführt, oft viel theurer in den Apotheken bezogen werden müssten.

Gleichwohl haben die früheren Erörterungen gezeigt, dass die Nebensalze, wenn deren Menge ein gewisses Maass überschreitet, den Sudbetrieb bedeutend beeinträchtigen und nicht nur ökonomisch nachtheilig, sondern auch ungünstig auf die Qualität des Endproductes einwirken.

Es dürfte sehr schwer sein, jene Zusammensetzung der Soole zu bestimmen, welche den günstigsten Erfolg gewährleistet. Gleichwohl lehrt uns die Erfahrung, das mit Hallstätter Soolen die günstigsten, mit Ausseer Soolen die ungünstigsten Sudbetriebs-Ergebnisse erzielt werden, und dass die Ischler Soolen zwischen beiden stehen.

Die mittlere Zusammensetzung, welche sich aus zahlreichen Analysen ergab, ist:

	CaO, SO <sub>3</sub>	NaO, SO <sub>3</sub>	Mg Cl	K Cl	Na Cl
1. für Hallstätter Soolen	1,259	1,737	1,244	0,082	95,678
2. für Ischler Soolen	1,280	2,516	0,704	0,312	95,188
3. für Ausseer Soolen	2,531	3,070	1,265	0,403	92,731

Um nun den Einfluss kennen zu lernen, welchen die Zusammensetzung der Soolen auf den Brennstoffaufwand ausübt, wurden mit Soolen obiger Zusammensetzung und gleichen Volumgewichten vergleichende Abdampfversuche mit Leuchtgas vorgenommen.

Das verwendete Leuchtgas hatte eine Temperatur von  $20^\circ\text{C}$ ., stand unter einem Drucke von 0,026m Quecksilber und hatte ein Volumgewicht von 0,55, so zwar, dass 1l des Leuchtgases 8,27c entwickelte.

Das Ergebniss der vergleichenden Abdampfproben zwischen einer Hallstätter und Ausseer Soole mit dem Volumgewichte von 1,205 war folgendes:

Nummer der Probe	Abgedampfte Soolmenge in g	Ausseer Soole		Hallstätter Soole	
		Leuchtgasmenge in l	daher entwickelte Calorien	Leuchtgasmenge in l	daher entwickelte Calorien
1	2	1,3	10,75	1,0	8,27
2	2	1,5	12,40	1,2	9,92
3	2	1,5	12,40	1,4	11,58
4	2	1,45	11,99	1,5	12,40
Summe	8	5,75	47,54	5,1	42,17

Es verbrauchte somit unter ganz gleichen Verhältnissen die Ausseer Soole um 12,7 Proc. mehr Brennstoff, als die Hallstätter Soole. Dieser Mehrverbrauch gab sich schon in dem Versuche selbst zu erkennen; denn während die Hallstätter Soole fast gleich nach der Krystallbildung vertrocknete, bildete sich bei der Ausseer Soole eine körnige teigige Masse, die langsam und unter Spritzen das Wasser verdampfen liess, indem das schwefelsaure Natron erst in seinem Krystallisationswasser schmelzen musste und dasselbe lange fest hielt.

Es fragt sich nun: Ist Gelegenheit vorhanden, schon in der Grube auf eine günstigere Zusammensetzung der Soolen hinzuwirken? Schon die alten Salzbergleute pflegten ihre Soolen, die in einem gewissen Reviere erzeugt wurden, in einem anderen einzuschlagen, um so gewissermaassen durch Gattirung sudwürdigere Soolen zu erzeugen; auch wurden überhaupt ältere Soolen versotten als dormalen. Dass das lange Ablagern der Soolen in Einschlagswerken unter Umständen günstiger, unter anderen jedoch auch ungünstiger auf die Zusammensetzung wirken, wurde bei der Besprechung der einzelnen Nebensalze erläutert. Wann, wo und wie lange man einschlagen müsse, wird sich aus der Kenntniss der Zusammensetzung der Soole und des Gesteines der Einschlagswerker in jedem concreten Falle bestimmen lassen.

Aber gesetzt den Fall, es würde überhaupt die Soole nicht eingeschlagen, oder die Wahl bestimmter Einschlagswerker würde auf praktische Schwierigkeiten stossen, so steht in der Wahl des Gutsprechungs-Termines

ein weiteres Mittel zu Gebote, auf die Zusammensetzung der Soolen bei der intermittirenden Wässerung Einfluss zu nehmen. Die verschiedenen Salze treten nämlich nicht im Verhältnisse der Gebirgs-Zusammensetzung in die Lösung ein, ja es finden oft nachträgliche Ausscheidungen schon gelöster Salze statt. Die beiden früher erwähnten Soolen-Analysen aus dem Hocheder Werke in Ischl zeigen, dass sich die chemische Beschaffenheit der Soole innerhalb 18 Tage total veränderte, ja, dass das Salz in der Soole procentuell ärmer an Chlornatrium wurde. Folgt man nun den chemischen Vorgängen beim Verlaugungsprocess, so kann immerhin durch entsprechende Unterbrechung des Lösungsprocesses jene Zusammensetzung der Soole erzielt werden, welche unter den obwaltenden Verhältnissen als die günstigste erscheint; dann darf aber nicht die Soolenspinde allein das entscheidende Wort sprechen.

Leichter als dem Bergmanne wird es dem Hüttenmanne gelingen, die vorhandenen Soolen-Zusammensetzungen für den Betrieb günstiger zu gestalten.

Die Ausscheidung des Glaubersalzes bei niedrigen, des Gypses bei hohen Temperaturen, die verschiedenen Löslichkeitsverhältnisse der Nebensalze bei verschiedenen Temperaturen, endlich die Möglichkeit durch Verwässerung von Absack- und Mutterlaugensalzen Zuschläge zu gewinnen, welche unter bestimmten Verhältnissen in die Pfanne einzutragen wären, geben viele Mittel an die Hand, die Ergebnisse des Sudprocesses zu verbessern.

Abgesehen davon lässt sich durch die Menge und den Zeitpunkt der aus der Laabstube aufzupumpenden Mutterlauge auch die Zusammensetzung der Soole in der Pfanne regeln, sowie es auch umgekehrt nicht schwer fallen wird, auch während des Sudprocesses einen Theil der an Chlormagnesium überreichen Mutterlauge successive durch frische Bergsoole zu ersetzen und für jene Perioden aufzubewahren, wo die Entstehung groben und mürben Salzes eine schärfere Mutterlauge wünschenswerth erscheinen lässt.

## Ueber Erzaufbereitung mittelst Gebläseluft (Luftseparation) bei Himmelfürst-Fundgrube in Freiberg.\*)

Von Betriebsdirector E. W. Neubert.

Die Anwendung des Wassers zu Aufbereitungszwecken ist, wenn wir von einigen Aufbereitungsarten, welche dichtere Medien erfordern, absehen, sozusagen eine allgemeine. Es ist jedoch bekannt, dass namentlich die Endmanipulationen der nassen Aufbereitungsprocesses mit unvermeidlichen Verlusten verbunden sind, welche allerdings in Folge der innerhalb der letzten Decennien so ausserordentlich vervollkommenen Aufbereitungsapparate bedeutend herabgedrückt wurden. Theils das Bestreben, die Verluste noch zu verringern, theils die oft mit Schwierigkeiten verbundene Beschaffung der nöthigen Wassermenge, führten schon vor Jahren darauf, Luft versuchsweise als Aufbereitungsmedium zu verwenden, und wir sind heute in der Lage, ganz bedeutende Fortschritte auf diesem Gebiete der Aufbereitung constatiren zu können.

Die ersten diesbezüglichen Versuche lehnten sich im Principe den entsprechenden Methoden der nassen Aufbereitung an und bestanden darin, die trockenen Mineralkörner in einem horizontalen oder verticalen continuirlichen Luftstromen von mässiger Geschwindigkeit nach den Gesetzen des freien Falles zu separiren.<sup>1)</sup>

Während um das Jahr 1860 Aufermann den Vorschlag machte, auf stufenartig übereinander gelagerten Drahtsieben (bedeckt mit Segeltuch) pneumatisch zu setzen, war die von Mr. Krom auf der Centennial-Ausstellung zu Philadelphia vorgeführte, pneumatische Setzmaschine, abweichend von den früher angewendeten Methoden auf das Princip basirt, die Luft stark zu com-

primiren und mit grosser Geschwindigkeit auf die früher gehörig classirten, auf feinen Drahtsieben ruhenden Mineralkörner wirken zu lassen.<sup>2)</sup>

Entschieden originell ist auch die Benützung eines gepressten und saugenden Luftstromes zu beiden Seiten (oberhalb und unterhalb) eines feinen endlosen Drahtnetzes, unter gleichzeitiger Anwendung der magnetischen Separation.<sup>3)</sup>

Neuerdings wurden, und zwar im April und Mai 1885, Versuche über pneumatische Erzaufbereitung auf der Himmelfürst-Fundgrube in Freiberg von Herrn Betriebsdirector Neubert ausgeführt und diese, sowie deren interessante Resultate im Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen im Königreiche Sachsen (1886) veröffentlicht.

Diesen Versuchen lag die Idee zu Grunde, das aufzubereitende Erz auf einem beweglichen Plachenherde der Einwirkung getrennter horizontaler Windströme auszusetzen. Eine Hauptbedingung für die Erzielung günstiger Resultate ist, fernerhin vollständige Trockenheit, gute Classirung und Staubfreiheit des aufzubereitenden Erzes.

Die Plane, besteht aus Gummi (besser ist Segeltuch), ist über zwei Trommeln geleitet und durch zwei verstellbare Walzen in entsprechender Spannung gehalten. Ihre Breite beträgt 480mm, die Geschwindigkeit der Fortbewegung in der Secunde 0,11 bis 0,12mm, und die Länge der continuirlich vom Winde beeinflussten Planenfläche 1,9m.

Auf der einen Langseite der Plane ist das vom Ventilator (0,34m Flügelbreite, n pro Minute 1250 bis 1300) kommende Windleitungsrohr mit 5 Düsen

\*) Auszugsweise mitgetheilt aus dem Jahrbuche für das Berg- und Hüttenwesen für das Königreich Sachsen (1886).

<sup>1)</sup> Althans, Die Entwicklung der mechanischen Aufbereitung, 1878. — „Preuss. Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen“, Bd. 30, Seite 279.

<sup>2)</sup> Althans, Die Entwicklung etc.

<sup>3)</sup> „Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen“, 1882, Seite 73.