

Der Salzbergbau in den österreichischen Alpen.

Von *August Aigner*,

k. k. Bergrath.

(Hiezu Tafel III—V.)

Seit dem Erscheinen der Beschreibung des süddeutschen Salzbergbaues von Professor Miller von Hauenfels im III. Bande des Jahrbuches der Montanlehranstalt von Leoben im Jahre 1853, hat bei jenem ein so bedeutender Fortschritt stattgefunden, dass es nunmehr geboten erscheint, die Grundzüge dieses Baues von einem neuen Gesichtspunkte aus zu entwerfen, die zerstreuten, auf diesem Gebiete gesammelten Erfahrungen und Arbeiten zu einem übersichtlichen Bilde zusammenzufassen und den jungen Salinisten und den Freunden unseres alpinen Salinenwesens nebstbei als Leitfaden an die Hand zu geben.

Möge diese Arbeit im Interesse unseres Salzbergbaues eine günstige Aufnahme finden.

I. ABSCHNITT.

Die salinaren Bildungen in den Alpenländern.

Das in den österreichischen Nordalpen abgelagerte Steinsalz lässt sich über einen langgedehnten, von Osten nach Westen reichenden Zug in Maria-Zell, St. Gallen, Weissenbach, Admont, Aussee, Hallstatt Ischl, Hallein, Berchtesgaden, Reichenhall bis Hall in Tirol verfolgen, an welchen Orten dasselbe theils durch auftretende Quellen, theils durch Verlaugung des Haselgebirges Gegenstand bergmännischer Gewinnung war und meist noch ist.

Es soll zum nachstehenden Studium die in unmittelbarem oder verwandtem Zusammenhange stehende Literatur eingereiht werden. ¹⁾

Die Ablagerung des Steinsalzes erfolgte in der Formation des bunten Sandsteines, und zwar in dessen unterstem Gliede,

¹⁾ A. Miller v. Hauenfels, Die nutzbaren Mineralien Obersteiermarks nach geologischen Zonen. Berg- u. hüttenm. Jahrb. der k. k. Bergakademien von Leoben, Příbram, Schemnitz. XIII. Bd. (1864). — Tschermak,

dem Werfenerschiefer, der gleichsam als grosser triadischer Zeiger die Nähe des Steinsalzes verräth, und in den früher genannten Orten, wenn auch Schichtenstörungen oder scheinbare Einlagerungen zwischen anderen Schichten ihre regelmässige Folge verdeckten, theils als wirklicher bunter Sandstein, theils als dessen regenerirte Bildung mit grosser Wahrscheinlichkeit das Liegende sowohl als auch das Hangende unserer Salzlagerstätten bildet.

Den Gegenstand der bergmännischen Gewinnung bildet das Haselgebirge, welches, im Gegensatze zu dem reinen Steinsalze, hier als ein Gemenge von Steinsalz, Salzthon, Anhydrit, Polyhalit, Thongyps, Werfenerschiefer, Glanzschiefer, Lebergebirge und verschiedenen leichtlöslichen Chlormagnesium- und Natriummagnesiumsulfaten erscheint, eine regellos-chaotische Masse bildend, in welcher auch grosse Trümmer des Hangend- und Nebengesteines eingesunken sind.

Die hervorragenden Bestandtheile der Salzlager sollen hier beschrieben werden und nach einer von der k. k. geol. Reichsanstalt ausgeführten Analyse tabellarisch zur Darstellung gelangen.

1. Das Steinsalz ist farblos, wasserhell, weissgrau, braun, weingelb, violett, zinnberroth, gefleckt, gestreift, geädert, blättrig, krystallisirt, krystallinisch, körnig, faserig und erscheint

Ueber die Bildung von Steinsalz und Kalisalz. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 4 (1867). — Dr. E. v. Mojsisovics, Umgebung von Aussee, Gliederung der dortigen Trias. Verhandl. der geol. Reichsanstalt, Nr. 11 (1868). — Dr. E. v. Mojsisovics, Bericht über die im Sommer 1868 ausgeführte Untersuchung der alpinen Salzlagerstätten. Jahrb. der geol. Reichsanstalt. XIX. Bd. (1869). — Pošepny, Alpine Salzlagerstätten. Bergeist. Nr. 45 (1870). — Helmacker, Studien über die Bildung von Steinsalz. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 24, 25, 26, 27 (1874). — Wolf, Die geologischen Aufschlüsse längs der Salzkammergut-Bahn. Verhandlungen der geol. Reichsanstalt. Nr. 15 (1877). — Fz. v. Hauser, Die Geologie und ihre Anwendung auf die Kenntniss der Bodenbeschaffenheit der österr.-ungar. Monarchie. Wien (1878). — Niedzwiedzki, Ueber die Salzformation in Wieliczka und Bochnia. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 49 (1885). — Bittner, Ueber die weitere Verbreitung der Reichenhaller Kalke in den nordöstlichen Alpen. Verhandl. der geol. Reichsanstalt. Nr. 17 (1886). — Geyer, Die Hierlatzschichten. Jahrb. der geol. Reichsanstalt. XXXIV. Bd. (1886). — F. Wähler, Ueber die stratigraphische Beziehung des alpinen Lias zum Dachsteinkalke. Verhandl. der geol. Reichsanstalt. Nr. 8 (1887). — A. Aigner, Analogien der alpinen Salzlager. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 8, 9 (1888).

durch alle Nuancen dieser Farben und Structur in so mannigfaltiger Weise, dass schon hierin vielfache bei der Entstehung mitwirkende Einflüsse angedeutet wurden. Der Chlornatriumgehalt alles Steinsalzes schwankt von 96—100 Procent.

2. Der Polyhalit, stängelig, in feinfaserigen Platten von 2,5 cm und mehrfacher Dicke, hat an seiner Unterfläche gewöhnlich einen Thonbeschlag. Er tritt auch in grossen Trümmern auf, als sogenannter rother Anhydrit, wo er nicht selten mit dem grauen Anhydrit verwachsen erscheint. Die grossen Trümmer der rothen Anhydrite und Polyhalite zeigen sehr häufig ausgefressene Oberflächen in mannigfaltigen Windungen und Aushöhlungen, die aber kein dermaliges secundäres Product der Verlaugung sind, und bei der Schachtwässerung in Aussee in wunderbaren Formen auftretend, zu sehen sind. Eine bereits vor vielen Jahren vom k. k. Hauptprobirante in Hall ausgeführte Analyse der im grossen Durchschnitte genommenen Polyhalitproben ergab: 52,93% schwefelsauren Kalk, 10,01 kieselsaure Thonerde, 9,6 schwefelsaure Magnesia, 12,403 schwefelsaures Kali, 0,50 schwefelsaures Natron, 5,4 Chlornatrium, 4,20 Wasser bei 100° C. und 4,92 Wasser beim Glühen. Der Kaligehalt wächst jedenfalls von den derben rothen, polyhalitischen Anhydrittrümmern durch alle Stufen bis zur grössten Reichhaltigkeit des rothen fein stängeligen Polyhalites und einer in Aussee irrig Glauberit genannten Abart.

3. Ein polyhalitisches Gemenge aus einem leichtlöslichen Sulfate mit Muriazit tritt in Nestern und Trümmern sehr häufig auf den Salzbergen von Hallstatt, Aussee und Ischl auf (Teufelswerk, wie es der Bergmann nennt), verwittert sehr leicht, wobei sich der Muriazit in Blätter spaltet und loslöst. Es ist dies fast für alle Salzberge ein so charakteristisches Gemenge, dass wir seine Theile als ursprüngliche Glieder des Lagers, und zwar aus Muriazit mit Polyhalit, Chlornatrium und einem dem Löweit oder Blödit nahestehenden Salze bezeichnen müssen.

4. Nicht selten, namentlich in Aussee, bricht aus den Steinsalzsichten ein flachsartiges Salz aus, welches mit den zwischen den Salzstraten eingelagerten ähnlichen Salzen identisch sein dürfte; auch dieses Salz wird von der k. k. geologischen Reichsanstalt als dem Löweit und Blödit ähnlich dargestellt.

5. Der Salzthon, ein grauer, mit Salzblättern durchzogener Mergel, erscheint in Knollen, blätterig, plattig, an den Grenzen geschichtet, hier sehr häufig gypsig, im Innern des Salzlagers mit Salz durchtränkt; er ist stets stark eisenhaltig.

6. Die sogenannten Zlambach-Mergel; sie unterscheiden sich in Bezug des Gehaltes an kieselsaurer Thonerde und Eisenoxyd wenig von dem Salzthon und bildete sich erst in den höheren Lagen der Salzformation durch Aufnahme von kohlensaurem Kalke deren mergeliger Charakter heraus. Die Zlambachmergel enthalten immer noch neben 2,9% kohlen-saurem Kalke 7,5% schwefelsauren Kalk. Der Zlambachmergel ist ein an der Salzgrenze beginnender mächtiger, petrefacten-führender Schichtencomplex, der an der Salzgrenze, von welcher die nachstehenden Proben entnommen wurden, noch sulfatisch ist, schwefelsauren Kalk enthält, und insbesondere auf dem Salzberge von Aussee als Hangendes deutlich entwickelt ist, im Uebrigen aber auch in der Tiefe von 1288 m des Franz Josef-Stollens am Hallstätter Salzberge in Trümmern auftritt und dort neben den übrigen Kalkkolossen des Hangenden in das Salzlager eingesunken ist, an der Oberfläche des Salzlagers mehr oder weniger zerstört wurde.

7. Der Anhydrit, derb, grau, im Innern des Salzlagers und auch an der Grenze im ursprünglichen Zustande noch als wasserfreier, schwefelsaurer Kalk vorkommend, nimmt durch Aufnahme von Eisenoxyd ein ziegelrothes Aussehen an und nähert sich allmählich durch Aufnahme von Kalisulfat dem Polyhalite, wie bereits oben erwähnt wurde. Bisweilen tritt der graue Anhydrit ganz plötzlich in ganz unregelmässigen Contact mit dem rothen polyhalitischen Anhydrit, was kaum anders gedeutet werden kann, als dass diese Massen im Momente ihrer Vereinigung entweder in einem mehr weicheren Zustande aneinander gepresst wurden, oder die ursprüngliche polyhalitische Grundmasse theilweise entsalzt und in die graue Modification überführt wurde.

8. Muriazit, krystallisirt oder krystallinisch, in stängeligen Aggregaten, wasserfreier schwefelsaurer Kalk, somit mineralogisch der reine Anhydrit. In der Nähe des Melaphyrs (Walachkehr in Hallstatt) ist derselbe violett; da eine gleiche Varietät

auf der Klebelsbergkehr am Ischler Salzberge vorkommt, dürfte seiner Färbung eine gleiche Ursache zu Grunde liegen.

9. Der Gyps, wasserhaltiger schwefelsaurer Kalk, tritt fast nur an der Salzgrenze auf und ist das Product der Einwirkung des Wassers aus den Hangendschichten; im Inneren des Lagers erscheint derselbe sehr selten und ist dann grau oder roth gefärbt.

10. Das rothe Lebergebirge tritt als rothes, thonartiges Gebilde mehr an der Grenze der Salzlager auf und dürfte durch die Umbildung aus dem Werfener Schiefer entstanden sein.

11. Der bunte Sandstein oder Werfener Schiefer als Hangendes und wahrscheinlich auch als Liegendes tritt sehr häufig in Trümmern in dem Salzlager selbst auf; ich erwähne hier nur die Querparallele gegen Norden innerhalb der Hoffmannskehr auf dem Hallstätter Salzberge.

12. Verschiedene Kalke als eingestürzte Trümmer des Hangendgesteines in dem Salzlager, z. B. die Kalke in dem Franz Josef-Stollen des Hallstätter Salzberges innerhalb 1288 m Länge und in der Nähe des Stapfschachtes ebendasselbst im Kaiserin Maria Theresia-Horizont; sie können als durch tiefere dynamische Thätigkeiten der Eruptivgesteine (Melaphyr) entstandene Reibungsgebilde angesehen werden, welche entweder als bereits oder halb erstarrtes Materiale zertrümmert und von dem noch weichen und bewegten Schlamm eingehüllt wurden. v. G ü m b e l führt auch derartige riesige Kalkbrocken in dem Berchtesgadener Salzstocke an und erklärt sie als einfaches Einsinken von festen Kalksteinen in den nachgiebigen Salzthon.

13. Der Melaphyr¹⁾ tritt nur in Hallstatt als effusive Bildung aus der Tiefe auf und durchsetzt das Lager in kleinen Ausläufern und unterbrochenen Trümmern bis zu Tage (Fig. 3, Taf. III). Er besteht aus 43,87% Kieselsäure, 32,02 Thonerde 13,20 Eisenoxyd, 1,83 Kalkerde, 2,14 Magnesia und zeigt 7,41 Glühverlust,

Die meisten der vorstehenden Gesteine wurden über Genehmigung des k. k. Finanzministeriums in dem Laboratorium der k. k. geologischen Reichsanstalt analysirt und sind dem Salzberge von Aussee entnommen; ausgenommen sind Nr. 15 und 20. Alle Analysen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

¹⁾ Der Melaphyr von Hallstatt. Verhandl. d. geolog. Reichsanstalt. 1868.

Tabelle I.

Post-Nr.	Gesteinsart	Kieselsäure	Thonerde	Eisenoxyd	Kalkerde	Magnesia	Kali	Natron
1	Zlambach-Mergel . . .	45,20	16,90	7,83	6,30	1,81	2,11	1,56
2	Salzthon	40,10	16,46	7,06	0,90	4,48	2,99	0,35
3	Polyhalit, stängelig . .	—	—	0,90	18,58	6,50	15,03	0,67
4	Polyhalit, derb	—	—	0,58	18,34	6,59	14,16	1,79
5	Salzgemenge v. Muriazit, Polyhalit, Steinsalz, Löweit	—	—	0,44	17,98	5,90	6,40	4,50
6	Auswitterungsproduct .	—	—	—	0,39	7,58	0,72	18,31
7	Augensalz, schotteriges	—	—	—	0,56	0,29	0,50	37,15
8	Stücksalz, rother Kern, verschleissbares Augensalz	Enthält neben Chlornatrium etwas Kalkerde, wenig Kali und Magnesia und 2,59% Schwefel- säure, der Rückstand enthält Kalk, Schwefel- säure und Thon						
9	Grauer Kern, verschleiss- bares Steinsalz	Enthält neben den bei Nr. 8 angegebenen Stoffen 1,18% Schwefelsäure, Rückstand wie bei Nr. 8						
10	Rother Kern, verschleiss- bar	Schwefelsäuregehalt 2,21%, sonst gilt dasselbe wie bei Nr. 8 und 9						
11	Chromfarbiges Steinsalz	Der aus rothen Flocken bestehende Rückstand besteht aus Eisenoxyd und etwas thonigen Bestandtheilen. Das Steinsalz enthält kaum Spuren von Kalk, Kali, Magnesia und Schwefel- säure						
12	Krystallsalz	Kaum nachweisbare Spuren v. Schwefelsäure, Kalk, Kali und Magnesia						
13	Poröses Steinsalz, Um- hüllung des Krystall- salzes	—	—	—	0,64	0,23	0,27	37,86
14	Grauer Anhydrit	—	—	0,23	40,68	0,06	0,36	0,31
15	Werfener Schiefer . . .	65,00	10,00	11,00	—	0,44	4,40	3,69

Aus den vorstehenden Bestandtheilen können von einigen derselben
Tabelle II.

Nr.	Gesteinsart	Schwefel- saurer Kalk	Schwefel- saure Magnesia	Schwefel- saures Kali
16	Stängeliger Polyhalit	45,12	19,50	27,82
17	Derber Polyhalit	44,54	19,77	25,60
18	Gemenge von Polyhalit, Anhydrit, Löweit, Steinsalz	43,66	17,70	11,85
19	Auswitterungsproduct	0,95	22,74	—
20	Augensalz, schotteriges Steinsalz	1,36	0,87	0,93
21	Poröses Krystallsalz als Um- hüllung des Steinsalzes	1,55	0,69	0,50
22	Anhydrit, grauer	98,79	0,18	0,67
23*)	Polyhalite mit Salzthon, Durch- schnittsprobe des Dungsalzes .	52,93	9,60	12,403

*) Nach v. Kripp.

Chlor	Schwefelsäure	Kohlensäure	Wasser	In Wasser lösliche Salze	In Salzsäure unlöslicher Rückstand	In Wasser unlöslicher Rückstand	Anmerkung
0,47	4,50	2,16	11,78	—	—	—	—
—	0,47	Spur	20,13	6,80	—	—	—
0,74	52,33	—	6,00	100,75	0,5	—	—
2,15	51,15	—	5,88	94,76	0,12	—	—
2,14	44,32	—	19,93	101,61	0,05	—	—
1,15	38,45	—	(27,1 bis 100°)	99,80	—	1,12	—
57,82	1,707	—	6,1 ü. 100°)	99,70	—	0,27	—
—	—	—	0,98	99,70	—	0,27	—
—	—	—	0,06	98,65	—	0,35	Sulfatische Nebensalze, quantitativ nichtberücksichtigt
—	—	—	0,58	99,65	—	1,18	dto.
—	—	—	0,23	99,28	—	0,72	dto.
—	—	—	—	99,77	—	0,23	dto.
—	—	—	—	100,00	—	—	—
58,03	1,42	—	0,80	99,25	—	0,42	—
0,37	58,62	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—

die in Tab. II aufgeführten Zusammensetzungen berechnet werden.

Chlor-natrium	Chlor-kalinum	Eisen-oxyd	Wasser	In Salz-säure unlöslicher Theil	Schwefel-saures Natron	Kieselsaure Thonerde
1,22	—	0,90	6,00	0,50	—	—
3,55	—	0,58	5,88	0,12	—	—
3,53	—	0,44	19,93	0,05	3,00	—
1,01	1,14	—	33,20	1,12	40,70	—
96,06	—	—	0,98	0,27	—	—
96,08	—	—	0,807	0,42	—	—
0,61	—	0,23	—	—	—	—
5,418	—	—	9,132	—	0,506	10,01

Aus diesen Analysen ist zu ersehen, dass die Zlambachmergel hinsichtlich ihres Kieselsäure-, Thonerde- und Eisenoxyd-gehaltes nahezu mit dem Salzthone gleichwerthig sind, sämtliches Steinsalz, mit Ausnahme des Krystalsalzes, sulphatische Nebensalze enthält, und Steinsalz, Thon, kurz alle Bestandtheile des Salzlagers mit diesen Nebensalzen gleichsam durchtränkt sind. Das Steinsalz schwankt zwischen 98,5 und 99,7₁₀ Salzgehalt. Die leichtlöslichen eingemengten Abraumsalze sind hier hauptsächlich dem Löweit ähnliche Verbindungen, die schwer löslichen Salze polyhalitische Anhydrite, welche das Lager in grossen Trümmern durchsetzen und ursprünglich zweifellos mit dem Steinsalz in wechselweiser Lagerung standen.

Alle diese Bildungen lassen sich in den in den Figuren 1 bis 9, Taf. III dargestellten Salzbergen der Nordalpen verfolgen, und sollen dieselben in Kürze ihre Beschreibung finden.

A. Die Kammerguts-Salzberge.

I. Der Salzberg von Aussee (Fig. 2, Taf. III). Sein unmittelbares Hangendes bilden Zlambachthone und die Hallstätter Kalke. Er hat 13 Stollen, von denen die 5 höchsten in dem tauben Hangenden, die 8 übrigen in dem Haselgebirge eingetrieben sind. Die noch hauptsächlich in Benützung stehenden Etagen sind der Stein- und Ferdinandsberg. Seine grösste Ausdehnung beträgt im Steinberge 1612 *m*, seine Breite 872 *m*; seine erschlossene Tiefe 544 *m*. Seine gesammte Streckenlänge beträgt 36 000 *m*. Er ist jedenfalls der reichste Salzberg und ist sein Liegendes noch nicht erschlossen. Die jährliche Soolenerzeugung beträgt 590 000 *kl*.¹⁾

II. Der Salzberg von Hallstatt (Fig. 3, 4). Sein unmittelbares Hangendes bilden Gerölle und zerstörte Zlambachschichten. Der aus der Tiefe empordringende Melaphyr dürfte die übergelagerten Werfener Schiefer, Zlambachmergel, Hallstätter Kalke und Dachsteinkalke unter Mitwirkung von lateralen Pressungen gesprengt und nach allen Seiten auseinander gehängt haben. Die Längenausdehnung des Salzberges beträgt

¹⁾ Der Ausseer Salzberg. Oest. Zeitschr. f. B. u. H., Nr. 7, 1874.

2600 *m*, die Breite 800 *m*, die ganze erschlossene Tiefe 450 *m*.¹⁾ Er ist durch 15 Stollen erschlossen, wovon 12 im Salzgebirge eingetrieben sind. Die jährliche Soolenerzeugung beträgt durchschnittlich 1 900 000 *hl*. Er hat gegenwärtig 25 Erzeugungswerke mit einer summarischen Himmelsfläche von 46 488 *m*², einem Fassungsraume von 945 400 *hl* und einem noch anzuhoffenden Soolenquantum von 17 070 000 *hl*, 12 Einschlagwerke mit einem Fassungsraume von 377 000 *hl* und einem anzuhoffenden Soolenquantum von 11 950 000 *hl*, endlich 18 Reservewerke mit 449 000 *hl* Fassungsraum und 13 150 000 *hl* Soolenquantum.

III. Der Salzberg von Ischl (Fig. 5, Taf. III). Dieser bis auf eine Tiefe von 723 *m* erschlossene Salzberg zeigt die ungestörtesten Lagerungsformen aller Salzberge. Auf das Haselgebirge folgen in seinem Hangenden: Thongyps, Lebergebirge, Buntsandstein (Werfener Schiefer), glänzender Thonschiefer, Schwefelkies- und erzführender Dolomit, Hallstätter Kalke. Das Liegende ist ebenfalls nicht bekannt. Sein Salzreichtum beträgt durchschnittlich etwa 57%, seine Längenausdehnung 900 *m*, seine Breite 300 *m*. Er hat 23 Soolenerzeugungswerke mit einer jährlichen Soolenerzeugung von 700 000 *hl*. Die Anzahl seiner eingetriebenen Stollen beträgt 14, von denen der tiefste eine Länge von 1600 *m* hat.²⁾

B. Die salzburgischen, bayerischen und tirolischen Salzberge.

I. Der Salzberg von Hallein (Fig. 6, 7, Taf. III). Er erscheint als ein Faltenstück, dessen Ausdehnung und Tiefe nicht bekannt ist. Offenbar gehören die durch den Wolf Dietrichberg-

¹⁾ A. R. Schmidt, Ueber den Aufschluss des Salzberges von Hallstatt. Oest. Zeitschr. f. B. u. H., Nr. 11, 1873. — v. Hauer, Der Melaphyr vom Hallstätter Salzberg. Verhandl. d. geol. Reichsanstalt, Nr. 11, 1879, und Nr. 5, 1885.

²⁾ Der Salzberg von Ischl und sein Verhältniss zum eingeleiteten Tiefbau. Oest. Zeitschr. f. B. u. H., Nr. 52, 1874. — Ueber das Vorkommen von Schwefelkies am Salzberge von Ischl. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 26, 1878. — Die Bohrung von Goisern und ihr Verhältniss zum Salzberge von Ischl. Oest. Zeitschr. f. B. u. H., Nr. 22, 1881. — Ueber das Lagerungsverhältniss des Salzberges von Ischl. Oest. Zeitschr. f. B. u. H., Nr. 27, 1883. — Die Tiefbohrung in Goisern. B. u. H.-Ztg., Nr. 44, 1873.

stollen erschlossenen scheinbaren Liegendsschichten dem Hangenden an, denn es folgen auf das Haselgebirge Gyps, Zlambachmergel und Hallstätter Kalke. Die längste Ausdehnung des Lagers beträgt 2400 *m*. Das Salzlager zeichnet sich durch einen grossen Gehalt von Chlormagnesium aus. Der Reichthum dürfte mit jenem von Ischl gleich sein. Die jährliche Soolenerzeugung beträgt 834 000 *hl*.¹⁾

II. Das Salzlager von Berchtesgaden (Fig. 8) ist nur eine Fortsetzung von jenem bei Hallein (Fig. 6, 7), indem die in der sogenannten Au durch den Karl Theodorstollen bis an die Halleiner Salzgrenze nach Nordost getriebene Kehr denselben Salzstock oder ein unterbrochenes Trumm erschlossen hat. Die bei Schellenberg²⁾ am sogenannten Tuwal, in der Gern, längs der Bischofswiese und der Ramsauer Ache, sowie in der Schönau, Bstaud und Scharitzkehl noch vorhandenen ausgelaugten Reste, bei welcher in alter Zeit unter den Bischöfen von Salzburg und den Pröbsten von Berchtesgaden der Salzbergbau betrieben wurde, sind zweifelsohne nur die obersten Theile einer tieferen Formation, von der einerseits Hallein, andererseits Berchtesgaden mächtige Faltenstücke bilden. Das Salzlager von Berchtesgaden deckt ausgelaugtes Salzgebirge, Schutt, Gerölle und erratische Geschiebe, kein Zweifel, dass auch dieses Lager nach der Sprengung der oberen Trias, wovon im Süden nur mehr die Reste von Wetterstein oder oberem Hallstätter Kalke vorhanden sind, durch Denudation und Auslaugung unendlich gelitten hat.

Die Bestandtheile dieses Lagers sind dieselben wie jene der übrigen alpinen Salzlager; die gelben Natron-Magnesiumsalze (Löweit) sind in reichlicher Menge vorhanden, die Magnesia mit dem Gypse in so ähnlicher Weise am Ausgehenden des Salzlagers verbunden, dass sein Vorkommen von jenem von

¹⁾ Schmidt, Ueber das Salzlagerungsverhältniss am Dürrenberge bei Hallein. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 41, 1872.

²⁾ J. C. Ritter von Koch-Sternfeld, Die deutschen, insbesondere die bayerischen und österreichischen Salzwerke, zunächst im Mittelalter. München 1836.

Ischl nicht zu unterscheiden ist. Die Ablagerung dieses Salzlagers erfolgte nach v. G ü m b e l zwischen dem bunten Sandsteine und dem Muschelkalke.

Der Steinsalzreichtum wird, ähnlich wie in Hallstatt, mit 50% angegeben. Die Anzahl der Erzeugungswerke beträgt 10. Die jährlich erzeugte Soole 1200000 *hl*. Den in Fig. 8 dargestellten Durchschnitt verdanke ich der gütigen Mitwirkung des königl. bayrischen Ober-Bergdirectors Herrn Dr. v. G ü m b e l.

III. Der Salzberg von Hall in Tirol (Tafel IV, Fig. 1). Er ist nach Suess, Merian und Escher von der Linth im Keuper abgelagert, sehr arm, hat höchstens 35% Salzgehalt. Das Hangende bilden grösstentheils Tagschotter, Rauhwacke und gelblich-röthlicher Dolomit. Das Salzlager selbst ist verhältnissmässig reich an Bittererde; die im Kammergute auftretenden Hallstätter Kalke fehlen hier ganz. Die Gutensteiner Schichten (untere Trias) und die Carditaschichten (Keuper) treten in bedeutender Menge auf, und ebenso ist auch der bunte Sandstein nicht fehlend.

Keiner der alpinen Salzberge zeigt einen durch dynamische Einwirkungen so stark veränderten Charakter wie der Haller, und es mag hiefür wohl als ein hinlänglicher Beweis angesehen werden, dass mitten im Lager, im Contacte mit Steinsalz, Bleiglanz angetroffen wurde.

Die Ausdehnung des Lagers beträgt 1900 *m*, seine Breite 800 *m* und seine Tiefe 300 *m*, die jährliche Soolenerzeugung 523 000 *hl*. ¹⁾

Die Aufschlüsse im Kammergute erscheinen, wie aus der in Fig. 1, Taf. III dargestellten Uebersichtskarte zu ersehen, durch die stattgefundenen Bohrungen in Ischl und Goisern als wahrscheinlich begründet, und es ist zu entnehmen, dass der am Arikogel auftretende Werfener Schiefer dem Hangenden der Salzlager angehört.

¹⁾ Heppner, Beschreibung des Haller Salzberges. Oest. Zeitschr. f. B. u. H., Nr. 9, 1873. — A. R. Schmidt, Ueber die bisherigen Aufschlüsse der Salzlagerstätte zu Hall in Tirol. Zeitschr. d. Berg- u. hüttenm. Vereines in Klagenfurt. 1874. — Prinzinger, Geologische Notizen ans der Umgebung von Hall. Jahrb. d. geol. Reichsanstalt, VI. Jahrg., 1855.

Von allen Salzbergen der Alpen ist jener von Ischl derjenige, bei welchem die Nothwendigkeit herantritt, den weiteren Abbau des Salzberges durch einen tieferen Erbstollen einzuleiten, und zwar in der Nähe von Brunleithen, zwischen Ischl und Laufen aus der Sohle der hier mit bedeutendem Gefälle mächtig vorbeiströmenden Traun. Die ganze zukünftige Tiefe desselben ist von dem gegenwärtig tiefsten Horizonte, Kaiser Leopold, durch ein Bohrloch auf 344 *m* untersucht. ¹⁾ Wird am genannten Punkte der projectirte 3200 *m* lange Erbstollen mit einem Steigen von 5 *mm* pro Längenmeter eingetrieben, so wird hiemit eine Teufe von 179 *m* oder 5 Etagen eingebracht und es steckt das seinerzeit in das Salzlager niedergestossene Bohrloch noch 165 *m* tief im schönen und salzreichen Haselgebirge. Der mittelst Maschinenbetrieb durch das Traunwasser zu gewältigende Erbstollen kann in 10 Jahren vollendet sein und ist hiedurch der künftigen Salinenindustrie ein unbegrenztes Feld der Thätigkeit eröffnet, indem es nicht ausgeschlossen erscheint, seiner Zeit durch ein von der Spitze des Salzberges bis auf die Sohle des Erbstollens vorhandenes Gefälle von 500 *m* einen Theil der Soole durch einen Piccard oder einen ähnlichen verbesserten Abdampf-Apparat in Salz zu verwandeln.

Ueber die Entstehung der Salzlager.

Die Tektonik der vorstehenden 6 Salzberge und gleichzeitige Betrachtung ihrer Bestandtheile machen unwillkürlich den Versuch rege, ihren genetischen Zusammenhang zu erklären, und möge es gestattet sein, die gesammelten Erscheinungen zu einem Bilde zusammenzufassen, welches jedem Salzbergmanne der Alpen durch langjährige Erfahrung sich aufdrängt. ²⁾

¹⁾ Ueber die Tiefbohrung im Haselgebirge. Oest. Zeitschr. f. B. u. H., Nr. 18, 1874. — C. v. Balzberg, Freifallapparat mit hydraulischem Schlammtrieb. Oest. Zeitschr. f. B. u. H., Nr. 6, 1876. — C. v. Balzberg, Ueber die Tiefbohrung in Goisern. Berg- u. hüttenm. Jahrb. d. Bergak. f. Leoben u. Pörschach. XXVI, 1878. — C. v. Balzberg, Die Tiefbohrung in Goisern. Berg- u. hüttenm. Jahrb. d. Bergak. Leoben u. Pörschach, XXVIII, 1880.

²⁾ Die Entstehung mächtiger Salzlager. Dingl. Pol. J., 187. Bd., 1868. — Boue, Ueber den wahrscheinlichen Ursprung der Salzlagerstätten. Oest. Zeitschr.

Wenn wir die vorstehenden Elemente, aus welchen unsere Salzlager zusammengesetzt sind, bis auf etwaige mineralogische Varietäten und mancherlei secundäre Erzeugnisse verfolgen und sondern konnten, so ist dies hinsichtlich ihrer gegenseitigen Anordnung unstatthaft; wir finden hier eine so vollständige Unordnung, gegenseitige Durchdringung mächtiger und kleinerer Trümmer von Salz, Thon, Anhydrit, Polyhalit, Löweit, Blödit, Symonit, Muriazit und sedimentären Kalken, theils in eckiger breccienartiger, theils auch wieder in conglomeratischer Form, dass wir dieses Chaos nur als Beweis für die Heftigkeit ansehen müssen, mit welcher die ursprünglichen sedimentären Massen aus dem Innern gehoben und durch dynamische Thätigkeit in diesen Zustand versetzt, von stark aufgeregten Kräften in Trümmern ergriffen, entweder als scharfkantige Bruchstücke oder abgerundet ihrem normalen Schichtenverbande verliessen und sich zu jener Riesenbreccie gestalteten, welche noch heute in den Räumen unserer verlaugten Wehren durch die von den Wehrhimmeln hereinragenden Anhydrit- und Polyhalittrümmer das Erstaunen des Beschauers erweckt.

Bereits in Nr. 7 und 8 der „Oesterreichischen Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen“ vom Jahre 1888 wurden die Gemengtheile des Haselgebirges in Gruppen gebracht, und einige der in zahlloser Menge erscheinenden Combinationen verzeichnet, und es mag in Fig. 2, Taf. IV, noch das Ulmprofil der Fraukehr am Hallstätter Salzberge vorgeführt werden, um einen

f. B. u. H., 1874. — Helmhacker, Studien über die Bildung von Steinsalz. Oest. Zeitschr. f. B. u. H., Nr. 24, 25, 26, 27, 1874. — Hailer, Geologische Betrachtungen über die Entstehung des Haselgebirges. B. u. h. Z., Nr. 13, 1876. — Tietze, Zur Theorie der Entstehung der Salzlager aus Salzsteppen. Jahrb. d. geol. Reichsanstalt, XXVII. Bd., 1879. — Der Melaphyr von Hallstatt. Verhandl. d. geol. Reichsanstalt, 1879. — Dr. Standfest, Zur Geologie des Ennsthaler Salzlagers von Admont. Verhandl. d. geol. Reichsanstalt v. J. 1880, Nr. 7. — Pfeiffer, Ueber die Bildung von Salzlagern mit besonderer Berücksichtigung des Stassfurter Lagers. Preuss. Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen, XXXIII. Bd., 1885. — Bittner, Neueste Wandlungen in den modernen Ansichten über Gebirgsbildung. Verhandl. d. geol. Reichsanstalt. 1886.

Beweis zu liefern, in welcher mannigfachen Formen sich die Störung der ursprünglichen Schichtencomplexe darbietet.

So wie am Hallstätter Salzberge, so ist dies mehr oder weniger an allen Salzbergen des Kammergutes der Fall und es können in dieser Hinsicht folgende charakteristische gemeinsame Hauptmerkmale bezeichnet werden:

- a) Die Gemengtheile erscheinen gleichsam grau in Grau; das in feinen Blättern auftretende Salz durchzieht netzartig den ebenfalls blätterigen Salzthon, der, selbst von feinen Salztheilchen durchsättigt, in verwittertem Zustande die sich kreisenden Salzlamellen blosslegt und allmählich in sich selbst zerfällt.
- b) Dieselbe Masse des Thones erscheint auch in Concretionen, kleinen und grossen runden Knollen, die jedoch selbst gesalzen, unter sich wieder, mit dem Salze mehr oder weniger verwachsen, eine dichte, graue Masse darstellen. Diese Gattung von Haselgebirge kann als ärmer bezeichnet werden.
- c) Das Haselgebirge ist ein Gemenge von reicheren Steinsalzpartien, in welchen Thon, Polyhalite, Steinsalztrümmer, Anhydrite und leicht lösliche Sulfate regellos durch einander gemengt sind. Das meist röthliche Steinsalz erscheint im Querprofile, wie eine Landkarte, buchtenförmig über den dunklen Salzthon ausgegossen.
- d) Das Steinsalz in grösseren Bestandmassen durchzieht das Lager; es wurde in der oben genannten Abhandlung der Beweis zu erhärten gesucht, dass in den einzelnen Trümmerstraten eine mehr ostwestliche Richtung vorherrscht. Hier müssen wir wohl die mannigfaltigsten Formen erkennen, aber zugleich auch die Schwierigkeit empfinden, dieselben unter einem einheitlichen genetischen Gesichtspunkte einer gründlichen Erklärung zu unterziehen.

Vor Allem haben wir hier das Steinsalz in zwei Formen vorliegend.

1. Als reines Krystallsalz oder doch annähernd reines Steinsalz; es ist stets in reinen, wasserhellen Krystallen von

ausgezeichneter Spaltbarkeit mit einer mehr porösen Grundmasse verschiedener Farbe und Korn verwachsen. Die einzelnen Bruchstücke erscheinen hiebei bisweilen in scharfkantiger, bisweilen in rauher, mehr runder Form, u. zw. in der ersten Form gleichsam als eine, unter gewaltigen Contusionen zerstörte, mit dem breitartigen krystallinischen Salzmagma plötzlich verwachsene Masse;

2. als die soeben bezeichnete Grundmasse von pelitischer bis psephitischer Aggregation, wie dieselbe von Leopold v. Buch so treffend charakterisirt wurde, derb, oft in grossen Massen ausgebildet.

Durch eine lagenweise Abwechslung der Farbenschattirung oder auch Grösse des Kornes wird oft eine recht deutliche Parallelstructur hervorgebracht, welche häufig sehr auffallende Windungen zeigt.

Auch kommen feinere, porösere Varietäten vor, von gelblicher (Löweit) und röthlicher (Polyhalit) Farbe, in welchen graue erbsen- und nussgrosse Körner (thonige und polyhalitische Salzfragmente) lagenweise eingestreut sind, während wieder andere mehr dichte Varietäten durch die regellos eingestreuten Körner diesem Salze eine porphyrtartige Structur verleihen. Für diese Salzgattung wurde der vom Salzbergmanne in den Alpen gebrauchte Name Augensalz beibehalten.

Diese Gattung Salz erscheint, wie erwähnt, in grossen Bestandmassen an allen Salzbergen des Kammergutes in weitaus grösster Menge, und zwar sehr häufig in Bänken, welche bisweilen erstaunliche Verdrehungen, Verschlingungen und wellenförmige Zickzackwindungen zeigen, nicht unähnlich den Holzlagen eines durchschnittenen Brettes, wie dieselben in Fig. 9, Tafel III naturgetreu abgebildet sind. Bisweilen zeigen diese Bänke eine vollkommen geradlinige Parallelstructur und sind dieselben theils durch thonige und polyhalitische Lagen getrennt, welche dann in feinen Efflorescenzen der zerfliesslichen Chlormagnesiumsalze entweder directe oder bei feineren Lagen durch Aufnahme von Staub die ursprüngliche Lagerung entweder in geraden und wellenförmigen Linien oder in mannigfachen Knickungen anzeigen.

Die Ausscheidung dieser mit Chlormagnesium durchtränkten Polyhalite erscheint durch Zersetzung und Verwitterung des Gesteines immer mehr, indem die Grubenfeuchtigkeit diese Grubenwände benagt und die Efflorescenzen bewirkt. Eine derartige Form gibt zugleich Fig. 9, wobei jedoch bemerkt werden muss, dass diese Form wieder nur eine Abart dieser Erscheinungen ist, indem die Zwischenlagen sehr häufig durch dickere plattenförmige Aggregate einer polyhalitischen Grundmasse geschieden sind.

Es ist hier am Platze, einen Umstand zu erwähnen, der gerade bei der Betrachtung der alpinen Salzlager von tiefgehender Bedeutung ist.

Während wir bei der norddeutschen Steinsalzablagerung die Anhydritregion (Steinsalz mit Anhydritschnüren) und die darauf folgende Polyhalit-, Kieserit- und Carnallitregion deutlich von einander geschieden sehen, haben wir hier ein vollständiges Chaos dieser Gemengtheile und wir können wohl sagen, dieses ganze Gemenge von Haselgebirge war in statu nascendi von einer sulphatischen und Chlormagnesium haltenden Mutterlauge durchtränkt, welche sich nunmehr in ihren festgewordenen Bestandtheilen auch allerwärts kund gibt, so oft es entblösst den Einwirkungen der Atmosphärien ausgesetzt ist.

Diese polyhalitischen, chlormagnesiumhaltigen Theilchen haben wir bei der linearen Parallelstructur gemengt mit Thon und Anhydrit und auch mitten im Salzkerne; wir sehen das in der Analyse Nr. 3 und 4 aufgeführte Nebensalz aus dem wasserhellen Krystalsalz und dem unreineren Steinsalz in Nestern ausgeschieden, oder aus dem Salzkerne in flachartigen Strähnen hervorbrechen, wir sehen es innig vermengt in den Polyhaliten und Anhydriten, selbst in den verschiedenfärbigen Steinsalzen, welches in glatter Oberfläche ein feuchtes, zerfliessliches Aussehen gewinnt, und wir empfangen den Eindruck, dass diese zu einer grossen Riesenbreccie zusammengeschweisste Polyhalitregion in einem Momente jene Form annahm, und dass hier ausserordentliche instantane Einwirkungen stattgefunden haben

müssen, welche die sedimentäre Scheidung dieser schwer- und leichtlöslichen Elemente verhinderten.

Unter Hinweisung auf die in Nr. 8₁ und 9 v. J. 1888 der Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H. bereits dargelegten Ansichten haben wir unsere Salzlager daher in zwei Zeiträumen zu betrachten, nämlich 1. in jenem Zeitraume, in welchem dieselben als sedimentäre Gebilde sich ablagerten und 2. in jenem Zeitraume, in welchem ihre Zerstörung stattfand.

I. Alle Geologen sind zwar darüber einig, dass die Salze unserer Alpen in der Trias abgelagert wurden, doch weichen die Ansichten bezüglich des Niveaus wesentlich ab.

So stellt der bayerische Geologe v. Gümbel in seiner Beschreibung des Alpengebirges das Steinsalzlager von Berchtesgaden zwischen den Muschelkalk und den tieferen bunten Sandstein, gewiss eine sehr wahrscheinliche Localisirung, welche sich allmählich auch jedem praktischen Bergmanne aufdrängen muss: „Die grossen Gebirge rings um Berchtesgaden geben nach ihm Zeugniß, dass man es nicht mit einer muldenförmigen Ausfüllung, sondern mit einer normalen, unter dem Kalkgebirge gelagerten, durch Spaltenaufbruch erst zu Tage gebrachten Gesteinsmasse zu thun habe.“

Er nimmt für Berchtesgaden folgende Arten von Haselgebirge an:

- a) ein primäres, zum grössten Theile im Ludwigsstollen, im Ferdinandsberge mit regelmässigem Streichen und Fallen reich an Anhydrit;
- b) ein regenerirtes Salzgebirge, wirre Lagermassen, vorherrschend Gyps.
- c) Haidengebirge.

Kalkbrocken von 17 m Länge, ringsum mit fettem Thonschiefer umkleidet, senkten sich auch hier wie in unseren Salzbergen in die Lagermasse und einzig und allein hier wurden Petrefacten im Haselgebirge, Possydonomien als Versteinerungen des Werfener Schiefers gefunden, ein Zeichen, dass wir es hier

mit einer ursprünglich sedimentären marinen Bildung unserer Salzlager, wovon ja Berchtesgaden einen Theil bildet, zu thun haben.

Sehen wir nun bei unseren Salzlagern, in welcher Weise sich die unverkennbaren Glieder der Trias zu denselben stellen: Die äusserste Grenze, an welcher die längs der Alpen zu Tage tretende alpine Salzformation geologisch aufgeschlossen erscheint, ist das Gebiet von St. Gallen-Admont. Hier treten bei Altenmarkt deutlich folgende Glieder der alpinen Trias zu Tage: Werfener Schiefer als Liegendes, Salzgebirge, darüber Reichenhaller Kalke, Zlambachmergel, Hallstätter Kalke, Lias. Das Liegende ist hier zum erstenmale entblöst. In der weiteren Streichungsrichtung der alpinen Salzformation sehen wir in Aussee über dem Salzgebirge ausgelaugte Thone, Zlambachmergel, Hallstätter Kalk; das Liegende ist hier noch nicht aufgeschlossen; weiters in Hallstatt auf dem Salzlager die ausgelaugten Thone, Zlambachmergel und den Hallstätter Kalk. Im Querprofile dieses Salzberges erscheinen über dem Kreuzberge die bunten Sandsteine im Hangenden eingekeilt, welche möglicher Weise auch eine durch Seitendruck emporgepresste Falte des Liegenden darstellen; auch hier ist das Liegende nicht erschlossen.

Am Salzberge von Ischl erscheinen im Hangenden auf dem Salzgebirge glänzende Schieferthone (vielleicht das Aequivalent der hier fehlenden Zlambachmergel), Thongyps, Werfener Schiefer, Schwefelkieslager, Hallstätter Kalke und dolomitische Kalke.

Da hier die Werfener Schiefer deutlich im Hangenden, bei Altenmarkt deutlich im Liegenden erscheinen, so können wir mit Recht behaupten, dass die ursprünglichen Salzlager zur Zeit der Bildung des Werfener Schiefers zur Ablagerung gelangten, dass die Schiefer aber im Hangenden von gleicher Structur, oder als umgebildetes Gestein (Lebergebirge) den Abschluss dieser Formation bildeten und von hier angefangen im Weiteren die dolomitischen Gesteine zum Absatze gelangten. Dass hiebei manche Glieder mangeln (ich erwähne nur die

sogenannten Flussspath führenden Reichenhaller Kalke, welche, ausser bei St. Gallen, nur auf der Cavallinistrecke des Haller Salzberges bekannt sind), kann nicht Wunder nehmen, nachdem die aus der Tiefe emporgedrängten Salzlager die überstehenden Gebilde wie ein Büschel Spielkarten empor-drängten und manche dieser Schichten durch Reibung und Seitenpressung in der Tiefe stecken blieben. Man braucht hier nur das Bild des Salzberges von Ischl sich zu vergegenwärtigen, wie längs der von Osten nach Westen streichenden Aufbruchfläche sich die Glieder der Kreide gleichsam nach Norden umbiegen und nur einzelne Bruchstücke rothen und grünen Lebergebirges zum Vorschein kommen.

Bei dem vollständigen Fehlen der in den Ostalpen so gewaltigen Triasformation in dem ganzen westlichen Gebiete vom Rhein¹⁾ lässt es sich wohl denken, dass während der Fortdauer der Festlandsperiode hier und an anderen Stellen aus den zufließenden Gewässern verschiedene Sedimente sich ablagerten und da und dort auch gewisse Schichtencomplexe fehlten, während sie anderwärts zur Entwicklung gelangten, wie wir dies bei unseren Salzlagern auch thatsächlich erkennen müssen.

Wir können jedoch im Allgemeinen constatiren, dass vom Buntsandstein (Werfener Schiefer) aufwärts, Haselgebirge, glänzender Schieferthon und als sein Aequivalent Zlambachschichten, rothes Lebergebirge, Hallstätter Kalke, endlich die Dolomite zur Ablagerung gelangten.

II. Jener Zeitraum, in welchem die Zerstörung der Sedimente stattgefunden hat, die Elemente der Salzlager in das noch heute ersichtliche Chaos gestürzt wurden.

Dieser Zeitepoche musste jedenfalls eine lange Aera vorausgegangen sein, während welcher oder unmittelbar an deren Beginne in der noch plastischen, mehr flexiblen Salzablagerung Veränderungen eintreten konnten, wie wir dieselben an den Bestandmassen unseres Haselgebirges noch heute sehen, und wir müssen annehmen, dass derlei Faltungen, Krümmungen,

¹⁾ Heim, Untersuchungen über den Mechanismus des Gebirges, Basel 1878.

oder die bruchlose Umformung (Fig. 9, Tafel III), wie dieselben von Heim in so überaus klarer Weise geschildert wurde, um so besser zu Stande kamen, je tiefer die der Stauung unterworfenen Gesteine unter der Oberfläche lagen, je grösser also der Druck, den die darüberliegenden Massen (Dachsteinkalke) ausübten, und welche Umformung um so begreiflicher erscheint, wenn man erwägt, dass der wirksame innere Gebirgsdruck ein allmählich zunehmender, allseitiger war.

Nur unter dem gegenseitigen Drucke, der instantanen und säcularen Hebungen und Senkungen entstanden die Formen auch unserer Salinenbildungen, und wir dürfen uns über die staunenswerthen, unerklärlichen Verzerrungen heute nicht mehr wundern, wenn wir gleichzeitig bedenken, dass die damaligen Bewegungen unter dem stetigen Einflusse der grossen Kräfte und höherer Temperatur standen!

Wie lange diese Bewegungen dauerten, wann sie begonnen, wann sie vollendet und der ganze Schichtencomplex gleichsam latent in Ruhe harrte bis die grosse Katastrophe ihrer vollständigen Zerstückelung eintrat, wissen wir nicht; wir können in Hallstatt nur den Melaphyr als treibendes Element ansehen (Fig. 3, Taf. III), sehen mitten in diesem Salzlager die ungeheuren Kolosse der Hangendkalke, der Triaskalke, der rhätischen, vielleicht auch der Juraformation (Plassenkalk), sehen in Ischl die Glieder der Kreide in dem Haselgebirge geknickt und müssen wohl annehmen, dass diese Katastrophe nach der Kreidezeit, die in unseren Alpen eine Periode der Unruhe war, gleichsam in ihren letzten Zuckungen vor sich gegangen ist.

Man hat es von jeher für wahrscheinlich gehalten, dass die Bewegungen in unseren Salzlagern, ihre Zerstückelung, ihre Aufrichtungen, Zusammenpressungen und die Zertrümmerungen der angrenzenden Gesteine eine Folge jener Metamorphose seien, durch welche der Anhydrit in Folge seiner Wasseraufnahme in Gyps verwandelt worden sei. Ohne die gewaltige, allmähliche, unwiderstehliche Einwirkung zu verkennen, welche die molecularen Kräfte auf die Nachbargebilde ausüben können und unter Umständen auch wirklich ausgeübt haben, muss hier doch

erwähnt werden, dass die Menge von Gyps bei unseren Salzlagern im Verhältniss zur Menge von Anhydrit eine sehr kleine ist. Der schwefelsaure Kalk kommt im Inneren des Lagers stets als grauer und rother Anhydrit vor, und nur an der Grenze und dem Ausgehenden unserer Lager, wo Selbstsoole und Selbstwässer auftreten, hat die Metamorphose stattgefunden, sind auch die Polyhalite mehr verschwunden und von mehr blasser Färbung, so dass der Gyps in vielen Fällen ein mehr röthliches, gebändertes Ansehen hat. Man findet nicht selten Stücke, in welchen die Metamorphose zum Theil vollendet, der Anhydrit grau und der Gyps weiss und aufgebläht erscheint.

Wir müssen vielmehr annehmen, dass hier eine andere tiefere dynamische Ursache thätig war, dass die Berührung eines glühenden lavaartigen Magmas, welches beispielsweise etwa wie der Melaphyr von Hallstatt von unten empordrängte, mit der reichlich mit Wassertheilchen geschwängerten Gesteinsmasse, bei einer Temperatur von wenigstens 2000°, den Wasserdampf, welcher, nebstbei erwähnt, auch heute noch das bei weitem vorwaltende Materiale der vulcanischen Exhalationen bildet, entfesselte und derselbe im Vereine mit Chlorwasserstoff als Dämpfe von höchster Spannung neben den heftigsten Bewegungen jene allgemeine Zertrümmerung des ganzen Schichtencomplexes bewirkten, hiebei Theile des Hangenden in die Tiefe sanken, während andere Theile aus der Tiefe emporstiegen und unter gewaltigen Contusionen, Schlammeruptionen und Beben der Grundvesten der ganze Zusammenhang gelockert und in das jetzige Chaos gestürzt wurde.¹⁾

¹⁾ Die Annahme, dass Wasserdampf ein mitwirkendes Element bei der Haselgebirgsbildung war, erscheint auf den ersten Blick im Widerspruche zu stehen mit dem Vorhandensein des Anhydrites, welcher eben durch die Einwirkung des Wassers hätte in Gyps verwandelt werden müssen. Schon Anton v. Kripp hat in seiner ausgezeichneten, vom k. k. Finanz-Ministerium angeordneten Arbeit: „Chemische Untersuchung der ost- und westgalizischen Salzgebirgs- und Salinenproducte vom Jahre 1868“ bei den Pfannsteinbildungen nachgewiesen, dass die schwerlösliche glauberitähnliche Bildung von schwefel-

So können wir uns nicht wundern, wenn wir die Kuppen unserer Salzlager gleich Schlammvulcanen aufgerissen, ihre Weichtheile blossgelegt, die Hangendkalke nach Aussen gedrängt (Hallstatt) oder geborsten und in Trümmern als Schuttkegel (rother Kogl, Aussee) aufgesetzt sehen und nur in Ischl noch halbwegs geordnete Zustände erblicken, wo die dynamischen Einwirkungen nicht mehr mit voller Macht aus der Tiefe gelangen konnten.'

Dass hiebei auch die in Folge des Erstarrungsprocesses der Erdkruste constant auftretenden mächtigen Stauungen und Faltungen von Einfluss auf den verhältnissmässig weichen Haselgebirgskörper waren und noch sind, ist gewiss; aber bei allen diesen Vorgängen bilden die Gemengtheile des Salzthones im Inneren eine bereits für sich gestörte Masse, ganz unabhängig von jenen thonigen Gebilden (Zlambachmergel, Thongyps), welche wir über dem Salzthone lagern sehen, und welche, obwohl sie eine fast gleichartige Masse bilden, von der tieferen Bewegung eben nicht erfasst wurden. Die

saurem Kalke und Natron vorzugsweise hervortritt, der grösste Theil des chemisch gebundenen Wassers erst bei 170° entweicht und die Menge desselben weit geringer ist, als der schwefelsaure Kalk erfordern würde, um Gyps zu bilden. Dass bei unseren Cocturen der mit anderen Doppelsalzen im Pfannsteine verbundene schwefelsaure Kalk Anhydrit sei, ist daher bestimmt anzunehmen, und ist für den unbefangenen Beobachter in den Ablagerungen unserer Pfannsteine ein Miniaturbild jener triadischen Bildungen nicht zu verkennen. Aller Anhydrit hat sich gebildet und bildet sich noch unter hoher Temperatur und Drnck, und es ward demselben während der Dauer jener Katastrophe gewiss nicht Zeit gelassen, sich in Gyps zu verwandeln. Aber wenn dies auch an der Oberfläche stattgefunden hätte, an der Oberfläche jener ungeheueren Bestandmassen, so würde einerseits die herrschende hohe Temperatur, andererseits das entweichende Chlor, welches sich mit grosser Begierde des Wassers bemächtigt, und bei dem Umstande, als Gyps schon bei gelinder Temperatur Wasser verliert, die Entwässerung des entstandenen Gypses, beziehungsweise seine Regeneration zu Anhydrit sicher bewirkt haben. Das Chlor ist eine der häufigsten Exhalationen bei unseren Hütten, welches sich insbesondere in heissen trockenen Sommertagen fühlbar macht.

allmähliche Stauung hätte ja beide Theile erfassen müssen, also war letztere nicht alleinige Ursache unserer Bildungen.¹⁾

Es tritt an uns noch die Frage heran, in welcher Weise die Bildung der triadischen Schichten vor sich ging, die in den rückständigen Bestandmassen unverkennbar die erste ursprüngliche Bildung verräth, und deren Deutung wohl mehr in das chemische als in das dynamische Gebiet hinübergreift.

Wenn wir heute die alpine Triasformation im Ganzen betrachten, so fällt uns vor Allem der grosse Eisengehalt auf. Die rothen Polyhalite, ein grosser Theil des Steinsalzes, die Salzthone und Zlambachmergel zeigen alle einen nicht geringen Gehalt an Eisen. Die einzelnen Salzstraten der Bestandmassen sind durch leicht- und schwerlösliche Zwischenbildungen getrennt, in welchen Kalk, Magnesiasulphate und Eisenoxyd zugleich mit dem Chlormagnesium auswittern. Die Bestandmassen selbst bilden nebstbei ein von eckigen Bruchstücken und Geschieben durchwirktes Gemenge und sind daher alle diese Erscheinungen kein einladendes Materiale zur Deutung und Lösung der vorstehenden Frage. Hiebei wird es uns äusserst schwierig, die Vorgänge in der Trias, in welcher sich alle dynamischen und chemischen Kräfte mit einer grösseren Energie bethätigen konnten, mit den geologischen Vorgängen der Jetztzeit in ein gegenseitiges, messbares Verhältniss zu bringen; doch finden auch heute noch die meisten Geologen bis jetzt nur die einzige Erklärung für unsere Salinenbildungen in den analogen und bekannten Vorgängen, wie dieselben in dem Golfe von Kara bugas an der

¹⁾ Wer nur einigermaassen mit der Natur des Haselgebirges vertraut ist und die verschiedensten Gemengtheile in engster Combination sieht, wird nie zugeben können, dass Faltung allein diese Unordnung nicht herbeiführen konnte, sondern dass auch andere dynamische Ursachen thätig waren. — Die erfolgten Bohrungen in Goisern (die allerdings noch zu wenig Tiefe hatten), die Gleichförmigkeit der Gemengtheile in dem tiefen Bohrloche und Untersuchungsschachte von Aussee, das geringere Vorkommen an Steinsalz daselbst, welches in den höheren Theilen unserer Salzlager reicher auftritt, als in der Tiefe, beweisen auch hinlänglich, dass die vorstehende Ansicht über eine von der Tiefe ausgehende dynamische Zerstörung und Durchmischung der Schichtenfragmente Wahrscheinlichkeit hat.

Ostküste des kaspischen Sees oder bei der Bildung der Bodensätze im Todten Meere stattfinden:

In einem schmalen triadischen Meere, welches sich von Osten nach Westen über den Schiefern des bunten Sandsteines ausdehnte und sämtliche Zuflüsse in der Peripherie mit deren Anschwemmungen aufnimmt, dem gleichzeitig aus einzelnen Bächen gesättigte Soole von älteren Salzlagern zufließt¹⁾, welche der Verdampfung nicht nur mühsam folgen kann, sondern bei der in jener Periode herrschenden höheren Erdwärme dieselbe durch die dünnere Erdkruste auch leichter empfängt, mögen sich auch alle jene Vorgänge so abgespielt haben, wie wir dieselben noch heute finden; so scheiden sich nach den schönen Versuchen von Usiglio mit Meerwasser bei dessen Verdunstung zuerst Eisenoxyd, Spuren von Kalk, hierauf Calciumsulphat, Chlornatrium, Magnesiumsulphat, Chlormagnesium, endlich Bromnatrium aus. In dieser Reihenfolge schlägt sich der Gyps in der mittleren Zeitperiode zum grössten Theile allein nieder, während in der letzten Periode Chlornatrium vorherrschend mit geringen Mengen von Magnesiumsulphat und Magnesiumchlorid, endlich gegen das Ende Chlornatrium mit grösseren Mengen von leichtlöslichem Magnesiumsalz und Magnesiumchlorid zum Absatz gelangen. Aehnliche Modificationen mögen sich auch in der Trias abgespielt haben; doch waren bei den triadischen Bildungen in unseren Alpen sicher noch andere Umstände maassgebend, welche diesen Bildungen einen wesentlich anderen Charakter ertheilen. Die in den Salzbänken aus Geschieben von Thon und Salzminutien deutlich geschichteten Lagen von ausgesprochener Parallelstructur zeigen den Massentransport in gesalzenen Zuflüssen aus der Umgebung des Beckens an und lagern dieselben während einer gleichzeitigen heftigen Verdampfung über der Sedimentfläche des Steppen- oder Binnenmeeres. Unter Einwirkung gleichzeitiger Erdbewegung findet eine Störung und Dislocation der in statu nascendi gebildeten Steinsalzsichten, deren einzelne Theile zerrissen, sich ver-

¹⁾ Tietze sah in der um die kaspischen Thore herum gelegenen Gebirgsmasse Bäche fast gesättigter Soole hervorbrechen.

schieben, stauen und die Form von theils eckigen, theils mehr abgerundeten Bruchstücken annehmen, welche dann mit der reichlich vorhandenen Mutterlauge, beziehungsweise dem leichtlöslichen, eisenhaltigen, heissen Chlornatrium-Magma zur Ablagerung gelangen. Wenn wir heute noch fast in jeder Stunde auf unserem Erdbeule die leisen und stärkeren Zuckungen in der Erde fühlen, welche sich bisweilen zu den heftigsten Bewegungen und allgemeinen Zertrümmerungen steigern, so können wir nicht überrascht sein, in jener Urzeit diese Bewegungen partiell fast continuirlich und mit grosser Energie in dem Getriebe der Schichtenbildung bethätigt zu sehen; und während aller dieser Vorgänge hatte die gleichzeitige Einwirkung höherer Temperatur gewiss den grössten Antheil.

Die in der Mutterlauge befindlichen schwer- oder leichtlöslichen Salze hatten kaum Zeit, sich in der ihrer Saturation zukommenden specifischen Dichte zu sondern, sie wurden sozusagen in naheliegenden Zeiträumen von ihrer Erstarrung ergriffen und der ganze grosse Krystallisationsprocess von der grossen Ansammlung der Mutterlauge gleichsam durchtränkt und jener Schichtencomplex unter Einem gebildet, welcher anderwärts vielleicht unter ruhigeren Vorgängen der Verdampfung über der abgelagerten Steinsalzformation als schöne und regelmässige Polyhalitregion zur Ausbildung gelangte.

Folgende Phasen unserer Salzlagerbildungen dürften daher stattgefunden haben:

1. Eine durch die Erdbewegung gestörte Verdampfung hochgradiger Laugen bei hoher Wärmezuströmung aus den unterliegenden Erdschichten oder selbst atmosphärischer Verdampfung und horizontale Ablagerung des zugeführten Thones.
2. Pressung und Faltung der gebildeten Salzstraten unter ungeheuerem Drucke in einer späteren Aera.
3. Dynamische Einwirkung (Eruptivgesteine) theils sichtbarer, theils subterranean Ursachen und gleichzeitige Zerstörung dieser Schichtencomplexe, Bildung der Haselgebirgsmasse.

4. Theilweise Faltung der bereits gebildeten Haselgebirgsmasse durch seitliche Pressung in Folge der Gebirgsbildung und bis auf die Jetztzeit fortdauernde dynamische Einwirkungen.

II. ABSCHNITT.

Anlage und Betrieb der einzelnen Soolenerzeugungswerke.

Jener Zeitpunkt lässt sich heute nicht mehr feststellen, in welchem die Anlage und der Betrieb der heutigen Soolenerzeugungswerke ihren Anfang nahmen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass zur Zeit der Kelten nur die trockene Bearbeitung mittelst Werkzeugen aus Bronze an unseren beiden Salzbergen von Hallein und Hallstatt in Ausübung stand, wie die beispielsweise im Appoldwerke des Hallstätter Salzberges in 120 m gefundenen ledernen Tragkörbe, Schaufeln, Hauen, Hölbe etc. beweisen. ¹⁾

Dass die Wassereinbrüche in die keltischen Baue, von denen in Hallstatt 17 bekannt sind, allmählich zu den Schöpfbauen (putei) der Römer führten, ist wahrscheinlich, und so finden wir den heutigen Betrieb vielleicht in der Mitte des ersten Jahrtausends nach Christi durch Anlage von Schöpfgebäuden eingeleitet. ²⁾ Es waren dies verticale Gesenke von 20—25 m Tiefe, auf dessen Grund das eingeleitete Wasser sich horizontal ausdehnte, allmählich einen Raum, das Schöpfwerk, herstellte, aus welchem die dadurch entstandene Soole in Bulgen aufgezogen wurde.

Selbstverständlich setzte diese Behandlungsweise bereits schon den Begriff eines regelrechten Bergbaues mit einem horizontalen Zubaustollen und einem Gesenke voraus, und war die weitere Entwicklung des Abbauraumes in horizontaler und verticaler Hinsicht umso mehr erleichtert, je reicher das abzubauende Mittel und je weniger in der ersten Zeit an zählendem Thon herausgeschafft, gesäubert werden musste.

¹⁾ Dr. ●. St a p f, Die Pflanzenreste des Hallstätter Heidengebirges. 1886.

²⁾ V. H e h n, Das Salz, eine culturhistorische Studie. Berlin 1873.

Dass die höchsten Baue unserer Salzberge nur Schöpfbaue sein konnten, ist selbstverständlich, aber es lag in der Natur der Sache, dass bei dem allmählichen Zusammenhänge und Zusammenbruch der Schöpfgebäude (in Aussee nahmen dieselben im Moosberge einen Flächenraum von 1600 Jochen ein) der nächst tiefere Stollen zum Abzapfen der Soole aus diesen Gebäuden mittelst Ablassrohren benützt wurde. Nachdem in Aussee der höchste Ahornbergstollen im Jahre 1147, der tiefere Moosbergstollen 1211 und der nächst tiefere Steinbergstollen im Jahre 1319 eröffnet wurde, der Moosberg in seiner Hauptsache aus Schöpfgebäuden bestand und dieselben erst im Steinbergstollen verschwanden, so ist anzunehmen, dass die heutige Betriebsweise der sogenannten Sinkwerke mit Ablassdämmen erst mit Beginn des 14. Jahrhunderts zum eigentlichen feststehenden Bautypus erhoben worden ist.

Diese Sinkwerke (Wöhren, Wehren, Werker) bestehen aus einem saalartig hergestellten Raum, in welchem durch Einleitung von Wasser das Salz von der Decke (Himmel) und den Seitenwänden (Ulmen) gelöst und in Soole verwandelt durch einen Ablass abgezogen wird. Ein derartiges Gebäude ist in Fig. 3, Taf. IV, abgebildet, u. zw. in einer Form, wie dasselbe um die Mitte der Fünfziger-Jahre am Haller Salzberg in Ausübung stand.

Es bedeuten in derselben:

- a) Der obere Horizont, Schachtricht oder Kehr, von welchem aus die Zuführung des Wassers stattfindet.
- b) Der untere, um 38 m tiefer liegende, correspondirende Horizont, Schachtricht oder Kehr, durch welchem aus dem Ablassofen *k* die Soole abgeleitet wird.
- c) Der Püttenoffen (Püttenlauf, Horn statt Offen), ein aus dem Stollen *a* geführter Zubaustollen, zu der Püttenstätte, Schöpfpitte, Grube
- d) welche die Bestimmung hat, mittelst eines daselbst aufgestellten Hornhaspels oder einer Wasserhebemaschine (Kübel, Kunst) den anfänglich angeblähten Werkslaist aus dem Werke *W* zu heben und zu beseitigen.

- e) Die Püttengrube, Säuberpütte, ein Schacht, welcher die Püttenstätte d mit dem Werke w verbindet.
- f) Das Sinkwerk, Ankehrschurf, ein tonnlägiger Schacht von $1,9\text{ m}$ Höhe, 1 m Sohlen-, $0,55\text{ m}$ Mittel- und $0,78\text{ m}$ Firstenbreite, mit einer Stiege, Fahrt und einem Wassersträhn (Röhren) versehen, um das Wasser zur Soolen-erzeugung einzuleiten. Das kleine Stück vom Stollen a bis zum Anfang dieser Stufen heisst das Sinkwerksebentel und daselbst steht der Cimenttrog zum Messen des einfließenden Wassers.
- g) Der Langoffen von $1,9\text{ m}$ Höhe, 1 m Sohlen-, $0,55\text{ m}$ Mittel- und $0,78\text{ m}$ Firstenbreite, der längste Stollen, welcher die Dimensionen der im Allgemeinen ellipsenartigen Wehrform bestimmt und zugleich zur Untersuchung des Gebirges dient. Sehr häufig wird auch der in der Verlängerung des Ablassoffens k durch den Sumpf oder Ablasskasten l geführte Stollen als Langoffen, bisweilen auch als Püttenoffen bezeichnet.
- h) Parallelöffnen von $0,925\text{ m}$ Höhe, $0,5\text{ m}$ Sohlen-, $0,5\text{ m}$ Mittel- und $0,5\text{ m}$ Firstenbreite dienen zur Ausrichtung des Werkes.
- i) Kreuz- oder Sitzöffnen von kleineren Dimensionen.
- k) der Ablassoffen; derselbe hat den Zweck, die in den Messtrog o fließende Soole in einem Rohr durch den Stollen b weiter zu leiten.
- l) Der Ablasskasten, Sumpf- oder Einseihkasten, besteht aus einer kleinen Grube, dem Sitzrecht und dem Einseihkasten. Das Sitzrecht, der tiefste Punkt der Soole, ist ein schachtartiger, kubischer Raum von geringer Tiefe, welcher wasserdicht verzimmert ist. Darüber wird später eine schachtförmige Zimmerung, der eigentliche Einseihkasten, nachgeführt, dessen leicht gefügtes Zimmerholz eine Art Filtrum bildet, durch welches die Soole aus dem Werkslaist von der Seite nachsitzen kann, während der oberste Theil des Kastens durch aufgenagelte Bretter vor dem fallenden Werkslaiste gesichert ist. Dieser Einseihkasten wird in dem Maasse emporgeführt, als der Wehrboden

und der Himmel in die Höhe gehen, sich Laist anhäuft und gleichzeitig das Salz aufgelöst wird. Sitzt die Soole in Folge des plastischen Laistes dem Hauptsumpfe nicht mehr zu, so müssen in der Peripherie des Werksraumes Hilfssümpfe angelegt und durch Röhren mit dem Haupteinseihkasten in Verbindung gesetzt werden. In der Regel soll der Haupteinseihkasten unter der Püttengrube *e* liegen, damit bei allfälligen Verstopfungen des Ablasses letzterer bequemer aufgesucht werden kann.

- m*) Die beiden Dammflügel aus geschlagenem Wehrlaist, in welchem die Dammröhren
- n*) eingeblendet sind, durch welche die Soole aus dem Sitzrecht abfließt und vorne mittelst des Cimenttroges *o* gemessen wird.
- w*) Der Werksraum (Aufriss), welcher nach längerer Verwässerung der quadratischen Pfeiler (Grundriss) allmählich entstanden ist. Das in diesen Raum eingeführte Wasser wird, nachdem derselbe voll erhalten wird, allmählich in siedewürdige Soole (Sulze, Suhr) verwandelt und heisst dieser Vorgang eine Wässerung oder die Menge der erzeugten Soole ein Wasser. Dabei wird jedesmal vom Himmel eine senkrechte Höhe von 10 bis 100 *cm* verlaugt (*a b g e ä t z t*, versotten) und heisst diese verticale Höhe das Aetz- oder Versudmaass. Nachdem hiebei die Lösung sowohl in verticaler, als auch in horizontaler Richtung stattfindet, so muss der entstehende Raum kegelförmig werden, doch ist diese Form eine niemals theoretisch reine, nachdem die ungleichförmige Vertheilung von armen Haselgebirgs- und reichen Steinsalztrümmern den Austritt oder die Verschneidung des Wassers an letzterer Seite wesentlich begünstigt, die Peripherie der Wehrhimmelfläche daher selten kreisförmig wird, sondern sich sehr häufig unregelmässig gestaltet. Hat der Himmel des Werkes den oberen Horizont erreicht, ist der ganze kegelförmige Raum ausgenützt, *versotten*, so hat es sein Ende erreicht, das Werk wird *to d t* gesprochen.

Aus dem Vorstehenden ist zu ersehen, dass bei Anlage von Soolenerzeugwerken folgende 4 Hauptarbeiten stattfinden :

1. Die Eintreibung des Hauptablassöffens und seine Verlängerung, sowie die Abteufung des Sinkwerkes und Grube;
2. die Herstellung des Werksatzes oder die Werksveröffnung;
3. die Herstellung des Soolenablassgebäudes;
4. die Verdämmung des Ablassgebäudes.

ad 1. Ist der Plan nach den allgemein später zu entwickelnden Gesetzen für Anlage eines Soolenerzeugungswerkes ausgemittelt, so wird mit der Anlage des Sinkwerkebentels, dem Sinkwerke (Ankehrschurf) und der Eintreibung des Langoffens begonnen, damit deren Verbindung (Durchlung) in kürzester Zeit zu dem Zwecke hergestellt werde, um bei der Auslegung des Werkssatzes möglichst gute Luft zu haben. Das unter einem Winkel von 40° tonnläufig geführte Sinkwerk wird mit einer Treppenfahrt, einer Haltstange und einer Röhrenleitung für das Süßwasser versehen und so gestellt, dass es möglichst in die Mitte zu stehen kommt. Auf dem Sinkwerkebentel wird noch der Cimenttrog und auf dem Püttenherd der Hornstätte die Aufzugsmaschine hergestellt.

ad 2. Unter Werkssatz versteht man die erste in Fig. 3, Taf. IV angegebene Anlage einer zukünftigen Soolenerzeugungswehre (Werkes), u. zw. in Form einer Ellipse, eines Kreises oder eines Rechteckes, welche zuerst aus rechtwinkelig sich kreuzenden Strecken, den Werksöffnen, und dazwischen liegenden Gebirgspfeilern von quadratischer Basis hergestellt wird und welche Pfeiler später zur Herstellung eines Raumes mit Hilfe von Wasser verlaugt werden. Die Form der Ellipse ist die gewöhnlichste, weil sie gestattet, in einem unregelmässig gesalzenen Gebirge mit Rücksicht auf künftige Verschneidung die kurze Achse der Ellipse dem Streichen der Steinsalztrümmer parallel zu stellen. Mit Beginn dieses Jahrhunderts geschah die Veröffnung in Form eines Netzes von Stollen, ähnlich wie Fig. 3, Taf. IV, durch sogenannte Stehöffen von 1,75 m Höhe und Sitz oder gemeine Oeffnen von 1,2 m Höhe, welche sich in einem gegenseitigen Abstände von einem Meter kreuzten, welcher Abstand allmählich um die Mitte der Fünfziger-Jahre

auf 3,75 *m* vergrößert wurde, u. zw. in dem Maasse der Reichhaltigkeit des Gebirges. Es kann nämlich die Entfernung der Pfeiler keine normirte und muss selbst in einem und demselben Werke verschieden sein, je nachdem die schnellere oder langsamere Löslichkeit des Gebirges dies zulässt. Die stehenden Oeffen waren so hoch, dass der Häuer in denselben stehend mit der Keilhaue arbeiten konnte, in den Sitz- oder gemeinen Oeffen wurde die Arbeit sitzend auf dem einbeinigen Häuerstuhl verrichtet. Stapf zeigte im Jahre 1863, dass die Kreuz- oder Sitzöffen als ganz entbehrlich angesehen werden können¹⁾ und man einen Gebirgspfeiler durch alleinige Anwendung der Parallelöffen in gegenseitigem Abstand von 4 bis 6 *m* in derselben Zeit verwässern könne, als wenn derselbe Pfeiler gleichzeitig durch Sitz- oder Queröffen abgetheilt worden wäre, dass man also mit demselben Aufwande die halbe Verwässerungszeit gewinne, wenn man den Abstand zweier Parallelöffen auf die Hälfte vermindert und die Queröffen weglässt. Von hier war nur ein Schritt, die ganze Wasserarbeit fallen zu lassen und die Herstellung des ersten Hohlraumes durch die alleinige Anwendung von Sprengmitteln auszuführen.²⁾

Praktische Thatsachen über Versuche, welche am Salzberge von Ischl abgeführt wurden, haben ergeben, dass bei zweimaliger Werkersäuberung die Herstellung eines Hohlraumes durch Aussprengung billiger und schneller geschieht, der erste Fassungsraum auf das Dreifache steigt und dass selbst bei einmaliger Säuberung der Vortheil durch die Abkürzung der Umtriebszeit auf der Seite der Wehraussprengung steht. So ergab die Herstellung von 9 Wehren innerhalb eines Zeitraumes von 30 Jahren inclusive der Säuberungen einen Fassungsraum zusammen von 145 832 *hl*, daher einen mittleren Fassungsraum

¹⁾ Schwind, Ein Fortschritt im Gebiete des Salzbergbaues mittelst Verwässerung. Oesterr. Ztschr. f. B. u. H. Nr. 20 (1863).

²⁾ Ueber Herstellung von Wehrräumen in den Salzbergen. Oesterr. Ztschr. für B. u. H. Nr. 22 (1877). — Schedl, Die hydraulische Gesteinsbohrmaschine in Anwendung auf den Ischler Salzberg. Oesterr. Ztschr. für B. u. H. (1889).

von 16 203 *hl* pro eine Wehre, während mittelst der Bohrmaschine innerhalb eines Zeitraumes von 2 Jahren ein Raum von 18 850 *hl* hergestellt werden kann. Es ist nunmehr kein Zweifel, dass die Herstellung der Wehrräume mittelst Maschinen unter Anwendung der Wasserkräfte rationeller ist als ihre Herstellung durch Parallelveröffnung, u. zw. umso mehr, je ärmer das Gebirge ist, welches durch die grosse Anzahl der erforderlichen Offenverätzungen und umständlichen Säuberungen des nassen Wehrlaistes eine bedeutende Verlängerung der Umtriebszeit herbeiführt.

Nach den in dieser Hinsicht mit grosser Umsicht durchgeführten Arbeiten des k. k. Ober-Bergverwalters *Schedlin Ischl*, dem das Verdienst gebührt, diesen Vorschlag mit Energie bewerkstelligt zu haben, sind die dermaligen Leistungen mit der hydraulischen Bohrmaschine 2,3 m^3 in 5 Stunden Arbeitszeit und ist das Gedinge pro m^3 1 fl 80 kr inclusive Sprengmaterial und Geleuchte. Auf 1 m^3 entfallen 85 kr für verbrauchtes Materiale und beträgt der reine Verdienst für den Maschinisten 1 fl 17 kr und für den Gehilfen 95,5 kr pro 8stündige Schicht.

Für sehr reiches Gebirge wurden von *Schernthanner* Kreisöffnen vorgeschlagen und es sind hierüber und über Werksveröffnung bemerkenswerthe Schriften erschienen.¹⁾

ad 3. Herstellung des Ablassgebäudes. Während der Veröffnung des Wehrsatzes wird die Ausschlagung beider Dammschrämme *AB* nach Fig. 4, Taf. V, in Angriff genommen, so dass dieselben nach Herstellung des Werksatzes vollendet sind. Auf den schwachgeneigten Boden des Ablassoffens wird hierauf das wohlgefügte und verspreizte Dammrohr (Soolenablassrohr) hingelegt; an seinem vorderen Ende wird eine Pipe aus Eibenholz eingesteckt, der Cimenttrog zum Messen

¹⁾ A. *Schernthanner*, Eine Studie über Werksveröffnung. Berg- u. H. J. der B. f. Leoben u. Pöf. XXXI. Bd. (1883). — A. *Schernthanner*, Austheilung der Werksanlagen durch Offen. Berg- u. H. J. der B. f. Leoben u. Pöf. XXXII. Bd. (1884) — A. *Schernthanner*, Die Kreisveröffnung in ihrer praktischen Anwendung beim Abbau unreiner Salzlagertstätten. Oesterr. Ztschr. f. B. u. H. Nr. 10, 11, 12 (1884).

der entleerten Soole horizontal darunter gestellt, von da eine Zweigleitung zu der nächst gelegenen Hauptsoolenleitung geführt. Das andere Ende des Dammrohres reicht in das hinter dem Damme befindliche Sitzrecht, wird dort in die Zimmerung desselben eingelassen und mit stehenden Seihröhren versehen, welche in dem Maasse emporgeführt werden, um welches der Himmel steigt. Diese Seihröhren sind aus Holz gefügte Röhren, in welchen viele nach aufwärts gerichtete Löcher (2,5 cm) eingebrannt sind, wodurch es möglich wird, dass die durch den höher geführten Einseihkasten durchsitzende Soole durch diese Löcher in das Dammrohr zum Abfluss gelangen kann. Auf dem Salzberge zu Aussee werden mit Erfolg auch eiserne Ablassrohre angewendet, sie sind aus 4 Theilen zusammengesetzt und mit Muffen und Spitz versehen, in welchen hölzerne Keile die Verbindung herstellen.

ad 4. Die Verdämmung des Ablassrohres geschieht nun in der später folgenden Weise mit durch ein Gitter geworfenem Wehrlaist, indem zuerst die tiefer liegenden Theile des Dammes, das Dammrohr und endlich die höheren Theile zugemacht werden. Der hintere Theil des Ablassoffens wird verblendet und mit einer feststehenden hölzernen Wand versichert. So ist der Werkssatz für die Offenverwässerung vorgerichtet.

III. ABSCHNITT.

Anlage der Säuberungs- und Soolenablassgebäude.

Die im letzten Absatze 4 angeführten Verdämmungen können in verschiedenen Dimensionen und Formen ausgeführt werden und verstehen wir darunter jene Vorrichtungen, welche für Säuberung und Soolenabfluss, beziehungsweise für verticale und horizontale Bewegung von Wehrlaist und Soole aus den Laugwerken zu dienen haben. In dieser Hinsicht haben dieselben seit den ältesten Zeiten ebenfalls manche Wandlungen durchgemacht; doch haben sich im Allgemeinen zwei Hauptformen erhalten, nämlich die Rollwehre und die gemeine Dammwehre, je nachdem die erste Säuberung des Werksatzes vertical

nach abwärts oder in horizontaler Richtung geschieht. Die meisten dieser Wehren haben in Miller's süddeutschem Salzbergbau ihre umständliche und genaue Beschreibung gefunden und sollen daher auch nur die Haupttypen dieser Gebäude eingehend behandelt werden, die übrigen nur in Kürze ihre Beschreibung finden.

z) Der Schöpfbau (Fig. 4, Taf. IV). Die Schöpfgebäude haben keinen natürlichen Soolenabfluss. Die Soole wurde aus den in dem Tiefbau abgesenkten Pütten von Menschenhand in Bulgen aufgehaspelt, u. zw. durch einen auf der Püttenstatt p stehenden Haspel, mit welchem auch der in dem ersten Zeitraume der Verlaugung sich anhäufende Wehrlast ausgefördert wurde. Die Schöpfgebäude gleichen in gewisser Hinsicht dem Sohlenabbau der Erzbaue und stammen aus jener Zeit, in welcher die Ausrichtungsbaue mit den Werksanlagen nicht gleichen Schritt halten konnten oder überhaupt nicht vorhanden waren, die Schöpfgebäude vermöge ihrer Kleinheit auch überhaupt nicht jene grossen Soolenmengen liefern konnten, wie dies heutzutage der Fall ist. In der Regel wurden von dem in 25—30 m abgesenkten Schöpfschachte zwei sich in's Kreuz stehende Strecken getrieben, von welchen dann allmählich die Verlaugung des Quadranten stattfand. Die hohe Lage der österreichischen Salzberge und die später folgenden übermässigen Aufschlüsse haben den Schöpfbau vollständig verdrängt und ist in seiner veränderten Form überhaupt nur mehr davon die Rede, wo kein Erbstollen mehr möglich ist und wo dann ihre Soole zu einem gemeinschaftlichen Hauptsumpfe geleitet und durch Menschenkraft gehoben werden muss.

3) Die Pütten- oder Grubenwehre (Fig. 5, Taf. IV). Ist a der Ablassoffen im unteren Horizont, so wird das Bodenstück BC, DE zur Anlage der Püttenwehre benützt. In diesem Bodenstock wird der quadratische Raum $MNopqr$ ausgehauen und die Ablassröhren bc mittelst des Lettendamms d senkrecht eingeblendet, oben mit den Seih-(Senn-)röhren s und unten mit den Ablasshähnen versehen, von welchen die Soole in den Cimenttrog z zum Ablassrohre y geleitet wird.

In dieser Figur bedeuten: *P* die Säuberungspütte, *H* den Wehrraum, *L* den Wehrlaist, *BC* den Werksboden, *a* den Wehroffen, *M N o p q r* die Ablasspütte, *bc* zwei Soolenablass- oder Wehrröhren, *s* Seihröhren. *f* der Sumpf- oder Einseihkasten, $1,25\text{ m}$ quadratisch im Lichten, reicht 1 m in die feste Soole als sogenanntes Sitzrecht, ist hier mit gefügten Pfosten und einem Lettenmantel *l* umgeben und steht auf dem Pfostenboden *o*, unter welchem der eigentliche Wehrdamm *d* eingeschlagen ist. *op*, *qr* sind eingeschlagene Kränze, welche sowohl die Verbindung des Dammkörpers mit dem umgebenden Gesteine bezwecken, sowie auch zur Auflage von Holzpfosten dienen, die anderseits wieder als sichere Stützen für die Ablassröhren verwendet werden.

Dieser Pfostenboden wird von dem sogenannten Ablassstuhle *K* getragen, welcher aus 4 Säulen besteht, die wieder in den Ecken eines quadratischen Geschwelles *g* stehen. An den Enden der beiden Wehrröhren sind die Hähne *h* angebracht und fließt die Soole von denselben direct durch die Röhrenstutzen *w* in den Cimenttrog *z*. Der Sumpf- oder Einseihkasten steigt in dem Maasse in die Pütte hinein, in welchem das Werk emporsteigt, und besteht aus in 4 Ecken gestellten Pfosten, welche von aussen durch Latten zusammengehalten werden. Abarten der Püttenwehre sind:

Die Püttenstockwehre von Hall (Fig. 6, Taf. IV). Die Säuberung geschah durch die Pütte; die obere Hälfte besteht aus Letten, die untere aus hölzernen, dicht eingetriebenen Keilen.

Die alte Ausseer Grubenwehre (Fig. 7, Tafel IV) besteht aus kurzen, übereinandergeschobenen Röhrenstutzen mit 3 Kränzen.

Die Schmiedt'sche Lettenpüttenwehre von Hall (Fig. 8, Taf. IV); sie wurde 26 m von der oberen gegen die untere Stollensohle angesetzt, hatte jedoch den Nachtheil, dass $\frac{1}{4}$ der Bergabtheilung als sogenannter Bodenstock verloren ging, bei der alten Ausseer Grubenwehre sogar $\frac{1}{3}$.

γ) Die Rollwehre (Fig. 1, Taf. V). Bei den vorausgehenden Püttenwehren musste der Laist durch die über dieselben stehende Pütte gesäubert, aufgezogen werden. Um dies zu vermeiden, wurde in einem etwas stärkeren verticalen Damme ein weiteres, aus Holz gezimmertes Rohr eingebledet, welches oben mit einem Deckel, Sturzdeckel, versehen war. Zur bevorstehenden Säuberung wurde zuerst der überstehende Lettendamm mit dem Lettendcxel herausgenommen, der Sturzdeckel entfernt, ein aus Holzläden zusammengefügtcr Trichter aufgesetzt und der zur Wehre geförderte Laist durch die Rolle auf den unteren Horizont, dem Ablassoffen *p* abgestürzt, wo er dann weiter befördert wurde.

Die gleichzeitig eingebledeten Röhren stehen in den Winkelpunkten eines gleichschenkeligen Dreieckes. Die Sturzrolle wurde auf 1 *m* überdämmt. In Fig. 1, Taf. V, bezeichnen *a* den Sturzdeckel, *b* den Pfostenboden, *R* die Rolle, *p* den Ablassoffen, *f* das Füllort, *g* und *h* die Ablassröhren.

Die ganze übrige Bauart ist ebenso wie jene der Püttenwehre. Hat die Wehre keine Pütte über sich, so tritt sehr häufig Luftmangel ein; in diesem Falle wird ein Rohr als Luftrohr benützt, während das andere als Ablassrohr für die Tropfsoole gebraucht wird. Zu diesem Zwecke wird hinter dem Absturztrichter in dem Lettendamm ringsum ein Grübchen gezogen, in Folge dessen die aus dem Laiste zusitzende Soole durch das eine Seihrohr abfließen kann. Die Rollwehren haben ebenso wie die Püttenwehren einen besseren Soolenabfluss und gestatten die vortheilhaftere Bewegung des Wehrlaistes nach unten, aber sie erfordern einen nicht unbeträchtlichen Verlust an Mitteln in Folge ihrer ausgedehnten verticalen Dimension, worüber später eingehend gesprochen werden soll.

Die Salzkammerguts-Rollwehre (Fig. 2, Taf. V). In derselben bezeichnet *a* den oberen Kranz, *b* den unteren Kranz, *c* die Ablassstuedl, *d* die Grundhölzer, *e* die Sperrhölzer, *f* den Doppelboden, *g* das Ablassrohr, *h* die Säubererrolle, den Ablasskasten mit den Fahrten, *k* das Sennrohr, *l* die Ablasspipe, *n* Strähnleitung, *o* Spielröhre, *p* Schlussröhre, *m* Ciment-

trog. Diese Wehre ist zwar zur Säuberung nach abwärts vorgerichtet, hat aber nebst mehreren kleinen Nachtheilen den Hauptfehler mit der Haller Püttenwehre gemein.

Die alte Püttendamwehre von Hall (Fig. 3, Taf. V). In derselben bezeichnet den Wehrlangoffen, *a b* die Schweller, *c* Querhölzer, *d e* Bundhölzer. Bundhölzer und Wehrbund werden verkittet; *f* das Wehrrohr, *g* die Säubererrolle, *h* das Wetterrohr. Die Fugen des Wehrrohres, der Säubererrolle und des Wetterrohres werden bei ihrem Durchgange durch den Wehrboden *d e* mit Buchenkeilen verbeizt. *g*, 48 cm im Quadrat, ist aus Bohlen zusammengefasst. Beim Säubern wurde von den 4 Stössen des Sumpfes ein aus Brettern zusammengefügt, von oben bis unten trichterförmig zusammenlaufender, 3 Stabel = 3,45 m hoher Schlauch auf die Säubererrolle eingesetzt. Hinter diesem Schlauch wurde ringsherum auf dem Wöhrdamme ein kleiner Graben bis zum Wehrdamme gezogen, damit sich in demselben die aus dem Werkslaiste durch den Sumpf zusammensitzende Soole sammeln konnte, α ein Zapfen, der nur während der Säuberung offen war.

δ) Die Ebenwehre oder gemeine Damwehre (Fig. 4, Taf. V). Ihr Hauptunterschied von der Pütten- und Rollwehre besteht darin, dass die Förderung von Soole und Säubererlaist nicht vertical abwärts, sondern in horizontaler Richtung geschieht. Der ganze Damkörper liegt nunmehr horizontal. Die beiden Damflügel, welche bei der Püttenrollwehre horizontal liegen, stehen nun aufrecht. Sie besteht aus folgenden Bestandtheilen: dem söhlig liegenden, aus Werkslaist geschlagenen Damme, dem Wehr oder Ablassoffen, den beiden Wehrröhren aus Holz, an ihren Enden mit Seihröhren versehen, dem Sumpf, Einseihkasten, der Püttengrube (Säubererpütte), dem Hauptwehrkranz, dem Hilfwehrkranz vorne, einer Pfostenwand daselbst, vor welcher der Thürstock gestellt wird, nebeu welchem der Cimenttrog mit dem Abflussrohre angebracht ist. Die erste Säuberung des Werkes geschieht dadurch, dass der Damkörper aufgerissen wird, nachdem die sämmtlichen Offenverwässerungen vollendet sind, oder richtiger, dass der Dam-

körper nur etwas über den Wehrröhren verschlagen wird, wodurch anfangs bei der Offenverätzung die Beobachtung möglich und der Dammraum erst dann wieder verschlagen wird, sobald die Aetzwässer mehr den oberen Theil der Pfeiler verwässern.

Bei Anwendung der Schwind'schen Kübelkunst geschieht jedoch die Säuberung auch ohne Aufreissen des Dammkörpers durch die Pütte, welches Gebäude ohne Rücksicht auf Ventilation, daher auch unumgänglich nothwendig ist.

Die beiden Dammflügel haben in der Regel eine elliptische Gestalt und kann einer derselben in dem Maasse erhöht werden, als die benachbarten reichen Kernstriche dies nothwendig machen. Die Ebenwehre gestattet in ihrer Einfachheit die ganze Ausnützung der Mittel, ist billiger als alle anderen Wehren und hat ausser einer möglichen Umschneidung der Dammflügel kaum einen anderen Nachtheil gegen die übrigen Wehrzustellungen. Diese Zustellungsart wird daher auch immer mehr berechtigt sein, alle anderen Verwehrungen zurückzudrängen. Auch hier haben wir mehrere Abarten zu verzeichnen.

Die Lettendammwehre (Fig. 5, Taf. V) stand in älteren Zeiten in Hall in Anwendung und zeichnete sich vorzüglich dadurch aus, dass man die mit gebeizten Letten kostspielige, volle Verdämmung theilweise durch Holz zu ersetzen suchte. Dabei bedeuten *B* den Wehrdamm, *p* das Wehrröhr, *u* das Lettengerüste, hinter welchem der Lettenmantel *m* und das Lettenpflaster *q* gleichzeitig mit der Stellung des Lettengerüstes verstaucht werden, *D* den Sumpf. Alle Fugen des Lettengerüstes werden mit alten ausgedrehten Seilen und Moos verschoppt und das Geschoppe mit einem in gesättigter Soole gelöschten Kalk gut verstrichen. Das ganze Lettengerüste wurde noch mit Latten verspannt.

Stockdammwehre (Fig. 6, Taf. V). Dieselbe bestand ebenfalls in Hall aus zwei Dämmen, einem vorderen hölzernen und einem aus Letten. Der hölzere bestand aus übereinander liegenden konischen Fichtenholzstücken, welche ineinander getrieben und deren Zwischenräume mit Beizkeilen dicht gemacht wurden.

Die alte Salzkammerguts-Dammwehre (Fig. 7, Taf. V) findet durch die Darstellung ihre Erklärung.

z) Die Halleiner Wehre (Taf. V, Fig. 8). Dieselbe wird als Ebenwehre begonnen; in dem Maasse, als der Wehrhimmel steigt, reicht diese Wehre aber durch die ganze Etage oder Bergdicke. Dieselbe besteht aus dem Hauptdamme oder der Langoffenverstauchung *H*, der Laistanstürzung oder Verbrüstung *B*, über welche die Fahrt *F* in das Werk zum Einseihkasten oder Sumpf *S* führt, dem Langoffen *L*, über welchen man aus dem Steigkasten *k* zum Werke gelangen kann. Er ist gerade so breit wie der lange Damm *H* und wird an der Firste in dem Maasse erhöht, als der Fmss des Dammes steigt, der immer um Einiges höher sein muss als der Werkshimmel. Der Steigkasten besteht aus einem Schachte, welcher aus den Wehrstempeln *a*, den Quersparren *b* und den Steigsparren *c*, der inneren Verladung *d* und der äusseren Verladung *e* festgezimmert ist, in welchem das Wehrrohr *R*, der Cimenttrog *f* und die Strähnleitung *g* eingesetzt sind. Vorne ist endlich die Fassstatt *h*, auf welcher durch die Sturzputte *n* der über den Langoffen aus dem Werke geförderte Säubererlaist abgestürzt und von da weiter befördert wird. In dem Sumpfe oder Einseihkasten befindet sich noch das durchlöchernte Seihrohr, welches vertical auf das Wehr- oder Ablassrohr aufgezapft ist. Ausser dem Langoffendamme, welcher in Folge der conischen Wehrulmen in dem Maasse kürzer wird, als der Wehrhimmel steigt, befindet sich noch hinten ein Flügeldamm *r* in gleicher Höhe und Weite wie der Hauptdamm.

Um bei der Säuberung den Laist nicht auf die obere Dammebene heben zu müssen, müsste letzterer in der jedesmaligen Höhe der Säuberersohle ausgehoben werden, doch hat man diese Säuberung auch mittelst eines auf dem Langoffen stehenden Hornhaspels über eine schiefe, in das Werk reichende Bahn bewerkstelligt, wobei der Langoffen gegen das Werk zu schief scarpirt wird.

Wie man ersieht, ist die Halleiner Wehre eine der kostspieligsten Wehren, und zwar nicht nur an Häuerkosten, son-

dern vorzüglich durch die langen, bis auf die oberste Stollensohle andauernde Verdämmung des Langoffens und Flügeldammes. Abgesehen von den guten Wettern und der bequemen Nachsicht am Sinkwerke, dem Einseihkasten, können hiebei Werksniedergänge auch noch sehr gefährlich werden, indem die Soole sehr leicht über dem Langoffen zum Ausbruche gelangen kann, was bei dem Sinkwerk nicht in dem Maasse stattfindet.

α) Die Berchtesgadener Wehre.¹⁾ (Taf. V, Fig. 9). Diese aus Bayern stammende Wehrzustellung ist eine Combination der Ebenwehre mit der Rollwehre. Ihr Bau erfolgt daher auch in zwei Perioden, von denen die erste die Ebenwehre, die zweite die Rollwehrzustellung umfasst. Zuerst wird die Wehranlagsschachtricht auf 144 *m* Länge und die Quer- und Kreuzöffnen geschlagen. Nach Beendigung der Veröffnung und Abteufung des Sinkwerkes wird die Verdämmung der Werksanlage durch die sogenannte Fehlwehre *f* vorgenommen (Taf. V, Fig. 10). Der Fehlweherschramm wird 9 *m* von der Veröffnung entfernt, auf allen vier Seiten der Anlagenschachtricht eingetrieben, hierauf die Ausschlagung der Dämme mit Werkslaist aus der Sohle begonnen. Die Verschlagung wird vorläufig nur auf 0,9 *m* über die Wehrsohle aufgeführt, und erst nach wiederholter Anwässerung und geschehener erster Aussäuberung des Werkes die Fehlwehr (Ebenwehr) ganz geschlossen. Nach der zweiten Säuberung, wozu die Fehlwehr geöffnet wird, wird gewöhnlich die Uebertreibung der Püttenstiege und Abteufung der Wehrpütte, sowie die Ausarbeitung des daselbst befindlichen Hauptweherschrammes (Taf. V, Fig. 11) in Angriff genommen. Der Püttenschurf oder die Püttenstiege *m* wird zu diesem Behufe vom Hauptkasten mit 30° Neigung auf 4° Höhe über dem Wehroffen ausgearbeitet, vom oberen Ende des Schurfes das Püttenebentel *k* 5½ *m* sählig fortgetrieben und dann die Wehrpütte *l* oder das saigere Gesenk auf den Wehroffen fast viereckig zu 1,2 *m* Weite abgeteuft.

¹⁾ Schmidt's Reisebericht (1837).

In dieser Püttenstiege und dem damit verbundenen Säubererschacht liegt die Verschiedenheit des Berchtesgadener Werkbanes von den Wehranlagen der übrigen Salzberge, in welchem diese Gebäude so lange, bis sich der Werkshimmel der Sohle des Püttenebentels nähert, zur Wettercommunication und zur Befahrung des Werkes, insbesondere zur Nachsicht während der Wässerung dienen. Sobald die Püttenstiege und der Wehrschacht ausgefahren sind, schreitet man zur Herstellung der Hauptverwehrung (Taf. V, Fig. 11). Der Hauptschramm a wird $7\frac{1}{2} m$ von der Fehlwehre $0,9 m$ tief und $0,9 m$ weit ausgeschlagen und zur Aufstellung des Wehrbundes unmittelbar an dem Wehrschramm ein kleiner Schramm von $0,3 m$ Tiefe und ebensoviel Breite ausgewirkt. Die Ablassröhren c werden in der Regel horizontal über der Sohle des Wehroffens eingelegt. Das erste Wehrröhr reicht $0,3 m$ aus der Wehrwand hervor, das letzte $0,6 m$ in den Hauptkasten hinein. Am Ende des letzten Wehrröhres wird zum Einseihen der Soole ein hölzerner Seiher angeschlagen und darüber ein senkrechtcs Röhr k , dessen obere Mündung einen Zapfen trägt, aufgesetzt.

Die Wehrröhren bestehen aus Lärchenholz oder Guss-eisen. Erstere sind $3,8 m$ lang und haben $9 cm$ Oeffnungsweite. An der vorderen Seite befindet sich die Pipe und das Ciment. Während die Verdämmung vor sich geht, wird das von der Fehlwehr noch vorhandene Holz sorgfältig herausgelöst und sonach durch Verschlagung des Zwischenraumes mit Laist die Fehlwehre f mit der Hauptwehre a vereinigt. Wenn nun die Aufsiedung des Werkes so weit gediehen ist, dass der Himmel beinahe die Höhe des Püttenebentels erreicht hat, so muss die Pütte verdämmt und zum Ablassen der Soole und zu den Säuberungen hergerichtet werden. Es wird also zuerst der Püttenschacht von oben herab bis auf $1,8 m$ Entfernung von der Wehroffenfirst ausgeweitet, und am unteren Ende bogenförmig erweitert, welche Erweiterung das Wehrkranzel e genannt wird. An der Sohle des Wehrkranzels wird der Wehrbundschramm d $0,3 m$ tief eingelassen. In diese Auschrämmung wird nun zuerst der hölzerne Wehrbund mit zwei Wehrröhren $g g$

und einer Säuberungsrolle f^1 , früher von Holz, jetzt aus Guss-eisen, eingelegt, dann der übrige Raum über die mit einem Brettchen bedeckte Säuberungsrolle mit Wehrlaist vollgeschlagen. Sobald die Pütte geschlagen ist, werden alle Säuberungen durch diese Wehre nach abwärts bewerkstelligt. Die Soole desjenigen Wassers, nach welchem die nächste Säuberung vorgenommen werden soll, wird bis unter den Horizont der oberen Mündung der Säuberungslutte abgelassen und das Laistpflaster auf der Säuberungslutte so weit weggenommen, dass auf die Röhre ein hölzerner Trichter aufgesetzt werden kann. Hiedurch ist eine senkrechte Verbindung des Werksraumes mit dem unteren Horizonte hergestellt und können die Säuberungsberge nun abgestürzt und weiter gefördert werden.

Es ist kein Zweifel, dass die vorstehende Wehrzustellung nach Berchtesgadener Art manche Vortheile gewährt, insbesondere dort, wo oft und viel gesäubert werden muss, also bei armem Gebirge, und hat sich dieselbe also auch bei dem Salzberge von Hall in Tirol eingebürgert. Bei reichem Gebirge mit wenigen Säuberungen ist die Gefahr des Einschneidens bei der vorstehenden Wehre jedenfalls grösser, und ist daher auch nothwendig, dass dieselbe stets von satter Soole umgeben ist, daher auch nur auf die oben bestimmte und bezeichnete Grenze abgelassen werden darf. Sie braucht auch ein geringeres Gebirgsmittel als die Pütten- und Rollwehre, hat den Selbstabfluss der Soole, die Säuberung nach abwärts und verursacht gegenüber der Halleiner Wehre bedeutend geringere Kosten, doch erscheint auch sie nach dem heutigen Stande der Verlaugungskunst als complicirt und theuer im Hinblick auf die gewöhnlichen Wehre.

Wenn wir noch sämmtliche Verwehrungsarten überblicken, so haben wir also drei Arten kennen gelernt, erstens die horizontale Verwehrung (Ebenwehre), zweitens die verticale (Pütten- und Rollwehre), drittens die Berchtesgadener Wehre, eine Combination beider. Bei den beiden letzteren tritt die Säuberung nach abwärts als Hauptmoment auf, sie werden aber hiedurch auch complicirter und es tritt ein bedeutender Verlust an Gebirgsmitteln auf, welcher bei Nr. 3 am geringsten ist. Die

Gefahr der Umschneidung und Wehrausbrüche ist bei der Roll- und Püttenwehre am geringsten, steigt jedoch bei Nr. 3 wieder mehr. Wir sehen, dass die unverkennbaren Vortheile von Nr. 2 und 3 in Hinsicht der Säuberung nach abwärts mit grossem Aufwand von Zeit und Geld erkauft werden müssen.

Die Verticalwehren waren zweifellos in ihrer Entwicklung naturgemäss eine Folge jener mächtigen Bodenstockmittel, welche durch die auf nur geringe Tiefe reichenden Schöpfgebäude bis zur nächsten Etage zurückgelassen werden mussten; was war wohl natürlicher als zwei oder mehrere zusammengeschnittene Schöpfwerke durch einen gemeinschaftlichen senkrechten Schacht abzuzapfen, aus welchem sich nun nach Bedürfniss die Pütten- und Rollwehre weiter entwickelten. Anders gestaltete sich die Entwicklung der Ebenwehre und der mit ihr verwandten Halleiner Wehre, welche bei reichen Salzbergen mit geringen Säuberungen immer mehr an Boden gewann, und deren Damm auch durch seine beliebig erforderliche Ausdehnung eine vollkommene Sicherheit gewährte, und welche ausserdem nur eine Manneshöhe von dem Gebirgsmittel in Anspruch nahm, also unter übrigens gleichen Umständen auch die geringsten Bodenstockverluste ergab.

Es hängt jedoch heutzutage, nachdem, wie später näher ersehen werden kann, ein für allemal ein solid stehendes Baugerippe von horizontalen und verticalen Bergfesten zwischen den Laugwerken nothwendig ist, strenge genommen nur davon ab, ob diese horizontalen Festen am Beginne oder Schlusse der Verlaugung belassen werden sollen, beziehungsweise ob die Rollwehre in der tieferen Lage, oder die gemeine Dammwehre in der höheren Lage auszuführen sein wird. Einen Wechsel für diese Zustellungen innerhalb eines Horizontes gibt es nicht, weil er die Stabilität des Baues schwächt.

Nach dem heutigen Stande der Erfahrung und Technik sehen wir aber, dass dort, wo keine Wasserkraft vorhanden ist, oder aus örtlichen Verhältnissen die Bewegung der Säubererberge nach abwärts folgen kann, die Rollwehre dort am Platze ist, dass aber unter allen Umständen die Dammwehre

dann anzuwenden ist, wenn die Säuberung des Laistes mittelst Wasserkraft nach aufwärts stattfinden kann, was die Anwendung einer Pütte nothwendig macht. Letztere ist aber unter allen Umständen einer der nützlichsten Bestandtheile einer Wehranlage und soll schon aus polizeilichen Gründen nie fehlen, da sie nicht nur zum Einstürzen von saurem Hauwerke, sondern auch zur nothwendigen Luftzuführung, zum Aufsuchen von Gebrechen am Ablasse und endlich zur Säuberung des Werkes benützt werden kann. Doch hat dieselbe in diesem Falle vertical über dem Ablassumpfe zu stehen. Wird nun, wie dies in Ischl der Fall ist, dieselbe mit der Schwind'schen Kübelkunst versehen, welche als eine sehr einfache und billige Fördermaschine leicht transportirt werden kann, so können die in dem ersten Stadium der Verlaugung befindlichen Wehrsätze sehr leicht gesäubert werden, indem das Maschinenabflusswasser mit dem in den Hauptsumpf mündenden Wehrröhr in Verbindung gesetzt wird und der zugeradete Werkslaist durch die Pütte in höher- oder nebenliegende Werksräume gefördert werden kann. Hiebei ist ein Aufreissen der Ebenwehre zum Zwecke der Säuberung nie nothwendig, und die einzige Versicherung reducirt sich höchstens auf kleine Verschneidungsdämme, wenn dies die reichgesalzenen Kernstreifen, denen das Wasser nachgeht, erheischen.

Von diesem Standpunkte aus können wir sagen, dass heutzutage in dem Zeitalter der Mechanik alle aufgezählten Verwehrungsarten bis auf die Ebenwehre bereits veraltet sind.

Mit der Wehrzustellung im engen Zusammenhange stehen noch :

- a) Die Hilfssümpfe.
- b) die Verschlagung des Dammkörpers.

Ad a) Hilfssümpfe. Damit die Soole jedesmal vollständig und mit der gehörigen Geschwindigkeit aus dem Werke auf die erforderliche Tiefe abgelassen werden kann, ist es vor Allem nothwendig, dass der Laist durchlässig sei. Die Durchlässigkeit hängt aber von seiner Plasticität, und diese wieder

von der mehr gypsigen oder thonigen Beschaffenheit ab. Je gypsreicher der Laist, desto durchlässiger, je feiner, thoniger derselbe, desto plastischer, lehmartiger wird er, desto weniger lässt er die Soole durch.

In dieser Hinsicht sind es nur zwei Salzberge, welche im Allgemeinen einen mehr sandigen, Soole durchlässigen Laist haben, nämlich Hall und Aussee.

Die Soole rinnt dann in der Regel durch die Seihrohre des Hauptsumpfes ab. Je höher das Werk aufgesotten wird, desto mehr tritt insbesondere bei dem plastischen Gebirge die Nothwendigkeit heran, in dem Laiste mehrere Einseihkästen, Hilfssümpfe, zu errichten und dieselben durch Röhren mit dem Hauptsumpfe zu verbinden. Im Allgemeinen kann hier folgender Vorgang beobachtet werden: Der Haupteinseihkasten wird in der Nähe des Hauptablassdammes, der zweite Hilfssumpf in der Mitte und der dritte an der Peripherie gesetzt und alle untereinander mit Leitungsröhren *i* verbunden (Taf. V, Fig. 11). Während der Verlaugung des Werkes werden die Sumpfkästen wieder von Zeit zu Zeit bis unter dem Werkshimmel erhöht, die kleinen stehenden Einseihröhren herausgenommen und durch längere ersetzt. Sobald das Werk ungefähr 6 m aufbenützt ist, wird eine zweite Abzugsleitung eingelegt, womit wieder alle Kästen verbunden sind, in die stehenden Einsaugröhren im Hauptkasten aufgeführt, jene in den übrigen Sumpfkästen aber nur an der obersten Leitung eingesetzt und erhöht, und so fortgefahren, sobald eine Verzögerung beim Ablassen der Soole eintritt.

Ad *b*) Verschlagung des Dammkörpers. Die Verschlagung der Dämme geschieht heutzutage fast ausschliesslich mit Wehrlaist. In früherer Zeit geschah die Verdämmung mit einem aus Töpferthon bereiteten Letten, der aus den über dem Salzlager oder den daselbst durchfahrenen Thonlagen gewonnen wurde. Zu dem Ende wurde der Letten klein zerhackt, von allen groben Theilen gereinigt und dann zur Beizung in Soolenstuben geworfen, in welche insolange Soole zu- und abgelassen wurde, bis dieselbe nichts mehr an Gehalt verlor.

Der herausgenommene Letten wurde hierauf an einem der Sonne ausgesetzten Platze auf einem Dach in dünnen Lagen getrocknet, hierauf in einem vor Regen geschützten Locale in Verwahrung genommen. Kurz vor dem Gebrauche wurde derselbe in die Grube gefördert, das zweitemal gebeizt, d. i. klein zerhauen und mit Soole angespritzt, dann zu einem Stock fest zusammengeschlagen und dann in Partien zur Verwendung gebracht. Diese umständliche und kostspielige Bereitung (Miller gibt für den Cubikfuss 1 fl 25 kr) wurde allmählich aufgegeben und dafür der gewöhnliche Werkslaist zur Verschlagung passend ausgewählt, indem man zur Verschlagung einen Laist aussucht, welcher sehr rein ausgewässert ist und keinen oder wenig Gyps enthält.

Dieser Laist wird durch ein aus Draht geflochtenes, 1,8 *m* langes, 0,9 *m* breites Gitter geworfen, welches aus langen quadratischen Stäben mit 1,6 *cm* weiten Zwischenräumen besteht, um die gröberen Theile abzusondern.

Die Aufschlagung der Dämme mit Werkslaist geht rascher vor sich, als dies mit gebeiztem der Fall war, indem der Laist auf einmal 0,15 *m* hoch aufgelegt werden kann, während der Letten nur in ganz dünnen Blättchen aufgetragen werden konnte; doch ist es auch beute noch unerlässlich, in jenen Punkten, z. B. an der Firste, geschlagene Ziegel aus gebeiztem Letten oder geschlagenem Grubenlaist zum Schliessen zu verwenden, um hier namentlich bei der Ebenwehre einen vollkommen dichten Verschluss zu erlangen.

Bei den Laistverdämmungen kommt es vorzüglich darauf an, dass der Werkslaist in der gehörigen, durch die Erfahrung ausgemittelten Feuchtigkeit angewendet werde, was dann zu ersehen ist, wenn er sich mit der Hand noch ballen lässt und derselbe in der Zeit von 5—6 Stunden nach dem Aufschlagen einen schwachen Fettglanz erhält.

Geschieht dies nicht, so ist der Laist zu trocken und muss derselbe vorher mit Soole befeuchtet auf einen Haufen zusammengeschlagen werden. Ein sehr langes Schlagen ist von keinem Nutzen, weil der plastische Laist zu beiden Seiten ausweicht.

Ist der Laist zu feucht, so ist das Schwinden desselben zu befürchten, was in vielen Fällen die Veranlassung war, das Werk nach Verschlagung durch viele Jahre in Verdrückung zu lassen.

Die Lettenschläger bedienen sich folgender Werkzeuge: Sturmschlägel (Dammverstauchschlägel), Peitsche (Laixen), Stösselpeitsche, Stüssel, Wandschnalle, Tupfer, Bergschaffel, Bergtrögel oder Knechtsbutten, Holzschaukel.

Diese Werkzeuge sind derart beschaffen, dass sie sowohl bei beschränktem Raum als bei mehr Raum ihre zweckmässige Anwendung finden oder an den Ecken und Kanten, wo der Laist an das Gestein anschliesst, besser zur Wirkung gelangen, wozu die kleineren meist aus Eisen bestehenden Werkzeuge dienen.

Wie erwähnt, ist bei der gemeinen Dammwehr der Schluss nach oben und die Verbindung mit Anhydrittrümmern von grosser Wichtigkeit, und sollen hier jedesmal saure, am Tage gebeizte Lettenziegel zur Anwendung kommen, welche mit den kleinen Eisenschlägeln dicht gemacht werden. Nach Miller nimmt man in Hall an, dass beim Schlagen der Dämme aus Werklaist 5 Cubikfuss Laist auf 1 Cubikfuss Dammkörper zusammgehauen werden. Was die Leistungen und Kosten bei Verdämmungsarbeiten betrifft, so richten sich dieselben nach Herkommen und Art des Werklaistes. Am Salzberge von Aussee gehen bei Wehrdämmen 33 achtstündige Schichten auf Herstellung eines Cubikmeters Damm inclusive Gewinnung des Laistes, Lieferung und Verschlagung, und können pro Schicht $0,0472 m^3$ Laist exclusive Material, Lieferung und Gewinnung verschlagen werden. Im Durchschnitte kommt der Cubikmeter Damm inclusive Verdämmung, Verschlagung, Lieferung und Gewinnung auf 29 fl und mit der Häuerarbeit auf 40 fl. Die Verdämmung im Altherrisch-Feldorte (Aussee) ergab: $1 m^3$ Verschlaggebirge im lockeren Zustande gibt $0,421 m^3$ festen Damm. $1 m^3$ fester Damm erfordert $2,375 m^3$ lockere Masse.

Die Verdämmungsarbeiten sind im Allgemeinen zweierlei, je nachdem dieselben die Herstellung eines Ablassdammes, z. B.

für ein gemeinsames Dammwerk, oder eines Verschneidungsdammes betreffen. Letztere werden später bei der Werksversicherung behandelt werden.

Verdämmung eines Ablassdammes (gemeine Dammwehre).

Nach Vollendung der Häuerarbeit wird die Verdämmung und Einrichtung des Ablassdammes (Taf. V, Fig. 4) vorgenommen. Zur Verdämmung dient, wie erwähnt, Werkslaist, welcher aus salzarmen Werken gewonnen wird. Vor Allem wird auf der Sumpf- oder Kastengrube eine circa 0,4 m dicke Unterlage geschlagen, auf welcher der Kasten aus 11 cm oder 16 cm dick geschnittenen Pfosten bis zum Dammrohlager aufgezimmert wird, derselbe hierauf aussen ringsum gut verschlagen und inwendig als Sitz recht muldenförmig ausgestaucht. Im Ablassofen wird die Verdämmung auf der Sohle in horizontalen Lagen von 2—4 cm Dicke bis zur Höhe des Dammrohlagers mit dem grossen Lettenschlögell (Sturmschlögell) und auch jene des inneren Dammschrammes nach der Manier, wie selbe beim Verschneidungsdamm angegeben werden wird, vorgenommen.

Im äusseren kleinen Dammschramm wird als Abschluss eine Wand aus circa 20 cm dickem Zimmerholze liegend mit der Aufdämmung aufgeführt. Nach diesen Arbeiten wird zur Legung der Dammrohre, welche im gebohrten Zustande längere Zeit in Soole gelegen und bei ihrer Zurichtung gut mit Eisenringen beschlagen werden, geschritten. In der Regel werden für den Abfluss der Soole zwei Dammrohre mit 8 cm Mündung nebeneinander gelegt, welche im Sumpfe ein- und ausserhalb der Dammwand ausmünden.

Für die ganze Länge kommen gewöhnlich zwei Stück in Verwendung, welche wie bei gewöhnlichen Holzsträhnen geschifft werden; da jedoch dieselben einem sehr grossen Druck ausgesetzt sind, wird der Schift durch drei Stück Eisenklammern zusammengehalten. Nach Legung werden dieselben mit Soole gefüllt, um ein Zerklüften hintanzuhalten, und sofort die Verdämmung derselben auf die sorgfältigste Weise vorgenommen,

worauf dann die **Zudämmung** des noch offenen Theiles von der Dammwand gegen den Sumpf nachfolgt.

Der Sumpfkasten wird bis nahe an die Püttengrube nachgezimmert, die Einseihrohre eingesetzt, zumeist ein liegendes und ein stehendes, und dann zugedeckt. Bei der Ausmündung des Ablassrohres wird hierauf der Messtrog aufgestellt und mit der Soolenleitung in Verbindung gesetzt, die Ablasspipe an das Rohr angesteckt und mit einer Spange, welche in den Ulmen des Ablassoffens festgekeilt wird, versichert. Die Pipenhähne werden durch eingespreizte Stämmchen genügend versichert, um die Drehung mittelst eines aufgesteckten Schlüssels zum Behufe des Oeffnens und Schliessens gefahrlos vornehmen zu können. Die Dammarbeiten bei Pütten- oder Rollwehren unterscheiden sich in nichts von jenen der Ebenwehren, ausser dass die Verdämmung von unten nach aufwärts leichter stattfinden kann, und nur an den gewölbten Wehrkränzen eine sorgfältige Anpassung des Wehrlaistes stattfinden muss.

IV. ABSCHNITT.

Die Soolenerzeugung oder der Wässerungsbetrieb im Einzelnen.

Dieselbe muss von zwei Seiten betrachtet werden, vom theoretischen und vom praktischen Standpunkte aus, und zwar: *A.* für die intermittirende, und *B.* für die continuirliche Wässerung.

1. Theorie der Verlaugung.¹⁾

A. Intermittirende Wässerung.

Leitet man durch das Sinkwerk (*f*, Taf. IV, Fig. 3) in die bereits unter Himmel gebrachte Wehre Wasser ein, bis der ganze

¹⁾ v. Schwind, Die Verwässerung des Haselgebirges als Motiv der Bauanlagen. Wien bei Sallmayer (1855). — v. Schwind, Mittheilungen über Verwässerungskunst (1881). — v. Schwind, Ueber die Raumverhältnisse bei der Verwässerung des Haselgebirges. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 25 (1866). — v. Schwind, Zur Verwässerung des Haselgebirges. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 1 (1868). — A. v. Kripp, Versuche über das Verhalten des Steinsalzes und Haselgebirges zum Wasser bezüglich einiger beim Wässerungsgeschäfte

Raum erfüllt ist, so beginnt die eigentliche Auflösung oder, wie sich der Bergmann ausdrückt, die Verätzung. Das mit der Himmelfläche in Berührung stehende Wasser durchdringt das Gemenge von Salz und Thon, welches letzterer durch die Wassermasse seines salzigen Bindemittels beraubt, unlöslich zu Boden sinkt und als solcher die Raumsumme, das ist die gegenseitige Entfernung der Molecüle von Wasser und Thonerde, nicht ändert. Anders verhält es sich mit den in Lösung gegangenen Salzen. Anton v. Kripp und v. Schwind haben gezeigt, dass bei der Lösung von Steinsalz eine Verdichtung (Contraction) von 3,15—3,5% erfolgt, welche wir v_1 nennen. Es entstehen aber auch noch Verdichtungen durch Auflösung der übrigen untergeordneten Salze in Wasser; die bei einigen wenigen Salzen auftretende Volumsvermehrung wollen wir negativ berücksichtigen und diese so resultirende Contraction sei v_2 ; v_3 sei die Verdichtung, welche entsteht durch die Vermischung der Soole mit Wasser; v_4 die Verdichtung, welche entsteht durch die Vermischung der untergeordneten Salzlösungen mit Wasser. Eine ganz gleiche Wirkung auf den Wässerungsprocess wie die Verdichtung hat auch das Entweichen von Luftblasen aus dem Salzthon, welche entweder ursprünglich vorhanden sind, oder im ruhenden Zustande der Wehren von dem verwitternden Salzthon aufgesogen werden. Es ist also

auftretenden Erscheinungen. Oesterr. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 52 (1868). — v. Schwind, Das Verlaugungsmaass. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 13 (1870). — v. Schwind, Ueber die räumlichen Verhältnisse der Werkswässerung. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 20 (1870). — v. Schwind, Ueber das Zeiterforderniss bei der Salzlösung. Oe. Z. f. B. u. H. Nr. 13, 27, 33, 38 (1870) — Ueber die vortheilhaftere Verlaugung des Haselgebirges. B. u. H. J. d. B. f. L. u. P. XXVII. Bd. (1879). — C. v. Balzberg, Die Lösungsdauer von Salz und Salzgemengen in Wasser und Soole von verschiedenem Sättigungsgrade. B. u. H. J. der B. f. L. u. P. XXVII. Bd. (1879). — Ueber die vortheilhaftere Verlaugung des Haselgebirges. B. u. H. J. der B. f. L. u. P. XXVIII. Bd. (1880). — Ueber die vortheilhaftere Verlaugung des Haselgebirges. B. u. H. J. der B. f. L. u. P. XXIX. Bd. (1881). — Schernthanner, Versuchsergebnisse über nach Aigner's Wässerungsmethode durchgeführten Laugwerksbetrieb. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 27 (1881).

die summarische Contraction $Ev = v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + es$, welche in der That bei dem Salzberge von Ischl zwischen 4% und 5% gemessen wurde.

Bleibe Alles in demselben Zustande, fände keine Verdichtung statt, so müsste eine einmal bis zum Himmel gefüllte Wehre sich selbst sättigen; das ist aber nie der Fall, wie die Praxis zeigt, das Wasser verlässt nach dem ersten Momente der Füllung die Decke (den Himmel) der Wehre und muss vom Anfange bis zum Ende in stets abnehmender Menge zugeleitet werden (bei zunehmender Sättigung bis zur Dimension eines Fadens), man heisst dieses Nachfüllen Aetzwasser nachgeben.

Nehmen wir den einfachsten Fall, wir hätten ein Gemenge von reinem Steinsalz und Thon ohne jede fremde Beimengung und suchen allgemein die Grösse der Aetzwassermenge, welche vom Beginne der Abätzung bis zur vollkommenen Vergütung nachgegeben werden muss. Es sei:

z die Hältigkeit der ganz concentrirten Soole, d. h. die Anzahl der Kilogramme Salze, welche 1 l dieser Soole enthält;

z das Gewicht eines Liters (dm^3) wasserfreien Salzes, gleich dem specifischen Gewichte.

v_1 die Volumsverminderung, Verdichtung, welche entsteht, wenn ein Liter wasserfreien Salzes sich auflöst.

M das ursprüngliche Volumen der Wehre in Cubikdecimetern (Litern).

m die Volumszunahme, welche die Wehre erfährt, während der Inhalt derselben von Wasser in ganz concentrirte Soole übergeht, in Litern.

w_1 die Wassermenge, welche während der letzten Periode nachgegeben werden muss.

Die Menge Salz, welche ein Liter concentrirter Soole enthält, ist $\frac{k}{\alpha}$, daher das ganze Salzvolumen, welches die Wehre nach Beendigung des Processes aufgelöst enthält = $(m + M) \frac{k}{\alpha}$.

Dieses Salzvolumen kommt offenbar der Volumsvergrößerung m der Wehre gleich, deren Volumen nur um das abgeätzte Salz sich vergrößert haben konnte.

$$\text{Es ist also } m_1 = (m_1 + M) \frac{k}{\alpha} \quad m_1 \alpha = m_1 k + M k.$$

$$a) \quad m_1 = \frac{k}{(\alpha - k)} \cdot M$$

gleich der in der Wehre nach Beendigung des Processes enthaltenen Salzmenge in Litern (dm^3). Setzt man nun voraus, dass die Verdichtung dieselbe bleibt, ob nur 1 dm^3 Salz in reinem Wasser oder in Soole von irgend einem Hältigkeitsgrade aufgelöst wird, so kann man sagen, dass während der Auflösung jener Cubikdecimeter Salz nach und nach eine Verdichtung von zusammen $m_1 v_1$ Litern entstanden sein musste.

Da aber gleichzeitig stets Aetzwasser nachfloss, welches die Verdichtung continuirlich ersetzte, so ist die ganze nachgefüllte Aetzwassermenge offenbar gleich jener Verdichtung $m_1 v_1$, oder wenn der obige Werth von m_1 substituirt wird,

$$w_1 = m_1 v_1 \quad \text{und} \quad w_1 = \left[\frac{k v_1}{(\alpha - k)} \right] M \quad \text{als (1).}$$

die Aetzwassermenge, welche in einer Wehre nachgefüllt werden muss, deren ursprüngliches Füllwasser M Liter beträgt.

Das Volumen, welches die Wehre nach Beendigung des Processes einnimmt, oder das erhaltene Soolenvolumen von der Hältigkeit k ist dann:

$$(M + m_1) = M + \frac{k}{(\alpha - k)} \cdot M = M \left(\frac{\alpha - k + k}{(\alpha - k)} \right) = \frac{M \alpha}{(\alpha - k)} \quad (2).$$

Rechnet man einen praktischen Fall, es sei $\alpha = 2,078$, das Gewicht eines Liters Soole sei = 1,207 kg ; es sind darin enthalten $k = 0,32$ kg Salz und 0,887 kg Wasser, oder dem Volumen nach $\frac{k}{\alpha} = \frac{0,32}{2,078} = 0,1539$ l Salz in 0,887 l Wasser, zusammen 1,0409 l . Die Verdichtung ist also $(1,0409 - 1) = 0,0409$ l .

Für die Auflösung von 0,32 kg Salz oder 0,1539 dm^3 Salz entsteht also die Verdichtung 0,0409 Liter.

Man findet daher die Verdichtung v_1 , welche entsteht, wenn 1 dm^3 Salz gelöst wird: $0,1539 : 0,0409 = 1 : v_1$ und $v_1 = \frac{0,0409}{0,1539} = 0,2657$.

Wir haben aber $\alpha = 2,078$, $k = 0,32$, $v_1 = 0,2657$, daher ist $w_1 = \frac{0,32 \times 0,2657}{2,078 - 0,32} M = 0,0483$.

Die Aetzwassermenge beträgt also genauer 4·8 Procent von der anfänglich in die Wehre eingelassenen Wassermenge M , unter der Voraussetzung, dass v_1 eine Constante sei.

Ist v_1 veränderlich, so erfordert die Bestimmung der Aetzwassermenge w_1 die Analysis ¹⁾:

Sei π der veränderliche Hältigkeitsgrad der Soole in irgend einem Augenblicke während der Abätzung, v die Volumsveränderung, welche entsteht, wenn 1 dm^3 Salz sich in π -haltiger Soole auflöst, wobei $v = f(\pi)$, α und M wie oben, m die Volumzunahme, welche die Wehre bis zu dem Augenblicke erfährt, wo dessen Hältigkeit π ist, bedeuten.

w die Wassermenge, welche bis zu diesem Augenblicke nachgefüllt werden müsste.

In dem betrachteten Augenblicke hat die Wehre das Volumen $(M + m)$, die Hältigkeit π , sie enthält also $(M + m) \pi$ kg Salz. Nach einem unendlich kleinen Zeittheilchen sei das Volumen der Wehre $(M + m + dm)$, dessen Hältigkeit $(\pi + d\pi)$, so enthält dieselbe nunmehr $(M + m + dm) (\pi + d\pi)$ kg Salz.

Die Wehre hat also während des unendlich kleinen Zeitraumes die Salzmenge $(M + m + dm) (\pi + d\pi) - (M + m) \pi = (M + m) d\pi + \pi dm$ kg Salz aufgenommen (wobei $dm d\pi$ als unendlich kleine Grösse zweiter Ordnung vernachlässigt werden kann), oder in Cubikdecimeter ausgedrückt hat die Wehre $(M + m) \frac{d\pi}{\alpha} + \frac{\pi}{\alpha} dm$ dm^3 Salz aufgenommen. Nun ist diese aufgenommene Salzmenge offenbar so gross, als die Volumsvermehrung dm , welche die Wehre gleichzeitig erfahren hat, denn die Wehre oder das Soolenvolumen kann sich nur soviel

¹⁾ Von Herrn k. k. Oberberggrath Julius v. Hauer.

vergrössern, als Cubikdecimeter festes Salz aufgelöst wurden. Es ist also $d m = (M + m) \frac{d\pi}{\alpha} + \frac{\pi}{\alpha} d m$ oder $d m \left(1 - \frac{\pi}{\alpha}\right) = (M + m) \frac{d\pi}{\alpha}$

$$\frac{d m}{(M + m)} = \frac{d\pi}{\alpha - \pi} \quad (3).$$

Wenn ein Liter Salz sich in π -haltige Soole auflöst, so entsteht die Verdichtung v .

Man kann diese während eines unendlich kleinen Zeitraumes als constant annehmen und sagen, dass während der Auflösung der $d m$ l Salz die Verdichtung $v d m$ $d m^3$ entstanden sein muss. Diese Verdichtung wird aber ersetzt durch die während des unendlich kleinen Zeittheilchens nachgeflossene Aetzwassermenge $d w$, es ist also

$$d w = v d m \text{ oder da } v = \hat{f}(\pi) \text{ ist, } d w = f(\pi) d m \quad (4).$$

Die Gleichungen (3) und (4) bestimmen nun die Aufgabe. Die Gleichung (3) liefert nämlich:

$$\log \text{ nat } (M + m) = - \log \text{ nat } (\alpha - \pi) + \text{Const.}$$

Zur Bestimmung der Constanten ist für $\pi = 0$ $m = 0$, also

$$\log \text{ nat } M = - \log \text{ nat } \alpha + \text{Const.}$$

Durch Subtraction von obiger Gleichung:

$$\log \text{ nat } (M + m) - \log \text{ nat } M = \log \text{ nat } \alpha - \log \text{ nat } (\alpha - \pi)$$

$$\log \text{ nat } \left(\frac{M + m}{M}\right) = \log \text{ nat } \frac{\alpha}{(\alpha - \pi)}$$

$$\frac{M + m}{M} = \left(\frac{\alpha}{\alpha - \pi}\right)^{\frac{\alpha}{\alpha - \pi}}; \quad (M + m) = M \left(\frac{\alpha}{\alpha - \pi}\right)^{\frac{\alpha}{\alpha - \pi}}.$$

$$\text{I.} \quad m = M \left(\frac{\alpha}{\alpha - \pi} - 1\right) = \frac{\pi}{\alpha - \pi} M.$$

Substituirt man die Gleichung (3) in (4), so erhält man

$$d w = f(\pi) (M + m) \frac{d\pi}{(\alpha - \pi)}$$

und wenn hierin der Werth von m aus I substituirt wird

$$d w = f(\pi) \left(M + \frac{\pi}{(\alpha - \pi)} M\right) \frac{d\pi}{(\alpha - \pi)}$$

$$d w = f(\pi) M \left(1 + \frac{\pi}{\alpha - \pi}\right) \frac{d\pi}{(\alpha - \pi)}$$

$$d w = f(\pi) M \cdot \frac{\alpha}{(\alpha - \pi)} \cdot \frac{d\pi}{(\alpha - \pi)} = \frac{M \alpha}{(\alpha - \pi)^2} f(\pi) d\pi$$

$$w = M \alpha \int \frac{f(\pi)}{(\alpha - \pi)^2} d\pi \quad \text{II.}$$

INHALT.

	Seite
Beitrag zur Entwicklung der Frage der Heizgasgewinnung. Von Richard Å k e r m a n. Auszugsweise übersetzt aus Jernkontorets Annaler 1891 von Hanns von Jü p t n e r (Schluss)	129
Der Salzbergbau in den österreichischen Alpen. Von August A i g n e r, k. k. Bergrath. Mit Taf. III—V (Anfang)	203

Oesterreichisch- Alpine Montangesellschaft

besitzt in Steiermark, Kärnten, Ober- und Niederösterreich **Coaks- und Holzkohlen-Hochöfen, Bessemer- und Martin-Stahlhütten, Guss- und Frisch-Stahlhütten, Maschinenwerkstätten und Kesselschmieden, Stabeisen- und Blechwalzwerke** etc. in Schwechat, Neuberg, Gusswerk Krieglach, Kindberg, Kapfenberg, Graz, Pichling, Eibiswald, Hiefau, Eisenerz, Vordernberg, Donawitz, Zeltweg, Heft, Lölling, Buchscheiden, Klagenfurt, Prevali u. s. w. und liefert:

Eisenbahnschienen aus Bessemerstahl und Eisen,
Weichen und Kreuzungen,
Achsen, Bandagen und complete Radsätze,
Schmiedestücke jeder Art,
Brücken-Construction in Eisen und Stahl,
Wasserstations-Einrichtungen,
Waggon- und Locomotiv-Federn,
Gusswaaren aller Art,
Reservoir-, Tender- und Kesselbleche,
Locomotiv-Frames aus Eisen und Stahlblech,
Ketten, geschweisst und ungeschweisst, aus Eisen und Stahl,
Façon-Eisen aller Art,
Stabeisen (**Fluss- und Schweißeisen**) aller Dimensionen,
Draht und Drahtstifte, Holzschrauben,
Bessemer-, Martin-, Puddel-, Herdfrisch- und Tiegelnstahl aller Härtegrade,
Stahlfaçonguss, Sägeblätter, Wagenfedern, Achsen, Schraubstöcke,
Ambosse, Winden,
Dampfkessel, Reservoirs und sonstige Kesselschmiedarbeiten,
Dampfmaschinen, Dampfhämmer, Turbinen, Wasserräder und
sonstige **maschinelle Einrichtungen aller Art u. s. w.**

Sitz der Gesellschaft in Wien.

Bureaux: Kärntnerstrasse 55 u. Maximilianstrasse 2.

MANZ'sche k. u. k. Hof-Verlags- und Universitäts-Buchhandlung
Wien, I., Koblmarkt 7.

Wir sind in der Lage, den

BERICHT

über den

Allgemeinen Bergmannstag zu Wien

3. bis 7. September 1888,

redigirt und herausgegeben von dem

Comité des Bergmannstages

19 Bogen gr. 8^o, mit 12 Figurentafeln, elegant in Leinen gebunden, nunmehr zu dem ermässigten Preise von fl. 2.50 liefern zu können.

Der Vorrath davon ist nur noch ein kleiner, und bitten wir deshalb, mit den schätzbaren Bestellungen darauf nicht zu zögern.

Verlag von FERDINAND ENKE in Stuttgart.

Soeben erschien :

HANDBUCH

der

ANORGANISCHEN CHEMIE.

Unter Mitwirkung von

Dr. Gadebusch, Dr. Haitinger, Dr. Lorenz, Prof. Dr. Nernst,
Dr. Philipp, Prof. Dr. Schellbach, Prof. Dr. von Sommaruga,
Dr. Stavenhagen, Prof. Dr. Zeisel

herausgegeben von

Dr. O. Dammer.

3 Bände. I. Band. gr. 8^o. geh. M. 20.—.

Das Werk wird in drei Bänden von je ca. 50 Bogen erscheinen und im Jahre 1893 vollendet vorliegen. Das gesammte Manuskript zum III. Band befindet sich in den Händen der Verlagshandlung, das Manuskript zum II. Band (bis auf 2 Gruppen, welche demnächst eintreffen) beim Herausgeber. **Rasches Erscheinen der Schlussbände ist somit gesichert.**

KARL EICHLER, vorm. C. H. HALL.

PULSOMETER
mit **Pendelsteuerung**
für Wasserhaltungen.

Auch miethweise.

I., Fichtegasse 9. **WIEN**, I., Fichtegasse 9.



Im Verlage der **Manz'schen** k. u. k. Hof-Verlags- und Universitäts-Buchhandlung in Wien, I., Kohlmarkt, erschienen ferner:

Manz'sche Taschen-Ausgabe der österr. Gesetze.

Siebenter Band.

Das allgemeine Berggesetz

vom 23. Mai 1854

sammt der Vollzugsvorschrift und allen darauf Bezug nehmenden Nachträgen, Verordnungen und Erläuterungen, dann den einschlägigen Erkenntnissen des Verwaltungsgerichtshofes.

Achte verbesserte und vermehrte Auflage. 1891. 8°. (VIII, 584 S.)

Preis 2 fl., gebunden in Leinen 2 fl. 50 kr.

HANDBUCH

des

OESTERREICHISCHEN BERGRECHTS

auf Grund des

Allgemeinen Berggesetzes vom 23. Mai 1854 mit Berücksichtigung der einschlägigen Gesetze, Verordnungen und Entscheidungen.

Herausgegeben von

Dr. L. Haberer und Friedrich Zechner.

1884. gr. 8. (XIV, 457 S.)

Preis 4 fl., gebunden in Leinen 4 fl. 60 kr.

LEITFADEN

für den

Unterricht im österr. Bergrechte.

Herausgegeben von

Friedrich Zechner.

1890. gr. 8. (VI, 70 S.) Preis 90 kr.

Das ist also die Aetzwassermenge, welche nachgeflossen sein musste, bis die Soole die Hältigkeit π erreicht hat. Wäre die Verdichtung constant und gleich v_1 , so hätte man statt $f(\pi)$ im obigen Integrale v_1 einzusetzen und erhalten

$$w = M \alpha v_1 \int \frac{d\pi}{(\alpha - \pi)^2} = \frac{M \alpha v_1}{(\alpha - \pi)} + \text{Const.};$$

da für $\pi = 0$, $w = 0$ ist, so $0 = M v_1 + \text{Const.}$, daher durch Subtraction dieser Gleichung von der obigen

$$w = M v_1 \left(\frac{\alpha}{(\alpha - \pi)} - 1 \right) = M \frac{v_1 \pi}{(\alpha - \pi)},$$

welches Resultat mit den auf elementarem Wege erhaltenen Formeln im Einklange steht, und nach welchen wir, wenn die Verätzung im reinen Steinsalz vor sich ginge, die jedesmalige Aetzwassermenge nach der Zeit der Vergütung genau vertheilen könnten. Dass die Ergebnisse der Praxis mit den hier abgeleiteten Formeln nicht übereinstimmen, ist klar, denn es können nicht für alle Fälle jene Einflüsse erkannt werden, welche durch Aenderung des specifischen Gewichtes, der Temperatur etc. eintreten, doch bestätigen sie im Allgemeinen den praktischen Erfolg.

Nach meinen directen Versuchen fällt beispielsweise für den Salzberg von Ischl die Aetzwassermenge oder die totale Verdichtung zwischen die Grenzen 4,3 und 7% des Fällwassers.

Wo die Gebirgsprocente aus vorausgegangenen Processen näherungsweise bekannt sind, können wir für ein bestimmtes Fällwasserquantum M jene Gebirgshöhe H bestimmen, welche während der Anreicherung der Wehren abgeätzt wird.¹⁾

Unter obiger Bezeichnung ist, abgesehen von der Contraction, das Volumen Wasser in einem Cubikdecimeter k -hältiger Soole

$$\left(1 - \frac{k}{\alpha} \right) = \frac{\alpha - k}{\alpha} dm^3, \text{ daher sind}$$

$$\frac{\alpha - k}{\alpha} \text{ Wasser} + \frac{k}{\alpha} \text{ Salz} = 1 dm^3$$

$$\text{oder } \frac{(\alpha - k)}{k} + 1 = \frac{\alpha}{k}, \text{ und } 1 + \frac{k}{(\alpha - k)} = \frac{\alpha}{\alpha - k} \text{ Soole.}$$

¹⁾ v. Schwind, Ueber die fortsetzende und intermittirende Verwässerung des Haselgebirges. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 16 (1856).

Um also $M dm^3$ zurinnendes Wasser in k -hältige Soole zu verwandeln, müssen $\frac{k M}{\alpha - k} dm^3$ Salz vom Himmel abgeätzt werden, und es entstehen $\frac{M \alpha}{(\alpha - k)} dm^3$ Soole. Wäre m der locale Salzreichtum der gesammten Himmelfläche F in Volumtheilen, z. B. 58⁰/₀, so ist x der Antheil eines Cubikdecimeter = 0,58 = 0,m, daher

$$FH = \frac{M k}{(\alpha - k) 0,0 m} \quad \text{und} \quad H = \frac{M k}{(\alpha - k) \times 0,0 m \times F}.$$

Dieser Ausdruck gibt die Abätzung für eine gefüllte Wehre von dem Inhalte M , der Himmelfläche F und des abgeätzten Gebirges, von dem Aetzmaasse H , welch letzteres sich natürlich nach dem Procentgehalte richtet, im Uebrigen aber wieder bei gleicher Fläche von der Wassermenge M abhängt.

B. Continuirliche Wässerung ¹⁾:

Die continuirliche oder permanente Wässerung, auch Verwässerung im Durchrinnen genannt, ist die Fortsetzung der auf dem Beete durch intermittirende Vergütung erzeugten Soole, so dass unter constantem Einflusse von Wasser am Sinkwerke stets sudgerechte Soole am Ablasse erzeugt wird, indem am Sinkwerke fortwährend Wasser eingelassen wird, während gleichzeitig bei geöffneter Pipe am Ablasse sudgerechte Soole abfließt.

Suchen wir vorerst, wie dies möglich ist, wie sich die Raumverhältnisse dieser Mengen von Salzwasser und Soole gestalten, und sehen wir ab von aller Löslichkeit.

Es sei F der Flächeninhalt, beispielsweise 421 700 dm^2 , es sei diese Wehre mit Wasser gefüllt worden, man hätte dieselbe auf bekannte Weise vergütet, hätte ein Aetzwasser nachgegeben und wollte die continuirliche Wässerung auf dieser Unterlage vollgrädiger Soole fortsetzen.

¹⁾ Die continuirliche Verwässerung in Hallstatt. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 9 (1855). — Aigner, Die continuirliche Verwässerung des Haselgebirges. (1862) Lithogr. — Die continuirliche Verwässerung und ihre Anwendung auf das Millerwerk. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 37 (1868). — v. Schwind, Die älteste continuirliche Wässerung. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 36 (1870). —

Setzt man $k = 0,32$, $\alpha = 2,078$ und $m = 58$ und nimmt man an, dass pro Woche $0,56 \text{ dm}$ continuirlich verätzt werden sollen, so haben wir nach obiger Formel $FH = \frac{k M}{0,31(\alpha - k)}$, $M = 775\,600 \text{ dm}^3$ als das Wassererforderniss für eine Woche, also pro Stunde 4616 dm^3 . Diese müssten unter constantem Drucke durch das Sinkwerk geführt werden. Wenn wir in eine Wehre, welche mit $M \text{ dm}^3$ Wasser gefüllt ist, $v \text{ dm}^3$ Wasser einleiten, so mussten $v \text{ dm}^3$ verschwunden sein, und es waren eigentlich nur $M \text{ dm}^3$ Wasser zur Soolebildung thätig. Da auch bei der continuirlichen Wässerung eine Verdichtung stattfindet, und wenn obige 4616 dm^3 zufließen, dieselben auch gleichzeitig in Soole verwandelt werden, so muss die dabei eintretende Verdichtung ersetzt, das ist die Soole durch einen geringeren Ab- als Zufluss an den Himmel gedrückt werden, oder um die Grösse der Verdichtung mehr Wasser zugeführt werden, als am Abflasse gute Soole abfließt.

Dieser geringere Abfluss x ist um die Procente der Verdichtung kleiner als der Zufluss; setzt man wie oben diese Verdichtungsprocente $= 4,7$, so ist $x = 0,953 \times 4616 = 4399 \text{ dm}^3$ pro Stunde das Quantum der abfließenden Soole. Ist der Zufluss grösser als der Abfluss, so muss eine constante Auflösung erfolgen, die Soole bleibt unvergütet am Himmel und ätzt continuirlich.

Der im Salzgebirge gemengte Thon fällt durch die Soole, häuft sich am Boden und quillt einem Schwamme gleich auf; er verändert als unlöslicher starrer Bestandtheil die Raumsomme nicht, und man kann sich seine kleinsten Theile in der Flüssig-

Ueber die continuirliche Verwässerung des Haselgebirges und deren Anwendung auf das Millerwerk. Berg- u. hüttenm. Jahrb. der k. k. Bergakademien von Leoben und Příbram. XXI. Bd. (1873). — v. Schwind, Die continuirliche Wässerung. Berg- u. hüttenm. Jahrb. der k. k. Bergakademien von Leoben und Příbram. XXII. Bd. (1874). — Entgegnung auf die Kritik des Aufsatzes über Verwässerung des Haselgebirges. Berg- u. hüttenm. Jahrb. der k. k. Bergakademien von Leoben und Příbram. XXII. Bd. (1874). — v. Schwind, Ueber die Betriebsverhältnisse des Eustach Herrisch-Werkes in Aussee. (1866) Lithogr.

keitsmasse sspendirt denken. Um auch hier diese Begriffe in einer mathematischen Formel zu fixiren, kann man sagen: Die in eine Wehre eingeleitete Menge Wasser lässt sich in 2 Theile zerlegen:

a) In einen Theil S, welcher bloss die abfließende Soolenmenge ersetzt, und

b) in einen zweiten Theil W_1 , der die Verdichtung ersetzt, welche entsteht, wenn $S dm^3$ reines Wasser in concentrirte Soole verwandelt werden, und für welche dieselben Ausdrücke gelten, welche oben gefunden wurden:

$$w_1 = \frac{k \cdot v_1}{(\alpha - k)} S, \text{ daher } W = S + \frac{k v_1}{(\alpha - k)} S = S \left(1 + \frac{k v_1}{(\alpha - k)} \right).$$

Suchen wir nun die Gestalt der Wehroberfläche zu ermitteln, welche die Flüssigkeitstheile bewirken: Die den Wehraum erfüllende Soole können wir uns aus 2 Theilen bestehend denken, einem unteren vollgrädigen höchst concentrirten Theil und einem oberen von geringerem specifischen Gewichte, welcher den ersten zur unmittelbaren Unterlage hat und Vergütungsraum genannt wird.¹⁾

Die von dem Himmel abgeätzten Salztheilchen müssen sich als sinkende Sooletheilchen in unmittelbarer Folge vertical ablageren und als solche eine Reihe von specifischen Gewichten repräsentiren, deren Grenzglüeder, beispielsweise 1,170 und 1,200, die Oberfläche des Senkwerkes einerseits und der Ablass desselben andererseits sind. v. Schwind führt die Gleichgewichtslage der gelösten Soolentheilchen auf die Gesetze communicirender Gefäße zurück, und nachdem sich bei Flüssigkeiten von verschiedener Dichte in communicirenden Gefäßen im Zustande des Gleichgewichtes die Druckhöhen verkehrt wie die Dichtigkeiten der Flüssigkeiten verhalten, also die dichtere Soole an der Peripherie der specifisch leichteren Soole am Sinkwerke das Gleichgewicht halten sollte, schliesst er, dass der Himmel am Sinkwerke höher stehen müsse als an der Peripherie, dass

¹⁾ Die Verwässerung des Haselgebirges als Motiv der Bauanlagen, v. Schwind, Wien (1854).

man somit einen Flüssigkeitspunkt am Sinkwerke und einen solchen an der Peripherie als Grenzglieder der allmählichen Anreicherung betrachten könne, die Form des Vergütungsraumes also die einer biconvexen Linse sei.

Wir könnten an der Existenz dieses Raumes nicht zweifeln, wenn der ganze Process auch wirklich in einem communicirenden Gefässe vor sich ginge. Das communicirende Gefäss Schwind's war jedoch nur eine Annahme und in den offenen Wehrräumen thatsächlich nicht vorhanden, es musste sich daher auch stets nur eine horizontale Gleichgewichtslage herausstellen und können daher die am Sinkwerke beobachteten Concavitäten auch nur als Auswaschungen durch Ueberdruck ihre Erklärung finden.

Mit der Abwesenheit des obigen Raumes entfällt aber von selbst die cylindrische Aufsiedung, es muss eine Erweiterung eintreten, wie es sich auch praktisch gezeigt hat.

Wir verneinen die Existenz dieses biconvexen Vergütungsraumes, dessenungeachtet existirt ein Raum unvergüteter Soole, ein Raum von horizontalen parallelfächigen Schichten, ein Vermittler zwischen den Grenzen Wasser und Soole von höchster Concentration, vermöge dessen in der normalen Periode der continuirlichen Verwässerung die Erweiterung geringer ist, als in dem ersten Momente der intermittirenden Vergütung, welche geringere Erweiterung aber nicht in der Concavität des Raumes, sondern einzig und allein in der höheren Saturation der Lauge gelegen ist. Eine Untersuchung vom Jahre 1863 in Ischl am Sinkwerke ergab folgende specifische Gewichtsverhältnisse.

Tiefmaass in Decimalzollen	Specifisches Gewicht am Sinkwerk	Specifisches Gewicht am Sumpfkasten
1	1,150	1,152
7	1,155	1,155
20	1,168	1,169
30	1,174	1,176
40	1,177	1,180
60	—	1,187
70	—	1,190
80	—	1,192
100	—	1,200

Wir sehen, dass die Dicke des Vergütungsraumes im Punkte des Einflusses die beträchtliche Grösse von einer Klafter zeigt, und welche veränderlich sein muss, da das specifische Gewicht der Oberfläche bei gleichbleibender Wassermenge mit der Zu- und Abnahme der Gebirgsprocente grösser und kleiner wird.

In diesem Sinne wird die Erweiterung bei einer homogenen, armen oder reicheren Wehre keinen grossen Unterschied zeigen, da ihr im ersten Falle durch den Ueberschuss an Thon, im letzteren durch das höhere specifische Gewicht der gleiche Widerstand entgegengehalten wird.

Wo aber die Homogenität des Gebirges durch das Auftreten reicher Steinsalztrümmer gestört wird, muss das einflussende Wasser eine Attraction um jene zeigen, und wir finden in der That die Erweiterung dort concentrirt.

Ueber die Behandlung des Vergütungsraumes hat insbesondere v. Schwind in Nr. 16 der Oest. Zeitschr. f. B. u. H. vom Jahre 1856 werthvolle Winke gegeben.

Die continuirliche Wässerung hat die auf sie gesetzten Hoffnungen nicht erfüllt, doch hat dieselbe bei ihrem umfassenden Studium die Kenntniss über die Werkswässerung ungemein erweitert, und es gibt gewisse Umstände im alpinen Salzbergbau, wo dieselbe immerhin noch innerhalb beschränkter Grenzen eine ganz nützliche Anwendung finden kann.

I. Theoretische Betrachtungen über den Verlaugungsprocess des Haselgebirges in einem Werksraume.¹⁾

1. Verwässerungsprocess im reinen Steinsalze.



Der Verlaugungsprocess verlaufe in einem Medium von reinem Steinsalz und werde weiters beschränkt auf ein aus der Mitte des Werksraumes genommenes Prisma von bestimmter Länge und Breite l und Höhe des Werksraumes h (nebenstehende Skizze). Die nach einer Verlaugung erhaltene Aetzhöhe sei a , und soll es vor Allem die Aufgabe sein, die Abhängigkeit der Aetzhöhe von der Werkshöhe h zu

¹⁾ Von August Aigner junior.

rechnen, wobei die bereits bekannten, bei der Rechnung mitwirkenden Thatsachen vorausgeschickt werden.

Das specifische Gewicht des reinen Chlornatriums bei 15°C ist bekanntlich 2,078. Ein Liter Soole enthält 0,32 *kg* Salz oder 26,5 Gewichtsprocente. Ein gewisses Volumen Salz, mehr dem zur gesättigten Lösung erforderlichen Volumen Wasser nehmen nach der Lösung um 3,15% weniger Raum ein als beide Bestandtheile vor der Lösung zusammengenommen. Der Verdichtungscoefficient ist demnach $k = 0,9685$.

Es soll nun zum Zwecke weiterer Berechnung ermittelt werden, wie viel 1 *l* Wasser Volumeinheiten Salz zu lösen im Stande ist:

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ l Wasser} & = 1 & \text{kg} \quad 1 \text{ l Chlornatrium wiegt } 2,078 \text{ kg} \\ 1 \text{ l Chlornatrium} & = 2,078 & \text{ " } \quad \text{x l} \quad \text{"} \quad \text{0,32 " } \\ & & \hline & & \text{x} = 0,32 : 2,078 = 0,154 \end{array}$$

in 1 *l* Soole befinden sich also 0,154 *l* unverdichtetes Salz. 1 *l* Soole entspricht vor der Lösung ein Quantum von $\frac{1}{0,9685} = 1,0325$ *l* Wasser und Salz, 1,0325 *l* unverdichtete Soole — 0,154 *l* unverdichtetes Salz = 0,8785 *l* Wasser, also jene Wassermenge, welche mit 0,154 *l* Salz 1 *l* Soole gibt.

0,154 *l* Salz werden durch 0,8785 *l* Wasser gelöst,

x " " " " 1,00 " " "

1 *l* Wasser löst also $\varphi = 0,1751$ *l* Salz zu gesättigter Soole.

Die allgemeinen Formeln für den Verwässerungsprocess sind nun folgende:

Der Inhalt des oben erwähnten Prismas = $l^2 h$, das durch diese Menge gelöste Salzquantum ist daher $l^2 h \varphi$. $(l^2 h + l^2 h \varphi)$ *l* Wasser + Salz lösen sich zu $(l^2 h + l^2 h \varphi) k$ Soole. Der durch die Verdichtung entstehende Raum, also jener Raum, welcher durch das nachfolgende Aetzwasser ausgefüllt werden muss, muss gleich sein der Differenz aus Wasser + Salz — Soole.

Lässt man nun das neu eingeführte Aetzwasser wieder seine ihm zukommende Quantität Salz bis zur Sättigung lösen und diesen Vorgang bis in's Unendliche stattfinden, so ergibt sich folgende Tabelle:

Tabelle I.

Salz + Wasser	Soole	Aetzwassermenge
$l^2 h (1 + \varphi)$	$l^2 h k (1 + \varphi)$	$l^2 h (1 + \varphi) (1 - k)$
$l^2 h (1 + \varphi)^2 (1 - k)$	$l^2 h k (1 + \varphi)^2 (1 - k)$	$l^2 h (1 + \varphi)^2 (1 - k)^2$
$l^2 h (1 + \varphi)^3 (1 - k)^2$	$l^2 h k (1 + \varphi)^3 (1 - k)^2$	$l^2 h (1 + \varphi)^3 (1 - k)^3$
$l^2 h (1 + \varphi)^n (1 - k)^{n-1}$	$l^2 h k (1 + \varphi)^n (1 - k)^{n-1}$	$l^2 h (1 + \varphi)^n (1 - k)^n$

Da dieser Process so lange währt, bis keine Verdichtung mehr stattfindet, also theoretisch bis in's Unendliche, so muss die gebildete Soolenmenge gleich sein dem ursprünglichen Werksraume $l^2 h$ mehr dem Aetzraume $l^2 a$. Die schliessliche Soolenmenge entspricht aber der Summe oben gefundener Theilmengen, also

$$l^2(h + a) = l^2 h k (1 + \varphi) + l^2 h k (1 + \varphi)^2 (1 - k) + \dots + l^2 h k (1 + \varphi)^n (1 - k)^{n-1}.$$

Hier lässt sich beiderseits l^2 kürzen, und aus diesem Umstande folgern wir nach Umformung der Gleichung in $a = h k \{(1 + \varphi) + (1 + \varphi)^2 (1 - k) + \dots + (1 + \varphi)^n (1 - k)^{n-1}\} - h$ den theoretischen Folgesatz I:

Die Aetzhöhe ist unabhängig von der horizontalen Ausdehnung der Werksfläche und nur proportional der Werkshöhe.

Obige Formel lässt sich auch schreiben:

$$(h + a) = h k (1 + \varphi) \{1 + (1 + \varphi)(1 - k) + (1 + \varphi)^2 (1 - k)^2 + \dots + (1 + \varphi)^{n-1} (1 - k)^{n-1}\}.$$

Bildet man das Summenglied der in der Klammer $\{$ enthaltenen Ausdrücke, so erhält man:

$$(h + a) = \frac{h k (1 + \varphi) \{(1 + \varphi)^n (1 - k)^n - 1\}}{\{(1 + \varphi)(1 - k) - 1\}} \text{ und hieraus } a \text{ bestimmt:}$$

$$a = \frac{h k (1 + \varphi) \{(1 + \varphi)^n (1 - k)^n - 1\}}{(1 + \varphi)(1 - k) - 1} - h,$$

$$a = h \left\{ \frac{k(1 + \varphi)(1 + \varphi)^n (1 - k)^n - k - k\varphi - 1 + k - \varphi + k\varphi + 1}{(1 + \varphi) - k - k\varphi - 1} \right\},$$

$$a = h \left\{ \frac{k(1 + \varphi)(1 + \varphi)^n (1 - k)^n - \varphi}{\varphi - k - k\varphi} \right\}.$$

Setzt man in diese Gleichung die oben für k und φ eingeführten Werthe ein, so erhalten wir:

$$a = \left\{ \frac{0,9685 (1,1751) (1,1751)^n (0,0315)^n - 0,1751}{0,1751 - 0,9685 - 0,9685 \cdot 0,175} \right\} h,$$

$$a = \frac{0,175 - 0,9685 \times 1,751 \times 0,03701^n}{0,96298} \cdot h.$$

Lassen wir die Anreicherung sich so lange fortsetzen, bis keine Verdichtung mehr stattfindet, n also $= \infty$ wird, so nähert sich $0,03701^n = 0$, es wird also der ganze Ausdruck hinter dem Minuszeichen gleich 0 und man erhält $a = 0,181 h$.

Folgesatz II: Die Aetzhöhe a bei vollkommen reinem Salzgebirge ist theoretisch gleich der 0,181fachen ursprünglichen Werkshöhe.

Bei 1 m Werkshöhe wird also die Aetzhöhe 0,181 m sein. Anhangsweise soll noch die verwendete Aetzwassermenge berechnet werden, dieselbe ist:

$$A = l^2 h (1 + \varphi) (1 - k) + l^2 h (1 + \varphi)^2 (1 - k)^2 + \dots + l^2 h (1 + \varphi)^n (1 - k)^n.$$

Nennt man die Höhe, welche das Aetzwasser in der Fläche l^2 einnehmen würde, $= a$, so ist:

$$A = l^2 a = l^2 h (1 + \varphi) (1 - k) + \dots + l^2 h (1 + \varphi)^n (1 - k)^n,$$

$$a = h (1 + \varphi) (1 - k) + \dots + h (1 + \varphi)^n (1 - k)^n,$$

$$a = h (1 + \varphi) (1 - k) \{ 1 + (1 + \varphi) (1 - k) + \dots + (1 + \varphi)^{n-1} (1 - k)^{n-1} \}$$

und wieder das Summenglied gebildet:

$$a = h \frac{(1 + \varphi) (1 - k)}{1 - (1 + \varphi) (1 - k)} [1 - \{(1 + \varphi) (1 - k)\}^n],$$

$$\text{für } \{(1 + \varphi) (1 - k)\}^n = 0$$

$$a = h \frac{(1 + \varphi) (1 - k)}{1 - (1 + \varphi) (1 - k)}$$

$$a = h 0,03701 \frac{0,03701^n - 1}{0,03701 - 1}$$

$$a = h \frac{1 - 0,03701^n}{0,96299} 0,03701$$

$$a = \frac{0,03701}{0,96299} h (1 - 0,03701^n),$$

$$a = 0,038 h (1 - 0,3701^n) \text{ und für } n = \infty \quad a = 0,038 h.$$

Folgesatz III: Die in einem Werke verbrauchte gesammte Aetzwassermenge ist gleich der Werkfläche multiplicirt mit der 0,038fachen durchschnittlichen Werkshöhe, oder ist gleich 3,8% der Füllwassermenge, $A = F \times 0,038 h$.

Berechnet man mit Einführung obiger specieller Werthe die einzelnen gefundenen Aetzwassermengen, so erhält man: $a = 0,03701 h$, $a_2 = 0,03701^2 h$, $a_3 = 0,03701^3 h$ etc., also eine fallende geometrische Progression mit dem Quotienten 0,03701. Es ist selbstverständlich, dass die Contraction in Wirklichkeit nicht wie hier eine sprungweise ist, sondern dass die Aetzwassermengen allmählich abnehmen. Durch entsprechende Interpolation lassen sich leicht jene Glieder rechnen, welche zur Ermittlung der Curve der Abnahme des Aetzwassers nöthig sind. Bei der Kleinheit des Quotienten würde jedoch die Auftragung der kleinen Coordinatentheilehen einigen Schwierigkeiten begegnen, und ist es daher angezeigt, die Aetzwassermengen für jeden Zeitmoment rechnungsweise zu bestimmen.

Um jedoch beiläufig den Verlauf der Curve zu zeigen, wollen wir im Nachfolgenden zwischen der allerersten Aetzwassermenge zu Beginn der Verlaugung, welche ja der ursprünglichen Werkshöhe in diesem Falle proportional ist, und den nächstfolgenden zwei Gliedern interpoliren. Die erhaltene Reihe lautet: 1, 0,3355, 0,110981, 0,03701, . . 0,03701² = 0,001369.

Nachdem die Auftragung dieser kleinen Zahlen die Uebersichtlichkeit stören würde, wollen wir ein Vielfaches dieser Verhältnisszahlen, z. B. das Tausendfache, nehmen, wodurch die Curve in ihrem Charakter selbstverständlich nichts einbüßen wird.

Auf der Ordinate werden die den einzelnen Aetzwassermengen entsprechenden Höhen aufgetragen, auf der Abscisse die einzelnen Verwässerungsperioden, welche aber ja nicht etwa als gleiche Zeitabschnitte aufgefasst werden dürfen (Fig. 9, Taf. IV). Die Curve entspricht der Gleichung einer Exponentialfunction der allgemeinsten Form $y = b a^x$. Da sich die Gleichungen der erzeugten Soolenmengen und die der erforderlichen Aetz-

wassermengen jeweilig nur um den indifferenten Factor $\frac{k}{(1-k)}$ unterscheiden, so ergibt sich, dass für die in den einzelnen Perioden enthaltenen Soolenmengen sich eine Curve ganz gleicher Ordnung und Gestalt wie die obige verzeichnen lässt; daraus ergibt sich:

Folgesatz IV: Die Volumenzunahme an gesättigter Soole ist genau proportional der Volumenzunahme der zugeführten Aetzwassermenge.

2. Verwässerungsprocess im Haselgebirge.

Bei der Verwässerung des Haselgebirges tritt schon mehr die praktische Seite in den Vordergrund, zugleich zeigt sich auch, dass ein für praktische Fälle giltiges Resultat durch Rechnung hier noch weniger zu erhalten ist, denn es ist in speciellen Fällen weder die Zusammensetzung des Tauben, noch die jeweilige Beschaffenheit, d. i. die Blähungsfähigkeit des Thones bekannt, daher es zweckmässig erscheint, in den folgenden theoretischen Betrachtungen die reellen Werthe nur durchschnittsweise einzuführen, um den ganzen Vorgang anschaulicher zu machen, gleichwohl aber die allgemein geltenden Gesetze aus den allgemeinen Formeln abzuleiten.

Auch hier soll der Wässerungsprocess in einzelne Perioden eingetheilt werden, obwohl der Vorgang an und für sich kein sprungweiser, sondern ein continuirlicher ist, und daher in jeder Periode, nachdem die Lösungsfähigkeit umgekehrt proportional der Sättigung ist, eine an sich allmähliche Abnahme der Aetzhöhe stattfinden muss.

Durch entsprechende Interpolation in den Hauptformeln kann man jedoch jedes dieser Stadien mathematisch erfassen, und die Summirung der Wässerungsergebnisse in den Hauptperioden muss dem Endresultate der Gesamtverwässerung gleich sein. v. Kripp's Untersuchungen über das Blähen des Thones haben ergeben, dass bei Wasseraufnahme unter gleichzeitiger Verharrung des Thones in seinem plastischen Zustande eine Volumsvermehrung um 10% des ursprünglichen Thon-

volnmens stattfindet, nimmt der Thon jedoch so viel Wasser auf, bis er zerfällt, so entspricht die aufgenommene Wassermenge 22% des ursprünglichen Thonvolumens. Nimmt man nun einerseits an, dass sich der Thon bei der Verwässerung beinahe so voll saugt, bis er zerfällt, andererseits aber der Laist aus Bestandtheilen besteht, die gar kein Wasser aufnehmen, so kann man durchschnittlich eine Blähung des Laistes von 15% voraussetzen.

Die Praxis zeigt, wie wir später sehen werden, mitunter bedeutend mehr.

Diese 15% Volumszunahme müssen aber = 15% Wasseraufnahme sein, oder es wird zur Volumszunahme des Thones der Menge des Auflösungswassers 15% des vorhandenen Thongehaltes entzogen.

Wenn wir t den Blähungscoefficienten des Thones nennen, so würde derselbe unter obiger Voraussetzung folgenden Werth annehmen: $t = 1,15$.

Ist das Thonvolumen vor der Verwässerung T_1 ,
 „ „ „ nach „ „ T_2 ,
 so ist $T_2 = T_1 \times t$.

Nimmt man weiters an, in einem Theile Haselgebirge seien $\frac{1}{s}$ Salz vorhanden, so beträgt der in diesem Theile enthaltene Laist $\frac{s-1}{s}$.

Die absolute Raumsumme des Wassers und Laistes vor der Blähung ist selbstverständlich gleich der Raumsumme aus übrigbleibendem Wasser und gequollenem Laiste nach der Blähung. Das erste Füllwasser sei wiederum gleich $l^2 h$. Von diesem Wasser kommt jedoch nur derjenige Theil zur Verwässerung, welcher nach Quellung des Laistes noch übrig bleibt.

Es ist nun allerdings richtig, dass der Laist, wenn er am Himmel mit reinem Wasser in Berührung gelangt, sich nicht gleich anfangs mit diesem reinen Wasser vollquellen wird, sondern dass er nach seinem Zubodenfallen noch etwas satte Soole in sich aufnimmt. Diesen letzteren Umstand in dieser Abhandlung auch noch zu berücksichtigen, würde zu weit

führen, insbesondere weil die Verdichtung der geringen auf der Werkssohle aufgenommenen Soolenmenge sehr gering ist und daher vernachlässigt werden kann, daher die in dem Laiste aufgenommene Salzmenge als Taubes betrachtet werden kann, und sonach die absolute Raumsumme von Laist und Salz nach wie vor die gleiche bleibt. Die unvermeidlichen Salzurückstände im Werkslaiste sind ja ohnehin auf das Verlustconto zu setzen.

Es sei nun vor Allem zu berechnen, wie viel vom Füllwasser $l^2 h$ zur Salzlösung verwendet wird. 1 Theil Wasser löst φ Theile Salz, daher wird die in 1 Theil Haselgebirge befindliche Menge $\frac{1}{s}$ Salz durch $\frac{1}{\varphi s}$ Theile Wasser gelöst; ferner: 1 Theil Thon bläht sich zu t Theilen; die in 1 Theil Haselgebirge enthaltene taube Menge bläht sich daher zu $\frac{s-t}{s} \cdot t$; dem Füllwasser wird in Folge dessen zur Blähung die Wassermenge

$$\frac{s-1}{s} t - \frac{s-1}{s} = \frac{s-1}{s} (t-1)$$

entzogen.

Zur Lösung von $\frac{1}{s}$ Salz und zur Blähung der dazugehörigen $\frac{s-1}{s}$ Theile Thon, also zur Lösung von 1 Theil Haselgebirge sind daher $\frac{1}{\varphi s} + \frac{s-1}{s} (t-1)$ Theile Wasser nöthig, oder zur Lösung 1 Theiles Salz und Blähung des dazugehörigen Thones bedarf es $\frac{1}{\varphi} + (s-1)(t-1)$ Wasser, und die zur Blähung eines Volumtheiles Thon benötigte Wassermenge beträgt $\frac{1}{\varphi(s-1)} + (t-1)$.

Setzt man den Ausdruck $\frac{1}{\varphi s} + \frac{(s-1)}{s} (t-1)$ der Einfachheit halber $= \mu$, und berechnet die durch das Füllwasser $l^2 h$ geätzte Haselgebirgsmenge, so kann man sagen:

1 Theil Haselgebirge benötigt μ . Wasser,

x Theile Haselgebirge werden gelöst durch $l^2 h$ Wasser,

$$\text{daher } x : 1 = l^2 h : \mu, \quad x = \frac{l^2 h}{\mu}.$$

Hievon entfällt auf reines Salz $\frac{l^2 h}{\mu s}$ und auf Thon $\frac{l^2 h(s-1)}{\mu s}$; diese, sowie die sich weiter ergebenden Werthe werden in die unten folgende Tabelle II eingesetzt.

Da φ Theile Salz durch 1 Theil Wasser gelöst werden, so wird 1 Theil Salz durch $\frac{1}{\varphi}$ Wasser gelöst, daher $\frac{l^2 h}{\mu s}$ Salz durch $\frac{l^2 h}{\mu s \varphi}$ Wasser.

Um die zur Blähung verwendete Wassermenge zu rechnen, kann man sagen: Bei 1 Theil Haselgebirge wird von der ganzen Wassermenge μ der Theil $\frac{s-1}{s}(t-1)$ verwendet, daher von der Wassermenge $l^2 h$ der Theil x :

$$\begin{aligned} \frac{(s-1)}{s}(s-t) : \mu &= x : l^2 h \\ x &= l^2 h \frac{(s-1)(t-1)}{s \mu}. \end{aligned}$$

Die übrigen in den folgenden Rubriken der Tabelle ausgesetzten Werthe ergeben sich selbstverständlich und theilweise analog der Tabelle I.

Was die letzte Rubrik betrifft, so ist zu bedenken, dass der Werksraum nach der ersten Periode gleich sein wird dem ursprünglichen Werksraum mehr der abgeätzten Salzmenge, weniger dem durch Blähung erfolgten Zuwachse des Thones, d. i. der zur Blähung verwendeten Wassermenge, also:

$$\begin{aligned} W &= l^2 h + \frac{l^2 h}{\mu s} - \frac{l^2 h}{\mu s} (s-1)(t-1) = \\ &= \frac{l^2 h}{\mu s} [\mu s - (s-1)(t-1) + 1]. \end{aligned}$$

Setzt man die erhaltene Aetzwassermenge $\frac{l^2 h}{\mu s} \left(\frac{\varphi+1}{\varphi} \right) (1-k)$ als neues Füllwasser in Colonne I ein, so erhält man bei weiterer Verfolgung dieser vorausgegangenen Argumentation sämtliche weitere in Tabelle II angesetzten Werthe, und kann man sonach zur Interpolation derselben schreiten.

Tabelle II.

Voraussetzung: $\frac{1}{\varphi s} + \frac{s-1}{s} (t-1) = \mu$.

I. Füll-, resp. Aetzwasser	II. Hiedurch geätztes Haselgebirge
$\frac{l^2 h}{\mu s}$ $\frac{l^2 h}{\mu^2 s^2} \cdot \frac{(\varphi+1)}{\varphi} \cdot (1-k)$ $\frac{l^2 h}{\mu^3 s^3} \cdot \left(\frac{\varphi+1}{\varphi}\right)^2 (1-k)^2$ \vdots $\frac{l^2 h}{\mu^{n-1} s^{n-1}} \cdot \left(\frac{\varphi+1}{\varphi}\right)^{n-1} (1-k)^{n-1}$	$\frac{l^2 h}{\mu}$ $\frac{l^2 h}{\mu^2 s} \cdot \frac{(\varphi+1)}{\varphi} \cdot (1-k)$ $\frac{l^2 h}{\mu^3 s^2} \cdot \left(\frac{\varphi+1}{\varphi}\right)^2 (1-k)^2$ \vdots $\frac{l^2 h}{\mu^n s^{n-1}} \cdot \left(\frac{\varphi+1}{\varphi}\right)^{n-1} (1-k)^{n-1}$
$\Sigma = \frac{1,2114 l^2 h}{\mu s - 0,2114}$	$\Sigma = l^2 h \frac{s}{\mu s - \frac{\varphi+1}{\varphi} (1-k)} =$ $= l^2 h \frac{s}{\mu s - 0,2114}$
III. Hievon entfällt auf Salz	IV. Entfällt auf Taubes
$\frac{l^2 h}{\mu s}$ $\frac{l^2 h}{\mu^2 s^2} \cdot \frac{(\varphi+1)}{\varphi} \cdot (1-k)$ $\frac{l^2 h}{\mu^3 s^3} \cdot \frac{(\varphi+1)^2}{\varphi} \cdot (1-k)^2$ \vdots $\frac{l^2 h}{\mu^n s^n} \cdot \left(\frac{\varphi+1}{\varphi}\right)^{n-1} (1-k)^{n-1}$	$\frac{l^2 h}{\mu s} \cdot (s-1)$ $\frac{l^2 h}{\mu^2 s^2} \cdot \frac{(\varphi+1)}{\varphi} \cdot (1-k) (s-1)$ $\frac{l^2 h}{\mu^3 s^3} \cdot \left(\frac{\varphi+1}{\varphi}\right)^2 (1-k)^2 (s-1)$ \vdots $\frac{l^2 h}{\mu^n s^n} \cdot \left(\frac{\varphi+1}{\varphi}\right)^{n-1} (1-k)^{n-1} (s-1)$
$\Sigma = l^2 h \frac{1}{\mu s - 0,2114}$	$\Sigma = l^2 h \frac{s-1}{\mu s - 0,2114}$
V. Zur Salzlösung verwendete Wassermenge	VI. Zur Blähung verwendete Wassermenge
$\frac{l^2 h}{\mu s \varphi}$ $\frac{l^2 h}{\mu^2 s^2} \cdot \frac{\varphi+1}{\varphi} \cdot \frac{1-k}{\varphi}$ $\frac{l^2 h}{\mu^3 s^3} \cdot \left(\frac{\varphi+1}{\varphi}\right)^2 \frac{(1-k)^2}{\varphi}$ \vdots $\frac{l^2 h}{\mu^n s^n} \cdot \frac{(\varphi+1)^{n-1} (1-k)^{n-1}}{\varphi}$	$\frac{l^2 h}{\mu s} (s-1) (t-1)$ $\frac{l^2 h}{\mu^2 s^2} \cdot \frac{\varphi+1}{\varphi} (1-k) (s-1) (t-1)$ $\frac{l^2 h}{\mu^3 s^3} \cdot \left(\frac{\varphi+1}{\varphi}\right)^2 (1-k)^2 (s-1) (t-1)$ \vdots $\frac{l^2 h}{\mu^n s^n} \cdot \frac{(\varphi+1)^{n-1} (1-k)^{n-1} (s-1) (t-1)}{\varphi}$
$\Sigma = \frac{l^2 h}{\varphi (\mu s - 0,2114)} = \frac{l^2 h}{0,175 \cdot \mu s - 0,037}$	$\Sigma = \frac{l^2 h (s-1) (t-1)}{\mu s - 0,2114}$

VII. Salz + Wasser	VIII. Soole
$\frac{l^2 h}{\mu s} \cdot \frac{\varphi + 1}{\varphi}$	$\frac{l^2 h}{\mu s} \cdot \frac{(\varphi + 1)}{\varphi} \cdot k$
$\frac{l^2 h}{\mu^2 s^2} \cdot \frac{(\varphi + 1)^2}{\varphi} \cdot (1 - k)$	$\frac{l^2 h}{\mu^2 s^2} \cdot \frac{(\varphi + 1)^2}{\varphi} (1 - k) k$
$\frac{l^2 h}{\mu^3 s^3} \cdot \frac{(\varphi + 1)^3}{\varphi} (1 - k)^2$	$\frac{l^2 h}{\mu^3 s^3} \cdot \frac{(\varphi + 1)^3}{\varphi} (1 - k)^2 k$
\vdots	\vdots
$\frac{l^2 h}{\mu^n s^n} \cdot \frac{(\varphi + 1)^n}{\varphi} (1 - k)^{n-1}$	$\frac{l^2 h}{\mu^n s^n} \cdot \frac{(\varphi + 1)^n}{\varphi} (1 - k)^{n-1} k$
$\Sigma = \frac{6,711 l^2 h}{\mu s - 0,2114}$	$\Sigma = \frac{6,4996 l^2 h}{\mu s - 0,2114}$

IX. Aetzwassermenge	X. Taubes + Wasser
$\frac{l^2 h}{\mu s} \cdot \frac{\varphi + 1}{\varphi} \cdot (1 - k)$	$\frac{l^2 h}{\mu s} \cdot (s - 1) t$
$\frac{l^2 h}{\mu^2 s^2} \cdot \frac{(\varphi + 1)^2}{\varphi} (1 - k)^2$	$\frac{l^2 h}{\mu^2 s^2} \cdot \frac{\varphi + 1}{\varphi} (1 - k)(s - 1) t$
$\frac{l^2 h}{\mu^3 s^3} \cdot \frac{(\varphi + 1)^3}{\varphi} (1 - k)^3$	$\frac{l^2 h}{\mu^3 s^3} \cdot \frac{(\varphi + 1)^2}{\varphi} (1 - k)^2 (s - 1) t$
\vdots	\vdots
$\frac{l^2 h}{\mu^n s^n} \cdot \frac{(\varphi + 1)^n}{\varphi} (1 - k)^n$	$\frac{l^2 h}{\mu^n s^n} \cdot \frac{(\varphi + 1)^{n-1}}{\varphi} (1 - k)^{n-1} (s - 1) t$
$\Sigma = \frac{0,2114 l^2 h}{\mu s - 0,2114}$	$\Sigma = \frac{l^2 h (s - 1) t}{\mu s - 0,2114}$

Durch Summirung der in Colonne II angeführten Haselgebirgsmengen findet man das Aetzwasser bezogen auf die Werkshöhe h.

Die Summirung ergibt:

$$S = \frac{l^2 h}{\mu} \cdot \frac{\left\{ \frac{\varphi + 1}{\varphi} (1 - k) \right\}^n - 1}{\frac{\mu s}{\varphi} - 1}; \text{ da } \left(\frac{\varphi + 1}{\varphi} (1 - k) \right)^n \text{ bei unendlich}$$

grossen n eine unendlich kleine Grösse ist, also vernachlässigt werden kann, so findet man nach Multiplication im Zähler und Nenner mit minus 1:

$$S = \frac{l^2 h}{\mu} \cdot \frac{1}{\frac{\varphi+1}{\varphi}(1-k)} = \frac{l^2 h}{\mu} \cdot \frac{\mu s}{\mu s - \frac{\varphi+1}{\varphi}(1-k)} =$$

$$= l^2 h \frac{s}{\mu s - \frac{\varphi+1}{\varphi}(1-k)}$$

wobei φ und k bestimmte Grössen sind, daher der Ausdruck $\frac{\varphi+1}{\varphi}(1-k)$ eine Constante, und zwar eine positive Constante ist und sich folgend schreiben lässt:

$$S = \frac{l^2 h}{\mu} \cdot \frac{\mu s}{\mu s - \text{Const.}} = l^2 h \cdot \frac{s}{\mu s - \text{Const.}} \text{ oder } \frac{l^2 h}{\mu} \cdot \frac{s}{s - \text{Const.}}$$

Je grösser im obigen Ausdruck s wird, d. h. je geringer die Salzhaltigkeit des Gebirges ist, desto mehr nähert sich der Bruch $\frac{s}{s - \text{Const.}}$ der Einheit, oder desto mehr ist $S = \frac{l^2 h}{\mu}$, desto grösser wird also die abgeätzte Gebirgsmenge sein. Da nun $\mu = \frac{1}{\varphi s} + \frac{s-1}{s}(t-1)$ ausserdem um so kleiner wird, je grösser s wird, wird auch der Ausdruck $\frac{l^2 h}{\mu}$ um so mehr wachsen, je grösser s wird.

Für $\varphi = 0,1751$ und $k = 0,9685$ (siehe ersten Theil dieser Abhandlung) kann man obige Formel näher präcisiren. Aus dem Vorhergehenden ergibt sich nun:

Folgesatz V: Die Aetzhöhe beim Haselgebirge ist um so höher, je kleiner der Procentgehalt des Gebirges ist, und umgekehrt, und beträgt das $\frac{s}{5,1996 + t(s-1) - s}$ fache der Werkshöhe.

Nimmt man durchschnittsweise den Blähungscoefficienten $t = 0,15$ an, so ergibt sich obiger Werth:

$$S = \frac{l^2 h s}{5,3495 + 0,15 \cdot s}$$

Zum Beispiel bei einer Hältigkeit des Gebirges von 50%, also $\frac{1}{s} = \frac{1}{2}$, $s = 2$, beträgt die Aetzhöhe $h' = h 0,354$, also pro Meter Werkshöhe eine Versudhöhe von 35,5 cm. Ein Ver-

gleich mit praktischen Daten ergab ein annäherndes Resultat. In Ischl, wo man den Salzgehalt des Gebirges mit annähernd 50% annehmen kann, kommen pro Meter Werkshöhe an Versudhöhe im Ehrmannswerk 34,43, im Appoldwerk 32,7, im Helmswerk 32,8, im Kolloredowerk 34 cm.

Die Summirung der übrigen Werthe ergibt, für $\varphi = 0,1751$ und $k = 0,9685$, wobei der Ausdruck $\frac{\varphi + 1}{\varphi} (1 - k) = 0,2114$ wird, folgende Resultate:

Tabelle III.

I. Erstes Füllwasser + + Aetzwasser	$h \cdot \frac{0,2114}{\mu s - 0,2114} + h$
II. Hiedurch geätztes Hasel- gebirge	$h \cdot \frac{s}{\mu s - 0,2114}$
III. Hievon entfällt auf Salz	$h \cdot \frac{1}{\mu s - 0,2114}$
IV. Hievon entfällt auf Taubes	$h \cdot \frac{s - 1}{\mu s - 0,2114}$
V. Zur Salzlösung verwen- dete Wassermenge	$h \cdot \frac{1}{\varphi(\mu s - 0,2114)}$
VI. Zur Blähung verwendete Wassermenge	$h \cdot \frac{(s - 1)(t - 1)}{\mu s - 0,2114}$
VII. Salz + Wasser	$h \cdot \frac{6,711}{\mu s - 0,2114}$
VIII. Soole	$h \cdot \frac{6,4996}{\mu s - 0,2114}$
IX. Aetzwassermenge	$h \cdot \frac{0,2114}{\mu s - 0,2114}$
X. Taubes + Wasser, wel- ches zur Blähung des Tauben verwendet wird	$h \cdot \frac{(s - 1)t}{\mu s - 0,2114}$
XI. Ausdehnung des Werks- raumes nach der Wässe- rung	$h \cdot \frac{\mu s - (s - 1)(t - 1) + 1}{\mu s - 0,2114} = \frac{6,711}{\mu s - 0,2114}$

Die Interpretation obiger Werthe ergibt sich von selbst. Die einzelnen Columnen stehen in folgendem Verhältnisse zu einander:

$$I:II:III:IV:V:VI:VII:VIII:IX:X:XI = 1,2114:s:1:(s-1): \\ \frac{1}{\varphi}:(s-1)(t-t):6771:6,4996:0,2114:(s-1)t:\{\mu s - (s-1) \\ (t-1) + 1\}$$

Es ist hier nur noch in einer Tabelle ersichtlich zu machen, welchen Werth $\frac{1}{\mu s - 0,2114}$, d. i. die auf das Haselgebirge entfallende Salzmenge bei verschiedenen Procentgehalten des Haselgebirges und bei gleichzeitig verschiedener Quellungsfähigkeit des Thones (sandiger Laist, viel oder wenig Anhydrit, oder andere unquellbare Körper, fetter Laist etc.) annehmen würde. Hiedurch liesse sich dann durch einfache Multiplication mit den entsprechenden Verhältnisszahlen jeder beliebige obige Werth rechnen.

Ein Vergleich der gerechneten und in praxi gefundenen Resultate muss den nach mehreren Versuchen zwischen beiden Werthen enthaltenen Correctionscoëfficienten ergeben. Hätte man für φ und k andere als hier angegebene, vielleicht genauere Werthe gefunden, so ist es selbstverständlich, dass die in Tabelle III angeführten Werthe ihre Giltigkeit verlieren.

Die in Tabelle II enthaltenen Formeln müssen jedoch unter allen Umständen ihre Giltigkeit behalten, und ist es leicht, durch Summirung der entsprechenden Einzelformeln die Summenformel zu erhalten nach der Gleichung:

$$S_n = a + ab + a^2b + \dots + a^{n-1}b = a \frac{b^n - 1}{b - 1}.$$

Die entsprechenden Werthe für $\frac{1}{\mu s - 0,2114}$ sind:

Tabelle IV.

	Procenthältigkeit des Gebirges				
	30	40	50	60	70
	s = 3,33	s = 2,5	s = 2	s = 1,66	s = 1,42
t = 1,1	0,1744	0,1770	0,1785	0,1796	0,1840
t = 1,15	0,1709	0,1746	0,1770	0,1786	0,1797
t = 1,20	0,1701	0,1724	0,1754	0,1775	0,1790

Die geringsten Werthe pro $t = 1,15$ und $s = 2$ und die grössten Werthe pro $t = 1,1$ und $s = 1,42$ für einen Meter

Werkshöhe in Centimeter ausgedrückt sind für die einzelnen Posten beispielsweise hier zusammengestellt.

Tabelle V.

	t = 1,2 s = 3,33	t = 1,15 s = 2	t = 1,1 s = 1,42
	cm	cm	cm
I. Füllwasser	103,6	103,7	103,9
II. Hiedurch geätztes Haselgebirge	56,7	35,4	26,0
III. Hievon entfallen auf Salz	17	17,7	18,4
IV. Hievon entfallen auf Taubes	39,6	17,7	7,6
V. Zur Salzlösung verwendetes Wasser	97,1	101,0	105,0
VI. Zur Blähung verwendetes Wasser	7,9	2,6	0,8
VII. Salz mehr Wasser	114,1	118,7	123,4
VIII. Soole	110,5	115,0	119,5
IX. Aetzwassermenge	3,6	3,7	3,9
X. Taubes mehr Wasser	47,5	20,3	8,5
XI. Ausdehnung des Werksraumes nach der Wässerung	114,1	118,7	123,4

Aus diesen Zahlen ist zu ersehen, dass die Ausdehnung des Werksraumes gegen oben gleich ist der dem Salzquantum entsprechenden Höhe, mehr der Höhe der zur Salzlösung nöthigen Wassermenge.

Vorausgesetzt, dass die vorangeführten Werthe alle richtig sind, so ist es unschwer, sich umgekehrt aus gegebenen Daten den Procentgehalt des Gebirges zu ermitteln: Sei F die Ausdehnung der Werksfläche, M die gemessene Füllwassermenge, so ist $\frac{M}{F} = h$ die mittlere Werkshöhe; sei weiters A = der Aetzwassermenge, so ist

$$A = Fh \frac{0,2114}{\mu s - 0,2114} = M \frac{0,2114}{\mu s - 0,2114} =$$

$$= M \frac{0,2114}{\frac{1}{\varphi} + (s-1)(t-1) - 0,2114}$$

$$A = M \frac{0,2114}{5,4996 + (s-1)(t-1)} \text{ und}$$

$$5,4996 A + (s-1)(t-1) A = 0,2114 M$$

$$(s-1) = \frac{0,2114 M - 5,4996 A}{(t-1) A}$$

$$s = \frac{0,2114 M - [0,5499 - (t-1)] A}{(t-1) A}$$

der Procentgehalt = $\frac{100}{s}$ ‰.

Eine weitere Aufgabe ist, zu berechnen, ob und unter welchen Bedingungen bei einem Werke ein Erblinden zu befürchten ist, und nach wie viel Wässerungen eine Säuberung nothwendig ist.

Eine Säuberung wird niemals nöthig sein, sobald sich h niemals verkleinert, also mindestens constant bleibt. Es muss zu diesem Zwecke die Höhe der gewonnenen Soolmenge gleich sein dem ursprünglichen Werksraume

$$h = h \cdot \frac{6,4996}{\mu s - 0,2114} \quad \text{und} \quad \frac{1}{\varphi} + (s-1)(t-1) - 0,2114 = 6,4996$$

$$5,711 - 0,2114 + (s-1)(t-1) = 6,4996$$

$$(s-1)(t-1) = 1$$

$$(s-1) = \frac{1}{(t-1)}$$

$$s = \frac{t}{(t-1)}$$

Der Procentgehalt beträgt also $\frac{100}{s} = \frac{100(t-1)}{t}$.

Ein bezügliches Beispiel wird auf Grund praktischer Daten zum Schlusse durchgeführt werden.

Soll berechnet werden, nach wie vielen Wässerungen bei irgend einem Procentgehalte unter $\frac{100(t-1)}{t}$ ‰ ein Werksraum sich auf die Hälfte vermindert hat, also gesäubert werden muss, so sei bedacht:

Der Werksraum nach der ersten Verwässerung

$$h \cdot \frac{6,4996}{\mu s - 0,2114}, \quad \text{nach der zweiten } h \left(\frac{6,4996}{\mu s - 0,2114} \right)^2, \quad \text{nach der } x\text{ten}$$

$$h \left(\frac{6,4996}{\mu s - 0,2114} \right)^x.$$

Es muss also $h \left(\frac{6,4996}{\mu s - 0,2114} \right)^x = \frac{h}{2}$ und

$$\left(\frac{6,4996}{(s-1)(t-1) + 5,4996} \right)^x = 0,5,$$

$$x \cdot [\log 6,4996 - \log \{(s - 1)(t - 1) + 5,4996\}] = \log 0,5,$$

$$x = \frac{\log 0,5}{\log 6,4996 - \log \{(s - 1)(t - 1) + 5,4996\}}.$$

Voraussetzung: Nach praktischen, am Ischler Salzberge mit grosser Genauigkeit vom k. k. Steiger Franz Rettenbacher durchgeführten Versuchen stellt sich die Blähung mit 56% heraus. Es ist jedoch hierunter nicht die eigentliche Blähung verstanden, sondern 100 Theile Taubes (fest) geben 156 Theile lockere Masse.

Wir werden also mit viel grösserer Wahrscheinlichkeit auf genaue Rechnung diesen praktischen Werth, statt des von Kripp im Laboratorium gefundenen Werthes, einführen und sagen $t = 1,56$.

Hienach beträgt der Procentgehalt des Haselgebirges, bei welchem die Werkshöhe stets constant bleibt

$$\frac{100}{s} = \frac{100 \times 0,56}{1,56} = 36\%.$$

Will man rechnen, nach wie viel Wässerungen bei einem Procentgehalte von 25% eine Säuberung nothwendig ist, so ist

$$x = \frac{\log 0,5}{\log 6,4996 - \log \{3 \times 0,56 + 5,4996\}}$$

$$x = \frac{\log 0,5}{\log 6,4996 - \log 7,1796} = \frac{0,3010300}{0,0432136} = 7 \text{ Wässer.}$$

Wollte man den Procentgehalt des Haselgebirges unter Beibehaltung obiger Voraussetzungen rechnen, so haben wir:

$$\text{Füllwasser} = M \text{ und } \frac{M}{F} = h$$

$$\text{Soole } S = \frac{M}{F} \frac{6,4996}{\mu s - 0,2144} \quad \mu s = \frac{M \cdot 6,4996}{FS} + 0,2114$$

$$\text{und } \frac{1}{\varphi} + (s - 1)(t - 1) = \frac{M \cdot 6,4996}{FS} + 0,2114$$

$$(s - 1) = \frac{\frac{M \cdot 6,4996}{FS} + 0,2114 - 5,711}{0,56}$$

$$s = \frac{\frac{M \cdot 6,4996}{FS} + 0,2114 - 5,711 + 0,56}{0,56}$$

$$\text{Procentgehalt } P = \frac{100}{s} \%.$$

II. Die Soolenerzeugung in der Praxis.

Dieselbe geschieht: *a)* durch die Offenverwässerung, *b)* durch die Himmelverwässerung, *c)* durch Gefällsverwässerung, *d)* durch Verwässerung eingestürzten Hauwerkes oder zum Zwecke der Verlaugung eigens gewonnenen trockenen Gebirges (Trockengewinnung).

a) Die Offenverwässerung. Ist die Zustellung des S. 229 beschriebenen Werksatzes vollendet und die allgemeine Dammwehre bis auf die Hälfte ihrer Länge und zwei Drittel der Höhe hergestellt, so wird die Verwässerung der durch die Kreuz- und Parallelöffnen gebildeten Pfeiler eingeleitet. Zu diesem Zwecke wird das Wasser durch das Sinkwerk eingeführt und zuerst bis auf etwa 0,3 *m* der Pfeilerhöhe angezogen, weil im entgegengesetzten Falle bei ganz gefülltem Werke die Oeffnen von dem niederfallenden versotteten Gebirge unaufgelöst vergraben und vor dem ferneren Angriff des Wassers geschützt würden. Man lässt in der Regel ein derartiges Wasser nie zur vollen Sättigung kommen, sondern lässt die unvergütete Soole in ein tieferes Werk, kratzt den Laist von den Ulmen und säubert ihn über den Damm hinaus, um dem nächsten Wasser einen neuen frischen Angriff zu bieten.

Bei jedem neuen Wasser steigt man etwas in die Höhe und sucht die Offenmittel (Pfeiler) zu durchschneiden, bis dieselben endlich durchsotten sind und das Werk unter Himmel steht. Bei ärmeren Werken muss dann eine Säuberung vorgenommen werden.

An der Sohle des Werkes bleiben nach vollständiger Säuberung durch den aufgerissenen Damm, oder viel zweckmässiger durch die Pütte, wohl noch einige pyramidale Erhebungen zurück, die man jedoch in der Regel stehen lässt, da es sich ja hauptsächlich darum handelt, dem verticalen Angriff des Wassers baldmöglichst eine grosse Fläche darzubieten. Die Verwässerung soll möglichst rasch und bei reichen Kernstrichen auch vorsichtig geschehen. Sollten sich dessenungeachtet Ausschnitte gegen die Dämme zeigen, so sind dieselben durch kleine Flügeldämme zu schützen.

Die Anzahl der vorzunehmenden Offenverwässerungen ist sehr verschieden und hängt von der Reichhaltigkeit des Gebirges und von der Menge der Veröffnungen ab; so ergingen z. B. bei dem 1256 m^2 messenden Werkssatz Julius v. Hauer in Hallstatt 15 Offenverwässerungen, und wurde schliesslich von dem anfänglichen ersten Wasser pro 390 hl bis zur Himmelverwässerung und Säuberung ein Fassungsraum von 15 863 hl erzielt. Folgende Tabelle gibt die diesbezüglichen Verhältnisse bei den Salzbergen:

	Werkform	Werksdurchmesser in Metern	Anzahl der Offenverwässerungen	Offensäuberungen	Stärke der Offenpfeiler von Mittel zu Mittel in Metern
Ausee . . .	Kreisform	25—19	7—11	0	4
Hallstatt . .	Kreisform	42 Doppelwerke, 30 alte Werke	12—20	1	3—6
Ischl . . .	elliptisch	40—30	30—40	2—3	3
Hallein . . .	rechteckig	50 × 11	36	2	3
Hall . . .	elliptisch	50 × 20	4—13	2	2,00—4,5
Berchtesgaden . .	elliptisch	51—33	50—70	0	12
		120—40 110—35			

Man sieht aus den erfolgten Offenverwässerungen, dass Aussee und Berchtesgaden jedenfalls die reichsten Mittel haben, und dass die Anzahl der Offenverwässerungen unter übrigens gleichen Umständen von der Stärke der Mittelpfeiler und der Beschaffenheit des Laistes abhängig ist und aus manchen unregelmässigen Vorgängen auch manche Einflüsse unbekannt sein mögen. Ist das Werk unter Himmel gebracht, also sind die letzten Protuberanzen der Pfeiler an der Firste in einer Ebene verschwunden und ist noch eine allfällige Säuberung vorgenommen worden, so wird der Damu auf die ganze Länge verschlagen, am Sinkwerke eine in Centimeter getheilte Latte aufgestellt, die Ebene des Himmels ebensöhlig auf diese Latte herübergewogen und dieser Durchschneidungspunkt mit o bezeichnet. Es ist dieser Punkt der Ausgangspunkt für alle nun folgenden Himmelverwässerungen, und werden nun die Aetzhöhen vom 0 -Punkt dieser Latte an gerechnet.

b) Die Himmelsverätzung oder Werksverwässerung kann nun auf dreierlei Weise stattfinden:

α) Durch die gewöhnliche oder intermittirende Himmelverwässerung, Schnellwässerung, Inductionswässerung, β) durch die continuirliche oder permanente Wässerung, γ) durch die Schachtwässerung.

α) Die gewöhnliche intermittirende Wässerung: Ist die allfällige Säuberung, die Aufnahme des Werkes behufs Vermessung beendet und hat die Aufstellung der Himmelplatte, sowie die Erhöhung des Sumpf- und Einseihkastens stattgefunden, so sind alle Vorbereitungen getroffen, um die Füllung des Werksraumes vorzunehmen, also die Wasserarbeit in verticaler Richtung mit der erforderlichen Beschleunigung zu beginnen. Die Füllung des Werkes geschieht in möglichst ausreichender Menge in Röhren von 10 cm Lichte, aus welchen das Wasser am Kopfe des Sinkwerkes in den in Fig. 10, Taf. IV abgebildeten Zimentrog fliesst. Obgleich leicht einzusehen ist, dass das Ausgreifen der Werksulmen umso stärker stattfinden wird, je reicher das Werk, je grösser sein Fassungsraum und je höher also seine Werkshöhe ist, und es daher aus dieser Ursache geboten erscheint, die Füllung aus möglichst grossen Strähnen in kürzester Zeit zu beschleunigen, so ist nicht zu leugnen, dass die Werkserweiterung auch in dem Momente in weitaus grösserem Maasse stattfinden muss, in welchem das Wasser den Himmel erreicht, nachdem bei jeder differentialen Lösung in verticaler Richtung gleichzeitig eine solche in horizontaler Richtung eintreten muss, deren Maass wir Werkserweiterung, Verschnidung nennen, dass der ausgenützte Wehrraum bei den bisherigen Vorgängen daher niemals eine Cylinder-, sondern stets nur eine abgestutzte Kegelform darstellen wird, dessen Seitenwände in der Richtung des Aufsiedewinkels verlaufen.

Ist die Füllung vollendet, so treten die oben entwickelten Gesetze der Verdichtung ein und muss diesen Gesetzen bei der Lösung genau Rechnung getragen werden. Sobald das Wasser den 0-Punkt des Himmels, der ja das Niveau des durchschnittlichen Himmels anzeigt, erreicht hat, muss die Menge des ein-

zuleitenden Wassers abgekehrt und auf jene Grösse vermindert werden, welche der jedesmaligen Verdichtung entspricht.

Dieses verminderte Wasser, das Abkehrwasser, heisst der Aetzer, auch das Aetzwasser. Es ist jene Wassermenge, welche in jedem Zeitmomente in einem solchen Maasse nachzugeben ist, als ihm die Auflösung am Himmel noch nachfolgen kann, weder mehr noch weniger, als nothwendig ist, die in jedem Augenblicke stattfindende Verdichtung zu ersetzen.

In demselben Verhältnisse nehmen auch die in gleichen Zeiten verlangten Aetzhöhen ab, wie aus einem praktischen Beispiele des Salzberges von Ischl ersehen werden kann und wobei die Sättigung der Soole von 0—32 kg Salz pro Hektoliter Soole zunimmt.

Werk	0—10 kg		10—20 kg		20—30 kg		30—32 kg		32—32,5 kg		Werkshöhe m
	Stunden	Aetzmaass cm	Stunden	Aetzmaass cm	Stunden	Aetzmaass cm	Stunden	Aetzmaass cm	Stunden	Aetzmaass cm	
Lötsch .	33	18	83	17	274	19,5	144	5,5	36	1,5	2,26
Lindner	24	13	46	10	158	13,0	104	2,0	34	0,5	1,27
Ehrmann	51	21,5	157	20	314	21,5	169	5,5	72	2,5	2,06
Appold .	26	11,0	63	10,5	208	13,0	96	2,5	54	2,0	1,19
Helms .	30	11,5	98	12,5	208	14,0	104	5,5	71	4,0	1,45
Kolloredo	13	8,0	59	8,5	197	8,5	72	2,4	87	6,6	1,0
Pro Kilogramm entfallen bei:											
Lötsch .	3,3	1,8	8,3	1,7	27,4	1,95	72	2,25	60	2,5	—
Lindner	2,4	1,3	4,6	1,0	15,8	1,30	52	1,00	57	0,83	—
Ehrmann	5,1	2,15	15,7	2,0	31,4	2,15	84,5	2,75	120	4,10	—
Appold .	2,6	1,1	6,3	1,05	20,8	1,30	48,0	1,25	90	3,3	—
Helms .	3,0	1,15	9,8	1,25	20,8	1,40	5,2	2,75	118	6,66	—
Kolloredo	1,3	0,8	5,9	0,85	19,7	0,85	3,6	1,4	145	11,00	—

Wie aus dieser Tabelle zu entnehmen ist, sind die Aetzzeiten und Aetzmaasse verschieden je nach der Reichhaltigkeit des Gebirges und nach der Höhe des Werkes, welche mit der Reichhaltigkeit des Gebirges wächst.

Das bei jeder Wässerung verätzte Maass nimmt zu mit der Werkshöhe und mit der Armuth des Gebirges und ist daher unter übrigens gleichen Umständen ein gewisses Maass der Procenthältigkeit. Die durchschnittlichen Aetzmaasse auf ein Wasser sind verschieden und wechseln: in Aussee von 9—80 cm,

in Hallstatt von 20—80 *cm*, in Ischl von 32—70 *cm*, in Hallein von 29—58 *cm*, in Hall von 22—126 *cm* und in Berchtesgaden von 50—110 *cm*.

Die Aetzzeiten haben durch die Kunst der Wässerung bedeutend abgenommen, und es ist heutzutage nicht mehr schwer, ein Werk von ca. 40 000 *hl* Fassungsraum in 5 Tagen zu füllen und bei einem Aetzmaasse von 0,6 *m* in 20 Tagen zu vergüten, wozu im Anfange unseres Jahrhunderts 40 bis 50 Wochen nothwendig waren.

Sobald die Soole sudwürdig ist, d. i. 32 *kg* Salz im Hektoliter bei + 15° R enthält, wird dieselbe gutgesprochen, ein Decimeter vom Himmel gefällt, indem ein Theil der Soole in ein tieferes Werk abgelassen oder eingeschlagen wird, daher diese Werke, in welchen ein Vorrath vergüteter Soole magazinirt wird, auch Einschlagwerke genannt werden.

Zur Bestimmung des Soolegehalts an Salz dient gegenwärtig der vom Mechaniker Kraft auf empirischem Wege angefertigte Soolenmesser (Fig. 11, Taf. IV), welcher angibt, wie viele Kilogramm Salz in einem Hektoliter Soole enthalten sind und ist die diesbezügliche Literatur in den angeschlossenen Abhandlungen enthalten.¹⁾

Eine auf verlässliche Versuche basirte Uebersichtstabelle gibt den Salzgehalt pro Hektoliter Soole, das dazugehörige spezifische Gewicht und den Procentgehalt unserer alpinen Soolen bei der herrschenden Temperatur von 7° R und der Temperatur der Gutsprechung bei 15° R in nachstehender Tabelle:

¹⁾ Ueber den Gehalt bei Bestimmungen der Soolen in den Salzbergwerken. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 6 (1854). — von Carl v. Hauer, Der Salinenbetrieb Oesterreichs in den österreichischen Alpen. Jahrb. d. geol. Reichsanstalt. XIV. Bd. (1864). — Maass und Gewicht der Soole nach metrischem Systeme. Berg- u. hüttenm. Jahrb. d. Bergakademie f. Leoben u. Pörf. XXIII Bd. (1875). — Ueber gesättigte Soole vom Standpunkte des Salzbergmannes. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 28 (1883). — von Carl v. Balzberg, Neuerungen und Verbesserungen in den Sudeinrichtungen bei der k. k. Saline von Ischl, Soolwaagen. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 31, 32 (1883). — Ueber die Aufnahme von Nebensalzen bei der Haselgebirgsverlaugung. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 35, 36, 37 (1881).

Soole mit + 15° R =			bei + 7° R Temperatur		
Kilogr.	Spec. Gewicht	Procente	Kilogr.	Spec. Gewicht	Procente
34	1,2222	27,82	34,12	1,2279	27,78
33	1,2140	27,18	33,11	1,2186	27,17
32	1,2070	26,51	32,11	1,2112	26,51
31	1,2007	25,82	31,11	1,2050	25,82
30	1,1943	25,11	30,11	1,1989	25,11
29	1,1889	24,39	29,11	1,1930	24,40
28	1,1830	23,67	28,10	1,1871	23,67
27	1,1770	22,94	27,10	1,1811	22,94
26	1,1710	22,20	26,10	1,1752	22,20
25	1,1650	21,46	25,10	1,1692	21,46
24	1,1589	20,71	24,09	1,1631	20,71
23	1,1528	19,95	23,09	1,1569	19,95
22	1,1466	19,19	22,09	1,1507	19,19
21	1,1404	18,41	21,09	1,1445	18,42
20	1,1341	17,63	20,08	1,1382	17,64
19	1,1277	16,85	19,08	1,1318	16,85
18	1,1213	16,05	18,08	1,1254	16,06
17	1,1149	15,25	17,07	1,1190	15,25
16	1,1084	14,43	16,07	1,1124	14,44
15	1,1019	13,61	15,07	1,1058	13,62
14	1,0954	12,78	14,06	1,0991	12,79
13	1,0888	11,94	13,06	1,0923	11,95
12	1,0822	11,09	12,05	1,0855	11,10
11	1,0756	10,22	11,05	1,0786	10,24
10	1,0689	9,35	10,04	1,0717	9,37
9	1,0622	8,47	9,04	1,0646	8,49
8	1,0554	7,58	8,03	1,0575	7,59
7	1,0485	6,68	7,03	1,0505	6,69
6	1,0416	5,76	6,02	1,0433	5,77
5	1,0346	4,83	5,02	1,0361	4,84
4	1,0276	3,89	4,01	1,0288	3,89
3	1,0206	2,94	3,01	1,0216	2,94
2	1,0136	1,97	2,00	1,0142	1,97
1	1,0065	0,99	1,00	1,0069	0,99

Soole mit + 7° R =			bei + 15° R Temperatur		
Kilogr.	Spec. Gewicht	Procente	Kilogr.	Spec. Gewicht	Procente
34	1,2267	27,71	33,88	1,2210	27,74
33	1,2176	27,10	32,89	1,2130	27,11
32	1,2104	26,43	31,89	1,2061	26,44
31	1,2044	25,73	30,89	1,1999	25,73
30	1,1983	25,03	29,89	1,1940	25,03
29	1,1925	24,32	28,89	1,1881	24,31
28	1,1866	23,59	27,90	1,1823	23,59
27	1,1806	22,87	26,90	1,1763	22,87
26	1,1747	22,13	25,90	1,1704	22,13
25	1,1687	21,38	24,90	1,1644	21,38
24	1,1625	20,64	23,91	1,1582	20,64
23	1,1563	19,87	22,91	1,1521	19,87
22	1,1501	19,13	21,91	1,1459	19,12
21	1,1439	18,35	20,92	1,1397	18,35
20	1,1376	17,58	19,92	1,1334	17,57
19	1,1312	16,79	18,92	1,2770	16,79
18	1,1248	16,00	17,92	1,1207	15,99
17	1,1185	15,19	16,93	1,1143	15,19
16	1,1119	14,39	15,93	1,1078	14,38
15	1,1053	13,57	14,93	1,1014	13,56
14	1,0986	12,74	13,93	1,0949	12,72
13	1,0918	11,90	12,94	1,0883	11,89
12	1,0851	11,06	11,94	1,0817	11,04
11	1,0782	10,20	10,95	1,0751	10,18
10	1,0713	9,33	9,95	1,0685	9,32
9	1,0643	8,45	8,96	1,0618	8,44
8	1,0572	7,56	7,96	1,0551	7,54
7	1,0502	6,66	6,97	1,0482	6,65
6	1,0431	5,75	5,98	1,0413	5,74
5	1,0359	4,82	4,98	1,0344	4,81
4	1,0287	3,89	3,99	1,0274	3,88
3	1,0215	2,93	2,99	1,0205	2,93
2	1,0142	1,97	2,00	1,0136	1,97
1	1,0069	0,99	1,00	1,0065	0,99

Das zur Verlangung angewendete Wasser mit seinem Gehalte von kohlen saurem Kalke und Magnesia und der gleichzeitigen Anwesenheit der in der folgenden Tabelle genannten Gemengtheile des Haselgebirges schliessen schon im vorhinein die absolute chemische Reinheit der Salzsoole aus; die in dem Salzberge durch Verlaugung des Haselgebirges entstehenden Soolen sind daher auch mehr oder weniger reich an Nebensalzen, und zwar an Sulfaten von Kalkerde, Kali, Natron, sowie an Chlorüren von Magnesium, je nachdem diese Soolen frisch erzeugt zur Benützung gelangen, oder in den Einschlagwerken unter dem Einflusse der das Haselgebirge constituirenden Bestandtheile längere Zeit ihrer Masseneinwirkung oder chemischen Affinität ausgesetzt werden, wobei auch gleichzeitig eine Einwirkung auf den Gehalt oder das specifische Gewicht der Soole stattfindet. Nach den Analysen von C. v. Hauer ¹⁾ haben die Soolen des Kammerguts folgende Zusammensetzung:

Soolen von		1 M Soole enthält Kilogramm						
		Schwefelsaure Salze			Chlor		Summe	Direct gefunden
		Kalk	Kali	Natron	Mg	Na		
Hallstatt	1. Frisch erzeugt . .	0,374	0,180	0,615	0,565	29,915	31,649	32,038
	4. 1½ Jahre alt . .	0,288	0,349	0,640	0,802	29,500	31,579	32,098
	5. Aus den Soolenstuben in Ischl .	0,434	0,216	0,361	0,470	30,246	31,727	31,656
Ischl	1. Aus dem Lebenauwerke in Ischl . .	0,372	0,239	0,473	0,420	29,659	31,163	31,005
	2. 3 Jahre alt . . .	0,170	0,595	1,738	0,618	30,028	33,149	32,921
	3. Aus den Soolenstuben in Ebensee	0,324	0,191	0,636	0,516	29,812	31,479	31,206
Aussee	1. 4 Jahre alt aus dem Eustach Herrisch-Werk	0,230	1,379	3,247	1,062	28,744	34,662	33,971
	2. 4 Jahre alt aus dem Monsberglwerk	0,205	0,775	1,527	0,712	29,312	32,531	32,380
	3. Aus dem Plentznerwerk	0,205	1,119	1,179	0,911	29,76	31,174	33,464

¹⁾ Carl v. Hauer, Der Salinenbetrieb in den österreichischen Alpen. Jahrb. d. geol. Reichsanstalt. XIV. Bd. (1864). — A. v. Kripp, Versuche über das Verhältniss von Steinsalz und Salzthon zum Wasser bezüglich einiger beim Verwässerungsgeschäft des Salzberges auftretenden physikalischen Erscheinungen. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 52 (1868).

Aus diesen Untersuchungen hat sich ergeben, dass eine durch längere Zeit abgelegene Soole ohne Ausnahme weniger Gyps enthält, als frische Soole, dass jedoch durch längere Zeit in den Einschlagwerken magazinirte Soole eine Wechselerzersetzung erleide und hiebei relativ eine Abnahme von Chlornatrium und eine Zunahme von schwefelsaurem Natron, Kali und Chlormagnesium stattfindet, dass es also im Interesse des Hüttenmannes gelegen ist, die möglichst vergütete Soole so schnell als möglich aus dem mit Sulfaten geschwängerten Laistfiltrum abzuziehen.

Die chemische Reinigung der Sudsoole insbesondere nach Patera und die vorgeschlagene Methode zur Beseitigung des grossen Glaubersalzgehaltes durch Kältemischungen sind noch Probleme, deren Lösung der Zukunft vorbehalten ist. ¹⁾

Ebenso ist die Frage unentschieden, ob die extreme Concentration bei der Vergütung der Soole zum Nutzen des Sudprocesses selbst auf Kosten der Himmelserweichung fortgesetzt oder im Interesse des Salzberges zur Schonung des Wehrhimmels früher unterbrochen werden soll.

Bei jenen Salzbergen, welche einen gypsigen, mehr durchlässigen Thon haben, werden die vom Himmel losgelösten Salztheile einer späteren Auflösung durch das neue Ankehrwasser schwer entgehen, was bei dem plastischen Thone nicht der Fall ist, und hier auch grosse Verluste für den Salzberg entstehen können. In dieser Hinsicht ist die oben S. 282 angegebene Tabelle aus der Praxis sehr lehrreich.

Der eigentliche praktische Wässerungsdienst und seine Buchführung. Der Wässerungsdienst besteht in der Bedienung und Nachsicht bei der Soolenerzeugung oder Auslaugung, der Ueberwachung der Laugwerke und der dazugehörigen Wasserleitungen, sowie der Ausleitung der Soole.

¹⁾ Ueber die Gewinnung von Nebenproducten mit Rücksicht auf die chemische Reinigung der Sudsoole. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 21 (1867). —

Die dabei in Verwendung stehende Mannschaft, die sogenannten Wässerer, welche nebstbei die Selbstwässer oder sogenannten Raubwässer, die Druckwässer für eventuelle Maschinenbedienung und Säuberung, sowie das Abfallwasser zu überwachen haben, theilen sich in zwei Partien (Passen), die sich jeden Montag ablösen, daher für jeden Pass eine volle Woche Dienst und eine volle Woche Rast entfällt. Dieselben verfahren gleich anderen Grubenarbeitern achtstündige Schichten, welche durch die im Dienste Stehenden im steten Wechsel verfahren werden, wodurch der Wässerungsdienst stets belegt erhalten ist. Um in die Anforderungen, welche die Auslaugung bedingt, einen Einblick zu gewinnen, mag noch folgendes Beispiel aus einem Salzberge mittleren Salzreichthumes (Ischl) dienen:

Die Erzeugung von jährlich 700 000 *hl* Soole bedingt 22—26 Wässerungen der Laugwerke, aus welchen sich durchschnittlich 30 000 *hl* Soole für eine Wässerung berechnen. Dieser Durchschnitt für ein Laugwerk mittlerer Grösse dürfte 29 500 *hl* Füllwasser und 1500 *hl* Aetzwasser beanspruchen, da erfahrungsgemäss dort einige Procente im Laiste zurückbleiben.

Sind die bestehenden Wasserleitungen und Mesströge (Fig. 10, Taf. IV) derart eingerichtet, dass durchschnittlich 180 *hl* pro Stunde als Füllwasser gegeben werden können, so ergibt sich ein Zeitraum von $\frac{29\,500}{180} = 164$ Stunden oder rund 7 Tagen für die Werksfüllung. Die durchschnittliche Aetzzeit mit 24 Tagen angenommen beträgt daher die Dauer einer Wässerung sammt Füllung einen Monat, daher für jeden Monat (24 : 12 =) 2 Wässerungen entfallen, welche durchzuführen Aufgabe des Wässerungspersonales ist.

Ueber das künstliche Dungsalt von Aussee. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 25 (1872). — A. Patera, Studien über den Salzsiedeprocess und Reinigung der Sudsoole. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 37 u. 38 (1872). — A. Patera, Ueber die Soolenreinigung. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 1 (1873). — Ueber die Aufnahme von Nebensalzen bei der Haselgebirgsverlaugung. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 35, 36, 37 (1881).

Die genaue Durchführung einer jeden Wässerung bedingt im Besonderen, dass vor Beginn derselben darauf gesehen werde, dass die Leitungen sowohl als auch die Zimentirungsvorrichtungen am Sinkwerke und Ablasse in einem brauchbaren Zustande, die Ablasspipen gut geschmiert, gehörig versichert seien und gut schliessen. Zur Anwässerung selbst wird dem Wässerer in schwierigeren Fällen ein Strährnarbeiter als Gehilfe beigegeben. Während der Füllungsdauer hat der Wässerer bei der Wasserleitung fleissig nachzusehen, am Zimenttrog den Wasserstand genau abzulesen und auf dem Wässerungsbogen und im Taschenbuch, welches er stets bei sich zu tragen hat, zu notiren. Nähert sich der Füllwasserstand dem Himmel, so muss der Wässerer durch fleissige Beobachtung den Zeitpunkt der Himmelerreichung zu ermitteln suchen, an Ort und Stelle diese Erreichung abwarten, was insbesondere bei der kleinen Umgrenzung am Sinkwerke umso schwieriger ist, je kleiner, und in Folge dessen empfindlicher das Werk ist.

Ist der Himmel erreicht, so ist sofort der Salzgehalt der Lauge zu erheben, der Himmelmaassstab eventuell mit seinem Nullpunkte dem Wasserstand gemäss zu corrigiren und der Wasserzfluss auf das der Beschaffenheit des Werkes entsprechende anfängliche Aetzwasser abzumindern.

Die Anhaltspunkte für die anfängliche Aetzwassermenge sucht sich der Wässerer aus den Aufschreibungen der früheren Wässerungen mit Bezug auf die Füllwassermengen und richtet das erste Aetzwasser darnach ein.

Dasselbe kann auch sehr zweckmässig auf dem Wege der später erwähnten Inductionswässerung berechnet werden, und dieselbe dem gebildeten Wässerer als Correctiv seiner praktischen Handlungsweise verlässlich dienen.

Bei jeder Abänderung, Umstellung des Aetzwassers, welche vom Befunde des Aetzwassers, des Salzgehaltes und dem stärkeren oder schwächeren Anliegen der Lauge am Himmel abhängig ist, hat der Wässerer Alles zu notiren, bis zur Gutsprechung, welche durch den Beamten erfolgt, worauf die Fällung der Soole vom Himmel bis zu 25 *cm* erfolgt, welche

Soole entweder in ein Einschlagwerk oder in ein Klärungsreservoir geleitet wird.

Für die Berechnung der Soolenerzeugung dienen eigene Aufschreibungen, und zwar:

- a) Die Aufschreibung des Wässerers über den Wassereinfluss am Sinkwerke und
- b) den Soolenabfluss am Ablasse.
- c) Ein Auszug aus dem von dem betreffenden Steiger zu führenden Wässerungsbttichel mit wöchentlichem Abschluss, welcher aus dem, mit dem Wässerungsbogen gleichlautenden Taschenbuche verfasst wird und für die Berechnung des Wasser- und Soolenquantums dient.
- d) Ein Auszug aus dem Wässerungsjournal mit monatlichem Abschluss für die Verrechnung der Soolenerzeugung und der Abgabe, über welche Aufschreibungen weiter unten ein praktisches Beispiel durchgeführt werden soll.

Im Weiteren liegt dem praktischen Wässerer die Ableitung der Soole aus dem Berge bis zu dem am Stollenmundloche befindlichen Reservoir ob, je nach dem Bedarfe der Sudhütte, wofür angenommen werden kann, dass durchschnittlich immer 3 Ablässe in Action sind. Als Entleerungsdauer dürften beispielsweise für Ischl durchschnittlich 6 Wochen angenommen werden.

Unter die sorgsame und fleissige Ueberwachung gehören aber auch jene Ablässe, welche durch die im Werke vorhandene Soole stets im Drucke stehen. Jene kleinen Gebrechen, welche der Wässerer selbst im Stande ist zu beheben, unterliegen auch seinen Dienstesverrichtungen, wesshalb zu diesem Geschäfte auch fast ausschliesslich Strährnarbeiter angestellt werden, weil ja dieser Dienst genaue Kenntniss aller Haupt- und Zweigleitungen für Wasser und Soole mit deren Umlegungs- und Maassvorrichtungen bedingt. Gewissenhaftigkeit, Eifer und Pflichttreue sind die unerlässlichen Bedingungen für diesen Dienst, umsomehr, als derselbe ein selbständiges Vorgehen in

sich schliesst und nicht zu allen Zeiten der Controle unterstehen kann.

Praktische Buchführung bei einem in Verlaugung befindlichen Werke, wobei bemerkt wird, dass Kürze halber nicht alle Zeitpunkte der Beobachtung hier verzeichnet sind:

Tabelle a). Ueber die Füllung, Verätzung und Vergütung:

Name des Wasserers	Datum	Stunde	Zimentrog		Abgeätzt in Centimeter	Haltigkeit der Soole in Kilogramm
			Oeffnungen	Theilstriche am Maassstab		
Angewässert am 31. Mai 1890, 9 Uhr Vormittag						
N. N. . . .	31. Mai	9	6	30	—	—
	1. Juni	6	6	30	—	—
	2. "	7	6	30	—	—
	3. "	12 ¹ / ₄	6	30	—	—
gestellt . .	3. "	12 ¹ / ₄	6	31	—	—
	4. "	6	6	31	—	—
	5. "	8	6	31	—	—
	6. "	7	6	31	—	—
	7. "	3	6	31	—	—
Werkshimmel erreicht						2,0
gestellt . .	7. Juni	3	4	27	—	—
	7. "	7	4	27	2,5	3,5
gestellt . .	7. "	7	4	19	—	—
	7. "	10	4	19	5,0	5,0
gestellt . .	7. "	10	3	17	—	—
	7. "	2	3	17	7,0	6,0
gestellt . .	7. "	2	2	16	—	—
	7. "	5	2	16	9,0	7,0
gestellt . .	7. "	5	1	20	—	—
	8. "	1	1	20	11,5	9,0
gestellt . .	8. "	1	1	15	—	—
	8. "	9	1	15	13,5	10,0
gestellt . .	8. "	9	1	11	—	—
	8. "	5	1	11	15	11
gestellt . .	8. "	5	1	9	—	—
	9. "	1	1	9	16,5	12,5
gestellt . .	9. "	1	1	8	—	—
	9. "	5	1	8	18,5	14,0
gestellt . .	9. "	5	1	6	—	—

Name des Wasserers	Datum	Stunde	Zimentrog		Abgeätzt in Centimeter	Hältigkeit der Soole in Kilogramm
			Oeffnungen	Theilstriche am Maassstab		
N. N.	10. Juni	8	1	6	20	15,5
gestellt . . .	10. "	8	1	5	—	—
	11. "	7	1	5	22,5	17,5
gestellt . . .	11. "	7	1	3	—	—
	12. "	7	1	3	24,5	19
	13. "	7	1	3	26,5	20
	14. "	7	1	3	28,5	21
gestellt . . .	14. "	7	1	2	—	—
	15. "	7	1	2	30	22
	16. "	8	1	2	31,5	23
gestellt . . .	16. "	8	1	1	—	—
	17. "	8	1	1	33	24
	18. "	8 ^{1/2}	1	1	35	25
	19. "	8	1	1	36	26
	20. "	8	1	1	38,5	27
	21. "	8	1	1	41	28
gestellt . . .	21. "	—	1	1/3	—	—
	22. "	8	1	1/3	42	29
	23. "	8	1	1/2	43,5	29,5
gestellt . . .	23. "	4	1	1/4	—	—
	24. "	4	1	1/4	45,5	30,5
Verätzung eingestellt und Wasser abgekehrt						
	25. Juni	4	0	0	47,5	31
	26. "	4	0	0	48	31
	27. "	4 ^{1/4}	0	0	49,5	31,5
	28. "	3	0	0	50	32,0

Gutgesprochen am 28. Juni 1890 mit dem in Fig. 11, Taf. VI abgebildeten Aräometer bei 15° R

Tabelle b). Ueber die Entleerung der vergüteten Soole:

Name des Wasserers	Datum	Stunde	Anzahl der Oeffnungen	Theilstriche am Maassstab
			am Zimentrog	
Eingeschlagen in das Soolenreservoir				
Angekehrt am 28. Juni 1890				
N. N.	28. Juni	3	3	20
	29. "	1	3	20
gestellt	29. "	1	1	20
	30. "	1	1	20
	1. Juli	9	1	20

Name des Wässerers	Datum	Stunde	Anzahl der	Theil-
			Oeffnungen	striche am
			am Zimenttrog	
gestellt	1. Juli	9	1	8
	1. "	1	1	8
gestellt	1. "	1	1	13
	2. "	5	1	13
	3. "	9	1	13
	3. "	1	1	13
Abgekehrt				
Angekehrt Nachmittag 3 Uhr				
	6. "	3	1	21
	7. "	7	1	21
	8. "	8	1	21
	9. "	12 ¹ / ₂	1	21
	9. "	10	1	21
Abgekehrt				
Angekehrt 1. September, 12 Uhr Nachts				
	1. Sept.	12	1	24
	2. "	7	1	24
	3. "	6	1	24
	4. "	5	1	24
	5. "	7	1	24
	6. "	5	1	24
	6. "	1	1	24
gestellt	6. "	1	1	30
	7. "	6	1	30
	8. "	7	1	30
	9. "	6	1	30
	9. "	1	1	30
gestellt	9. "	1	1	20
	10. "	1	1	20
gestellt	10. "	1	1	24
	11. "	5	1	24
	12. "	12 ¹ / ₂	1	24
	13. "	6	1	24
	14. "	6	1	24
	14. "	2	1	24
gestellt	14. "	2	1	30
	15. "	2	1	30
	15. "	4	1	30
gestellt	15. "	4	2	24
	16. "	12 ¹ / ₄	2	24
	16. "	3	2	24
gestellt	16. "	3	1	23
	17. "	2	1	23
	17. "	4	1	23
gestellt	17. "	4	1	28
	18. "	7	1	28

Name des Wasserers	Datum	Stunde	Anzahl der	Theil-
			Oeffnungen	striche am Maassstab
			am Zimentrog	
	19. Sept.	7	1	28
	19. "	10	1	28
gestellt	19. "	10	1	22
	20. "	7	1	22
	20. "	3 ^{1/2}	1	22
	21. "	2	1	21
	22. "	10	1	21
	23. "	5	1	21
	24. "	1	1	21
	25. "	9	1	21
	25. "	1	1	21
gestellt	25. "	1	3	17
	26. "	1	3	17
	27. "	9	3	17
	27. "	2	3	17
gestellt	27. "	2	3	18
	28. "	1	3	18
	29. "	6	3	18
	29. "	4	3	18
gestellt	29. "	4	3	20
	30. "	8	3	20
	1. Oct.	1	3	20
gestellt	1. "	1	2	20
	2. "	9	2	20
	3. "	1	2	20
	4. "	2	2	20
gestellt	4. "	2	1	20
	5. "	9 ^{1/2}	1	20
	6. "	1	1	20
	7. "	12	1	20
gestellt	7. "	12	1	5
	8. "	7	1	5
	9. "	5	1	5
	10. "	12	1	5
gestellt	10. "	12	1	3
	11. "	12	1	3
	trübe, gestellt			
	11. Dec.	12	1	1/2
	11. "	4	1	1/2
	geschlossen			

Aus diesen Aufschreibungen erfolgt der Auszug Tabelle c), die wöchentliche Aufschreibung, und zwar Tag für Tag summarisch über das in die zu vergütende Wehre eingeflossene Füll- und Aetzwasser, ferner über die erzeugte Soolmenge,

Datum	Tag	Soole zur Hütte			
		Name des Werkes			
		Stunden	Öeffnungen	Theilstriche	Hektoliter

Tabelle d). Auszug aus dem Wässerungsjournal:

Datum	Name des Werkes		
	Wassereinfluss	Aetzmaass	Salzgehalt
	hl	cm	kg
31. Mai . . .	2 700	—	—
1. Juni . . .	4 300	—	—
2. " . . .	4 300	—	—
3. " . . .	4 464	—	—
4. " . . .	4 464	—	—
5. " . . .	4 464	—	—
6. " . . .	4 464	—	—
7. " . . .	558	—	—
	1 097	2,5	3,5
8. Juni . . .	291	15,0	11,0
9. " . . .	179	18,5	14,0
10. " . . .	128	20	15,5
11. " . . .	86	22,5	17,5
12. " . . .	72	24,5	19
13. " . . .	72	26,5	20
14. " . . .	55	28,5	21
15. " . . .	48	30	22
16. " . . .	32	31,5	23
17. " . . .	24	33	24
18. " . . .	24	35	25
19. " . . .	24	36,5	26
20. " . . .	24	38,5	27
21. " . . .	16	41	28
22. " . . .	12	42	29
23. " . . .	10	43,5	30

Datum	Name des Werkes		
	Wassereinfluss	Aetzmaass	Salzgehalt
	hl	cm	kg
24. Juni . . .	4	45,5	30,5
25. " . . .	—	47	31
26. " . . .	—	48	31
27. " . . .	—	—	31
27. " . . .	—	—	31
28. " . . .	—	—	32
Füllwasser		29 754 hl	
Aetzwasser		2 198 "	
Gutgesprochen mit		31 952 hl Soole	
Ab 3% Verdichtung		958 " "	
Zur Verrechnung		30 994 hl Soole	

Aus diesem ergibt sich das Soolenempfangs- und Abgabesjournal mit monatlichem Abschluss nach folgendem Muster:

Datum	Soolenempfang durch Erzeugung		
	Name des Werkes		Summe
	Hektoliter		
28. Juni	30 990	30 990
Eingeschlagen	1 820		
Rest	29 170		
Vorrath	29 170 Monat Juli	
Empfang	—		
Summe	29 170		
Abgabe	2 240		
Rest	26 930		
Vorrath	26 930 Monat August	
Empfang	—		
Summe	26 930		
Abgabe	—		
Rest	26 930		
Vorrath	26 930 Monat Septb.	
Empfang	—		
Abgabe	22 110		
Rest	4 820		
Vorrath	4 820 Monat October	
Empfang	—		
Summe	4 820		
Abgabe	4 820		
Rest	—		

Datum	Soolenempfang durch Einschlagung		
	Name des Werkes		Summe
	Hektoliter		

Datum	Soolenabgabe an die Sudhütte				
	Name des Werkes	Name des Werkes	Name des Werkes	Name des Werkes	Name des Werkes
	Juni	Juli	August	September	October
1.					
2.					
3.					
—					
—					
29.					
30.					
Summe	—	2060	—	22 110	4820

Datum	Soolenabgabe durch Einschlagung				
	Name des Werkes	Name des Werkes	Name des Werkes	Name des Werkes	Name des Werkes
	Juni	Juli	August	September	October
1.					
2.					
3.					
—					
—					
29.					
30.					
Summe	1820	180	—	—	Σ = 30 990

Die Schnellwässerung. Auf die alte verderbliche Verlaugungsart mit Beginn unseres Jahrhunderts, bei welcher wöchentlich circa 2 Decimalzolle = 3,7 cm verätzt und die ganze Wässerung auf 40 bis 50 Wochen ausgedehnt wurde, folgte in den Dreissiger-Jahren die sogenannte Schnellwässerung, bei welcher die Verätzung unter einem Ueberdruck von 2 bis 30 Zollen stattfand. In dem Maasse, als die Gesetze der Verdichtung erkannt wurden, machte diese Methode allmählich der heutigen Methode Platz, deren empirische Durchführung endlich durch die sogenannte Inductionswässerung¹⁾ einen sicheren theoretischen und praktischen Halt gewann. Trägt man nach irgend einer praktisch ausgeführten Wässerung auf einem Achsensystem in der Ordinate die Kilogramme und jeweiligen Procente der Verdichtung, das Aetzwasser, und in der Abscissenachse die zugehörigen Stunden auf, so ergeben sich zwischen den Kilogrammen und Stunden einerseits und zwischen den zugehörigen Procenten der Verdichtung und den Stunden anderseits graphische Beziehungen, Curven, welche gestatten, die continuirlich verlaufenden Coëfficienten zu berechnen, welche in Procenten ausgedrückt durch Multiplication mit dem Füllwasser fortlaufende Werthe und aus ihren Differenzen das gesuchte Aetzwasser ergeben.

Jede mittelst Curven graphisch ausgedrückte Verlaugung irgend einer Wehre wird auf diese Weise die darauf folgende praktische Wässerung derselben Wehre wesentlich günstiger gestalten und den Gang erleichtern.

β) Die continuirliche Verwässerung. Sie ist die Fortsetzung der intermittirenden Wässerung auf dem Beete guter Soole, indem fortwährend süßes Wasser am Sinkwerke ein- und gleichzeitig ein um die Procente der Verdichtung vermindertes Volumen an vollgradiger Soole am Ablasse abgezogen wird.²⁾

¹⁾ Ueber die vortheilhaftere Verlaugung des Haselgebirges. B. u. H. J. d. B. v. L. u. Pr. Bd. XXVII (1879), Bd. XXVIII (1880) u. Bd. XXIX (1881).

²⁾ v. Schwind, Ueber den Betrieb des Eustach Herrisch-Werkes in Aussee. Lithographie (1866). — v. Schwind, Betrachtungen über die Raum-

Wie bereits oben bei der theoretischen Entwicklung dieser Methode gezeigt wurde, haben sich die in Hinsicht auf die grössere Stabilität unseres Salzbergbaues abzielenden Hoffnungen und Erfolge dieser Methode nicht erfüllt, doch sind bei dem Eustach Herrisch- und Werner-Werke in Aussee, sowie im Leopold v. Buch-Werke in Hall ganz befriedigende Resultate erzielt worden, und kann diese Methode, wenn sie auch im Allgemeinen nicht mehr angewendet wird und sich nicht verlässlich gezeigt hat, in gewissen Fällen, z. B. bei der Offenverwässerung, sich als vortheilhaft erweisen.

γ) Die Schachtwässerung. Dieselbe wurde im Jahre 1888 von dem k. k. Oberbergverwalter Anton Schernthanner auf dem Salzberge in Aussee eingeführt und steht in dieser Art als eine ganz neue und originelle Methode im geraden Gegensatz zu der heutigen Verlaugungsart. Bei der bisherigen Verlaugung geschieht die Wasserarbeit bekanntlich über die ganze Himmelfläche nach aufwärts; die natürliche Folge ist die horizontale Erweiterung dieser Fläche in dem Winkelschenkel von 45° , welche Erweiterung endlich eine solche Dimension annehmen kann, dass die Tragfähigkeit der ganzen Fläche vernichtet wird. Wird auch die Anfangsfläche des Werkes zu dem Zwecke auf jene Grösse vermindert, dass die Endfläche nach Erreichung der vollen Etagenhöhe unter ihrer Bruchgrenze bleibt, so ist der ausbenützte Raum als ein abgestumpfter Kegel hinsichtlich der Benützung des abgebauten Grubenfeldes ein sehr unvollkommener¹⁾ und wird es auch immer bleiben, insolange die Ulmen des ausbenützten Wehrraumes nicht eine senkrechte Stellung einnehmen.

Diese Stellung hat die Schachtwässerungsmethode zum Zielpunkte, und haben, wie aus Fig. 1, Taf. VI, zu ersehen ist, die auf dem Salzberge in Aussee ausgeführten Versuche die darauf basirten Erwartungen in dem Maasse erfüllt, dass nun-

veränderungen durch continuirliche Verwässerung im Leopold v. Buch-Werke. Lithographie (1865). — v. Schwind, Verwässerung des Haselgebirges als Motiv der Bauanlagen (1854).

¹⁾ v. Schwind, Eine neue Bauregel für die Salzberge. B. u. H. J. d. B. v. L. u. Pr. Bd. XXIV (1876).

mehr kein Zweifel besteht, dass diese Methode sich weit vortheilhafter erweist, und dass die bisherigen Methoden, welche die senkrechten Ulmen anstrebten, in dieser Hinsicht durch die Schachtwässerung überholt sind.¹⁾ Der Hauptzweck dieser Methode besteht darin, die horizontale Werksverweiterung mit der verticalen, d. h. das Aetzmaass zu der Fläche in ein richtiges, für die Aufbenützung von beliebigen Versudhöhen günstiges Verhältniss zu bringen, eine beliebige Versudhöhe auszunützen, ohne dass die hiedurch entstandene Werksfläche ein gewünschtes Maass überschreite.

Dass das bisher auf intermittirendem Wege nicht möglich war, erhellt, wie schon erwähnt, daraus, dass bei der bekannten unverhältnissmässigen horizontalen Ausdehnung durch die intermittirende Wässerung das Werk schon bei einer geringen Versudhöhe eine Fläche erreicht, welche ein weiteres Verwässern verbietet, und so der grösste Theil des vorhandenen Mittels als unausnützlich zurückbleibt. Der zweite Grund für die Nichtaufbringung einer Wehre, insbesondere bei reichen Mitteln, liegt darin, dass bei der bisherigen Wässerungsmethode das Werk nach jeder Wässerung entleert werden muss, und jede Neufüllung naturgemäss eine horizontale Ausdehnung bedingt, was beim Schachtwerke nicht stattfindet, indem das Unterwerk stets mit Soole erfüllt ist.

Es wird hier als Beispiel das praktisch durchgeführte Verfahren im Scheuchenstuelwerke (Aussee) kurz dargestellt, und zwar durch den angeschlossenen Auszug aus den Verwässerungsbüchern und der dazugehörigen Skizze Fig. 1, Taf. VI. Das Scheuchenstuelwerk ist eine Dammwehre, und wurde die Anlage in der gewöhnlichen Weise hergestellt und verwässert, und zwar wurde nach 8 Offenverwässerungen, als die Wehre eine Fläche von circa 2000 m^2 hatte, zur Himmelsverätzung geschritten, wobei sich nach 8 intermittirenden Wässerungen und einem Aetzmaasse von 147 cm das Werk auf 2770 m^2 vergrössert hat.

¹⁾ A. Schernthanner, Aufsiedung beliebiger Etagenhöhen ohne Verdämmung und Doppelwerke am Ausseer Salzberge. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 13, 14 (1888). — A. Schernthanner, Der Schachtwerksbetrieb am Ausseer Salzberge. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 7 u. 8 (1889).

Wässerung	Aetzmaass		Füll.	Aetz-	Zusammen	Hieraus erzeugte Soole
	Einzeln	Zusammen				Einzeln
	cm		hl		hl	
Unterwerk Nr. I						
1.—8. Offenverwässerung . .	199	199	55 612	1 750	57 362	64 695
1.—8. Himmelsverwässerung	147	346	195 230	6 050	201 280	227 043
Schlussresultat der Verwässerung des Unterwerkes .	—	346	250 842	7 800	258 642	—
Schachtwerk Nr. I						
1.—22. Schachtwässerung .	597	597	109 190	3 447	112 637	123 732
23.—25. "	96	693	72 940	2 297	75 237	85 031
26.—27. "	13	706	68 650	2 170	70 820	80 082
28.—29. "	52	758	89 840	2 830	92 670	104 753
30.—31. "	143	901	133 970	4 220	138 190	156 464
32.—33. "	136	103	201 700	6 326	208 026	235 481
34 u. 42. "	126	1163	232 940	7 350	240 290	271 800
43. "	87	1250	141 260	4 450	145 710	164 710
Schlussresultat im Schachtwerke Nr. I	—	1250	1 050 490	33 090	1 083 580	—
Schachtwerk Nr. II						
1.—34. Schachtwässerung .	412	412	420 999	9 979	430 978	—
Totalergebniss im Scheuchentuelwerke bis zum 12. Mai 1891	—	2008	1 722 331	50 869	1 773 200	—

Hieraus erzeugte Soole	Wässerungsdauer	Himmelfläche	Den Himmel erreicht mit einer Grädigkeit von :	Grädigkeit der Soole am Schluss der Wässerung		Wassereinfluss während der Füllung pro Stunde	Anmerkung
				am Sinkwerk	am Ablass		
Zusammen	Stunden	m ²		kg pro hl		hl	
U n t e r w e r k N r. I							
64 695	4 280	2 000	11—19	33	33—34	168	
291 738	7 706	2 770	8—17	33	33—34	168	
291 738	11 986	2 770	—	—	—	—	(Fig. Unterwerk)
S c h a c h t w e r k N r. I							
123 732	6 737	649	1—19	24—32	33—34	30—168	(Fig. I)
203 763	1 742	942	3—4	11—24	33—34	168	(Fig. II)
288 845	1 399	1 176	5—8	26—27	34	"	(Fig. III)
393 598	2 066	1 487	8	30—31	35	"	(Fig. IV)
550 062	2 721	1 885	10	31	35	"	(Fig. V)
785 543	3 336	2 310	12	31—32	35	180	(Fig. VI)
1 057 343	3 940	3 037	9—10	31—32	35	180—200	(Fig. VII)
1 222 053	911	3 500	7	32	—	214	(Fig. VIII)
1 222 053	22 852	3 500	—	—	—	—	
S c h a c h t w e r k N r. II							
468 732	7 520	3 384	17—32	29—32	33—35	50—245	(Fig. II)
1 982 523	42 388	—	—	—	—	—	
= 1764 Tage u. 22 Stunden							

Die gesammte Soolenerzeugung in diesem Werke beträgt 291 738 *hl*. Der Fassungsraum ist 38 000 *hl*. Bei seiner gefährlichen Lage zu dem Nachbarwerk war das Scheuchenstuelwerk nach einigen Wässerungen todt zu sprechen. Da entwickelte sich die Idee, das Werk (Unterwerk) gar nicht mehr zu entleeren und über demselben eine neue Welre zu errichten, nur mit dem Unterschiede von einer gewöhnlichen Werksanlage, dass hier der Soolenspiegel des Unterwerkes die Basis für das nächst höhere Schachtwerk bildete, und dass die Werksveröffnung nur mehr ans dem Sinkwerke und dem Schachte bestand. Die Wässerung blieb auch in der Folge mit Ausnahme der ersten 6 Wässerungen die gleiche wie früher, nämlich die intermittirende, aber es wurde, um ein günstigeres Verhältniss zwischen Versudmaass und Werksfläche zu erzielen, schon bei der ersten Wässerung das Wasser 469 *cm* (Punkt *a*) über dem Himmel des gefüllten Unterwerkes eingelassen und in dieser Höhe bis zur Sättigung constant erhalten. Die Einwässerung geschah durch den Schacht, damit sich das Werk gleichmässig um die durch denselben gebildete verticale Achse entwickeln kann.

Hierauf wurde die Soole bis zum Unterwerkshimmel entleert und dann wieder mit Wasser bis zu dem gleichen Punkte *a* gefüllt. Dieser Vorgang (Fig. 1, Taf. VI, Nr. 1, 2, 3, 4, 5, 6) wurde fünfmal wiederholt; man kann diesen Vorgang im Gegensatz zu dem früher beobachteten Verfahren eine Umverwässerung nennen, weil hier, wo das Aetzmaass (469 *cm*) schon auf einmal gegeben wurde, eine horizontale Erweiterung erwünscht war, während dieselbe früher vermieden wurde. Nach diesen 6 Umverwässerungen hatte das neue Werk, Schachtwerk, bei einem Aetzmaasse von 469 *cm* eine Fläche von circa 140 *m*² erlangt. Nun wurde mit der gewöhnlichen Wässerung fortgefahren, und erreichte das Werk (Fig. 1, Taf. VI, Nr. I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII) bei einem Gesamttätzmaasse von 597 *cm* 649 *m*² — bei 693 *cm* 942 *m*² — bei 706 *cm* 1176 *m*² — bei 758 *cm* 1487 *m*² — bei 901 *cm* 1885 *m*² — bei 1037 *cm* 2310 *m*² — bei 1163 *cm* 3037 *m*² und bei 1250 *cm* Aetzmaass eine Himmelsfläche von 3500 *m*²,

einen Fassungsraum von 164 000 *hl* und einen Gesamtsoolen-
erzeug von 1222 053 *hl*.

Da nun dieses Werk (Fig. 1, Taf. VI), Schachtwerk Nr. I, schon eine grössere Fläche hatte als das Unterwerk, so wurde die Wässerung in demselben abgeschlossen, d. h. es wurde auch dieses Werk, wie früher das Unterwerk, nicht mehr entleert, und über diesem ersten Schachtwerke wieder ein zweites aufzuwässern angefangen, und zwar ganz in derselben Weise wie bei dem ersten, nur dass bei letzterem eine Aetzhöhe von 469 *cm* vorgegeben wurde, während man für das zweite Schachtwerk eine solche von 270 *cm* annahm. Auf diesem Punkt also, 270 *cm* über dem Himmel des ersten Schachtwerkes, wurde nun siebenmal hintereinander gefüllt und wieder entleert, wodurch bei einem Aetzmaasse von 270 *cm* und einem Fassungsraume von 2000 *hl* wieder eine Himmelfläche von circa 70 *m*² erzielt wurde.

Dieser Raum war die Grundlage für das Schachtwerk Nr. II, auf welcher nun in gewöhnlicher Weise weiter gewässert wurde, und bisher bei einem Aetzmaasse von 412 *cm*, einem Fassungsraume von 65 000 *hl* und einer durchschnittlichen Fläche von circa 338 *m*², im Ganzen 468 732 *hl* Soole erzeugt wurden.

In dieser Hinsicht können nun beliebig viele derartige Schachtwerke übereinander verwässert und somit noch jede noch so grosse Versuchhöhe vollkommen ausgenützt werden. Besonders günstig ist für diese Art der Verwässerung noch der Umstand, dass der unlösliche Rückstand, nämlich der Wehrlaist, während der Wässerung fortwährend in die nächstuntere bereits ausgenutzte Wehr abfällt, einen Schuttkegel bildet und so im Gegensatze zu der gewöhnlichen Verwässerung kein Hinderniss für eine ausgiebige Verätzung der Ulmen bildet.

c) Die Gefällsverwässerung. Die Gefälle sind vom Himmel sich loslösende Theile unverwässerten Haselgebirges von grösserer oder geringerer Dimension. Die kleineren Theile heissen Schalen oder Hurten, die grösseren Gebirgstheile, wenn sie über ganze Himmelflächen von mehreren Metern Höhe aus-

brechen, werden Werksgefälle, auch Himmelsbrüche genannt. Was die Schalen oder Hurten betrifft, so sind dieselben die Folge eines schalenbrüchigen porösen Gebirges, insbesondere nach langer Feier des Werkes, indem die von der feuchten Atmosphäre mehr oder weniger durchdrungenen sulfatischen Gemengtheile (Natron, Magnesiasalze) zur Auswitterung, Blähung veranlasst werden, welche nun zuerst in kleineren Partien sich losbröckeln und hierauf längs der flachen, ungleichartigen Gesteinsmassen, Glanzschiefer und Anhydritbänke, häufig Gelegenheit finden, auch grössere Dimensionen anzunehmen.

Sind diese Bruchstücke nicht zu gross, und ist der Wehrleist vor Allem gypsig, porös oder durchlässig, also nicht plastisch, so wird das nächste Füllwasser den grössten Theil dieser gesalzenen Rückstände auflösen; dieselben durch Säuberung, Aushalten, Abtragen, Zerkleinern und Aufhäufung zu sogenannten Zäunen weiter verlaugen würde Kosten verursachen, welche vom heutigen Standpunkte unserer Salzbergtechnik nicht zu rechtfertigen wären. Die gute alte Zeit hat, wie wir aus der diesbezüglichen Abhandlung dieses Gegenstandes in Miller's süddeutschem Salzbergbau ersehen, auf ihre Projecte Hoffnungen gesetzt, welche nach den heutigen Erfahrungen der Verwässerungskunst nie erfüllt werden könnten.

Die grösseren Niedergänge in Aussee, z. B. Plentzner mit 7600, Kammergrafen 12 000, Monsberg mit 6000, Veit und Gerstorf 14 026 m^2 Himmelsfläche und beziehungsweise 6, 12, 8 und 6 m Gefällsdicke bilden Bodenstöcke, wo an eine Verwässerung nicht zu denken ist, und können derartige Massen in ihren reicheren Theilen höchstens zur Steinsalzgewinnung benützt werden.

Ist ein Werk theilweise oder gänzlich niedergegangen, so kann die Ursache seines Niederganges nach dem heutigen Standpunkte der Erfahrung in letzter Linie nur in den unstabilen Bauverhältnissen der gesammten Werksanlagen gesucht werden. Weder die fehlerhafte Behandlung der

Verwässerung, noch die Gebirgsbeschaffenheit würden allein im Stande sein, ganze Etagen des Salzberges in kürzester Zeit so zu vernichten, wie dies durch die fehlerhafte Lagerung der Werksätze geschehen ist und noch geschehen wird.

Ja auch die vielfachen, oft unerklärlichen Durchbrüche, welche auf ungleichartige Beschaffenheit des Gebirges geschoben werden, scheinen sehr häufig durch kleine, oft unsichtbare Klüfte verursacht zu werden, welche in Folge der unstabilen Werkslagerung bei Erderschütterungen leicht entstehen und in einem Natron-Magnesium haltigen Medium den Zug des lösungsfähigen Wassers und damit spätere Brüche befördern können.

Eine Verlaugung derartiger Niedergänge ist daher unmöglich und wäre gleichbedeutend mit dem Versuche, die Verlaugung eines Werkes durch einen einzigen, an der Peripherie angelegten Ringoffen gegen das Centrum auszuführen, was nur die natürliche Folge herbeiführen würde, die Verschneidungen aus dem Gefällsraume in die benachbarten Mittel hinüber zu leiten und hiedurch noch grössere Zerstörungen zu veranlassen.

Die Erzeugung von Soole durch Gefällverwässerung reducirt sich daher auf ein sehr geringes Quantum.

d) Die Verwässerung sauren Hauwerks. Von einer verhältnissmässig grösseren Bedeutung ist die Verwässerung sauren Hauwerks, also von Abfällen bei den Rüsterarbeiten, Nachschlagungen der Strecken und Sinkwerke durch die Schopfknapen, insbesondere von dem Hauwerke der Häuer in den Schachtrichten und den Werkssätzen. Derartige Minutien, insbesondere wenn sie salzreich sind, können in Einsturzwerkern oder Auswässerungsstuben zu Gute gebracht werden.

Hiezu eignet sich jedes Werk, mag es nun als Einschlagwerk theilweise in Feier oder als Betriebswerk periodisch in Verwendung stehen. Das durch die Pütte eingestürzte Hauwerk wird in Schubkarren zu Zäunen verradelt, hierauf das Wasser eingeleitet und so lange stehen gelassen, bis die Anreicherung vollendet ist.

Auch diese Abfälle vertragen keine kostspielige Durchquerung mittelst Gräbenziehen, und sie können höchstens als

eine Zugabe für jene Vergütungen betrachtet werden, welche in den tieferen Werkern zur Abfrischung des Himmels vorgenommen werden müssen; wir haben zu bedenken, dass die alpinen Salzlagerstätten mit ihrem bedeutenden Thongehalte, der zeitweilig sehr plastisch ist, nur dann ihre höchstmögliche Verlaugung zulassen, wenn diese Thonmassen wegfallen, und dies ist eben immer dann der Fall, wenn diese Massen dem vollen Angriff des Wassers in verticaler Richtung entgegenstehen, also gewissermaassen eine Bewegung der sich loslösenden Theile stattfindet, was bei dem aufgeschütteten thonigen Hauwerke also nicht möglich ist.

Aus demselben Grunde rentirt sich auch die Verwässerung sauren Hauwerkes in Auswässerungsstuben nicht mehr. Derartige Stuben waren wasserdicht hergestellte, durch Scheidewände in mehrere Abtheilungen getheilte hölzerne Behälter. Jede dieser Abtheilungen hatte einen von dem Boden etwas entfernt aufliegenden und mit Reisig überdeckten Rost, auf welchen das Hauwerk geworfen wurde. Zwischen diesem Roste und dem Kastenboden wurde die Soole mittelst einer Pipe abgezogen. An der Seite und dem Boden befanden sich verschliessbare Thüren zur Entfernung des Laistes und Schmundes.

Es ist klar, dass die abgezogene Soole nie hüttengar, sondern trübe war, dieselbe daher erst in eigenen Klärbassins gelagert werden musste. Dies und die umständliche Reinigung der Stuben haben diese Methode der Soolenerzeugung auch nie recht lebensfähig gemacht, und hängt diese Frage mit der später abzuhandelnden Methode der Trockengewinnung und Verlaugung innig zusammen.

Der Streckenbetrieb mit Wasser und die dadurch resultirende Soolenerzeugung, die sogenannte Spritzmethode, welche mit Beginn der Fünfziger-Jahre noch theilweise in Ausübung stand und in Miller's „Süddeutschem Salzbergbau“ ausführlich behandelt wurde, hat sich nicht bewährt, sondern sogar als schädlich erwiesen.

V. ABSCHNITT.

Die Werkersäuberung.

Nach den obigen Berechnungen sind 36% die Grenze, bei welcher die Werkshöhe constant bleibt, und ist auch aus obiger Tabelle S. 276 zu ersehen, dass schon wegen der grossen Blähungsfähigkeit des Salzthones bei ärmeren Werksätzen in der ersten Zeit bis zur Erreichung des Werkshimmels nach Umständen 1 oder 2 Laistsäuberungen stattfinden müssen, um die nothwendigen Vermessungen, Soolenabflüsse, Sumpfkastennachführungen etc. vornehmen zu können.

Die stellenweisen Plätze grösserer Gebirgsarmuth und Reichthums zeigen sich in den Wehren durch Anhäufung grösserer Laistmassen und tiefer Tümpel, aus welchen bei plastischem Gebirge die Soole nur langsam wegsitzt und durch Gräbenreissen zum Abflusse gebracht werden muss. Das Anplaniren derartiger ungleichförmiger Laistmassen, welches in früherer Zeit häufig stattfand, wird dermalen nicht mehr vorgenommen. Ausgenommen sind jene Fälle, wo der Absturz der Berge durch die Grube stattfindet, und wo zur Vermeidung der Erblindung ein Abziehen der Laistmassen nothwendig wird. Nach Zeitgedingsmaassen bei den Säuberungen des Hocheder und Rittingerwerkes in Ischl vom Jahre 1873 bis 1878 ist im mittleren Durchschnitte anzunehmen, dass aus einer Wehre, um in derselben noch dürftig manipuliren zu können, 1560 m^3 feste Masse Wehrlaist ausgesäubert werden müssen, und dass ebenfalls im Durchschnitte auf 1 m^3 gesäuberten Werkslaist 60 kr entfallen. Der Transport dieser Massen geschieht entweder durch Hunde oder Kübel mit mechanischem Aufzug, und gehört diese Betrachtung in das später zu behandelnde Gebiet der Förderung.

Ueber die Werkersäuberung soll für jedes Werk ein eigenes Buch geführt werden, welches folgende Columnen enthält: 1. Zeitpunkt der Säuberung vom Beginn bis zu deren Vollendung; 2. ausgefördertes Maass in Cubikmetern; 3. Anzahl der verfahrenen Schichten; 4. die erlaufenen Kosten; 5. Art der Förderung; 6. Art des geförderten Materiales.

VI. ABSCHNITT.

Aufnahme oder Vermessung der Werker.

Ist ein Werk gesäubert, so hat allsogleich seine genaue Vermessung zu erfolgen; aber nicht allein im gesäuberten Zustande, sondern auch nach gewissen darauf folgenden Perioden der Verwässerung hat eine derartige Vermessung stattzufinden und sind die genauen Umfänge dieser verschiedenen Werksveränderungen mit ihren Ein- und Ausschnitten im Grundrisse zu verzeichnen und ebenso die jedesmalige Höhenlage des Werks-himmels im Aufrisse anzugeben.

Es ist auch nothwendig, dass jede Specialkarte eines Werkes, welche gewöhnlich im Maasstabe von 1:1000 ausgefertigt ist, die benachbarten alten und neuen Werker, Strecken, Wassergebäude aus älteren Karten und Beschreibungen enthält, um im eventuellen Falle der schädlichen Ausbreitung der Wehr-grenze eine frühzeitige Schranke zu setzen.

Die eigentliche Aufnahme geschieht entweder mit dem sächsischen Schinzeuge oder mittelst des Theodolithen. Bei der üblichen ersten Methode werden die Schnüre mit einem Fix-punkte am Sinkwerks-Ebentel, dann vom Kasten möglichst nahe an den Ulmen gespannt und die von dieser Linie abweichenden Ausschnitte und Curven mittelst Abscissen und Co-ordinaten näher fixirt; es ist selbstverständlich, dass alle Sümpfe, Hilfssümpfe, Dämme und sonst wichtigen Punkte und Gebirgs-beschaffenheiten (Salzstriche, Polyhalit, Anhydrit, Trümmer) einbezogen werden und im Aufrisse die Höhenlagen aller dieser Objecte nicht fehlen. An manchen Salzbergen werden zur Klarstellung der Umfänge sogenannte Schinöffen getrieben.

Bisweilen werden bei sehr grossen Werkern in der Mitte vom Sumpfkasten aus Längszüge und von denselben Querszüge gegen die Ulmen gespannt. Bei kleineren Werken können die Züge vom Kasten gegen die Ulmen direct, ähnlich wie Polar-coordinaten, gezogen und gemessen werden.

Die Aufnahme mit dem Theodolithen findet bei Werker-vermessungen seltener statt, nachdem dieselbe zu umständlich

und zeitraubend und das sächsische Schinzeug hierfür ausreichend ist. Bei Durchschlagsarbeiten, welche eine grössere Genauigkeit erfordern, verwendet man den Theodolith.

VII. ABSCHNITT.

Die zum Schutze des Werkes, seiner Ulmen und Nachbarobjecte vorgeschlagenen Hilfsarbeiten.

Dieselben haben stets auf Stabilität abzielende Zwecke und sollten eigentlich in jenem Abschnitte behandelt werden, in welchem die Grundsätze derselben auf den alpinen Salzberg ihre Anwendung finden. Diese gewöhnlich nach Herkommen theils vorgeschlagenen, theils auch wirklich ausgeführten Arbeiten sind in der Reihe der Jahre durch das Studium der Verwässerungskunde und Gebirgsverhältnisse, durch technische Fortschritte und ökonomische Ziele mehr in den Hintergrund getreten und werden heutzutage entweder gar nicht mehr oder nur in beschränktem Maasse ausgeführt:

1. Laistenstürzungen.
2. Aufführung von Abschnitts- und Verschneidungsdämmen.
3. Nachträgliche Werksveröffnungen.
4. Aufführung von Laistpfeilern, Stempeln und Stützkästen.

1. Laistanstürzungen. Dieselben wurden vorgeschlagen, um das Werk bei dem Auftreten des sogenannten Frischgebirges an der Salzgrenze, von den gefährlichen Senkungen des Hangenden wegzuziehen. Es ist jedoch im Vorhinein einzusehen, dass eine derartige Anhäufung von Laist, der gegen den Wehrhimmel angehäuft und mit Lettenschlögeln angeböschet wird, eine Senkung der Hangendschichten nie aufhalten kann, diese Laistschichten vielmehr, wenn sie nass geworden, immer mehr zusammensitzen und das Wasser über denselben hinweg sowohl die reicheren als ärmeren Mittel lockert und zu Verschneidungen und Brüchen führen muss.

Diese in der Regel mit grossen Kosten und Mühen aufgeführten Arbeiten haben daher ihren Erwartungen noch nie entsprochen.

2. **Aufführung von Abschnittsdämmen.** Ungleich wichtiger, ja in gewisser Hinsicht unentbehrlich, bildeten die Abschnittsdämme von jeher eines der Hauptversicherungsmittel des alpinen Salzberges. Um hier nur ein Beispiel anzuführen, wäre der Salzberg von Ischl nie in einer so stabilen Form erhalten geblieben, wenn nicht seit seiner ersten Aufschlagung die von Osten nach Westen streichenden Salzstraten seiner Wehren durch Dämme vor ihrer Vereinigung geschützt worden wären. Die Dämme sind entweder Ausstichdämme oder Abschnittsdämme. Erstere sind von geringeren Dimensionen und bezwecken kleinere Kernstriche vor der weiteren Auflösung zu schützen. Sie sollen stets in der Gänze des schief aufsteigenden Ulmes aufgesetzt werden, etwas über das einmalige Versudmaass in den Himmel hineinreichen und insoweit fortgeführt werden, als das Kernstreichen anhält. Ihre Weite ist $0,78\text{ m}$, eine Weite, bei welcher der ihren Raum ausschlagende Hauer noch bequem arbeiten kann. Der Raum hinter dem geschlagenen Damme wird ebenfalls mit Werkslaist verstürzt, in der Brust durch Schwartlinge gegen das Wegsitzen geschützt.

Die grösseren Abschnittsdämme unterscheiden sich durch ihre längere Ausdehnung. Der hiezu erforderliche Raum wird ebenfalls zuerst mittelst Häuereisen hergestellt und der Fuss in die Gänze des Gebirges gestellt; man versieht dieselben gegen die offenen Werksräume ebenfalls mit einer Bretterverkleidung, die über den Werkshimmel hinaufreicht, um das Absitzen des geschlagenen Dammes zu verhindern.

In Fig. 3 und Fig. 6, Taf. VI ist ein Verschneidungsdamm mit 8 m Länge, $0,6\text{ m}$ Breite und 2 m Höhe über dem Werkshimmel angenommen. Um die Art und Weise der Verdämmung zu versinnlichen, mag die in Fig. 4, Taf. VI ausgeführte Skizze dienen, welche durch ihre Schraffirung zugleich anzeigt, in welcher Richtung die Laist- oder Lettenlagen aufgeschlagen werden. (Diese Figur ist irrthümlich gesetzt und muss verkehrt betrachtet werden.)

Vor Allem handelt es sich darum, mittelst des Häuereisens in dem festen Haselgebirge einen Raum von den obigen Dimensionen auszuschlagen, in welchem dann der Werkslaist zu einem festen Dammkörper zusammengestaucht wird.

Im vorliegenden Falle liegt die erste Aufbruchsstelle im Mittel des Dammes, von welcher dann nach links und rechts auseinander gearbeitet wird. Nach Vollendung der Häuerarbeit wird, wenn ausserhalb des Dammschrammes eine Ausschneidung vorhanden ist, dieselbe von Gefällen gesäubert und mit Verschlaggebirge fest ausgestaucht. In dem Dammschramme selbst werden an der Angriffsfläche gegen ein Aufweichen des Verschlages zu beiden Seiten des Aufbruches Schwartlinge aufgestellt und dann die Verdämmung in beiden Flügeln auf der Sohle nach aufwärts in horizontaler Lage (I, II) mit dem grossen Lettenschlögeln vorgenommen und Lagen von 2—4 *cm* Dicke aufgeschlagen. Der obere Theil derselben III und IV wird von den Enden gegen die Mitte zu mit dem kleinen Lettenschlögeln nach der ausgeführten Schraffirung verdämmt und oben mit einer Wölbung geschlossen, von welcher die Zudämmung des Aufbruches nach abwärts mit Einpassen von liegenden Schwartlingen, von den gewölbartigen in liegende Schichten übergehend (V), ihren Abschluss findet.

Wie im Querschnitt der Zeichnung ersichtlich, werden die Dammschrämme mit einer Weite von 0,6 *m* hergestellt. Zur grösseren Sicherheit gegen den Angriff auf den Dammfuss werden die freien Stellen desselben noch mit einem Mantel versehen, das ist ein Anwurf von Verschlaggebirg, Wehrlaist, angebösch, welcher zwar nicht so fest wie der innere Damm, doch genügend widerstandsfähig mit dem kleinen Lettenschlögeln geschlagen wird. Ueber Dämme und Dammarbeiten ist nachstehende Literatur vorhanden.¹⁾

¹⁾ Miller v. Hauenfels, Ueber eine rationellere Methode der Salzgewinnung in den Alpen. B. u. H. J. d. B. v. L. u. Pf. XVIII. Bd., 1867. — Miller v. Hauenfels, Der süddeutsche Salzberg. Wien, 1853. — Wasserverdämmung an der Grenze des Haselgebirges. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 21, 1871. — Ueber Verschneidungsdämme an der Grenze des

Ausser den Lettendämmen wurden in Ischl noch Dämme aus Cement mit Erfolg angewendet. Statt der Dämme wurden an den reich gesalzenen, mit dem Häuereisen in den Werks-himmel gebauenen Schrämmen unschädliche Oelastriche in Vorschlag gebracht; es muss betont werden, dass diese Art des Schutzes bei Anwendung der Schachtwässerung das einzig mögliche Mittel ist, dem Austritte des Wassers wirksam und billig entgegenzutreten.

Die Kosten der Lettendämme sind bedeutend, und jede derartige Verbesserung wird umso mehr mit Freude begrüsst werden, nachdem es schwer gelingen wird, dieselben gänzlich zu entbehren und sie wegen der Natur des Haselgebirges stets ein Hilfsmittel bleiben werden, den ganzen Bau in seiner stabilen Lage zu erhalten.

3. Nachträgliche Werksveröffnungen. Je ungleichartiger die Beschaffenheit des Gebirges in einem Werksmittel ist, je mehr reich gesalzene Theile mit armen thonigen wechseln, desto unförmiger wird sich der anfängliche Werksraum gestalten, und da er bestimmt ist, nach Möglichkeit als Leitform für die spätere höhere Aufbenutzung zu dienen, so tritt nicht selten die Nothwendigkeit ein, schmale, in das Werk einspringende Werksulmen dem Wasser besser auszusetzen oder auch grössere umfangreichere Werksveröffnungen nachträglich zu demselben Zwecke auszuführen.

Diese Veröffnung geschieht durch ein System von Kreuzöffnen und nachherige Verwässerung.

Abgesehen von der Kostspieligkeit einer derartigen Veröffnung ist es einleuchtend, dass eine solche nachträgliche Verätzung eines ärmeren Werkstheiles nur erweiternd auf den entgegengesetzten reichen Theil einwirken kann, und dass die Vollausschlagung eines Werksatzes wenigstens im Beginne der Verlaugung über alle derartigen Zwischenfälle hinwegführt,

Haselgebirges. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 20, 1875. — Ueber Cement-schutzdämme bei den süddeutschen Salzbergen. B. u. H. J. d. B. v. L. u. Pf. XXVI. Bd., 1878. — Grundzüge eines rationellen Salzbergbaues. Oest. Zeitschrift f. B. u. H. Nr. 25, 26, 27, 1886.

Werksregulirungen nur zwangsweise durch Dämme ausgeführt werden können.

4. Aufstellung von Stützkästen in Werkern. Die Stützkästen, oder besser durch Eisenschienen zusammengehaltene und vertical gestellte Baumstämme, dienen zur Sicherung jener aufgelassenen Werker, welche eine so grosse Himmelfläche erlangt haben, dass die Grenze der Tragfähigkeit bald erreicht und ein Zusammenbruch zu befürchten, oder ein bereits gestürztes Werk in den meisten Fällen vor weiterem höheren Nachbruch zu stützen ist.

Letzterer Fall ist auch der einzig mögliche, in welchem auf eine möglichst dauernde Stabilität gerechnet werden kann, denn es ist klar, dass im ersten Falle die weiche unterliegende Laistmasse dem Drucke der gepressten Pfeiler nicht widerstehen kann, und dies nur dann möglich ist, wenn dieselben auf den Schalen des Niederganges aufruhem.

In dieser Hinsicht ist ein lehrreiches Beispiel auf dem k. k. Salzberge von Aussee, in welchem die im Jahre 1845 über eine Fläche von 14 000 m^2 gewölbartig niedergegangene Veit- und Gerstorfwehr durch 20 auf der 6 m dicken Bruchschale stehende Holzkästen von 6 m^2 Fläche und 6 m Höhe vor dem weiteren Bruche geschützt wurde.

Diese Stützkästen bestehen aus einzelnen horizontalen, dicht liegenden, 6 m langen Baumstämmen, welche im Kreuzstocke übereinander liegen und in dieser Weise grosse, mächtige, bis an die Decke reichende Pfeiler bilden. Dass zu diesem Zwecke die vorgeschlagenen Laistpfeiler ohne Wirkung sind, ist einleuchtend, nachdem diese Massen nicht in jenem Zeitraume herbeigeschafft werden können, innerhalb dessen der drohenden Gefahr begegnet werden kann, und selbst dann dem Widerstande der Stützkästen nie gleich kämen. Ohne diese Kästen würde ein bedeutendes Grubenfeld bis in die Hangendwässer zu Bruche gegangen und ein unermesslicher Schaden entstanden sein.

Natürlich sind bei Aufführung derartiger kostspieliger Versicherungen stets locale Umstände maassgebend.

Ist ein derartiger Bruch von geringerer Gefahr und Tiefe und lösen sich nur einzelne Schalen los, so werden insbesondere bei der Steinsalzgewinnung in diesen Regionen nur stehende starke Stempel zum Schutze des arbeitenden Personales aufgestellt. Eine gleichartige und oft in sehr ausgedehnter Weise ausgeführte Sicherung findet in den auf allen Salzbergen vorkommenden Niedergangsrevieren an der Kuppe der Salzlager gegen den Einbruch der Raubwässer statt, und sie können hier zu enormen Bauten führen, welche die Salzberge mit constanten hohen Ausgaben belasten.

Wie wir sehen, ist also die vorstehende Art der Werksversicherung in gewissen Fällen nie zu vermeiden, und ist es daher Hauptpflicht der Betriebsleitung, diese Fälle mit Sachkenntniss durchzuführen, nachdem jede Verbesserung des Werksbetriebes in weiteren Consequenzen die Stabilität des Gesamtbaues zum Ziele haben muss.

VIII. ABSCHNITT.

Die Anordnung der Vor- und Ausrichtungsbau mit Beziehung auf die Stabilität des Bergbaues.¹⁾

Die Salzbergbaue der Alpen haben alle eine so hohe Lage, dass sie in allen Horizonten nur mit Stollen ausgerichtet werden konnten. Die technischen Bezeichnungen über diese Bauten haben sich seit Kopf's Monographie des Haller Salzberges so wenig geändert, dass dieselben auch heutzutage noch überall in Anwendung stehen und auch ferner beibehalten werden sollen. Ein zwischen zwei Stollen erschlossenes Stück der Lagerstätte, beziehungsweise ein zwischen je zwei Aufschlussebenen (Horizonten, Etagen) liegendes Gebirgsparalleloiped dieser Lagerstätte heisst ein Berg, und die zugehörigen Saigerhöhen zwischen den Horizonten die Berg-

¹⁾ Michael Kopf, Beschreibung des Salzberges von Hall in Tirol. Dechen's Archiv. Bd. XV. — Miller v. Hauenfels, Der süddeutsche Salzbergbau. 1853.

dicke (Etage). Zu diesem Verständnisse soll der in Fig. 2, Taf. III dargestellte Salzbergbau von Aussee dienen. Der Berg wird stets nach dem höheren Horizonte genannt, und es bezeichnet der Steinberg zugleich jenes Abbaufeld in der ganzen Lagerausdehnung, welches vom Horizonte des Steinberges bis zum Ferdinandsberge ruht. Die zwischen diesen beiden Horizonten (Steinberg, Ferdinandsberg) angelegten Wehren (Wöhren, Werker) haben ihren Ablass in dem unteren (Ferdinandsberg) und das zugehörige Sinkwerk in dem oberen Stollen (Steinberg); die zwischenliegenden Werker sind Werker des Steinberges, die Werker des tiefsten Berges sind daher Schöpfwerke. Der Natur der Sache nach erfolgte der Aufschluss des Salzlagers stets an dessen Kuppe, und wurden die in der Regel dabei erschlossenen Wässer die Ursache, diese Berge Wasserberge zu heissen, deren oft mehrere vorhanden sind. Die in alter Zeit geführten Baue waren ganz systemlos, erst allmählich entwickelte sich der Sinn für eine geometrische Eintheilung eines Abbaufeldes, und wurde die vom Mundloche eines neu aufgeschlagenen Berges durch eine Mittelbreite geführte Aufschlussstrecke Hauptschachtricht genannt (G'schwandtnerschachtricht); in ihr vereinigen sich alle Soolen und Wasserleitungen, sowie die ganzen Förderungswege. Die später parallel geführten, von ihr abzweigenden Strecken haben gleichfalls den Namen Schachtrichten (Aussee Hochwartner) erhalten.

Von diesen entweder recht- oder schiefwinklig abgehende Strecken heissen Kehren- oder Querstrecken und sie bilden mit den longitudinalen Strecken oder Schachtrichten Abbaufelder, in welchen oder längs welcher die Werker eingelegt werden. Sehr häufig zweigen von der einzigen Hauptschachtricht, welche zu Tage mündet, in schiefwinkliger Richtung der Breite des Lagers nach die Kehren ab, von welchen wieder parallel der Hauptschachtricht andere Kehren der Länge des Lagers nach gehen, zwischen welchen wieder die Werker aneinander gereiht werden (Hallstatt). Ebenso sind am Salzberge von Ischl alle in dem Streichen und der Breite des Lagers ausgelegten Strecken als Kehren, die zu Tage führen-

den Baue aber als Stollen bezeichnet. Am Dürrenberger Salzberge existirt nur der Name Schachtricht für alle Längs- und Querstrecken.

Der Umstand, dass ein auf wissenschaftlicher Basis gestützter Plan stets mit alten Objecten zu rechnen hatte, liess die späteren Bauregeln nie zur vollen Geltung gelangen; dort, wo junge Aufschlüsse ein freies Feld boten, liessen sich dieselben auch durchführen; so z. B. im Oberberg des Haller Salzberges, im Josef-, Theresia- und Leopold-Stollen des Ischler Salzberges. Hier finden wir zuerst eine der allgemeinen Bauregeln, dass zwischen je zwei benachbarten Querstrecken eine Doppelreihe von Werkern einzulegen sei, deren gegenseitige Entfernung reichlich zwei grösste Werksdurchmesser (Normal-Werksdurchmesser) betragen. Dies bedingt, dass von jeder Querstrecke zu beiden Seiten die Sinkwerke der tieferen, und die Wehrdämme der höheren Werkssätze ausgelegt werden, und dass die übereinanderliegenden Strecken nur soweit getrennt sind, als dies zur deutlichen Bezeichnung in der Mappe nothwendig erscheint.

Zur Verbindung der überstehenden Strecken dienen die Schürfe; sie werden, nur in etwas grösseren Dimensionen, ebenso wie die Sinkwerke angelegt, und zwar häufig an den Enden der Hauptschachtrichten und Kehren gegen die Salzgrenze und knapp in gleicher Orientirung an den übereinanderliegenden Strecken, um das Abbaufeld nicht zu schmälern. Zur Verbindung der neuen Horizonte wird man in Zukunft wohl viel zweckmässiger Steigschachte anwenden.

Das Stück, welches in einer kleinen Curve den oberen Theil des Schurfes mit der Kehr verbindet, heisst Schurfebentel. Die Schürfe dienen sowohl zur Befahrung, als auch für Wasser- und Soolenleitungen, haben an den Seiten der Ulmen zur bequemeren Befahrung die sogenannten Schurfstangel angeschlagen.

Die besonders an der Salzgrenze geführten Schürfe dienen für die Wasserzuflüsse aus den Selbstwasser- (Raubwässer-) Orten, von welchen sie über die fallende Schachtrichtsohle ohne

Druck bequem den einzelnen Werkern zugeführt werden können. Mit den an der Salzgrenze zugetriebenen Querstrecken soll man jedoch nie über den Salzthon hinausgehen, da im Gegenfalle eine Wassererschöpfung fast bestimmt in Aussicht steht.

Als Hauptcommunicationen dienen ferner die Schächte entweder durch zwei oder mehrere Etagen, und zwar um Wetter zu lösen, oder das zur Anwässerung und Maschinenbetrieb nöthige Süßwasser aus den höheren Bergen in die tieferen zu leiten, oder endlich zu fördern, zu stürzen oder zu fahren. Eine bedeutende Anzahl derartiger Schächte hat der Hallstätter Salzberg, deren bedeutendster der Beustschacht (300 *m*) ist.

Wir gelangen nun zu jenem Theile dieses Abschnittes, welcher sich mit der Anordnung der Baue zum Zwecke ihres gegenseitigen Haltes, der Stabilität des Ganzen, beschäftigt, und hier haben wir wieder zwei Phasen des Fortschrittes zu betrachten, nämlich den Zustand vor dem Jahre 1840 und jenen der Neuzeit.

1. Die Hauptbauregeln vor dem Jahre 1840. Man kann sagen, dass erst mit Beginn dieses Jahrhunderts die ersten wissenschaftlichen Grundsätze der heutigen Wehrauslegung aufgestellt wurden, wenigstens hat Kopf in seinem Werke bereits den Normalwerksdurchmesser mit der Bergdicke und der Ulmenverätzung in einen mathematischen Begriff gebracht. Auch der Grundsatz, dass der Vor- und Abbau des Salzlagers von oben nach unten und von hinten nach vorne zu geschehen habe, und die Bergdicke umso geringer sein solle, je reicher das Gebirge an Salz ist, war bereits bekannt. Die gegenseitige Entfernung der Querstrecken mit reichlich zwei Normalwerksdurchmessern muss ebenfalls mit Beginn dieses Jahrhunderts grundsätzlich ausgesprochen worden sein, weil die Aufschlagung des Theresiastollens in Ischl, bei welchem dieser Grundsatz zuerst praktisch und in reinster Weise durchgeführt wurde, im Jahre 1775 vor sich ging. Hier finden wir auch die reihenweise Lagerung von vier Werksätzen nebeneinander in dem Felde zwischen den Querparallelen. Die Uebereinanderlagerung dieser Werker fand jedoch nicht senkrecht, sondern im Wechsel statt und war

auch noch im Jahre 1833 fester Grundsatz. Erst im Jahre 1839 fand in Folge der gefährlichen Brüche, welche diese Werkerzustellung in Ischl herbeiführte, daselbst jene denkwürdige Commission statt, welche die senkrechte Stellung aller Werker zum obersten Grundsätze der Stabilität machte, und welchen Grundsatz Franz v. Schwind in seiner oft citirten Verwässerungsbroschüre vom Jahre 1852 zuerst wissenschaftlich begründete.

Aber es muss betont werden, dass mit diesem Grundsätze auch zugleich die geometrische Auftheilung der Werker zum Principe erhoben werden musste, und dass es von nun an unmöglich ist, einzelne Werker auf Kosten der Stabilität des Gesamtbaues in reichere Werksmittel auszulegen, ein Umstand, der selbst in unserer heutigen Zeit nicht immer seine Beachtung findet.

Selbstverständlich fällt hiemit auch der lange geübte, im Jahre 1856 aufgestellte Grundsatz, die Ausnützung der Werker in alternirender Stellung zu vollziehen, so dass stets nur das zweite Werk in Benützung steht, während das andere ruht.

2. Die Hauptbauregeln nach dem Jahre 1840. Es ist hier nur ein Grundsatz, der in der zukünftigen Entwicklung unserer Salzbergbaue einzig und allein bestimmend einwirkt. Wie überall, so hat auch auf dem Gebiete des österreichischen Salinenwesens die publicistische Thätigkeit den grössten Einfluss geübt.

Ganz besonders war es Franz v. Schwind, welcher durch sein journalistisches Wirken seiner Zeit das Gepräge seines Willens aufdrückte und die begeisterten Anhänger seines Berufskreises in den Gedankenstrom seines genialen Schaffens lenkte. Dies fand zweifellos durch seine Verwässerungsbroschüre vom Jahre 1852 statt, in welcher er zuerst nach den einfachen Regeln der Baukunde die Sicherheit nicht nur der einzelnen Wehren, sondern des ganzen Bestandes unserer Salzbergbaue darin fand, jede neue Wehr sorgfältig unter die alte zu legen, mit einem Worte, den Bau eines gewöhnlichen Hauses nachzuahmen, in welchem die Zimmer die Wehren und die Mittel-

mauern und Dippelböden die verticalen und horizontalen Bergfesten unserer Salzberge, sein Baugerippe, darstellen.

Mit diesen einfachen Worten ist die ganze Bedingung gestellt, welche uns allmählich in den Stand setzt, anstatt wie bisher 3% des Naturschatzes, in Zukunft 40% in Verlaugung zu bringen.¹⁾

Ein Blick auf unsere Uebersichtskarten, in welchen die Umrisse aller Werker von oben nach unten erscheinen, zeigt Bruchflächen, welche von 790 bis 7970 m^2 schwanken, und bei welcher ersteren der Bruch jedenfalls vor der höchstmöglich zu erreichenden Tragfähigkeit eintrat.

Der Grund ist der, dass unsere Vorfahren ihre Werke regellos durcheinander setzten, wie es eben Zufall oder auch die Reichhaltigkeit des Gebirges anwies. Dass hiedurch alle Stützen gegenseitig ihren Halt verloren, ist klar, und die nainenlosen Brüche und noch grösseren Arbeiten, welche zu ihrer Bekämpfung aufgewendet werden mussten, waren in der Reihe der Jahrhunderte an der Tagesordnung. So kam es, dass in diesen Zeiträumen die Bruchgrenzen unserer Salzberge vom Hangenden an in Hall schon bis auf 300, in Hallein auf 290, in Ischl auf 290, in Hallstatt auf 250 und in Aussee auf 130 Meter Tiefe hinabreichen.²⁾

Jeder neu anzulegende Werkssatz ist abhängig von dem Aufsiedewinkel (beiläufig 45°), von seiner Etagenhöhe und von der Endfläche, welche wieder eine Function der Tragfähigkeit ist. Letztere kann nach den heutigen Erfahrungen:

für	Hall	Ischl	Hallstatt	Hallein	Aussee
mit	5040	7612	7970	9703	14 026 m^2

angenommen werden.³⁾

Ist daher das Baugerippe von der Art beschaffen, dass seine verticalen und horizontalen Stützfeiler nach Art eines Gebäudes die äusserste Sicherheit verbürgen, so können wir mit Bestimm-

¹⁾ B. u. H. J. d. B. v. L. u. P. XIX. Bd., pag. 134.

²⁾ Die Salzberge der Alpen vom Standpunkte der Stabilität. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 7 u. 8 (1887).

³⁾ Grundzüge eines rationellen Salzbergbetriebes in den Alpen. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 25, 26, 27, 28 (1886). — Existenzdauer des alpinen Salzbergbaues. B. u. H. J. d. B. v. L. u. P. XXXVI. Bd. (1888).

heit bei einer Etagenhöhe von 38 m auf die obigen Endflächen der Wehre, also auf die höchste Ausgewinnung des Lagers rechnen.

Die höchste Ausgewinnung tritt aber dann ein, wenn die innerhalb des Baugerippes ausgelegten Werker mit der höchsten noch tragfähigen Endfläche nicht die Form eines Kegels, sondern jene eines Cylinders haben.

Die Erreichung dieser Form war daher von jeher das einzige Ziel des Salzbergmannes, und sollen nun der Reihe nach die diesbezüglichen Versuche und Vorschläge angeführt werden:

1. Die Dämme. Sie waren jedenfalls die älteste und sicherste Maassregel, welche bis auf die heutige Zeit geübt wurde und auch stets geübt werden muss, wenn auch ihre Anwendung mit Kosten verbunden ist. Es ist dieser Gegenstand zu Gunsten der Verdämmung in Nr. 25, 26, 27, 28 d. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. vom Jahre 1868 umständlich behandelt worden, und wir sind gezwungen, die Dämme (welch immer Art) als Zwangsmittel für die Erhaltung der Stabilität des Salzbergbaues und der höchsten Ausgewinnung anzuerkennen.

2. Die continuirliche Wässerung. Diese bereits im Jahre 1600 in Hall ausgeübte, von Roithberg wieder neu belebte und auch später von allen Salzbergen mehr oder weniger versuchte Methode der Verlaugung hat in einzelnen Fällen wohl eine mehr cylindrische Form ergeben, die Unsicherheit dagegen, und vor Allem die mindere ökonomische Ausnützung sprachen gegen diese Methode für Stabilitätzwecke des Salzbergbaues.

3. Der Trockenabbau.¹⁾ Er besteht im Gegensatz zur gewöhnlichen Verlaugung im Salzberge in der vollständigen Trennung der Raum bildenden Lösung von dem Wehrhimmel.

¹⁾ v. Schwind, Der Abbau unreiner Salzlagerstätten. B. u. H. J. d. B. v. L. u. Pf. XIX. Bd. 1870. — v. Schwind, Betrachtungen über die Bedingungen, unter welchen die Benützung der Salzlager mittelst Werkswässerung vortheilhaft ist. B. u. H. J. d. B. v. L. u. Pf. XII. Bd., 1863. — v. Schwind, Werksverwässerung oder künstliche Auslaugung. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 4, 1868. — Ueber Trockengewinnung vom Haselgebirge. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 13, 1868. — v. Schwind, Apparat zum Auslaugen. Dingler's Polytechn. Journ. 198. Bd., 1870. — v. Schwind, Ueber Verlaugung trockenen Gebirges.

Das Haselgebirge soll entweder firsten- oder sohlenmässig gesprengt, zerkleinert und in passenden Vorrichtungen in oder ausserhalb des Berges aufgelöst, die Soole in Bassins geklärt und endlich im klaren Zustande an die Hütte abgegeben werden.

Hiedurch wäre es allerdings möglich, ein vollkommen sicheres Gerippe von horizontalen und verticalen Bergfesten auszuhalten, wobei wenigstens 50% des ganzen Naturschatzes zur Ausgewinnung kämen, und es wäre sicher Alles erreicht, was der Salzbergmann in den Alpen bis jetzt seit Jahrhunderten angestrebt hat. Aber ein Blick auf die in Kürze aufgeführten Arbeiten zeigt, welche Belastung dieselben mitführen, indem zu den Sprengarbeiten noch die ungeheuerere Laistwirthschaft hinzutritt, welche letztere mit Ausnahme der ersten Säuberungen im Werke später ganz kostenlos vor sich geht. Die wenigen und auf begründete Manipulationsdaten abgeführten Versuche haben auch die höhere Gesteherung der erzeugten Soole constatirt, und es sollen dieselben in Kürze Erwähnung finden:

1. Die Verlaugung trocken gewonnenen, steinsalzreichen Hauwerkes auf der Saline Kossow. Ein mit einem Tonnenlaugapparat abgeführter Versuch hat ergeben, dass die Kosten per Hektoliter Soole, und zwar für Trockengewinnung, horizontale und verticale Förderung, Betriebsgemeinkosten, Materialkosten, Antheil an den Bezügen der Verwaltungsorgane, allgemeine Regie, Bedienung und Reinigung des Apparates, Soole- und Wasserförderungskosten in Summa auf 8,646 kr sich belaufen, daher gegen die bisherigen Kosten der Grubensoole von 4,8 kr pro Hektoliter um 3,8 kr höher sind.

2. Im Gegensatze zur vorstehenden Verlaugung am Tage würde sich die ganze Soolengewinnung aus gesprengtem Hauwerke in dem Salzberge selbst, z. B. auf dem Salzberge von Ischl, folgend gestalten: Unter der schon höchst günstigen Annahme, dass der Cubikmeter Haselgebirge wie in Norddeutschland um 1 fl 18 kr erhaut werden könnte, würde sich im

Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 33, 1870. — Kelb, Der Tonnenlaugapparat auf der Saline von Kossow. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 4 1878. — v Schwind, Ueber Trockengewinnung des Haselgebirges. Lithographie, 1865.

Weiteren für Förderung dieser erhauten Stücke im Gewinnungsraume bis zum Absturzschachte auf 40 *m* Länge, für Förderung vom Absturzschachte zum weiteren Förderschachte auf 280 *m*, senkrechte Förderung mittelst Kübelkunst auf 113 *m* Höhe, Verkleinerung auf 5 *kg*, Auslaugung auf beweglichen Rosten, Aufsicht, Wegführung des Laistes, Rostsäuberung in Summa pro Cubikmeter Lauggut 5 fl 25 kr herausstellen, woraus sich bei 63% Gebirge der Hektoliter Soole auf 12,2 kr berechnet, ein Werth, der das Vierfache des jetzigen Soolenpreises repräsentirt.

Allerdings muss hier betont werden, dass diese ganze Verlaugungsart entgegengesetzt der Kossower Manipulation wegen der Tiefe des Ischler Salzberges und der Lieferung seiner Laistmassen immerhin als die äusserste Grenze bezeichnet werden muss, und dass grosse Reichhaltigkeit des Gebirges und günstige Förderungsverhältnisse vielleicht in Verbindung mit Industrie- und Dungsalzgewinnung diese hohe Gestehung merklich verringern können, und dass möglicherweise bei sehr reichen Salzbergen die Trockengewinnung unter Umständen eine Aussicht auf Erfolg haben kann, daher diese Frage im Hinblick auf die immer mehr sich verbessernden Mittel der Gewinnung und Förderung als eine noch nicht endgiltig entschiedene zu betrachten ist.

3. Die Doppelwerke.¹⁾ Obwohl bereits vor mehr als 100 Jahren am Salzberge von Aussee ausgeübt, wurde diese Werksanordnung in Ischl im Jahre 1868 auf Grund einer dasselbst gelungenen Unterwässerung von Schwind neuerdings zu dem Zwecke in Vorschlag gebracht, um unter Erhöhung der Stabilität gleichzeitig eine höhere Ausgewinnung zu erzielen. Nachdem in einem Grubenfelde von der Etagenhöhe 38 *m* mittelst eines gewöhnlichen Werksatzes nicht mehr als 20 *m* zur Benützung gelangen, so sollte der Rest gleichsam absatzweise

¹⁾ Wallmann, Ueber die Unterwässerung des Lebenauperkes in Ischl. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 51, 1867. — v. Schwind, Werkswässerung in zwei verticalen Absätzen. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 17, 1868. — Schernthanner, Die Doppelwerke am Ausseer Salzberg. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 8, 1891.

durch eine zweite höher gelegene Wehre über einem Zwischenmittel (Fig. 5 b, Taf. VI) weiter ausgenützt, die erste tragfähige Fläche also nicht überschritten werden.

Eine endgiltige Entscheidung über die Doppelwerke kann dermalen noch nicht gefällt werden, nachdem ein vollständiger Versuch mit denselben noch nicht vollendet ist, und insbesondere über die Haltbarkeit und relative Festigkeit des Zwischenmittels keine bestimmten Werthe existiren, doch können wir schon jetzt aus den verglichenen Werthen mit andern hier aufgeführten Methoden erkennen, dass die Doppelwerke neben bedeutend höheren Kosten keinen ausreichenden Factor der Stabilität bilden.

4. Die Ueberwehren (Fig. 5 c, Taf. VI.¹⁾ Auch über diesen Vorschlag zur Wehrzustellung liegen keine Resultate vor. Sie unterscheiden sich von den Doppelwerkern dadurch, dass die Mittelfeste fehlt, und dass, nachdem das Unterwerk das Maximum der Tragfähigkeit erreicht, in der letzten Himmelfläche ein neuer Werkssatz auf einem Gerüste ausgelegt und die Verlaugung auf dem Beete einer vollgrädigen Soole weiter fortgesetzt wird. Diese letzte Verlaugungsart unterliegt aber, abgesehen von der zweiten Werkszustellung, ebenso allen Unfällen und Verschneidungen der genannten Verlaugungsmethoden (Weitwinkelwässerungen), würde aber jedenfalls die Doppelwerke übertreffen, aber nie mit der nun folgenden Verlaugungsmethode concurriren können.

5. Die Schachtwässerung. Diese bereits oben abgehandelte Methode ist im Gegensatze zu den bisherigen Methoden von so überzeugendem Vortheile, dass keine andere derselben sowohl in ökonomischer als bautechnischer Weise dieselben Leistungen bietet. Wie aus den oben dargestellten Ulmengrenzen ersichtlich ist, erscheint auch hier kein absoluter Cylinder, und wird das Aetzwasser wie immer den reichen Kernstrichen lieber folgen als dem armen oder mittelmässig gesalzenen Gebirge, aber immer steht es hier in der Gewalt des Wasserers, den Schachtbetrieb einzustellen, sobald die Grenze der Tragfähigkeit oder eines gefährlichen Nachbarwerkes erreicht ist, und auf

¹⁾ Oest. Zeitschr. f. B. u. H. XXXIV, 1886.

dem Beete vollgrädiger Soole aus dem Centrum des Werksatzes die Ulmverwässerungen, beziehungsweise ein zweites, drittes und viertes Schachtwerk auszunützen.

Es ist schon aus diesem ersten gelungenen Versuche zu ersehen, dass diese Verlaugungsmethode bis jetzt das Höchste leistet, weil sie das einzige Mittel ist, die horizontale Erweiterung in der Gewalt zu haben und eine Wehre bis zur ganzen Etage auszunützen, welche bei der gewöhnlichen intermittirenden Wässerung in der Regel mit 20 m ihre Grenze fand.

Nachdem jedoch Schutzdämme aus Mangel an einer festen Grundveste in der bisherigen Weise nicht angewendet werden können, so tritt hier der Fall ein, die verticalen Steinsalzstraten durch Anstriche zu schützen, wie oben bei den Dämmen besprochen wurde, worüber aber bis jetzt keine Versuche abgeführt wurden.

Bei schwer durchlässigen Laisten müssen hier wie überall Hilfssümpfe aufgestellt werden. Es sollen nun zur Darstellung des nothwendigen Baugerippes die Dimensionen und Leistungen einiger vorstehender Wehren in Vergleich gezogen werden. Es seien in Fig. 5 a, Taf. VI das einfache, in Fig. 5 b, Taf. VI das Schwind'sche Doppelwerk und in Fig. 5 c, Taf. VI das Ueberwerk in allen ihren Dimensionen angegeben, so ergeben sich nach Berechnung der Herstellungskosten, inclusive einer ersten Säuberung und Wiederverdämmung, folgende Beziehungen.

	Einfaches Werk	Schwind's Doppelwerk	Ueberwässerungswerk	Durch Dämme geschütztes Werk
Kosten fl. . . .	6 276	19 394	11 863	10 435
Ausbringen m^3 . .	61 748	97 775	114 480	172 940
Gebirgsverlust m^3 .	153 890	117 855	101 150	92 690
Kosten	1	3,09	1,89	1,66
Ausbringen . . .	1	1,58	1,85	1,99
Gebirgsverlust . .	1	0,77	0,66	0,60
Kosten : Ausbringen	1	1,96	1,02	0,83

Aus diesem Vergleiche ersieht man, dass in ökonomischer Beziehung das Schwind'sche Doppelwerk den relativ geringsten Nutzen schafft, und die in letzter Colonne rangirten Werker mit Schutzdämmen die höchste Leistung haben.

Umsomehr müssen wir daher das Schachtwerk als dasjenige bezeichnen, welches in jeder Hinsicht das Höchste leistet, da es jedenfalls gestattet, neben der höchsten Ausnützung auch die Anforderungen eines standhaften Baugerippes zu erfüllen.

Es soll nun berechnet werden, wie gross die procentuelle Ausnützung eines Gebirgsstockes, beispielsweise zwischen dem Kaiser Franz Josefberge und Maria Theresia-Horizont in Hallstatt ist.

Zu dem Ende sei in Fig. 2, Taf. VI der Grund und Aufriss dieses Feldes oder gesammten Mittels verzeichnet. In dem Aufrisse erscheinen nur für den Fall I die verticalen Stützfeiler in der vorstehenden Dimension, und werden für die Fälle II, III und IV dieselben in dem Maasse zusammengerückt, als es die Normal-Enddurchmesser der Werker gestatten. Diese ganze Höhe von 152 *m* wurde in vier Etagen à 38 *m* eingetheilt; das ganze horizontale Abbaufeld beträgt 644 000 *m*². In dasselbe werden der Reihe nach ausgelegt: *A.* prismatische Werker nach Fig. 2, Taf. VI durch die gesammte Höhe von 152 *m*; *B.* cylindrische Werker in vier Etagen mit einer Endfläche von 2590 *m*²; dieselben werden nach Schwind'schen Grundsätzen (B. u. H. J. d. B. v. L. u. P. Bd. XXIV, 1876) angelegt und nach Erreichung der Endfläche cylindrisch aufgesotten, die Ulmen daher durch Dämme geschützt; *C.* alte Werker einfacher Construction und Behandlung mit 4780 *m*² Endfläche; *D.* Schwind'sche Doppelwerker mit einer Endfläche von 5476 *m*². Es sei ferner angenommen, dass das Gebirge 60% Salz enthalte und im Laiste 20% zurückbleiben, was wohl das Höchste ist. Die ganze Gebirgsmasse gleich $644\,000 \times 152 = 98\,000\,000\,000\,m^3$ und das Salz 58 800 000 *m*³. Selbstverständlich müssen hier die Werkssätze mit den hier angenommenen Mittelpfeilern verrückt werden, je nachdem die Dimensionen von *A* oder *B* als Endflächen angenommen werden. Das Baugerippe und die Anordnung der Werker ist aus Fig. 2, Taf. VI, ersichtlich.

Unter den vorstehenden Annahmen lässt sich daher folgende Tabelle entwerfen:

Projectirte Werksform	Anzahl der Werker in		Anfangs-	End-	Versud- höhe in Metern	Cubikinhalt	
	einer Etage	sämtlichen Etagen	Durchmesser eines Werkes in Metern			eines Werkes	eines Werks- Cylinders
			Seitenlänge des Anfangs- und Endquadrats				
			nahezu	gleich			
A. Verticale Prismen mit quadratischer An- lagsfläche, horizontale Bergdicken fehlen	—	49	100	100	152	1 520 000	1 520 000
B. Cylindrische Werker in vier Etagen, Endflächen = 2590 m ² . Das Werk wird nach Schwind'schen Grundsätzen an- gelegt und nach Erreichung der End- flächen cylindrisch aufgesotten	154	616	40	58	eines Werkes 30	74 840	77 700
C. Einfache Werker alter Form, End- fläche = 4780 m ²	78	312	19	78	20	41 323	95 600
D. Schwind'sche Doppelwerker, End- fläche = 5476 m ²	55	220	52,4	85	2×11 22	83 068	124 828
			= 440 halben Werken				

Projectirte Werksform	Cubikinhalt in Millionen Cubikmeter								In Procenten des ganzen Haselgebirgskörpers gerechnet							
	der verticalen Bergfesten	der horizontalen Bergfesten	des ganzen Gerippes	der verlorengehenden Kegelstutzringe	der totalen verlorenen Masse	der eigentlichen productiven Masse	des totalen CINA sämtlicher Werke	des im Laist bleibenden CINA	des wirklich gewinnbaren CINA	verticale Bergfeste	horizontale Bergfeste	Gerippe	Kegelstutzringe	total verlorene Masse	productive Masse	des in Form von Soole weggeführten CINA
	I	II	I + II	III	97,9 I + II + III IV		V = 0,6 IV	a V b 0,2 IV 0,4 IV		I	II	I + II	III	100% I + II + III IV		0,4 IV 97,9
A. Verticale Prismen mit quadratischer Anlagfläche, horizontale Bergdicken fehlen	31,9	—	31,9	—	31,9	66	39,6	13,2	26,4	32,6	—	32,6	—	32,6	67,4	26,9
B. Cylindrische Werker in vier Etagen, Endflächen = 2590m ² . Das Werk wird nach Schwind'schen Grundsätzen angelegt und nach Erreichung der Endflächen cylindrisch aufgesotten	29,4	20,6	50	1,8	51,8	46,1	27,7	9,2	18,5	30	21,1	51,1	1,8	52,9	47,1	18,9
C. Einfache Werker alter Form, Endfläche = 4780m ²	21,7	46,4	68,1	16,9	85	12,9	7,7	2,6	5,1	22,1	47,4	69,5	17,3	86,8	13,2	5,2
D. Schwind'sche Doppelwerker, Endfläche = 5476m ²	29,2	41,2	70,4	9,2	79,6	18,3	11	3,7	7,3	29,8	42,1	71,9	9,4	81,3	18,7	7,5

Diese Tabelle zeigt, dass ohne Rücksichtnahme auf die Kosten, selbst dann, wenn es möglich wäre, im Falle *A* die Werker prismatisch durch die ganze Höhe aufzubenützen, wir 32,6% des ganzen Gebirgskörpers gebrauchen und nur 26,9% im Kochsalz in Form von Soole wegführen, und dass wir in dem am wahrscheinlichsten auszuführenden Falle *B* 51,1% des Baugerippes beanspruchen und 18,9% Salz abführen; dass wir im Falle *C* unter Anwendung der alten gewöhnlichen Werker 69,5% Baugerippe brauchen und nur 5,2% Salz abführen, welches letzteres im Falle *D* auf 7,5% steigt, während hingegen das Baugerippe 71,9% beträgt.

Schwind hält ein- für allemal $\frac{1}{4}$ des Gebirges für sämtliche Bergfesten als ausreichend, und dürfte sich auch für das hier bewerthete Gerippe bei Annahme eines Abbaufeldes von zwei Normalwerksdurchmessern dieser Werth verringern.

Die bisherige Ansicht der österreichischen Salzbergmänner, dass in unseren Salzbergen kaum 3% des Naturschatzes zu Gute gebracht werden, ist daher mehr als bestätigt, denn dieses Schema setzt ja selbst in diesem höchst ungünstigen Falle pro 5,2% immerhin ein stabiles Gerippe voraus, was wir aber in der That nicht mehr haben, indem ja, wie anderwärts (Existenzdauer der alpinen Salzberge und die österreichischen Salzberge vom Standpunkte der Stabilität) gezeigt wurde, die Bruchlinien sich immer tiefer senken und die oberen Theile des Lagers nichts als Werkerreste verschiedener Enddurchmesser enthalten, denen jede Stütze fehlt!

Die Ursache dieses ruinösen Bestandes ist, dass der Abbau unserer Salzberge auf dem Dache des Gebäudes seinen Anfang nahm, die schwachen Mittelpfeiler, wenn sie überhaupt je versucht wurden, von oben nach unten, und nicht mit der breiten Basis von unten nach oben ausgetheilt wurden. Aber noch ist es immer Zeit, unsere herrlichen Tiefbaue sämtlicher alpinen Salzbergbaue im Sinne der Schwind'schen Stabilitätsgesetze zu schützen.

Die genaue Uebersicht der vorgenannten Aus- und Vorrichtungshaue, sowie der Lage der Werker erfordert eine genaue Mappirung, und dieselbe ist bei allen Salzbergen in den Alpen in musterhafter Ordnung durchgeführt. Die diesbezüglichen Karten sind:

1. Eine Hauptkarte auf Leinwand gezogen, im Maassstabe von 1 : 1500; dabei befindet sich ein Aufriss und Kreuzriss. Im Grundrisse erscheinen sämtliche Strecken und die Contouren der Werker. Letztere fehlen im Aufrisse, und werden daselbst nur Sinkwerke, Pütten und Schachtrichten, sowie Communicationsschürfe angegeben.

Sämmtliche Horizonte erscheinen in eigenen Farben. Im Aufrisse erscheinen auch die Contouren der Taggegend mit dem geologischen Profile.

2. Etagenkarten auf Leinwand gezogen und bequem auf bewegliche Rahmen gespannt. Sie enthalten Grund- und Aufriss; auf jeder Karte befinden sich zwei Horizonte mit den dazwischenliegenden Werkern, deren Ablass im unteren Horizonte liegt. Maassstab 1 : 1500. Im Grundrisse erscheinen die Strecken und Werker, im Aufrisse nur Pütten, Schächte, Schürfe und Sinkwerke ohne Werker. Letztere werden auf folgende Weise bezeichnet:

- a) Werker in einem möglichen Benützungszustande, licht gehalten und mit der Etagenfarbe umsäumt.
- b) Werker in fraglichem, möglicherweise erst in später Zukunft zu benützendem Zustande, roth schraffirt, die Umgrenzungen mit der oberen Etagenfarbe umsäumt.
- c) Todt gesprochene Werker, schwarz schraffirt, die Umgrenzung mit der Farbe der oberen Etage umsäumt.

3. Werkerkarten im Maassstabe von 1 : 1000. Erscheinen im Grund-, Auf- und Kreuzrisse. Im Grundrisse sollen möglichst viele Werksumfänge womöglich nach jeder Wässerung angegeben werden, um in jedem Momente die Werksform, beziehungsweise den Stand des Werkes zu den Nachbarwerkern in Evidenz zu halten, daher auch bei jeder Werkerkarte die ganze Umgebung, als: Strecken, Sinkwerke, Gruben, Ablässe, alte Werker

und deren Umfänge, Dämme etc. aus der Werkergeschichte construirt werden sollen. Auf der Seite sollen sämtliche Werksflächen mit der zugehörigen Jahreszahl und der Nummer des im Grundrisse verzeichneten Werksumfangs angegeben werden, woraus sich dann der Cubikinhalt des versotenen Raumes und aus dem Soolenerzeuge der Procentgehalt berechnen lässt.

Die Werkerkarten werden am besten auf einer Stellage nach Horizonten geordnet.

4. Die Tagkarte. Sie enthält sämtliche Objecte und Gebirgsschraffirung, Flüsse, Quellen und Culturen mit dem eingezeichneten Grundrisse der Grubenstrecken, jedoch ohne Werker, im Maassstabe der Hauptkarte.

5. Die petrographische Horizontskarte ohne Werker, mit den Gesteinsfarben für armes oder reiches Gebirge, Polyhalite, Gyps, Anhydrit, ausgelaugtes Gebirge.

6. Aus mehreren derartigen Horizonten ergeben sich dann die petrographischen Durchschnitte.

An diese Karten schliesst sich in der Regel ein Bergbaumodell an, welches die Strecken und Wehren zu versinnlichen hat, und die auf Pappendeckel verzeichneten Etagen werden derart ausgeschnitten, dass alle offenen Grubenräume als Papier erscheinen, welche mit der entsprechenden Farbe der Etage versehen und auf Draht geheftet in der richtigen Projection befestigt sind.

Bisweilen werden sämtliche Hohlräume auch plastisch aus Messingguss und Draht hergestellt und ebenfalls auf Drahtstäben in der richtigen Position aneinandergelöthet. Ein derartiges sehr instructives Modell ist auf dem Salzberge von Ischl ausgeführt worden.

Das Tagrevier wird ebenfalls plastisch nach Schichtenringen aus Leinwand und Pappe hergestellt und kann in Charnieren über dem Modelle abgehoben werden. Die an den Seitenwänden eingefügten Glastafeln gestatten dann den Einblick in das Innere und befindet sich auch in der Regel auf einer Seite dieser Wände das geologische Profil des ganzen Terrains.

Alle früher aus bemalten Glastafeln angefertigten Modelle sind unpraktisch und bereits ausser Gebrauch.

Die gut eingerichteten Markscheidereien auf unseren Salzbergen enthalten:

- Zwei Markscheidetische;
- einen Markscheidetisch mit fixirter Mittagslinie;
- mehrere sächsische Schinzeuge;
- ein Diopterlineal;
- einen complete Messtisch mit Bussole, Diopter, Libelle;
- ein Polarplanimeter;
- ein Nivellirinstrument;
- einen Grubentheodolithen;
- einen Regeltransporteur mit Nonius zum Winkelmessen, 2 m lange Messstäbe, Messketten, Stahlbänder.

IX. ABSCHNITT.

Ueber die bei der Anlage der Betriebswerker der Aus- und Vorrichtungsbau ausgeführten Häuerarbeiten.

Die Häuerarbeiten bestehen in dem Ausschlagen neuer Stollen und Strecken, Werksanlagen, Abteufen der Püttengruben oder Schächte und in der Herstellung der Dammschrämme. Die Durchörterung der Strecken geschah in der früheren Zeit und grösstentheils auch heute noch ohne Sprengung mit der Keilhau allein, indem der Häuer in das Gestein zuerst einen tiefen Einbruch macht und hierauf die Seitentheile in Streifen von 10 cm nachnimmt. Der Einbruch geschieht in der halben Mitte und hierauf in der oberen Hälfte, worauf dann die rechte und linke Seite nachgenommen wird, was in der Regel zwei Häuer in unmittelbarer Schichtenfolge durch ihren Einbruch und Nachnahme nach Erforderniss ausführen.

Diese ganze Arbeit hat in einem mehr milderen und gleichartigeren Thon und Haselgebirge ein sehr reinliches Ansehen, ähnlich der Schlägel- und Eisenarbeit, und kommt es dabei mehr auf Geschicklichkeit als Kraft an, die in der Regel

nicht grosse Festigkeit, wohl aber bedeutende Zähigkeit des Haselgebirges mit dem Gezähe zu überwinden.

Bei sehr festem Gesteine, Anhydrit, Kalk, ist das Sprengen mit Pulver ausschliesslich in Ausübung und treten auch bei der Arbeit in sehr festem Haselgebirge in der Regel beide Arbeiten, mit Keilhau und Pulver, in Combination.

Hier wird ebenfalls der gleiche Einbruch (Schrämen, Krinnen) in der Mitte des Ortshiebes gemacht und die Seitentheile wechselweise mit Pulver nachgesprengt.

Das Schrämen, Schlitzen (Krinnen) erfordert hiebei jedenfalls den grössten Arbeitsaufwand, und es soll eine kurze Berechnung angefügt werden, in welcher Weise das Schrämen, Schlitzen (Krinnen) auf den Ortsvortrieb einwirkt.

	fl	kr
Wird nach Erfahrung in 4 sechsstündigen Schichten ein Schram von 2,0 m Höhe und 0,7 m Tiefe = 1,4 m ² hergestellt, wobei eine Stunde die Förderung der Abfallberge in Anspruch nimmt und der Grundlohn 1 fl beträgt, so kosten 1,4 m ² 3 fl 33 kr, daher 1 m ² Schram	2	38
Zehn Stück Hauereisen à 4 fl 18 kr in fortwährendem Gebrauche zum Schrämen sind in 5 Jahren abgenützt und können 375 m ² schrämen, daher auf 1 m ² Schramabnützung entfällt	—	1,10
Weiters ist bekannt, dass 1 m ² Schram durchschnittlich 15 Eisenspitzen braucht und dass ein Schmied in 2 Stunden 50 Eisen, von denen immer eines zum Wechseln gelaugt, spitzen kann; zwei Stunden Schmiedelohn 22,2 kr und 15 Spitzen für 1 m ²	—	6,66
Auf den Stahl entfällt per m ²	—	0,45
Zu 50 Eisenspitzen werden 0,79 hl Holzkohlen verbraucht und kostet 1 hl 38 kr, somit per 15 Spitzen zu 1 m ²	—	9,00
Endlich müssen noch zu jedem m ² auf Abnützung der Eisenhölbe 2 kr hinzugeschlagen werden	—	2,00
An Licht für 1 m ² entfallen!	—	8,60
In Summa	2	65,80

Es muss bemerkt werden, dass die 0,7 m Tiefe des Schrames in zwei Perioden ausgeschrämt wird, dass also der eigentliche Schram nur 0,35 m tief ist und nach jedem 0,35 m tief hergestellten Schram die eine Seite wieder gesprengt wird und durch dieses wechselweise Sprengen und

Schrämen der Schram in Betreff der Bohrlöcher ebenso zweckmässig ist, als wenn derselbe 0,7 m tief gewesen wäre.

Die ganze Häuerarbeit wird auf den verschiedenen bei dem Abbau und Vorbau üblichen Gebäuden ausgeführt, und es ist daher die Leistung der Häuer bei der Sprengarbeit im Gestein, im Haselgebirge, Mergel, Anhydrit, Thon auch verschieden, je nach dem verschiedenen Vorkommen in dem jeweiligen Salzberge.

Nachstehende Tabelle soll in dieser Hinsicht eine allgemeine Uebersicht geben.¹⁾

	Ortsdimensionen				Geding per m ³	Verdienst- quote per 8 h-Schicht	Leistung per 8 h-Schicht	Salzberg von	Anm.
	Breite			Höhe					
	Sohle	First	Mitte						
	m	m	m	m					
Vorbau.									
Hauptschacht- richt	1,60	1,00	1,30	2,00	8,84	112,7	0,145	Hallstatt	
Abbau.									
Sinkwerke	1,00	0,55	0,78	1,80	12,07	102,3	0,093	"	
Langoffen	1,00	0,55	0,78	1,90	10,79	107,1	0,110	"	
Paralleloffn	0,50	0,50	0,50	1,85	11,17	79,0	0,074	"	
Schachtricht	1,00	0,60	0,80	—	10,47	95,4	0,091	Hall	
Paralleloffn	0,78	0,44	0,61	1,70	15,80	94,0	0,060	"	
	1,10	0,60	0,85	1,95	26,73	105,5	0,043	"	Fester An- hydrit
Püttengrube	1,20	0,80	1,00	2,00	8,78	107,2	0,133	Aussee	
Sinkwerk	1,00	0,60	0,80	1,90	11,60	116,7	0,103	"	
Langoffen	1,00	0,60	0,80	1,90	11,84	94,7	0,093	"	
Schachtricht	1,30	0,60	0,95	1,80	13,03	108,2	0,083	Hallein	
Schürfe	1,20	0,55	0,87	1,65	20,21	109,9	0,054	"	
Veröffnungen	0,50	0,50	0,50	1,70	15,29	112,4	0,074	"	

Inwiefern diese Kosten auf die vollständige Herstellung einer Werksanlage einwirken, soll aus einem Voranschlag für eine solche im Salzberge von Ischl ersehen werden:

¹⁾ Nach Bergmeister Paul Sorgo.

20 <i>m</i>	Pittenoffen à fl 15,50	310 fl
16 <i>m</i> ³	Pittenstätte à fl 6	96 „
55 <i>m</i>	Sinkwerk à fl 14,76	811 „
50 „	Langoffen à fl 14,24	712 „
205 „	Paralleloffen à fl 10,54	2160 „
38 „	Pittengrube à fl 15,50	589 „
20 „	Ablassoffen à fl 14,24	284 „
38 <i>m</i> ³	Dammschram à fl 11,68	443 „
	Summa	5405 fl
	Auf Förderung der Abfallberge	300 fl
	Verschlagungskosten sammt Verschlaggebirg, Vorrichtungen und Beibringen	1267 „
	Anfertigen des Dammrohres, Aufführen des Ablass- kastens, Strähngeleite, Zimentrog, Pipen	420 „
	Die ganzen Wehranlagskosten in Summa =	7382 fl

Der Abbau auf Steinsalz wird bei den Salzbergen nach Oertlichkeit entweder firstenmässig in Verhauen auf reichen Kernstrichen oder in den Niedergängen der Werker betrieben, und ist daher insoferne theuer, als nur bestimmte Gewichtsmengen aus dem mitunter nicht ganz reinen Vorkommen ausgewählt werden müssen.

Der Streckenbetrieb wird mit Senkel und Waage betrieben.

Das Sohlsteigen bei älteren Stollen ist in der Regel sehr bedeutend, und war es von jeher das Bestreben, diese Strecken angemessen zu reguliren.

Man findet beispielsweise Steigen von 24 *mm* auf 1 Längener Strecke.

Dermalen gibt man den Hauptstrecken kaum mehr als 5 *mm* Steigen pro Meter Lauf.

Eine besondere Arbeit auf Häuerschlägen ist die der Schopfknapen oder die Nachschlagsarbeit von Kehren und Sinkwerken.

Alle in den obigen Dimensionen ausgeführten Baue verengen sich durch Blähung des Thones so lange, bis sich theilweise Schalen und Wände loslösen; um letzteres zu verhindern,

werden die Wände von 0,1 auf 0,2 *m* und mehr Dicke und ebenso die Firste (Schofp) auf das Normalmaass nachgenommen. Sehr häufig steht mit dieser Arbeit auch die Regelung der Sohle in Verbindung.

Die Schöpfunghauer bedienen sich der Kern- und Steineisen. Die Häuergezähe sind: das Kern- und Steineisen, die Haeue, Schnitzhacke, Aufschlaghammer, Steinnaiger, Raumkrazel, Ladstock, Pulverlöffel, Pulverflasche, einbeiniger Häuerstuhl, die Sohlen- und Firstenwaage, Holzschaukel, Buchenholzkeile; Sprengmaterialie: Pulver, Dynamit, Zünder und Kapsel. Die Kernbrechhauer brauchen ausser dem Genannten noch Setzeisen, Eisenschlägel, Pehrhammer, Eisenstange, Griff, Radeltruhe, Radelbock, Steintrog und Riesenhund. Ausser diesen Werkzeugen haben bei den Salzbergen in jüngster Zeit auch die Bohrmaschinen Anwendung gefunden, und ist insbesondere die hydraulische Bohrmaschine für Ausschlagung von Wehräumen von grossem Vortheil.¹⁾

Bei jedem geregelten Streckenbetrieb soll eine Häuerbetriebskarte und Häuerbetriebsvormerkung geführt werden. Die erstere enthält die pro Monat durchfahrenen Längen und die Gebirgsart. Aus ihr geschieht dann die Uebertragung in die Hauptkarte. Letztere enthält die Längen und sonstigen den Ausschlag betreffenden Vormerkungen.

X. ABSCHNITT.

Die Förderung bei den Salzbergen.

Die Förderung hat seit dem Bestehen der alpinen Salzberge den geringsten Fortschritt aufzuweisen.

Der Grund liegt wohl hauptsächlich in dem unregelmässigen hohen Streckensteigen, welches nur die kleinen Spurnagelhunde (ungarische Hunde) mit Leichtigkeit bewältigen können und das die Einführung der Eisenbahnen wenigstens in den höheren

¹⁾ Die abgeführten Versuche mit der Hagans'schen Bohrmaschine. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 39, 1872. — Anwendung des Steinsalzbohrers

Horizonten erschwerte. So ist ein Steigen von durchschnittlich 24 mm auf 1 m Länge in den einzelnen Horizonten und darüber durchaus keine Seltenheit, während man bei den neueren Anlagen auf 10 mm und selbst auf 5 mm herabgeht, doch soll früher genau erprobt werden, ob der Förderhund, wenn er einmal im Gange ist, von selbst läuft, und nicht wie bei der bisherigen Stollensaige beim Herausfahren sehr stark gebremst werden muss, während beim Zurückfahren wieder nutzlos eine grosse Kraft anzuwenden ist. Diese im Allgemeinen misslichen Umstände betreffen lediglich die Horizontalförderung, doch geschah selbst die verticale Förderung bis gegen die letzten Decennien noch vielfach mit dem Haspel.

In dieser Hinsicht hat nur ein Salzberg durchgreifend den auf der Höhe der Technik geforderten Standpunkt erreicht, nämlich der Salzberg von Ischl, und soll daher die Grubenförderung unserer Salzberge auch nur in dieser Hinsicht erörtert werden.

Um jedoch die Frage der Förderung zu beantworten, müssen bestimmte Grundsätze aufgestellt werden, nach welchen die Förderung überhaupt ausgeführt wurde oder in Zukunft ausgeführt werden soll. Bis zum Beginn der Fünfziger-Jahre und theilweise noch jetzt geschah die Förderung der Berge von den Ausrichtungsbauen, Vor- und Hoffnungsbauen, Abbauen, Erhaltbauen und aus den Wehren fast ausschliesslich mit kleinen und grossen Hunden zu Tage, wo dieselben über ein Sturzgerüste entleert wurden, welches auf dem Schussgerinne eines

im Haselgebirge. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 44, 1872. — Ueber den Lisbeth'schen Steinsalzbohrer. B. u. H. J. d. B. v. L. u. Pf. 1873. — Ueber die Verbesserung des Lisbeth'schen Steinsalzbohrers. B. u. H. J. d. B. v. L. u. Pf. XXII. Bd., 1874 und Dingler's Polyt. Journ. 212. Bd. — C. v. Balzberg, Das drehende Bohren im milden Gestein. B. u. H. J. d. B. v. L. u. Pf. XXIV. Bd. 1876. — Dniestrzanski, Die Handschrämmaschine. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 4, 1879. — C. Schedl, Die hydraulische Gesteinsbohrmaschine in Anwendung auf den Ischler Salzberg. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 28, 1889. — Einrichtung und Leistung der Handbohrmaschine für die Steinsalzgewinnung. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 39, 1869. — Anwendung der Schrämmaschine beim rumänischen Steinsalzbergbau. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 26, 1887.

vorbeifiessenden Baches gleich einem Roste erbaut war. Erst im Jahre 1852 traten in dieser Beziehung andere Ansichten auf.

Der in der mehrerwähnten Verwässerungsbroschüre von Schwind vom Jahre 1862 aufgestellte versicherungstechnische Grundsatz: „Kein Pfund Laist soll in Zukunft aus den Salzbergen zu Tage gefördert werden“, wurde durch die von Franz v. Schwind in Ischl erbaute Kübelkunst mit Erfolg praktisch in Anwendung gebracht. Hiedurch wurde es möglich, mit dem Laistüberfluss junger, tiefer gelegener Werker dem Bedürfnisse hochgelegener älterer Werker zu entsprechen, letztere nämlich mit dem Laiste zu versetzen oder weniger bruchgefährlich zu machen.

Somit müssen, wenn die Förderung in unseren Salzbergen auf eine in jeder Hinsicht gesunde Basis gestellt werden soll, die in dieser Richtung aufgestellten Grundsätze von Schwind vollinhaltlich zur Thatsache werden.

1. Die senkrecht übereinander situirten und benützten Werker müssen einander mit Laist nach oben und mit Soole nach unten aushelfen, wenn die Arbeit rationell ausgeführt werden soll, was zugleich reichliche Süsswasserdispositionen erfordert.

2. Müssen diese gebotenen Betriebskräfte zur verticalen Communication benützt werden und geringere Saigerführung der Strecken angestrebt werden.¹⁾ Auf Förderung Bezug nehmend:

Die am Salzberge von Ischl im Jahre 1840 von Franz v. Schwind eingeführte Kübelkunst ist in Fig. 12, Taf. V, abgebildet und hatte folgende Form:

Ueber dem auf dem Püttenherde errichteten Gerüste G sind die mit der Welle W fest verbundenen Seil- S und Bremscheibe B beweglich. Ebenso ist in dem Sumpfkasten des Werkes die zweite Seilscheibe S' in der Hängebank H beweglich,

¹⁾ Schiestl, Karren- u. Gestängbahn-Förderung. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 8, 1856. — C. v. Balzberg, Kleine Ventilationsanlagen am Kaiser Franz Josefstollen in Hallstatt. B. u. H. J. d. B. v. I. u. P. XXVII, 1879. — Wallner, Die Anlagen einer hydraulischen Transmission bei der Saline von Aussee. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 47, 1889.

In der Seilspur dieser Scheiben bewegt sich das Seil ohne Ende, in welchem zwei Kübelkränze *K* eingeschaltet sind, von welchen also jeder abwechselnd einmal oben und unten anlangt, je nachdem das oben in die Wassertonne *T* einfließende Wasser durch sein Uebergewicht den im unteren Werksraume gefüllten Kübel auf der anderen Seite emporzieht.

In dem eisernen Kübelkranz ist die Wassertonne um eine etwas über dem Schwerpunkt liegende Axe beweglich, und kann dieselbe mittelst eines Strickes entleert werden, worauf das in den Sumpf entleerte Wasser durch den Strähn *s* zum Abflusse gelangt.

Seit jener Zeit hat dieser Aufzug manche Abänderung erfahren: Um das Aneinanderstossen der Kübelkränze zu vermeiden, wurden dieselben in Geleitbahnen eingezwängt. Diese Geleitbahnen sind aus weichem Holz und werden von 3 zu 3 *m* in Querbalken angenagelt, und zwar sind die beiden äusseren 10,5 *cm* quadratisch, die mittleren 10,5 und 16 *cm* stark.

An der inneren Seite dieser Gleitbahnen ist eine 4 *cm* tiefe und 2,5 *cm* weite Nuth eingehobelt, in welcher die an dem Kübelkranze befestigten vier Leitklötze laufen.

Die Bremsvorrichtung besteht aus einem zweitheiligen Bremsreifen aus Schmiedeeisen, 0,5 *cm* dick und 10,5 *cm* breit; auf der linken Seite bilden beide Reiftheile ein Charnier, welches sich auf einem am Balken befestigten Bolzen verbindet; auf der rechten Seite laufen die zwei Reiftheile in Augen aus, in welche die an der Bremsstange befindlichen zwei Bolzen eingesteckt werden; um den mittleren Bolzen der Bremsstange bewegt sich dieselbe, wodurch das Oeffnen und Schliessen der Bremsreifen erfolgt und durch die krumme, gezähnte Querspange der Bremse gesperrt werden kann.

Auf dem Herde ist ein Wassertrog aufgestellt, in welchem das Wasser zu- und abgeleitet wird und in welchem eine Pipe angebracht ist, deren Spitze aus der Trogwand hervorragt, woran dann der Füllungsschlauch befestigt wird.

Die Hängebank, in welcher die Seilscheibe unten im Sumpf läuft, hebt und senkt sich in den zwei äusseren Geleitbahnen mittelst vier Leitklötzen wie an den Kübelkränzen.

Die Anschaffung und Aufstellung einer Kiibelkunst beläuft sich auf 500 fl, die zeitweilige Ueberstellung zu einem andern Schacht, dessen Werk in Säuberung kommt, auf 300 fl.

Die Förderung in den Salzbergen befasst sich mit allen in denselben abfallenden Bergen. Dieselbe lässt sich annähernd aus der jährlichen Soolenerzeugung und dem Gebirgsreichthum an Salz bestimmen.

Es wären zum Beispiel in einem Horizonte 21 Werke vorhanden, und es hätte sich nach einem 10jährigen Durchschnitte ergeben, dass für eine jährliche Soolenerzeugung von einer Million rund 17 Längenmeter Aetzmaass (siehe Tabelle S. 367) erforderlich seien.

Es hätte sich ferner herausgestellt, dass ein Werk durch eine Etage von 36 bis 38 *m* Bergdicke ein Versudmaass von 26 *m* in Wirklichkeit in Aussicht stelle, so ergibt sich die Dauer eines Werkes bei einer jährlichen Erzeugung von einer Million Soole auf 1,53 Jahre, und kommen für diese Werksdauer folgende Berge zur Förderung :

a) **Ausrichtungsberge.** Die sämtlichen Ausrichtungsstrecken der obigen 21 Werker ergeben eine gesammte Länge von 2156 Längenmeter und entfallen daher auf 1 Werk 102 *m*, diese verglichen 2,2 *m* hoch, 1,2 *m* weit = 2,64 *m*² mit der Länge 102 = 269 *m*³ geben die Ausrichtungsberge.

b) **Vorbauberge.** Wären die Strecken der Vor- und Hoffnungsbaue dieser Etage zum richtigen Aufschluss der Salzgrenze zusammen 300 *m*, also für ein Werk 14 *m*, so ergeben sich $2,2 \times 1,2 \times 14 = 37 \text{ m}^3$ an Vorbaubergen.

c) **Abbauberge.** Die Anlage eines neuen Werkes ergibt: 53 *m* Langoffen und 92 *m* Paralleloffen, zusammen 145 *m*, von 2 *m* Höhe, 1 *m* Weite = 290 *m*³; 38 *m* Püttengrube von 1,9 *m* Länge, 1,3 *m* Breite und 38 *m* Tiefe = 94 *m*³; Püttenstätte 4 *m* Länge, 3 *m* Breite, 2 *m* Höhe gibt 24 *m*³; Püttenoffen von 20 *m* Länge, 2 *m* Höhe, 1 *m* Weite gibt 40 *m*³; Sinkwerk 1,8 *m* hoch, 0,9 *m* weit, 50 *m* lang gibt 81 *m*³; Ablassoffen 15 *m* lang, 2 *m* hoch, 0,9 *m* weit gibt 27 *m*³. Das Ablassgebäude, als: Damm-

flügel, Kastengrube, Röhrenlager zusammen $54 m^3$, daher zusammen $610 m^3$ an Abbaubergen.

d) Erhaltbauberge. Für dieselben kommen in Rechnung gleichfalls für die Dauer eines Werkes:

α) Die Längsstrecken der Ausrichtungsbaue $102 m$;

β) Die Längsstrecken der Vorbaue $14 m$;

γ) Püttenoffen, Sinkwerk, Ablassoffen $85 m$,

in Summa pro 1 Werk $201 m$.

Nimmt man an, dass die jährliche Erzeugung von 1 Million Soole 20 derartige Werker in Anspruch nehme, so sind dies $20 \times 201 = 4020$ Längensterken, und da man ferner annehmen kann, dass diese Strecken alle 20 Jahre erweitert werden müssen, sei es nun als Nachschlag im Haselgebirg oder ausser Druck setzen, so gibt dies $4040 : 20 = 201 m$, und da 1 Längsterken $0,8 m^3$ Nachschlag gibt, so ergeben sich $0,8 \times 201 = 761 m^3$ Erhaltbauberge.

e) Wehrlaistberge. Aus vielen mehrjährigen Aufschreibungen in Ischl über Werker hat sich ergeben, dass im Durchschnitte aus einer Wehre, um in derselben nothwendig manipuliren zu können, $1569 m^3$ feste Masse Wehrlaist, wie er nach der Wässerung im Werke liegt, ausgesäubert werden müssen.

Es sind daher:

a) An Ausrichtungsbergen	269 m^3
b) „ Vorbaubergen	37 „
c) „ Abbaubergen	610 „
d) „ Erhaltbaubergen	161 „
in Summa	<u>1077 m^3</u>

und diese $1077 m^3$ getheilt durch die Dauer eines Werkes = 1,53 Jahr ergibt jährlich $704 m^3$, und nachdem $1 m^3$ feste Masse Haselgebirge $2052 kg$ wiegt, so ist das jährlich zur Förderung gelangende Gewicht der Abfallberge $1444628 kg$. Und ebenso die Wehrlaistberge = $1560 m^3$ getheilt durch die Werksdauer 1,53 ergeben $1019 m^3$, und diese mit dem Gewichte eines Cubikmeters feste Masse Wehrlaist per $2326 kg$ multi-

plicirt, gibt das jährlich zu fördernde Quantum Wehrlaist mit 2370 194 *kg*, daher in Summe das Gewicht aller Berge: 3 814 822 *kg*.

Diese Masse ist entweder in der Grube zu dislociren oder per Eisenbahn zu Tage zu schaffen.

In allen Fällen ist die Horizontalförderung mit der Verticalförderung zu combiniren. Die Abfallberge der Häuer- und Rüsterschläge werden, wenn sie reich sind, in die nächst tiefer liegenden Werke durch das Sturzfenster des Püttenherdes abgestürzt und kommen in dem betreffenden Werk zur Verwässerung, oder sie werden in einem in der Nähe befindlichen Hauptverbindungsschachte aller Etagen gefördert und dort mit der Kübelkunst in einen höheren Horizont und von da zur Verstärkung in eines der ausgenützten älteren Werker gebracht.

Die Säuberung der Werker bildet ebenfalls einen Hauptbestandtheil der gesammten Förderung und kann auf zweierlei Weise stattfinden, entweder durch den Wehrablass oder durch die Werkspütte.

Die Förderung durch den Werksablass kann ebenfalls wieder auf zweifache Art geschehen, entweder horizontal durch den Ebendamm, oder vertical nach abwärts durch die Roll- oder Berchtesgadener Wehre. In beiden Fällen muss der Damm wenigstens theilweise aufgerissen werden. Bei der Ebenwehr wird dann auf der Sohle über dem Dammrohre eine Bahn gelegt und dieselbe bis in das zu säubernde Werk verlängert. Bei der Rollwehre wird der obere Theil des Dammes theilweise aufgerissen und ein aus Holzläden geformter Trichter in die Rolle eingesetzt, der Laist auf den unteren Ablassofen abgestürzt und von da mit Hunden weiter befördert.

Wie erwähnt, hat jede rationelle Säuberung heutzutage nur mehr durch einen Wassermotor (Kübelkunst) zu geschehen, und wird der Laist unmittelbar im Werke in Kübeln gefasst, dieselben (Fig. 12, Taf. V) auf zweiräderige Karren gestellt, welche nun zu der über dem Hauptsumpfe befindlichen Pütte gestossen werden, woselbst sie über einer im Werke bestehenden Streifwand hinaufgleiten.

Bei den älteren Säuberungen befindet sich der Haspel, der heutzutage durch die Kübelkunst (Fig. 12, Taf. V) ersetzt wird, auf dem Hornstattherde. Ist der Kübel oben auf der Hornstätte angelangt, so kann er unmittelbar in die neben der erhöhten Hornstätte (dem Püttenherde) geschobenen Hunde gefüllt und horizontal weiter befördert werden. Ein derartiger Hund mit der Grubeneisenbahn ist in Fig. 7, Taf. VI, abgebildet. Zur bequemeren Fassung befindet sich auf der Püttenstatt ein Doppelgeleise. Die Säuberung des Werkes beginnt um die Pütte oder den Sumpfkasten und verbreitet sich gegen den Ulm zwischen den Parallelöffnen. Die daselbst angestellten Arbeiter, die Streifer, streifen den Laist mit dem Streiferisen ab, worauf dann letzterer von den Werkbuben zu der Pütte gefördert wird. Für die horizontale Förderung wird den Förderern eine bestimmte *L a u f z a h l* (Anzahl der Grubenhunde) vorgeschrieben, welche dieselben in einer Schicht zu fördern haben, und welche durch Aufsicht oder Controluhren controlirt werden.

Was nun die Kosten der Förderung betrifft, so werden sich dieselben mit der Kübelkunst weitaus günstiger gestalten, wenn in einer und derselben Etage zugleich bei rechtzeitiger Benützung sowohl Anlags-, Erzeug- und Verstürzwerker bestehen könnten, was selbsverständlich anzubahnen ist, indem dann der Laist nach seiner Hebung unmittelbar durch weitere Horizontalförderung und Abstürzen verörtert werden kann. Was die bei der Säuberung anzustellende Mannschaft betrifft, so würde sie sich beispielsweise in einem derartigen Werke folgend gestalten:

Im Werke unten	4	Mann
I. Kübelkunst oben	2	"
Zufahrt zum zweiten Schachte	2	"
II. Kübelkunst an diesem Schachte unten	2	"
Kübelkunst an diesem Schachte oben	2	"
Oben wegfördern	3	"
	<hr/>	
Zusammen	15	Mann

Es ist unter Umständen ganz richtig, dass die horizontale Förderung zu Tage billiger erscheint als die verticale, aber es ist zu bedenken, dass in langen Stollen die Anlage und Erhaltung der Eisenbahn ebenfalls bedeutende Kosten erfordert, und dass es die Hauptaufgabe des Salzbergmannes sein soll, seine Werksräume mit den mitunter noch hältigen Bergen zu versetzen und zu versichern.

Die im Dienste der Förderung stehende Mannschaft ist folgende:

1. Die Wegleger. Sie besorgen das Legen der Förderbahnen, Einrichten der Treppen in den Schürfen und Sinkwerken, mit Gestängen und Schwellern, und das Aufmachen der Schurfstangen.

2. Die Truhellaufer oder Förderer. Sie fördern die Abfallberge in Riesenhunden oder Gestängtruheln entweder zu Tage, oder zu dem Förderungsschachte und zur Pütte.

3. Die Werkbuben oder Böckler. Sie hauen den Werkslaist in den Werken auf und bringen ihn zur Kübelkunst oder zu den Dammanlässen.

4. Die Streifer. Sie hauen und kratzen den Wehrlaist von den Offenulmen.

5. Die Eimerer ziehen auf der Hornstätte den Wehrlaist mittelst des Hornhaspels aus dem Werke.

6. Die Truhelrichter fertigen die Riesenhunde, Radeltruhen und Radelböcke an, nebst verschiedenen Geräthen.

7. Die Tschanderer beschäftigen sich insbesondere mit dem Aufsäubern der herabgefallenen Berge in den Grubestrecken, sowie verschiedenen anderen kleinen Geschäften.

Die Werkzeuge der Wegleger sind: Die Sohlen- und Firtenwaage, Bodensäge, Späunsäge, Schnitzhacke, Bahnnaiger oder Bohrer, Stemmeisen, Bohrhammer, Dixel.

Die Werkzeuge der Truhellaufer sind: Riesenhund, Streiferhau, kleine Truhel mit Gestängnagel, Bergtrögel, Karren, Schaufel.

Die Werkzeuge der Werkbuben, Böckler: Der Radelbock mit dem Eimer, die Radeltruhe.

Die Werkzeuge des Streifers: Die Haue, Holzschaukel.

Die Werkzeuge des Tschanderers: Die Haue, Holzschaukel, der Kehrbesen, Bergtrassel, Knechtsbutten oder Schlepptrog, Radeltruhe, Gestängtruhe, Karren, Riesenhund.

XI. ABSCHNITT.

Der Erhaltbau.

Bei keinem Grubenbaue unterliegen seine Theile so nachhaltigen Einflüssen des Gebirges wie bei dem alpinen Salzbergbau. Die bereits mehrfach erwähnte Eigenschaft des Salzthones und mancher Nebensalze, welche mit Heftigkeit Wasser aufnehmen, bedingt die Raumvermehrung, Blähung des Gebirges, sein allmähliches Zerbröckeln theils in kleinen Schalen, theils in grösseren Wänden, welche unter Umständen auch Gefahr bringen können.

Dieses Blähen hängt in erster Linie von der Reichhaltigkeit des Gebirges ab; reiche Kernstriche halten sich lange in dem ursprünglichen Ausmaasse ihres Stollenhiebcs, arme Partien, insbesondere das salzarme Grenzgebirge, fallen bald zusammen und bedingen eine Stütze, Zimmerung oder Verrüstung, wie sich der Salzbergmann ausdrückt. Diese Rüstung besteht aus mehreren, in bestimmten Zwischenräumen eingesetzten Stempeln, welche durch eingelegte Schwartlinge, Hinterlagen, von den festen Ulmen getrennt werden.

Zwischen diesen Ulmen und den Schwartlingen (Hinterlagen) wird gewöhnlich auch noch eine lose Masse von Abfallbergen hinterfüllt, um den Anschluss mehr luftdicht zu machen.

Man unterscheidet bei unseren Salzbergen:

1. Das Schallgerüste mit doppelten und einfachen Gerüststempeln. Die 1 m langen Hinterlagen sind entweder Schwartlinge oder Bretter. Die Stempel sind entweder Halbstütze oder Saumbäume.

2. Das Stempelgerüste. Die Stempel stehen dicht aneinander und sind rund. Dieses Gerüste wird vorzüglich in den Wasseröffnen angewendet.

3. Das Saumstützgerüste, Schnittstützgerüste; die gesäumten Stütze, Stempel, stehen dicht aneinander.

Ausserdem befinden sich in den Püttenstätten und den grösseren Füllörtern die sogenannten Thürstöcke, nämlich zwei verticale Steher, auf welchen ähnlich wie die Kappe des Rüststempels ein sogenannter Durchzug aufruhet.

In den Wassergebäuden und überhaupt älteren Verüstungen ist Stempel an Stempel gestellt, und zwar auf Grundsohlen oder besser auf dem sogenannten Hohlgerinne (Fig. 8, Taf. VI), über welch letzterem das Wasser abrinnen kann.

Dieses Hohlgerüste besteht aus dem Joche *d*, den beiden Saumstützen *c*, welch letztere auf den Ixen *C* stehen, und endlich dem Hohlgrunde, welcher sich an die Ixen anpresst und dadurch dem ganzen Gerüste eine feste Verspannung verleiht.

Bei allen diesen Gerüsten unterscheidet man den Stempel und die Kappe, welche so behauen sind, dass die Stempel nach Maassgabe der erforderlichen Weite in schräger Stellung dem Gebirgsdrucke gleichzeitig den erforderlichen Widerstand entgegensenzen können. Bisweilen stehen bei grossem Drucke auch zwei Thürstöcke, Doppelzimmer, paarweise unmittelbar nebeneinander, worauf dann die Verschallungen in die Zwischenfelder eingelegt werden.

Ist der Untergrund weich, so müssen die Stempel auf kurze oder lange Grundsohlen gestellt werden, und bei den Wassergebäuden auf das oben erwähnte Hohlgerinne, welch letzteres wieder auf einer dichten Lattenlage aufruhet.

Bisweilen legt man in den Zwischenfeldern des Schallgerüstedes die Schwartlinge nicht dicht, sondern so weit auseinander, dass sie nur das Lostrennen der Wände verhindern; die auf der Kappe liegenden Schwartlinge liegen jedoch in der Regel, dicht und werden hiebei ebenfalls die überliegenden Zwischenräume mit Bergen hinterfüllt.

Diese Hinterfüllungen nehmen allerdings manchesmal in der Firste bedeutende Dimensionen an, und ist dann die Verüstung in dieser Hinsicht keine ganz gefahrlose.

Hat der unwiderstehliche Druck endlich jene Grenze erreicht, wo die Stempel oder Zwischenfelderlagen sich unter der Blähung des Gebirges biegen, so müssen dieselben vom Drucke befreit werden, es müssen sämtliche Rüststempel und Hinterlagen abgenommen und die Hinterfüllungen herausgenommen werden, worauf dann die Verrüstung wieder in neuer standhafter Lage ausgeführt wird.

Bei gefahrvollen Streckensohlen, welche in Folge unterliegender brüchiger Objecte zu versinken drohen, wird eine Art Hängegerüst angewendet, indem die Stempel an der in der Firste eingelassenen Kappe aufgehängt werden, und die Eisenbahngestänge ebenfalls auf der mit den Stempeln verbundenen Sohle aufliegen.

Der in Fig. 7, Taf. VI verzeichnete Stollenquerschnitt ist dem Kaiser Leopoldstollen des Salzberges Ischl entnommen, durch welchen die Sohle und das Grubenwasser in zwei Cementsträhnen und einem Rinnwerke zum Abfluss gelangen. Eine solche wiederkehrende Verrüstung eines ganzen Stollens geschieht in einem bestimmten Turnus, und kann derselbe in einem mehr standhaften Gebirge viele Jahre umfassen, während man im sehr armen blähenden Gebirge oft mit grosser Schnelligkeit wieder beginnen muss, nachdem die Verrüstung kaum beendet ist.

Die Hohlgründe haben selbst eine 20—30jährige Dauer.

Der Verrüstungsturnus bei den einzelnen Salzbergen beträgt für Hall 3,6, für Ischl 14,1, für Hallstatt 22,7 und für Aussee 12,5 Jahre.¹⁾

Die in Müller's süddeutschem Salzbergbaue aufgeführte Stöckelmauerung aus Holz hat sich nicht bewährt oder ist, richtiger gesagt, viel zu theuer, um im gleichen Maasse sich widerstandsfähig zu zeigen.

Auch die Mauerung in Stein hat sich nur an dem im Vorhaupte des Salzlagers durchfahrenen Schottergebirge als

¹⁾ Ueber die Drainirung der Hangendschichten eines Salzlagers und Verrüstung überhaupt. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 29, 1873.

praktisch erwiesen, konnte aber ebenfalls in dem Salzthone und Haselgebirge nirgends jenen Widerstand gewähren, welcher von den mit grossen Kosten ausgeführten Mauerungen zu erwarten stand.

Die ausgeführten Schachtmauerungen, mochten sie welch immer Querschnitte haben, wurden allerwärts von dem mächtigen Gebirgsdruck zerstört.

Eine besondere Mühe der Grubenerhaltung erfordern die Wassergebäude, alten Niedergänge und die Wehrniedergänge, welche später bei der Wasser- und Soolenwirthschaft behandelt werden sollen.

Zur Grubenerhaltung gehören auch die Zimmerungen der Schächte, Füllörter, Ablassgebäude, der Einbau der Kübelkünste, Kastenzimmern, Wetterthürenaufstellen, Dammrohrelegen.

Die bei den Salzbergbauen vorkommenden Schächte haben folgende Dimensionen:

1. Die Werkspütte 1,5 *m* lang, 1 *m* breit, 38 *m* tief; sie werden nie ausgezimmert.

2. Einwässerungsschacht. Derlei Schächte haben den Zweck, mehrere Werker zugleich mit Wasser zu versorgen. Sie wurden insbesondere bei den Doppelwerkergruppen (System *Stapf*) in Anwendung gebracht. Ihre Dimensionen sind: 2,5 *m* Länge, 2 *m* Breite und 38 *m* Tiefe.

3. Förderschächte, Untersuchungsschächte. Länge 3,75 *m*, Breite 1,75 *m*, Tiefe 38 *m*.

Die Rüsterwerkzeuge sind: Kerneisen, Rüstersehnid, Waldsäge, das Sagel, Haue, Kratze, Berghämmer, Schnitzhacke, Asthacke, Holzschaukel, Eisenschaukel, Schlepptrog, Bergtragel, Knechtsbutten, Rüsterklammern, Trieb- und Zimmerhackel, Holzschlägel, Radel- oder Gestängtruhen, Riesenbund, Gestängwagen. Materiale: Stempel, Stötze, kurze Halbbäume, Schwartlinge, Ixen, Hohlgründe.

Die Zimmermannswerkzeuge: Zimmerhacke, Asthacke, Maishacke, Schnitzhacke, Deckhackel, Waldsäge, Längsäge, Spannsäge, Bogensagel, Schnürzeug; Hobel: Raubhobel, Schlicht-, Fug-, grosser und kleiner Gesims-, Leistenhobel, Schneidzeug;

Scharrnägel, Dippel-, Kasten-, Hirn- und Dachnägel als Materialien; Schraubenzwingen, Stemmeisen, Lochbeutel, grosser und kleiner Naiger, Deckschemel, Zimmerklammern, Beisszange, Maassstäbe.

XII. ABSCHNITT.

Ueber die Leitung von Wasser, Soole und deren Gebahrung.

Diese zerfällt in drei Abtheilungen:

- I. Die Sammlung der Selbst- und Tagwasser, sowie die Innehaltung und Versicherung der dazu nothwendigen Gebäude und Vorrichtungen.¹⁾
- II. Die Vertheilung dieser Wässer zur Speisung der Soolenerzeugswerker.
- III. Die Entwicklung der Grundsätze über die Soolenerzeugung im Grossen und die Vertheilung der erzeugten Soole in den Leitungen zu den Einschlagswerkern oder direct zur Sudhütte.

I. Die meisten der alten, in der Kuppe der Salzlager eingetriebenen Stollen traten aus dem Haselgebirge in die Region der Reichenhaller Kalke, Zlambachmergel und Hallstätter Kalke. Insbesondere ist es der letztere, stark dolomitische und zerklüftete Kalk, welcher die Infiltration selbst sehr hoch gelegener Quellen stark begünstigt. Die Unkenntniss unserer Vorfahren in der geologischen Constitution unseres Salzberges und seiner angrenzenden Schichten, manchesmal wohl auch der Wassermangel für die Soolenerzeugung, waren der Grund, welcher sie zum Eingriff in diese Schichten bewog.

Im erstenen Falle glaubte man sehr häufig, ein plötzlich erschrotes Wasser wieder tiefer abzufassen, und so fand man hier nicht selten ein anderes Wasser, welches sich zum ersten als dauernde Last für alle folgenden Jahrhunderte gesellte.

¹⁾ Ueber die Drainirung der Hangendschichten eines Salzlagers. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 29, 1873. — A. Schernthanner, Der Wasserabbau in Breunerberg am k. k. Salzberg in Aussee. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 49, 1884.

Das war sehr häufig die Folge jedes Wasserabbaues und wird es auch in aller Zukunft sein!

Auch saure Quellen waren nicht selten die gleiche Folge solcher Versuchsbaue (Selbstwasserschachtricht in Aussee), denn es ist nicht ausgeschlossen, dass manche höher gelegenen Theile unserer Salzlager theils durch frühe menschliche Eingriffe oder elementare Eingriffe, Hebungen, Senkungen dem unterirdischen Angriffe des Wassers ausgesetzt sind, die gestauten Wässer auf ihrem Abflusse das Haselgebirge verlaugen und als Soole durch innere Grubenbaue abgeführt werden können.

In allen diesen Fällen ist es nach den heutigen Errungenschaften der geologischen Forschung bereits fester Grundsatz, dass es unthunlich ist, derartige Wässer- oder Soolenzuflüsse tiefer abzubauen, indem hier nur neue Lasten für die offen zu haltenden Lasten erscheinen und es daher am besten ist, diese Quellen auf dem kürzesten Wege in solidem Strähngleite wenn möglich von Eisen aus dem Salzlager abzuführen.

Es muss hier bemerkt werden, dass auch manche vergebliche Versuche gemacht wurden, derlei Wässer durch Laistdämme zurückzudämmen¹⁾, aber die neuesten Versuche und Ergebnisse in Dux haben erwiesen, dass eine derartige Verdämmung mit gemauerten Kugeldämmen gelingen kann und dass es daher auch im Bereiche der Möglichkeit liegt, insoferne locale Umstände günstig sind, auch manche der Wässer unserer Salzberge an der Grenze ihren ursprünglichen Wasserläufen wieder zuzuführen.

Alle sogenannten Wasserdämme und Verwehrungen, Stockwehren, wie sie Miller v. Hauenfels im Innern unserer Salzberge aufführt, können nach dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft und Erfahrung keinen Erfolg haben.

Welche bedeutende Wassermengen unsere Salzberge aus den Hangendschichten empfangen, ist in nachstehender Tabelle enthalten:

¹⁾ Ueber die Wasserverdämmung an der Grenze des Haselgebirges. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 21, 1871.

Monate	Hall	Hallein	Ischl	Hallstatt	Aussee
	H e k t o l i t e r				
Jänner . .	782 184	99 381	99 504	905 624	237 600
Februar . .	604 896	118 930	124 976	562 100	257 760
März . . .	591 294	229 240	188 576	755 502	573 840
April . . .	580 816	105 648	195 240	4 264 629	1 120 320
Mai	757 400	117 072	197 478	3 342 978	1 545 120
Juni	1 018 344	98 114	163 784	3 690 469	1 233 360
Juli	1 598 444	204 452	195 864	4 101 563	976 320
August . . .	1 344 724	145 768	179 360	4 312 110	883 440
September .	1 243 758	138 620	219 864	2 266 705	925 920
October . .	1 620 120	196 392	226 296	1 235 060	722 880
November .	1 468 702	167 312	213 624	809 882	620 640
December .	1 285 860	257 620	233 280	749 684	1 165 680
Summe . . .	12 956 542	1 878 549	2 237 846	26 996 306	10 162 880

Aus dieser Tabelle sieht man, dass die grosse Menge der Niederschläge bei den fünf Salzbergen im II. Semester von Juli bis Jänner erfolgt und dass der Salzberg von Hallstatt unter allen die grösste Menge empfängt. Diese Wassermengen richten sich zweifelsohne nach der Zahl der Wasserorte, beziehungsweise jenen Hauptpunkten, wo die Quellen gefasst und weitergeleitet werden.

Die Anzahl der Wasserorte beträgt für den Haller Salzberg 18, für den Halleiner Berg 8, für den Ischler Berg 6, für den Hallstätter Berg 23 und für den Ausseer Berg 8. Diese Wasserorte sind entweder in dem festen Kalkstein, aus dessen Klüften die Quellen hervorsprudeln, oder in dem gypsigen Gerölle in dem sogenannten ausgelaugten Salzthon, Thongyps und Zlambachschichten. Dieselben werden entweder in der Grube oder über Tag gemessen (Colonne 6 und 3), und kann nachstehende Aufschreibung über die Wasserzflüsse am k. k. Salzberg von Aussee für das Jahr 1890 als Muster dienen.

Mittlerer Wasser- zufluss per Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	Aumerkung
	Breuner Berg			Betwerk- wasserort	Haueröfen, Baier- hofer Umbau, gem. Wasseröfen, Springer Umbau, Steinschürfo, Kriechbaumberg, Hanptschächtricht	Kriechbaumberg über Tag	Praunfeldk- Feldort	Altherrisch- Feldort	
	Wasservort	Wasseröfen und Haupt- schächtricht	über Tag						
H e k t o l i t e r									
Jänner . .	47	20	30	147	185	303	4	17	(1 + 2) — 3
Februar . .	40	20	13	133	100	146	4	17	und
März . . .	55	186	191	163	210	323	5	18	(4 + 5) — 6
April . . .	166	511	627	338	533	827	5	18	ist das für
Mai	288	603	841	478	526	821	8	23	die An-
Juni	294	719	963	500	789	1256	6	20	wässerung
Juli	284	509	742	479	452	916	6	20	benöthigte
August . .	180	316	446	367	322	489	6	20	Quantum
September	370	756	1083	575	469	1012	5	18	zur Soolen-
October . .	98	139	187	242	222	414	4	17	erzeugung
November	104	272	326	238	744	935	4	17	
December.	138	220	308	296	250	498	4	17	
Jahres- Mittel . .	173	356	479	330	400	662	5	19	

Für die Aufsicht bei diesen Selbstwässern in der Grube und über Tags, den sogenannten Raubwasserdienst, wie er bei den alpinen Salzbergen genannt wird, ist ein eigenes Personal bestellt, welches im Wechsel der Schichten steht und vor Allem durch grosse Verlässlichkeit und Pünktlichkeit ausgezeichnet sein muss. Ihr Geschäft besteht in dem täglichen Besuche dieser Wasserorte und deren sämtlichen Beobachtungsstellen (Sammeltröge), in Notirung der Zeit und des Befundes in den daselbst befindlichen Zimenttrögen und Aufschreibungen. Von diesen Zimenttrögen, welche in der Regel auch Theiltröge sind, ist das Wasser entweder zur Anwässerung oder als Kraftwasser oder zur Ausleitung in tiefere Horizonte bestimmt, und liegen diese Verrichtungen insbesondere den Raubwassergehern ob, welche ausserdem die in sämtlichen Etagen befindlichen Sumpfe mit ihren Soolengerinnen zu beobachten, dieselben zeitweilig zu schöpfen und die Strecken trocken zu halten, sowie auch kleinere Gebrechen zu beheben haben.

Bisweilen ist das in der Grube einbrechende Wasser unzureichend, und es bestehen dann bei einigen Salzbergen,

wie z. B. in Hallein, Ischl, Hallstatt, eigene Süßwasserleitungen, welche von Quellen am Tage durch Tagschürfe eingeführt werden.

Diese Einleitung, sowie überhaupt jede Leitung der Raubwässer in der Grube soll stets durch die an der Salzgrenze geführten Schürfe erfolgen, weil es auf diese Weise möglich ist, die Wässer ohne grossen Druck in alle Theile der Grube weiter zu leiten.

Auch die am Tage befindlichen Quellen werden sorgfältig gefangen, aus eigenen Filtrirtrügen (Sandkästen) in die Hauptzimente, schwimmenden Messtrüge geleitet, von welchen sie erst in einem oder zwei Strähnen dem Grubenbaue zufließen.

Es ist einleuchtend, dass zum Zwecke allfälliger Wasser-noth die Bewirthschaftung und Drainirung der über der Salzdecke befindlichen Tagwässer eine Hauptaufgabe für jeden Salzbergmann sein soll, diese Quellen also sorgfältig gesammelt und in Rinnsalen weggezogen werden sollen, denn je mehr von diesen atmosphärischen Niederschlägen über Tags wegfliessen, desto weniger davon werden die unterirdischen Baue erhalten.

Ein Theil davon wird nun immer entweder in den Selbstwasserorten oder sogenannten Niedergängen abgebaut, und das geschieht auf folgende Weise:

1. Grössere Quellen an der Grenze des Kalksteins und Schotters werden am besten in ausgemauerten Strecken abgezogen (Bettwerk Aussee, Berchtesgaden). Diese Strecken werden aus lagerhaften Steinen elliptisch oder kreisrund hergestellt und an einzelnen Stellen Oeffnungen gelassen. Die auf der Sohle fließenden Wässer werden dann am Ende der Mauerung über einer aus gut gefügten und ineinander getriebenen Bodenläden hergestellten Bühne in ein eigenes Gerinne weitergeführt, zimentirt und getheilt.

2. Kleinere Quellen. Dieselben kommen entweder direct aus Steinklüften und werden ebenfalls durch eine in der Sohle eingelassene Pfostenwand gestaut und durch einen Ueberfall in eine Rinne geleitet, welche auf der Sohle bis zum

nächsten Vertheilungsziment gelegt ist; oder, was der häufigste Fall ist, die Quellen entspringen an mehreren Punkten im Schotter aus fernen Rinnsalen und sitzen dem Stollen aus der Firste und den Ulmen zu.

In diesem Falle wird der Stollen in ein ganzes Stempelgerüste gestellt und der Boden, nachdem derselbe gehörig mit Letten verstaucht wird, mit einem Hohlgerinne (Fig. 8, Taf. VI) versehen, auf welchem die Wässer abfliessen können. Mehrere solche Offen zusammen bilden einen Wasserort, und fliessen schliesslich die aus allen Zweigöffnen sich sammelnden Quellen gemeinsam in ein Hauptgerinne.

Ist die Sohle gut versichert und dauerhaft, so sind diese Gebäude sehr zweckmässig, und handelt es sich schliesslich nur zeitweise, die gebrochenen Stempel und Kappen auszuwechseln.

3. Die Versicherung der Niedergänge. ¹⁾ Die Niedergänge sind Brüche, Einstürze der über die Bruchgrenze unserer Salzberge vergrösserten Wehren, deren Klüfte sich aus der Region des Salzes bis in die Stauungsregion, ja bisweilen in die Einsickerungsregion fortpflanzen und im letzteren Falle dann den Einbruch der Süsswässer veranlassen.

Bezüglich des ersten Falles will ich kurz erwähnen: Die grossen Niedergangsgefälle werden dadurch versichert, dass auf dem niedergegangenen Bruchstücke Pfeiler aus Holz und Salzgebirge combinirt und bis an die Gewölbdecke aufgeführt werden.

In dieser Weise ist das Gefälle des alten Wasserberges und Ahornberges in Aussee versichert, in welchem über 100 derartige Pfeiler aus horizontalen Lagen kreuzstossartig dicht aneinander liegender Stämme dem weiteren Sinken der Einsickerungsregion noch heute Widerstand bieten.

Hat sich im zweiten Falle der Bruch bis in die Einsickerungsregion der Kalke fortgesetzt, so war die Gefahr eine sehr grosse und die tieferen Baue von dem Ersäufen bedroht.

¹⁾ Der Salzberg der Alpen vom Standpunkte der Stabilität. Oest. Zeitschrift f. B. u. H. Nr. 7 u. 8, 1887.

Diese Fälle waren sehr häufig; zu erwähnen sind insbesondere die grossen Wasserorte am Haller Salzberg (Landsee, Puchenberg, Sarnthein, Zacher), in Ischl das grösse Niedergangsrevier, in Aussee die Bettwerkässer u. s. f. Der Bruch in der Einsickerungsregion nimmt in der Regel nicht mehr die Form eines Gewölbes, wie im ersten Fall, an, sondern es lösen sich die zerklüfteten Schichten der Hangendkalke mit kleineren oder grösseren Bruchstücken los und senken sich auf der weichen Stauungsregion in die Tiefe, die unteren Hohlräume zusammenpressend. Die erste Hilfe bei derartigen Katastrophen war und ist auch heute noch der Aufbau von Stützpfeilern bis in den Schichtencomplex des Hangendgesteins, und da sich dieses ganze System von Kästen durch viele Jahre auch fortwährend und langsam senkt, so ist die fleissige Fortführung dieser Stützpfiler eine Hauptbedingung für die Sicherheit und Dauer dieser Baue.

Die aus den Kalkschichten eingesickerten Quellen werden auf den sogenannten Wasserdachungen zusammengeleitet.

Diese Dachungen bestehen aus einer Lage querliegender, gutgefügter Bodenläden, welche auf einer Lettenlage aufruhend, und an den Seiten durch Streckenhölzer oder Leisten, die dicht an den Boden anschliessen und mit Stempeln verspannt sind, welche einerseits auf dem gefügten Boden stehen, anderseits die Decke des Hangenden stützen.

Das in diesen Raum einstürzende Wasser fliesst über die geneigten Dachungen zu einer Rinne, welche dasselbe wieder einer Centralleitung des ganzen Gebäudes zuführt.

Bisweilen ist der ganze Raum durch blosser Stempel gestützt und werden die herabstürzenden Wässer durch eine parallele Reihe von Dachungen aufgefangen, deren Firste wieder eine Reihe von Stempeln sicheren Halt verleiht.

Das in dieser Weise ausgezimmerte, 2300 m^2 messende Hochgefälle in Hall ist in seiner horizontalen Projection einer parallelen Häuserreihe sehr ähnlich.

Als Beispiel eines kleinen Wasserortes mag der in Fig. 9, Taf. VI ausgeführte Kothek-Wasserbau am Haller Salzberge

dienen; in demselben bedeuten: *A* den Raum des Wasserortes, *a* fünf Querjoche horizontal und parallel nebeneinander liegend, *b* Stempel, welche die Querjoche stützen, *c* Dachungen. Es ist schon aus den in Tabelle S. 352 dargestellten Wasserzflussmengen bei den alpinen Salzbergen ersichtlich, dass ein Zusammenhang dieser Mengen mit den obertägigen Witterungsverhältnissen und Jahreszeiten einerseits und mit der Tieflage ihres Ursprunges anderseits stattfinden muss.

Tiefer gelegene Quellen, z. B. Praunfalk, Altherrisch in Aussee, Kleblsberg-Stampfer in Ischl, zeigen geringere Schwankungen als beispielsweise die grossen, dem Tagreviere näheren Quellen, z. B. Bettwerk in Aussee. Für die obertägigen Wasserbestimmungen dienen: ein Psychrometer zur Messung der absoluten und relativen Feuchtigkeit dreimal des Tages, ein Ombrometer zur Messung der Regenmenge um 7 Uhr Früh nach dem Regentage, ein Barometer und ein Thermometer, dreimal des Tages zu beobachten. Windrichtung und alle zu Tage fliessenden Gewässer werden ebenfalls gemessen. Die Messung der Gewässer in der Grube an den Wasserorten oder in deren Nähe erfolgt mittelst Plattentrog oder mittelst schwimmenden Messtrog in eigenen Vormerkbücheln einmal im Tage. Werden diese Beobachtungen graphisch dargestellt, und zwar das Wasserquantum in Hektolitern auf der Ordinate, die hiezu nöthigen Wochen auf der Abscisse aufgetragen, so resultirt eine gebrochene Linie, welche über die Schwankungen der Wasserzuflüsse Aufschluss gibt, wie dieselbe in Nr. 47 der „Oest. Zeitschrift f. B. u. H.“ vom Jahre 1884 dargestellt ist.¹⁾

Von grosser Wichtigkeit ist die Führung eigener Karten über die Wasserorte im grösseren Maassstabe, nachdem dieselben wegen der grossen Anzahl der Wasseröffen in der Regel auf der Hauptkarte nie so klar zur Darstellung gelangen können.

Zur Innehaltung der Wassergebäude gehören auch die Streckensümpfe, obgleich dieselben in der Regel entfernt von den Wasserorten in den verschiedenen Strecken angebracht

¹⁾ Schernthanner, Der Wasserabbau im Breunerberg im Ausseer Salzberg.

sind. Die Streckensümpfe (Fig. 10, Taf. VI) sind mit Pfosten ausgezimmerte kleine Schächtchen, welche in der Sohle der Strecken eingesenkt sind und durch eine hinter der Zimmerung angestauchte Lettenlage auf dem Boden und den vier Seiten wasserdicht hergestellt sind.

Diese Sümpfe haben den Zweck, ein verlorenes Wasser oder Soole aufzunehmen und in Röhren weiter zu leiten; sie befinden sich häufig an der Grenze der Salzlager in der Nähe der Wasserorte, wo eine verlorene, im Geheimen fressende Quelle mitunter arge Verwüstungen anrichten kann, wenn sie nicht gesammelt einem derartigen Sumpf zugeführt wird.

Soolquellen sind häufig eine Folge zusammengebrochener, zerklüfteter Werksmittel, unhältiger Ablassdämme und Dammröhren. Ihre Contraction geschieht am besten durch derlei Sümpfe so nahe als möglich am Ausbruchsort. Misslicher ist das Abfangen der Süßwasserquellen, welche sich auf ihrem Wege anreichern, und auch hier ist es oft nur das einzige Mittel, dieselben ebenfalls so nahe als möglich an ihrem Ursprungsorte durch Sümpfe abzufangen, bezw. durch hohe, tiefe und breite Lettendämme zu einem solchen Sammlungssumpfe zusammenzustauen.

Ist der Wasser- oder Soolenzufluss auf der Strecke in diesem Sumpf ein geringer, so wird ihr Inhalt innerhalb der nothwendigen Zeitperiode mit eisernen Schöpfern ausgeschöpft, zu welchem Zwecke in den nebenliegenden Soolen- oder Wassersträhn ein Standrohr eingezapft ist, welches Rohr oben ein kleines Sieb trägt.

Dieses Geschäft besorgen in der Regel die Wässerer, bei grösserer Anzahl eigene zu geringeren Arbeiten bestimmte ältere Arbeiter, Schöpfer genannt (z. B. Hall in Tirol).

Ist der Zufluss an Wasser oder Soole reichlicher, so wird das dem Sumpfe zufließende Wasser durch ein in seine Vorderwand eingesetzte Röhre abgezogen (Frauendorfer Damm in Aussee).

In zusammengebrochenen Werksregionen wird die Soole bisweilen aus kleinen Gesenken aufgepumpt; derartige kleine Gesenke heissen *T a u c h e r* (Hall).

II. Die Vertheilung der Wässer zur Speisung der Soolenwerker.¹⁾ Die Hilfsmittel, welche zur zweckmässigen Vertheilung von Wasser und Soole dienen, sind die Zimente, Röhren, Rinnen, Sperrvorrichtungen.

1. Zimenttröge (Fig. 10, Taf. IV). Sämmtliche in den Wasserorten entspringende Quellen gelangen zuerst in den Zimentrog mit Oeffnungen von 8 cm Durchmesser, aus welchen per Stunde und Oeffnung bis zu 180 hl gemessen werden können, um das ganze Wasserquantum von Schicht zu Schicht erheben zu können.

Diese ganze Wassermenge wird zur weiteren Vertheilung durch Regulatoren, schwimmende Mesströge, geleitet und jener Betrag direct durch den Schwimmer oder Heber abgezogen, welcher für die Anwässerung der Wehren in den tieferen Etagen nothwendig ist.

Das sogenannte Ueberfallwasser am Regulator fliesst entweder auf dem Hohlgerinne oder zweckmässiger in grösseren Wasserröhren von Eisen zu Tage. Die Aufstellung derartiger Regulatoren am Wasserursprunge ist von grossem Nutzen, denn

¹⁾ v. Schwind, Der schwimmende Messtrog. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 3 (1860). -- Das Wassermaass. Wien, bei C. Gerold (1861). — Grill, Der schwimmende Messtrog mittelst Heber. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 43 (1867). — v. Schwind, Ueber Zimentirung in den k. k. Salzbergen und die Wasserwirthschaft derselben. Beschreibung des Wassermaasses. B. u. H. J. d. B. v. L. u. Pf. IX. Bd. (1870). — Heppner, Versuch zur Herstellung eines Druckmaassstabes für den St a p f'schen Messtrog. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 41 u. 42 (1872). — Maass und Gewicht für Soole und Salz nach metrischem Systeme. B. u. H. J. d. B. v. L. u. Pf. XXIII. Bd. (1875). — Ueber die Messungen von Wasser bei den Salinen. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 42 (1878). — C. v. Balzberg, Wassermessungen System Caque. Skizzen auf der Pariser Weltausstellung. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 4 (1879). — Wassermessungen bei den Salinen. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 32, 33 (1890). — Reinhold, Röhrenprobmesser. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 45 (1866). — Heberanlage zur Wasserförderung auf der Saline Kossow. Oest. Zeitschr. f. B. u. H. Nr. 45 (1873). — Die Fabrication des Cements und dessen Anwendung für Soolenleitungen in Ischl. B. u. H. J. d. B. v. L. u. Pf. XXIII. Bd. (1875) u. Dingler's Polyt. Journ. 215. Bd. — Cementröhren am k. k. Salzberg in Ischl. B. u. H. J. d. B. v. L. u. Pf. XXIV. Bd. (1876) u. Dingler's Polyt. Journ. 220. Bd.

es ist einleuchtend, dass jede wie immer gestellte Druckhöhe bei einem tiefer gelegenen Sinkwerke fortwährend constant bleibt und die Messung unter der Unveränderlichkeit aller übrigen Factoren auch absolut genau ist.

Ein derartiger Zimenttrog ist in Fig. 10, Taf. IV abgebildet. Er besteht aus einem rechteckigen, mit Schrauben zusammengehaltenen, hölzernen Trog, in welchem sich rückwärts zwei aufrechtstehende Schwellbretter befinden. Die dritte Theilwand enthält die Zimentplatte von 5 mm Dicke mit sechs Oeffnungen von je 3 cm Durchmesser. Der zugehörige Maassstab (Fig. 11 bc, Taf. VI) für 3 und 8 cm Oeffnungsdurchmesser ist an der vorderen Seitenwand so aufgestellt, dass die Nullpunkte dieser Maassstäbe mit dem untersten Rande der Ausflussöffnungen in einer Linie zusammenfallen.

Die auf dem Maassstabe mit dem Wasserspiegel zusammenfallenden Theilstriche geben dann die Anzahl der Hektoliter an, welche durch eine Oeffnung ausfliessen. Für grössere Wassermengen gilt der Maassstab zu 8 cm, für geringere Wassermengen der Maassstab zu 3 cm Durchmesser. Der gleiche Messtrog befindet sich bei jedem Ablasse einer Wehre.

Ein derartiger Zimenttrog wird an dem Wasserursprunge sehr zweckmässig mit einem schwimmenden Hebertrog combinirt. Unter allen Umständen ist der Hebertrog dem Schwindischen Schwimmer vorzuziehen, weil der erstere absolut freischwimmt, während der letztere durch das gefaltete lederne Abflussrohr allen Einflüssen der Steifigkeit ausgesetzt ist.

In der nachstehenden Tabelle sind die aus je einer Oeffnung ausfliessenden Wassermengen und die zugehörigen Druckhöhen in Centimetern angegeben, um jederzeit den Maassstab für 3 und 8 cm Oeffnungsdurchmesser und 5 mm Dicke construiren zu können. Nach den heutigen Erfahrungen ist das bisher für Zimentplatten gebrauchte Material (Messing) absolut zu verwerfen, und sind, soll die Messung constant genau sein, Platten oder Röhren aus Glas anzufertigen, deren Versuchsergebnisse zur Veröffentlichung gelangen werden.

3,00 cm O e f f n u n g		8,00 cm O e f f n u n g	
Ausflussmenge pro Stunde aus einer Oeffnung in Hektoliter	Ermittelte Druckhöhe in Millimeter	Ausflussmenge pro Stunde aus einer Oeffnung in Hektoliter	Ermittelte Druckhöhe in Millimeter
34	253,7	180	176,8
33	239,6	175	168,5
32	225,9	170	160,6
31	212,6	165	153,1
30	199,7	160	146,0
29	187,2	155	139,3
28	175,1	150	132,9
27	163,4	145	126,8
26	152,1	140	121,0
25	141,2	135	115,5
24	130,7	130	110,3
23	120,6	125	105,4
22	110,9	120	100,8
21	101,6	115	96,5
20	92,8	110	92,4
19	84,5	105	88,5
18	76,7	100	84,8
17	69,4	95	81,3
16	62,6	90	78,0
15	56,3	85	74,9
14	50,5	80	71,9
13	45,2	75	69,0
12	40,4	70	66,1
11	36,3	65	63,2
10	33,0	60	60,3
9	30,5	55	57,4
8	28,5	50	54,5
7	26,6	45	51,5
6	24,6	40	48,4
5	22,5	35	45,1
4	20,2	30	41,5
3	17,4	25	37,5
2	14,3	20	33,0
1	9,8	15	27,9
0,5	6,7	10	22,1
0,0	0,0	0	0,0

Von diesen Hauptzimenten, Vertheilungszimenten, fließen die Gruben- oder Tagwässer auf dem kürzesten Wege zu den höchsten Punkten der Schachtrichten in jedem Horizonte und von diesen über die Stollensole zu den vorderen Grubengebäuden, wo der Rest entweder direct oder durch einen Schurf in dem tieferen Horizonte zu Tage geleitet wird.

Bei dieser Anordnung können dann von den Hauptsträhnen der Schachtrichten die sogenannten Anwässerungssträhne auf dem kürzesten Wege rechts oder links zu den in der Reihe liegenden Sinkwerken der Wehren geführt werden, wo dieselben abermals durch den im Kopfe des Sinkwerks stehenden Zimentrog (Plattentrog) gemessen werden.

An dem Punkte der Hauptschachtricht, von welchem der Anwässerungssträhn in das Werksziment am Sinkwerke abzweigt, befindet sich eine sehr einfache Vorrichtung.

In dem Hauptsträhn ist eine Wechsellpipe. Ist diese Pipe geschlossen, so muss das von dem Hauptvertheilungszimente kommende Füllwasser durch den Anwässerungssträhn zum Sinkwerkszimente fließen. Beginnt nun die Verätzung, wobei nur geringe Wasserquantitäten nothwendig sind, so wird die Pipe so lange gedreht, dass nur jenes Wasser zum Sinkwerksziment zufließt, welches in jedem Zeitmomente nothwendig ist, der Rest jedoch als Ueberfallwasser durch das Hauptrohr weiter rinnen kann.

Man sieht schon hieraus, dass diese einfache Vorrichtung vollkommen genügt, wenn von der am Wasserursprunge befindlichen Quelle ein absolut constantes Quantum zugetheilt wird. Hiedurch kann die zum Sinkwerke abgezogene Quantität constant bleiben und der Zufluss jederzeit geregelt werden, ohne an die entfernte Ursprungsquelle gehen zu müssen.

Sollten Terrainverhältnisse es nicht gestatten, die horizontale Abführung des Wassers aus der Hauptsträhnleitung auszuführen, so kann in dem Rohre vor der Pipe auch ein stehendes Rohr aufgestellt werden, ähnlich wie bei einem gewöhnlichen Brunnen, von welchem das Wasser wieder dem Bestimmungsorte zugeführt wird.

Dort, wo eiserne Strähnleitungen eingeführt sind, werden eiserne Wasserschieber angewendet und vertreten in dieser Form die Stelle der Wechsellpipen, indem sie bei vollkommener Absperrung dem Wasser den Durchfluss verhindern, dasselbe also stauen und an einem geeigneten Punkte zum Ueberfalle bringen.

Die Anwendung derartiger Schieber in Verbindung mit einer eisernen Strähnleitung ist, abgesehen von dem grösseren Fassungsraum dieser Röhren, insoferne von bedeutendem Vortheile, weil man dadurch im Stande ist, viel bedeutendere Wassermengen unter grösserer Stauung in die Werke zu bringen.

Je mehr gusseiserne Röhren ein Salzberg besitzt und jährlich zur Verlegung bringt, desto weniger werden sich Gebrechen an Strähnleitungen einstellen, desto schneller ist man im Stande, die Werke zu füllen und ihre Umtriebszeit abzukürzen.

Es soll daher jährlich eine Quantität dieser Röhren beschafft werden, und ist dies ein Capital, welches in der Oekonomie des Salzberges reichliche Zinsen trägt.

Dessenungeachtet kann die Anwendung hölzerner Röhren in vielen Fällen nicht umgangen werden. Die hölzernen Röhren haben eine Lichte von 6,5, 8, 10, 11,8 *cm* und werden durch die Schnauze und das Maul verbunden. Die erstere wird durch das Schnitzmesser, das Maul durch den Ausweitbohrer hergestellt, welches letzteres auch in der Seitenwand des Rohres eingebohrt werden kann.

Schnauze und Maul werden am besten mit Kalk und Werg oder Werg und Unschlitt gedichtet, die Röhren über den Sinkwerken besonders durch Spreitzen an die Sohle gedrückt, um den höheren Druck aufzuheben.

Beim Legen der hölzernen Röhren ist selbstverständlich die um die inneren Rohrtheile geformte Schnauze in das Maul des dickeren Rohrtheiles zu legen.

Die eisernen Röhren sind entweder Flantschen- oder Muffenröhren. Letztere sind für das Salzgebirge unter allen Umständen vortheilhafter, weil dieselben einige Biegung gestatten; sie werden am besten mit kleinen Holzkeilen gedichtet.

Zur Ableitung des Ankehrwassers aus den schwimmenden Mesströgen dienen am besten gusseiserne Röhren von 10 *cm* innerer Lichte oder hölzerne sogenannte Sechseröhren mit 10 *cm* und Fünferöhren mit 8 *cm* innerer Lichte.

Durch Gruben- und Sinkwerke dienen auch 7,5 *cm* im Durchmesser haltende Gusseisenröhren. Der Abfluss der Soole von den Wehren weg geschieht in 10 *cm* weiten Eisenröhren.

Unter dieser Vorrichtung ist man immer im Stande, 6000 *hl* innerhalb 24 Stunden zum Einflusse, 4600 *hl* Soole in derselben Zeit bei 6—8 Zimenttrogeöffnungen zum Abfluss zu bringen. Ein Ausscer Werk von z. B. 46 000 *hl* Fassungsraum kann in 7 Tagen gefüllt, in 14 Tagen verätzt und in 20 Tagen entleert werden. Die Abführung der Wässer in Rinnen, welche noch bei manchen Salzbergen stattfindet, sollte zweckmässiger allmählich durch Röhren ersetzt werden, denn es ist einleuchtend, dass dieselben, abgesehen von den steigenden Holzpreisen, dem Verdrücken viel mehr ausgesetzt sind und der Natur der Sache nach auch nie so dicht hergestellt werden können, als eiserne Röhren.

Die bei allen diesen Vorrichtungen und Apparaten zur Bewältigung und Ableitung der Gruhenwässer verwendeten Personen heissen die Strähnarbeiter.

Dieselben haben unter zeitweiliger Beihilfe von Zimmerlingen zu besorgen: das Legen neuer Wässer-, Soole- und Druckleitungen aus Holz, Eisen und Cement, sowie die Einrichtungen der Messvorrichtungen, alle Arbeiten, welche die Anwässerung eines Werkes betreffen, und zwar am Sinkwerke allfällige Reparaturen am Zimenttroge und am Einwässerungssträhne, das Anheften des Himmelmaasstabes und die Versicherung der Treppen, Untersuchung des Standes der Einsaugröhren in die Ablasskästen und allenfälliges Ausspaten derselben, die Reinigung verschlammter oder verspateter Ablassröhren und des Zimenttroges, das Auswechseln verspateter Zimentplatten, Schmieren und Versichern der Ablasspipen, die Herstellung und Reparatur von Streckensümpfen und Schöpfen derselben, Auswechseln morscher und zerklüfteter Röhren in sämtlichen Wasser-, Soolen- und Druckleitungen und Ausserdrucksetzen derselben, Versichern und Beheben aller Gebrechen bei denselben mit den damit in Verbindung stehenden Umlegungs- und Sperr-

vorrichtungen, Umlegung von Brunnwasserleitungen und Instandhaltung derselben.

Die Werkzeuge und Materialien dieser Arbeiter, der sogenannten Steinreicher oder Strähnwehler, sind: Röhrenzange, Schiftzeug, Flachingerhobel, A-Neiger, Strähnhacke, Brechzeug, Schopp- oder Keilzeug, Schöpfer, Handspritze und Schwämme zum Auftrocknen von Lacken, Schmer, Unschlitt, Hanfgarn, Kitt, Holzkeile, Röhrringe.

III. Entwicklung der Grundsätze über die Soolenerzeugung im Grossen und die Vertheilung der erzeugten Soole in den Leitungen zu den Einschlagwehren oder direct zur Hütte. Die Soolenerzeugung im Grossen hängt in erster Linie von der Anzahl und dem Fassungsraume der vorhandenen Werker, sowie von der Reichhaltigkeit des Haselgebirges ab.

Je nachdem hier bei auftretender Armuth auch Säuberungen und Verdämmungen etc. stattzufinden haben, wird auch die mittlere Umtriebszeit der Werker eine sehr verschiedene sein.

Jedenfalls müssen zur Bestimmung einer derartigen Grösse ganz bestimmte Factoren vorhanden sein, und es möge zu diesem Zwecke in nachstehender Tabelle das Ergebniss einer 10jährigen Soolengewinnung durch Verlaugung am k. k. Salzberge in Ischl vorgeführt werden, wie sich dasselbe thatsächlich mit allen zugehörigen Neben- und Zwischenarbeiten vom Jahre 1881—1890 herausgestellt hat.

In dieser Tabelle bedeuten:

- Colonne 1: die Namen der verschiedenen Laugwerke,
 2. das zugehörige Versudmaass mit Schluss 1880,
 „ 3. Anzahl der abzunehmenden Wässerungen,
 4. Fassungsraum des Werkes in Hektolitern,
 „ 23. Anzahl der Himmelverwässerungen in 10 Jahren,
 „ 24. „ „ Offenverwässerungen,
 „ 25. das durchschnittliche Aetzwasser für ein Wasser,
 „ 26. das verbrauchte Versudmaass im Ganzen,
 „ 27. der noch bestehende Versudhöherest für dieses Werk.

Soolenerzeugungs-Uebersicht

Name des Horizontes und der Laugwerke	Verbrauch mit Schweis 1860 bis an den Stollenhorizont gerechnet m	1891	1892	1893	1894	1895
		Anzahl der Wässer hl	Anzahl der Wässer hl	Anzahl der Wässer hl	Anzahl der Wässer hl	Anzahl der Wässer hl
Kaiser Josef-Stollen.						
Lenobl	9,50	1 47 300	— —	1 45 840	1 49 690	—
Gaisberger	11,00	1 20 590	1 19 250	1 18 580	1 18 640	1 18 510
Ehrmann	14,50	1 73 360	1 80 300	1 74 780	1 83 830	1 86 860
Appold	14,00	—	1 21 720	2 46 130	—	1 26 510
Fräul. Riethaller .	18,00	2 47 610	1 25 750	1 25 880	1 28 190	1 29 230
Harsch	15,50	—	2 70 220	1 13 230	2 82 750	1 42 770
Lötsch	15,00	—	2 79 470	1 39 790	1 44 690	3 152 350
Presl	19,00	2 28 050	1 14 360	1 15 110	3 47 060	—
Lindner	13,00	1 45 270	2 87 630	1 42 270	—	1 50 110
Helms	20,00	3 71 510	2 49 710	3 67 870	1 27 770	2 50 420
Summa des Kaiser Josef-Stollens . .	149,50	— 333 690	— 448 410	— 389 480	— 382 620	— 456 760
Kaiserin Maria Theresia- tollens.						
Berghofer	25,00	3 49 270	2 34 900	2 37 100	1 21 060	2 44 220
Rittinger	35,00	3 44 420	1 15 730	3 49 310	2 36 710	2 35 830
Stampfer	24,00	2 44 370	1 28 450	1 26 650	2 52 870	1 34 300
Köhler	24,50	1 30 670	2 53 680	1 22 250	2 52 680	1 27 270
Kollaredo	28,50	3 37 460	—	3 36 740	2 29 880	1 15 390
Hocheder	32,00	2 28 500	—	2 28 790	1 16 390	2 34 540
Prinzinger	36,00	—	3 18 590	2. Säuberung		
Pusch	36,00	9 6 620	6 9 100	1. Säuberung	4 18 900	3 14 710
Stapf	—	—	—	—	2 3 550	6 7 536
Süda	—	—	—	—	—	—
Klein	—	—	—	—	—	—
Heger	—	—	—	—	—	—
Ott	—	—	—	—	—	—
Aussprengung des Werksraumes Sinkwerk im Abteufen						
Summa des Maria Theresia-Stollens	241,00	— 241 310	— 159 640	— 200 840	— 232 040	— 213 870
Zusammen . . .	390,50	— 575 000	— 608 050	— 590 320	— 614 660	— 670 630

für 10 Jahre, u. zw. von 1881 bis incl. 1890.

1886		1887		1888		1889		1890		Zus. in 10 Jahr.		Durchschnittliches Versudmaas einer Wässerung	Versudmaas im Ganzen	Versudmaas mit Schluss 1890 bis an den Stollenhorizont	
Anzahl der Wässer	hl	Anzahl der Wässer	hl	Anzahl der Wässer	hl	Anzahl der Wässer	hl	Anzahl der Wässer	hl	Anzahl der Wässer am Himmel	Anzahl der Offenverwässerungen				s
1	49 070	1	47 620	1	47 540	—	—	1	49 720	7	—	0,70	5,16	4,34	
1	18 730	1	20 090	Ablass unhaltbar		—	—	—	—	7	—	0,56	3,66	7,34	
1	84 820	1	94 180	Abschnittsdamm		1	96 130	—	—	8	—	0,58	5,67	8,83	
1	27 670	1	27 310	2	55 890	1	31 420	1	30 940	10	—	0,42	3,98	10,02	
1	29 980	1	31 960	1	31 500	2	66 160	1	39 200	12	—	0,45	5,87	12,13	
1	42 860	1	49 100	1	50 610	1	51 490	1	58 120	11	—	0,50	5,16	10,34	
Abschnittsdamm	1	58 780	1	61 030	1	61 700	1	61 700	1	70 740	11	—	0,62	7,30	7,70
2	34 180	3	51 340	2	37 160	2	40 560	2	40 990	18	—	0,58	10,80	8,20	
1	50 990	2	109 400	1	59 160	1	62 780	1	66 810	11	—	0,37	4,76	8,24	
Nässe am Himmel		—	—	—	—	—	—	—	—	11	—	0,50	5,21	14,79	
—338 300		—489 780		—342 890		—416 240		—356 520		106	—	—	57,57	91,93	
2	43 370	1	23 530	2	56 200	3	79 100	2	61 860	20	—	0,44	9,26	15,74	
2	32 840	2	32 890	2	32 250	2	32 920	4	65 840	23	—	0,40	8,28	20,72	
1	36 130	2	70 410	2	64 230	1	42 700	1	45 240	14	—	0,58	7,24	16,76	
3	92 220	1	33 110	2	68 300	1	37 450	2	83 980	16	—	0,65	7,21	17,29	
2	31 430	2	33 120	3	53 500	3	62 720	3	77 920	22	—	0,36	7,01	21,49	
2	38 400	—	—	Ablass-Reparatur		—	—	—	—	9	—	0,42	3,33	28,67	
3	20 510	3	15 850	6	20 900	2	5 320	—	—	17	—	0,15	4,40	31,60	
2. Säubrg. Laugoffen-säuberung	2	21 960	5	55 830	3	33 360	3	38 560	3	38 560	15	20	0,10	5,45	30,55
10	12 880	2	3 180	Ablassdamm geöffnet für Säuberung		—	—	—	—	—	10	—	—	—	36,00
—	—	—	—	1. Säuberung	6	27 600	—	—	—	—	16	—	—	—	36,00
—	—	—	—	—	3	32 530	3	16 450	6	—	—	—	1,88	34,12	
Aussprengung des Werksraumes Sinkwerk im Abteufen															
—307 780		—234 650		—345 210		—353 700		—389 850		142	46	—	54,06	—	
—646 080		—724 430		—688 100		—763 940		—746 39		248	46	—	111,63	380,87	

Aus dieser Tabelle ersieht man, dass hier in zwei Horizonten 23 Werker und Anlagen an der Soolenerzeugung theilgenommen haben. Die durchschnittliche Soolenerzeugung betrug 662 758 *hl*, das verbrauchte Aetzmaass in 10 Jahren 111,63 *m*, daher pro Jahr für diese durchschnittliche Soolenmenge von 662 758 *hl* 11,16 *m* gebraucht wurden.

Oben wurden allgemeine Berechnungen angestellt, nach wievielen Wässerungen bei einem bestimmten Procentgehalt des Gebirges eine Säuberung nothwendig ist.

Es möge für die vorstehenden mittleren Gebirgsverhältnisse angenommen werden, dass nach jedem vierten Wasser eine Säuberung stattzufinden hätte.

Für die mittlere Dauer der Werkerfüllung genügen 2 Wochen, für die mittlere Aetzzeit durchschnittlich 3 Wochen, für die mittlere Entleerung der Werker sammt Klärung, sowie Abtrocknung behufs Untersuchung der Ablasskästen und Nachführen derselben, sowie allenfälliger Reparatur der Ablassvorrichtungen 10 Wochen. Es ergeben sich daher zusammen 15 Wochen, welche zwischen zwei aufeinanderfolgenden Wässerungen verfließen.

Wird weiter nach jedem vierten Wasser eine Säuberung mit $\frac{3}{4}$ Jahren Dauer angenommen, so verfließen zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Säuberungen $4 \times 15 + 39 = 99$ Wochen, und es rechnet sich daraus eine Umtriebszeit von $\frac{99}{4} = 25$ Wochen.

Die obige Soolenerzeugsübersicht weist im Mittel 662 758 *hl* Soole aus, welche pro Jahr durchschnittlich 24,8 Himmelverwässerungen erforderten; es wären daher für eine Jahreserzeugung von 800 000 *hl* Soole $662\,758 : 24,8 = 800\,000 : x$, $x = 29,9$ oder rund 30 Wässerungen nothwendig.

Die erforderliche Anzahl der im Umtrieb stehenden Werker dürfte, indem zwischen 2 Wässerungen 25 Wochen angenommen sind und sehr nahe 2 Wässerungen für ein Jahr entfallen, somit für die angenommene Soolenerzeugung von 800 000 *hl* 15 Werker betragen, welche Anzahl nach Erfahrung nicht zu niedrig ist und sich der Uebersichtstabelle nähert.

Nimmt man einen $\frac{1}{4}$ jährigen Soolenvorrath für die Reserve an, so genügen bei einem durchschnittlichen Fassungsraume von 40 000 *hl* pro Werk 4 derartige Einschlagswerker.

Es muss hier ganz besonders betont werden, wie sehr die neue Schachtwässerung auf die Umtriebszeit der Werker günstig einwirkt, indem in Aussee 2—3 Werker vollständig ausreichend sein werden, um die ganze Soolenerzeugung aufzubringen, und wie sehr jetzt die alte Verwässerungsmethode in dieser Hinsicht im Nachtheile steht, welche eine so grosse Anzahl der Werker zum Wechsel benöthigt, was Alles auf die Vor- und Ausrichtungsbaue in ganz ausgiebiger Weise einwirken muss.

Dieser Vortheil der Schachtwässerung tritt aber auch ganz besonders in der verticalen Ausnützung einer Etage hervor, denn ist dieselbe 38 *m* hoch, so können nach Abzug der Bergfeste von 6 *m* nur 32 *m* benützt werden; nachdem man jedoch mit den Werkern alter Methode im günstigen Falle ohne Dämme 20 *m* erreicht, so ist nach den Resultaten der obigen Tabelle die Dauer eines Werkes $\frac{20,00}{11,16} = 1,79$ Jahre. Es wird also circa alle 2 Jahre ein Werk todt gesprochen und muss dafür ein neues Werk entstehen.

Durch die Schachtwässerung ist aber die verticale Ausnützung durch die ganze Etage ganz möglich, also wird die Werksdauer in diesem Falle $\frac{32}{11,1} = 2,9$ oder circa 3 Jahre, das heisst es darf erst nach Verlauf von 3 Jahren ein neues Werk ausgeschlagen werden, beziehungsweise kann die Mannschaft auf diesen längeren Zeitraum verringert werden.

Mit der Führung der Werkerkarten und eines Werkerbuches geht die Führung des Wässerungsbuches Hand in Hand, welchem sämmtliche auf die einzelnen Wässerungen Bezug nehmenden Factoren: Datum der einzelnen Wässerungsabschnitte, Füllwasserquantum pro Stunde, Anzahl der Röhrl (Oeffnungen) am Zimenttroge, Gesamtfüllwassermenge, Aetzmaass in Centimeter für die ganze Wässerung, Grädigkeit zur Zeit der einzelnen Wässerungsabschnitte, aufgeführt werden.

In diesem Wässerungsbuche erscheint ferner die pro Stunde abfließende Soolenmenge in Hektoliter und die Gesamtsoolenmenge, welche in dem Werke bei jeder Wässerung erzeugt wird.

Allmonatlich gelangt die Soolenerzeugung in die Betriebsmaterialienrechnung. ¹⁾

Die Abgabe der Soole zur Hütte.

Ist die am Sinkwerke auf 32 *kg* pro Hektoliter gesättigte Soole von dem Beamten gut gesprochen, so wird die Ablasspipe geöffnet und die daselbst gemessene Soole in Empfang gestellt.

Zu diesem Zwecke befindet sich am Ablasse ebenfalls ein Zimentrog mit 6—8 Oeffnungen, um das Werk in kürzester Zeit zu entleeren. Die zum Abflusse dienenden Röhren sind aus Gusseisen und haben 10 *cm* im Durchmesser. Von hier fließt die Soole in die Einschlagwerker, aus welchen dieselbe wieder entleert und durch einen Plattentrog gemessen wird, endlich durch die tiefer liegenden Stollen, in der Regel durch den tiefsten Stollen zu Tage, und zwar zuerst in die Soolenreservoirs, wo dieselbe cubicirt und gemessen wird (Fig. 12, Taf. VI).

Während ein Reservoir (Stube) in Füllung ist, steht das zweite in Entleerung.

Bei der Hütte wird die empfangene Soole neuerdings in den Soolenreservoirs gemessen und aus denselben den tiefer liegenden Pfannen zugemessen.

In den zwischen dem Salzberge und der Sudhütte liegenden Soolensträhnen werden von Zeit zu Zeit in bestimmten Zwischenräumen kleinere Hütten und auch grössere Soolenstuben eingeschaltet, theils um die hohen Gefällsunterschiede auszugleichen, hauptsächlich aber um allfällige Soolenabgänge durch Strähnebrechen constatiren zu können.

An allen diesen Stationen sollen daher genau messende Plattentröge aufgestellt werden, denn nur auf diesem Wege ist man im Stande, ein selbst

¹⁾ Anleitung zur Evidenzhaltung der Salzgrubenverwässerung. Finanz-Ministerial-Erlass 5051 von 1865.

unscheinbares, aber lange dauerndes Rinnen zu entdecken.

Hieraus ersieht man, welche grosse Bedeutung die Messapparate für die Oekonomie des Soolentransportes haben.

Auch sind an einzelnen dieser Stationen bei jenen Salinen, deren Soolen sehr sulfatisch sind, Wärmeanstalten angebracht, welche den Zweck haben, im Winter das Gefrieren der Soole, beziehungsweise das Auskrystallisiren der Nebensalze (Verspaten der Soole) zu verhindern. Diese Verspattung ist insbesondere durch das Natriumsulfat sehr gefahrbringend, und zwar umso mehr, je älter die Soole ist.

Schon oben wurde bemerkt, dass die Soole durch Magazinirung in den Einschlagwerkern zwar an Gyps ärmer, aber gleichzeitig an anderen Nebensalzen reicher wird, und es dürfte heutzutage wohl kaum mehr einen Hüttenmann geben, der ältere abgelagerte Soole einer jüngeren, frisch erzeugten vorzieht, nachdem es immerhin möglich ist, entweder auf maschinellem Wege oder durch fleissiges Ausbähren die Pfannsteinbildung zu verhindern, während es ganz ausser seiner Macht liegt, die schnelle Bildung von Mutterlauge zu hemmen, welche durch die reichliche Menge von Sulfaten aller Art begünstigt wird und die Sudcampagne abkürzt.

Die Anzahl der am Salzberge befindlichen Soolenstuben soll wenigstens 2 betragen.

Bezüglich der Messung genügen diese Stuben vollkommen, wenn dieselben gleichzeitig zur Vertheilung mit auswechselbaren Glasplattentrögen combinirt sind, um die zeitweilige Verspattung dieser Platten durch Verwässerung beseitigen zu können. Die sogenannten Hydrometrographen sind wegen ihrer leichten Gebrechlichkeit und verhältnissmässigen Ungenauigkeit ganz ausser Gebrauch.

Die von den Salzbergen zu den Hütten geführten Strähne sind theils aus Holz, theils aus Eisen hergestellt, und ist der ganze, für Zwecke der Soolenleitung bestehende Apparat bei den alpinen Salinen aus der nachstehenden Tabelle ersichtlich:

V o m	Länge des Soolensträhnes in Meter	Anzahl der Strähne		Durchmesser der Röhren	Anzahl der Soolenstuben (Reservoirs)	Fassungsraum zusammen in Hektoliter	Höhennunterschied zwischen Salzberg und Hütte
		von Eisen	von Holz				
Salzberg Aussee bis Sudhütte in Aussee	9 710	1/2	1 1/3	Holz 8 cm Eisen 8 cm	12	11 700	242,0
Salzberg Dürrenberg bis Halleiner Sudhütte	4 083	2	3	11—13 cm	20	15 170	344,2
Hallstätter Salzberg bis Hütte	2 107	—	1	7	3	3 000	380,0
Hallstätter Salzberg Rudolfsthurn bis Ischl Sudhütte . .	21 464	4	4	Holz 10,5 cm, Eisen 13,0 cm Holz 9,8 bis 13,0 cm, Eisen 13,0 cm	7	7 830	422,0
Ischl bis Ebenseer Sudhütte	17 679	1	5	Eisen 13,0 cm	23	24 400	39,80
Haller Salzberg bis Sudhaus in Hall .	8 673	—	1	9—9,5 cm	7	12 757	862,0
Ischler Salzberg bis Ischl	4 090	1	2	Holz 10,5 cm Eisen 10,0 cm	8	7 900	160,0

Was die Lieferungsfähigkeit dieser Strähne anbelangt, so haben hierüber auf der Strecke Ischl-Ebensee verlässliche Versuche stattgefunden. Bei einer Länge von 17 679 m und einem Oeffnungsdurchmesser (Lichte) von 9,87 cm ergeben die 4 am Berggehänge hingelegeten hölzernen Röhren je 45 hl pro Stunde.

Der im Strassenkörper längs der Traun hingelegte Holzsträhn von 13 cm Lichte ergab bei 16 850 m Länge pro Stunde 55 hl.

Der im Strassenkörper bei gleicher Länge von 16 850 m gelegte eiserne Strähn von 12 cm Lichte ergab pro Stunde 120 hl.

Das wirksame Gefälle bei allen diesen (Ischl-Ebensee) Strähnen beträgt in Summa 30,19 m.

Diese Strähne müssen von Zeit zu Zeit ausgewässert werden, und wiederholt sich dasselbe in Ebensee bei nicht günstigen Höhenunterschieden in Verbindung mit der Auswechslung schadhafter Röhren bei den Holzsträhnen innerhalb 2 bis 3 Jahren, je nach Zulässigkeit des Betriebes.

Es ist einleuchtend, dass genau geführte Vormerkungen über Auswechslung schadhafter Stellen in Verbindung mit den genauen Strähnkarten eine unbedingte Nothwendigkeit für die ökonomische Leitung der Soole sind.

Die Auswässerung heisst im Salzkammergut das Frischen der Strähnleitung; eine Untersuchung der schadhaften Stellen und Auswechslung der Röhren, Strähnfirmung, wie dieselbe zu Hall in Tirol stattfindet, wo der Strähn zum grossen Theil nur mit Steinen bedeckt ist, findet im Salzkammergute nicht statt.

Der ganze Strähn ist hier mit Erdreich bedeckt, ein Gebrechen kann hier nur durch die an den Zwischenstationen aufgestellten Zimente entdeckt werden, und muss auch hier betont werden, wie zweckmässig es ist, in der Auswechslung derartiger Strähne einen bestimmten Turnus zu erzielen, so dass alljährlich eine gewisse Strecke morscher Röhren zur Auswechslung gelangt.

XIII. ABSCHNITT.

Zukunft des Salzbergbaues in den Alpen.

Unter Beziehung auf die bereits von v. Schwind in seiner Verwässerungsbroschüre aufgestellten Axiome und nach den bisherigen gesammelten Erfahrungen sind für den zukünftigen Abbau unserer Salzlager folgende Ziele zu verfolgen:

1. Die cylindrische Aufsiedung gestattet wie bisher und auch in Zukunft die grösste Wehranlage und die grösste Bergdicke. Als Mittel hiezu kann nach dem heutigen Zustande der Erfahrung nur Verdämmung überhaupt oder die Schachtwässerung in Verbindung mit den Schutzdämmen angesehen werden, alle anderen Methoden der Verlaugung sind in dieser Hinsicht nicht ausreichend.

2. In dieser Weise kann durch die Kunst des Wässerers laut Tabelle S. 329 die höchste Ausnützung von 18,9% gegen die bisherigen 3% an wirklich gewinnbarem Salze bei einem Baugerippe von 51,1% erzielt werden.

3. Der Aufsiedewinkel wird nach den bisherigen Erfahrungen bei dieser Methode 90° ; die Natur des Haselgebirges wird dabei allerdings nicht durch die ganze Peripherie überwunden, weil die ärmeren Stellen immer gegen reichere zurückbleiben, aber immerhin ist hiedurch das höchst Mögliche errungen, und müssten die reichen Stellen bei drohendem Austritte durch Anstriche geschützt werden, die aber noch ein Gegenstand von Versuchen sind.

4. Für jeden Salzberg gibt es eine Maximalfläche der Tragfähigkeit, und ist der Anfangsdurchmesser nach dieser Fläche unter Anwendung der Schwind'schen Principien zu construiren, hierauf soweit aufzubenützen, bis diese Fläche auf dem gewöhnlichen Wege der intermittirenden Verlaugung erreicht ist, und erst dann der Rest durch Schachtwässerung oder Schutzdämme möglichst vollständig auszunützen.

5. Eine Weiterbenützung dieser Werker über die Etage gibt es nicht, sondern nur bis zu jener Grenze, welche

6. die Ausgewinnung mit Beziehung auf die Stabilität zulässt; in dieser Hinsicht ist:

7. Das Baugerippe für jeden Salzberg von dem möglichst tiefen Horizont des Lagers auszutheilen, und sind die Bergfesten nach Baugrundsätzen durch eine intersalinare Commission festzustellen.

8. Die in Folge dieser Baugrundsätze nothwendige senkrechte Uebereinanderlagerung der Werker hat ohne Rücksicht auf grössere oder geringere Reichhaltigkeit, in geometrischer Austheilung zum Hauptzwecke der Stabilität zu erfolgen.

9. Reichliche Anwendung der Wasserkräfte für die maschinelle Förderung des Laistes aus den Werkssätzen mittelst Tonnenaufzüge in die benachbarten oder höher gelegenen Werker.

10. Die in Folge dieser Förderung mögliche Anwendung der einfachsten und billigsten Werkzustellung (gemeine Dammwehre).

11. Grösstmögliche Anwendung von Grubenbahnen für die Horizontalförderung.

12. Ausgedehnte Anwendung gusseiserner Wasserleitungen zur möglichst schnellen Füllung und Entleerung und versuchsweise Anwendung von Nässe abstossendem Anstriche an den Ulmen der blähenden Stollen, um die hohen Kosten der Grubenerhaltung zu reduciren.

„Alle diese Grundsätze haben selbstverständlich nur dann eine Bedeutung, wenn sie mit Rücksicht auf die Stabilität zur Anwendung gelangen. Diese muss aber insolange als Hauptziel des Salzbergmannes gelten, als unser Salzbergbau aus nationalökonomischen Gründen erhalten werden muss, denn um die billigste Soole allein zu erzeugen, brauchen wir keinen kunstvollen Bergbau, und würde die wilde Verlaugung wie anderwärts ein viel billigeres Product ergeben, nachdem unsere sämtlichen alpinen Salzbergbaue über der Thalsole liegen, ihre Soolen nicht erst durch Dampfkraft gehoben werden müssen, sondern von selbst der Sudhütte zufließen. Aber schon die enorme Menge von Salz, welche über unseren Erdball ausgestreut ist, beweist doch, dass dasselbe im grossen Haushalt des Menschengeschlechtes in Zukunft auch noch eine andere Bestimmung haben wird, als den Kopf mit 7 kg zu besalzen, es daher auch die Aufgabe des Salzbergmannes bleiben muss, in conservativer Hinsicht dem Grundsätze der Stabilität seine Hauptsorgfalt zu widmen.“

XIV. ABSCHNITT.

Anhang.

A. LITERATUR über einige mit den alpinen Salzbergen im Zusammenhang stehende Abhandlungen und Werke:

Salzkammerguts-Information von Primesberger. Manuscript. Ischl. (1766.)

Reisen durch Oberösterreich in den Jahren 1794, 1800, von Schultes. Tübingen.

Schultes' Reisen durch Oberösterreich und Berchtesgaden. Wien. (1804.)

Systematische Geschichte des Haller Sudwesens. Manuscript. Hall. (1806.)

Systematische Geschichte der Salinen Oberösterreichs von Dikelberger. Manuscript. Ischl. (1817.)

Ueber den Salzberg von Ischl, Hallstatt und Aussee von Kössler. Manuscript. Ischl. (1823.)

Der Reisegefährte durch das ob der Enns'sche Salzkammergut von Steiner. (1829.)

Der Ischler Salzberg, von Kefer. Manuscript. Ischl. (1829.)

Relation über die Salinen Hallein und Berchtesgaden von Ramsauer und Baumgartner. Manuscript. (1830.)

Die deutschen, insbesondere die bayerischen und österreichischen Salzwerke von R. v. Koch. Sternfeld. (1836.)

Der Tiroler Salzbergbau von M. Kopf, Karsten, und von Dechen's Archiv. XV. Band, 2. Heft. (1841.)

Der Salzbergbau von Berchtesgaden von Hailer. Preuss. Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenw. (1856.)

Notizen über die Salinen von Württemberg von Prinzing. Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenw. Nr. 23. (1856.)

Ueber Grubenbrände von Miller. Berg- und Hüttenmann. Jahrbuch der Bergak. Leoben und Příbram. IX. Band. (1860.)

Memoiren über das Salinenwesen von Oesterreich von Keller. (1862.)

Zur Urgeschichte des galizischen Salzbergbaues von Schwind. Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenw. Nr. 37. (1868.)

Ueber das Steinsalzlager von Stassfurth. Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenw. Nr. 41. (1864.)

Bildung des Steinsalzes und der Kalisalzlager, von Tschermack. Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenw. Nr. 4. (1866.)

Die Saline von Stassfurth. Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenw. Nr. 30. (1866.)

Der Steinsalzbergbau von Erfurth. Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenw. Nr. 2. (1869.)

Skizzen über die Salinen auf der Wiener Weltausstellung. Berg- und Hüttenm. Jahrbuch der Bergak. für Leoben und Příbram. XXII. Band. (1874.)

Die Quellen der Saline bei Hall und Taur vor Entdeckung des dortigen Salzbergbaues von Schmidt. Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenw. Nr. 11, 12 u. 13. (1874.)

Beiträge zur Geschichte des Salzbergbaues bei Hall in Tirol von Schmidt. Oesterr. Zeitschrift für Berg- u. Hüttenw. Nr. 29, 30 u. 33. (1874.)

Der süddeutsche Salzberg in technischer Beziehung von Miller. Ingenieur. Nr. 1. (1874.)

Das Salz, geschichtlich-technische Skizze von einem Fachmanne. Berg- u. Hüttenm. Jahrbuch d. Bergak. Leoben u. Příbram. XXIII. Bd. (1875.)

Die Steinsalzwerke Ostindien von Dr. Warth. Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenw. Nr. 31, 40 u. 41. (1876.)

Ein Beitrag zur Geschichte des Fortschrittes im österr. Salinenwesen v. Schwind. Berg- u. Hüttenm. Jahrbuch der Bergak. Leoben und Příbram. XXV. Bd. (1877.)

Das Steinsalzlager von Aschersleben von Ramdohr. Oesterr. Zeitschrift für Berg- u. Hüttenw. Nr. 32. (1878.)

Die Soolenerzeugung in Lacko in Galizien von Jul. Drak. Oesterr. Zeitschr. für Berg- und Hüttenw. Nr. 38. (1883.)

Salzbergstudien von A. R. Schmidt. Berg- und Hüttenm. Jahrbuch der Bergak. für Leoben und Příbram. XXXII. Bd. (1884.)

Eine Soole aus der Kelteneit. Oesterr. Zeitschrift für Berg- u. Hüttenw. Nr. 10. (1886.)

Die Salinen in den Alpen in ihrer historischen Entwicklung. Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenw. Nr. 42 u. 44. (1888.)

Die Steinsalzwerke von Rumänien von Istrati. Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenw. Nr. 37. (1889.)

Berichtigung.

Auf S. 257 wurden bedauerlicherweise folgende zwei Anmerkungen weggelassen:

Max v. Arbesser, Studien über den Wässerungsbetrieb. B. u. H. J. 1886, XXXIV. Bd. — F. R. v. Schwind, Ein Beitrag zur Geschichte des Fortschrittes im österreichischen Salinenwesen. Ebenda, XXV. Bd.

B. IDIOTIKON über einige bei dem Salzbergbaue ge- wöhnliche Ausdrücke:

Aetzen, fast gleichbedeutend wie im gewöhnlichen Leben (Benetzung mit einer scharfen Lauge), wird hier speciell die Auflösung mit einer immer kleiner werdenden Wassermenge genannt.

Böckler, Junge im Werke zum Wegradeln des Werkslaistes bei Säuberungen (Fig. 12, Taf. V).

Eimerer, Arbeiter am Hornhaspel, Aufzug.

Frischgebirge, ausgelaugte Salzthone, an der Grenze des Salzlagers.

Garhüttel, die Arbeitsstätte für kleine Holzsortenerzeugung, Tischlerei, Bastlerei etc.

Geimel hat das Aufwecken der Bergleute, Beheizen von Oefen und Herden zum Kochen der Bergnocken und Schottsuppe (übliches Gericht der Salzbergleute), die Reinigung der sogenannten Knechtstuben, das Läuten zur Anfahrt in der Grube und zum Gebet, sowie die Beilieferung von Holz zu besorgen. Aus dem gothischen Gaumjan, wahrnehmen, sorgen.

Glück auf! Bergmännischer Gruss nach alt herkömmlicher Weise.

Haselgebirge, Salz in innigem Gemenge mit Thon und Thonmergel, Gyps und Polyhaliten. Von **Haselberg**, Gebirgsart, in welcher das Erz nur einzeln und knollenweise vorkommt, alter bergmännischer Ausdruck (nach Schafhäütel).

Häuer, jene Arbeiter, welche neue Strecken, Schächte oder Sinkwerke ausschlagen.

Hauptschachtricht ist ein Hauptstollen, von dem aus die Ausrichtung eines Horizontes durch die Kehren oder Seitenstollen geschieht.

Heidengebirge ist ein ausgelaugter Salzthon, aus welchem in prähistorischer Zeit von den Kelten das Salz gewonnen wurde.

Himmel, **Werkshimmel**, die Decke oder Firste eines Werkes.

Himmellatte auch **Himmelsnagel** ein am Sinkwerksende neben dem Himmel aufgestellter Maasstab zum Messen des vom Himmel abgeätzten Gebirges.

Kernsalz, Körniges Steinsalz.

Laist, ausgelaugter Salzthon.

Lauge, eine nicht vollständig gesättigte Soole.

Lebergebirge, braunrothe Salzthone.

Lettenschläger, diejenigen Arbeiter, welche die Abschnitts-, sowie die Ablassdämme herstellen.

Offen (von Oeffnen), Stollen, ist entweder ein Stehoffen oder Sitzoffen, je nachdem derselbe stehend oder sitzend ausgearbeitet wird.

Prä-Pass, die Früh in den Salzberg einfahrenden Bergleute.

Pütte oder auch Grube ist ein in einem Werksraum vom oberen Horizonte geführter Schacht, welcher zur Förderung benützt wird; von putatorium, puteus, Schöpfbrunnen, aus welchen man die Soole durch Schöpfwerke heraufhob.

Rüster, diejenigen Arbeiter, welche sämtliche brüchige Strecken und Schächte mit Stempeln und Brettern verrüsten, die schadhaften Gerüste auswechseln oder vom Druck befreien.

Schopfhäuer, diejenigen Arbeiter, welche die verengten Strecken, Schächte und Sinkwerke auf das normale Maass erweitern; Schopf bedeutet hier speciell den Theil an der Firste.

Sinkwerk oder Ankehrschurf, ein unter 40° von dem oberen Horizonte in den Werksraum geführter stollenartiger Bau, welcher zur Einleitung des Langwassers dient.

In älteren Schriften wird Sinkwerk auch synonym für das ganze Langwerk genommen.

Soolenstube, Reservoir zum Cubiciren, Messen der Soole.

Steinstreicher oder Strähnwöhler, diejenigen Arbeiter, welche sich insbesondere mit dem Legen von Wasser- und Soolensträhnen befassen. Das Wort Steinstreicher stammt vom Haller Salzberg, an welchem die ganze Strähnleitung mit Steinen bedeckt war und die alljährliche Untersuchung dieses Strähnes (Strähnfirmung, Stärkung des Strähnes) von diesen Arbeitern (Streichen der Steine) ausgeführt wurde.

Strähn, eine aus hölzernen oder eisernen Röhren zusammengesetzte lange Soolen- oder Wasserleitung; von „Theil einer Flechte, Strang“.

Streifer, ältere Bergleute, welche bei Säuberungen den Wehrlaist von den Ulmen streifen.

Sur, Sulze ist gesättigte Soole.

Truhenlaufer, Gross- und Kleintruchner sind Förderer mit grossen und kleinen Hunden (Gestängtruhen, althochdeutsch Truha).

Truhenrichter, Arbeiter im Garhüttel für Anfertigungen von Truhen, Riesen, Hunden etc.

Tschanderer, von tschändern, hantiren, geschäftig sein, Arbeiter für verschiedene Vorrichtungen, insbesondere Aufsäubern von Strecken, Zusammenräumen von Plätzen.

Wässerer, diejenigen Arbeiter, welche das Anwässern der Laugwerke zur Soolenerzeugung, die Nachsicht über die Raubwässer und das Zimentiren besorgen.

Wegleger, diejenigen Arbeiter, welche die Förderbahn zu besorgen haben.

Wehr, Wöhr ist ursprünglich das zum Ablasse bestimmte Gebäude, wird jedoch auch im Sinne als ganzes Erzeugswerk mit allem Zugehör genommen; von Wuer, Wüer, mittelhochdeutsch „die Wuere“, 'das Wehr zum Abhalten und Ableiten des Wassers.

Zagl-Pass, die Mittag in den Salzberg einfahrenden Bergleute.

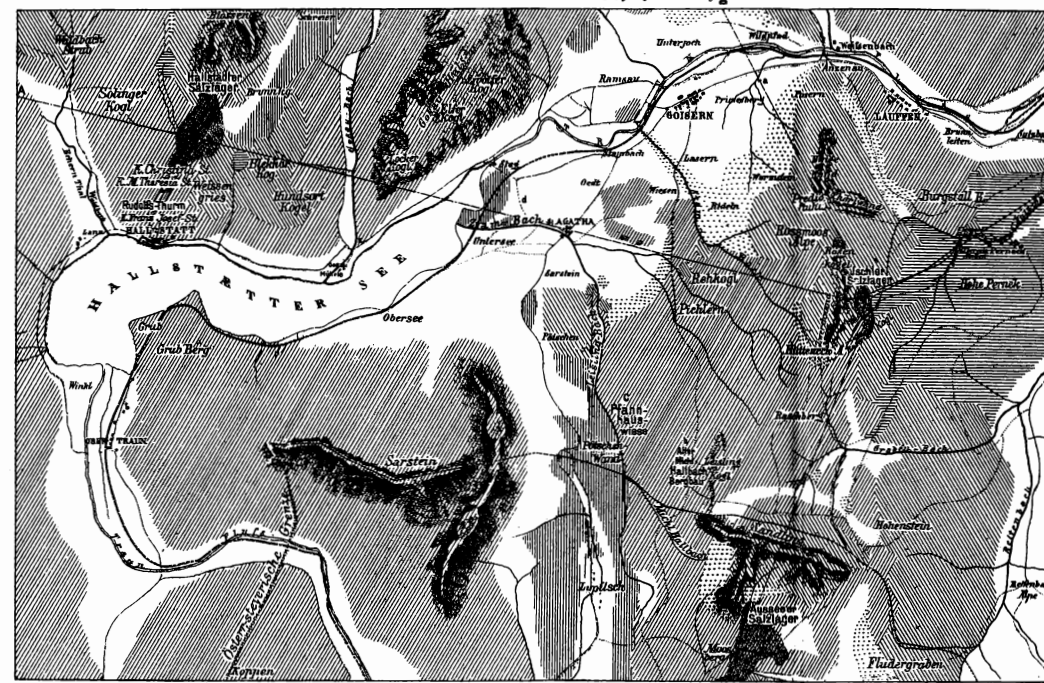
Ziment, Wasser- und Soolenmessvorrichtung.

Zimmerer, diejenigen Arbeiter, welche alle im Salzberge vorkommenden Zimmerungsarbeiten verrichten.



INHALT.

	Seite
Der Salzbergbau in den österreichischen Alpen. Von August Aigner, k. k. Bergrath. Mit Taf. III—VI (Schluss)	257



A. Aigner: Alpine Salinen. Ausseer-Salzberg.

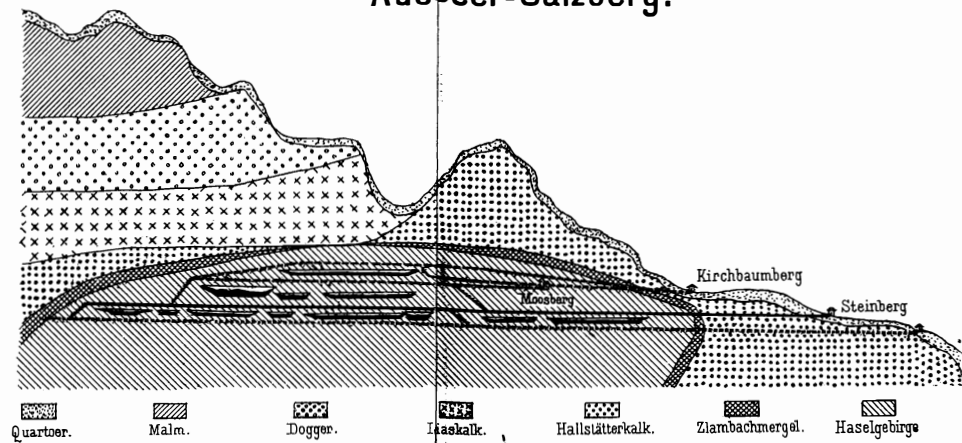
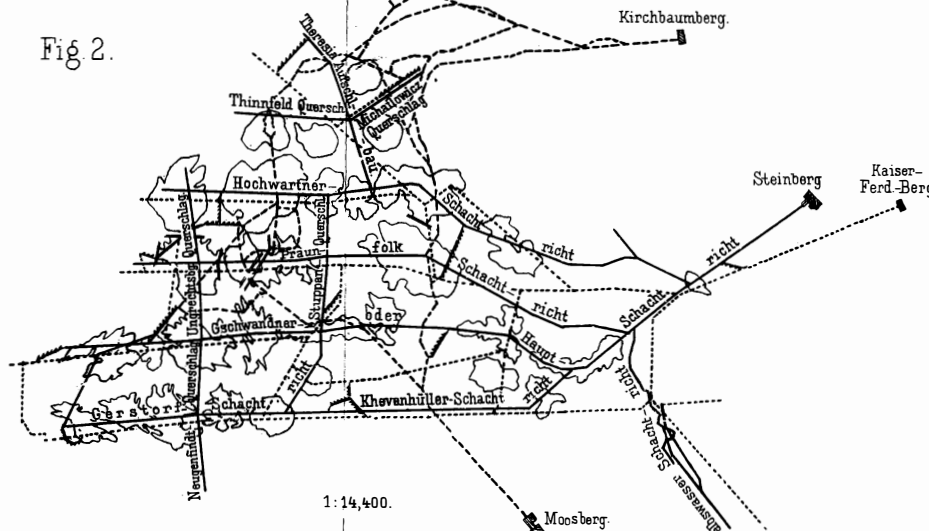


Fig. 2.



Hallein-Berchtesgaden.

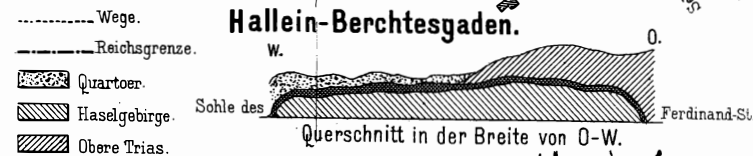
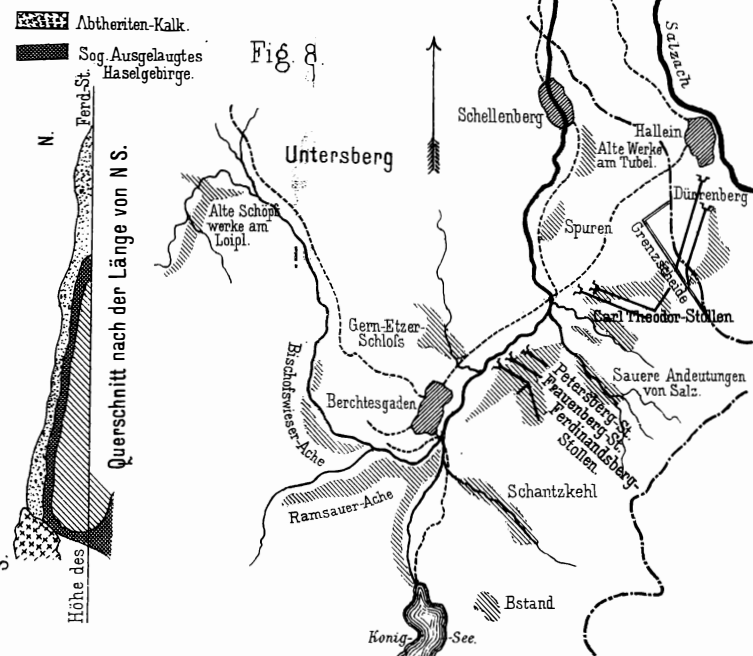
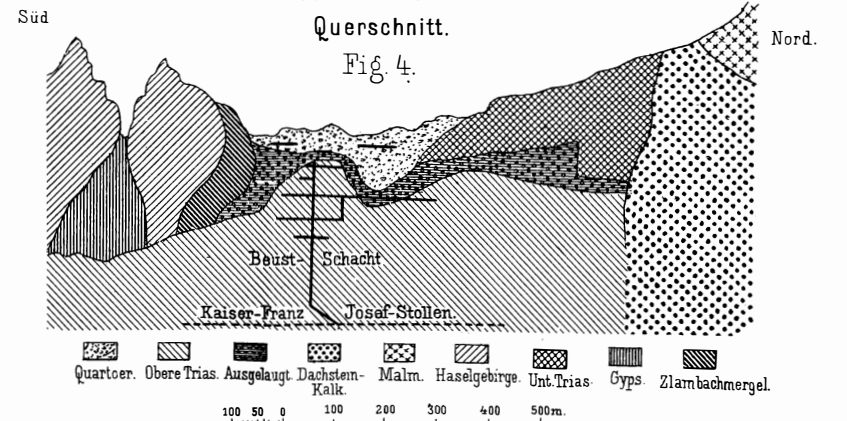


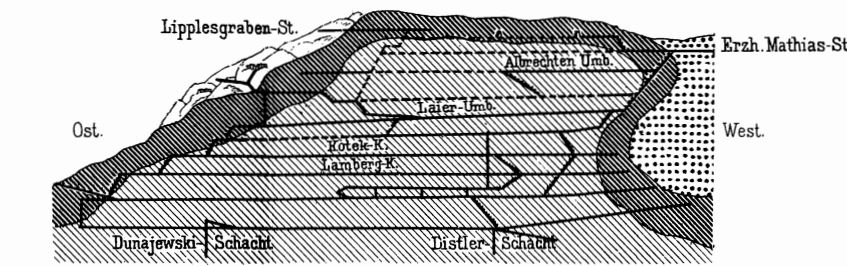
Fig. 8.



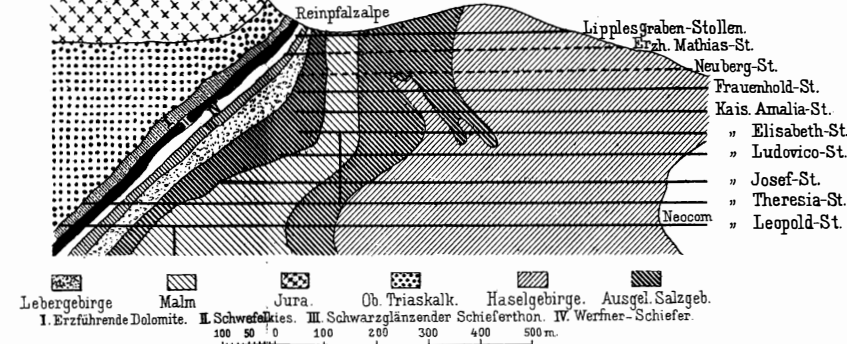
Hallstatt. Querschnitt. Fig. 4.



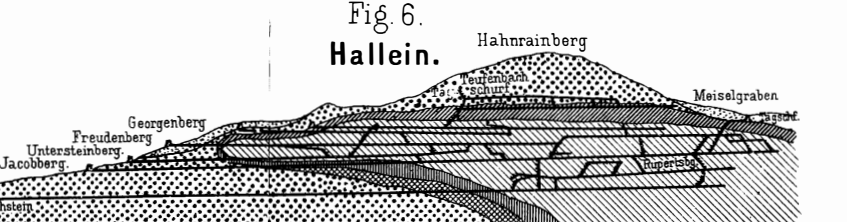
Längenschnitt. Fig. 5. Jschl.



Querschnitt.



Längenschnitt.



Querschnitt. Fig. 7.

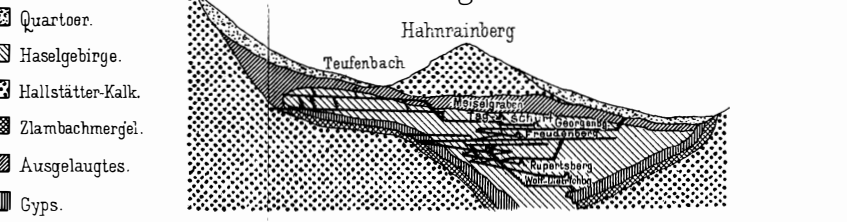


Fig. 3. Hallstatt.

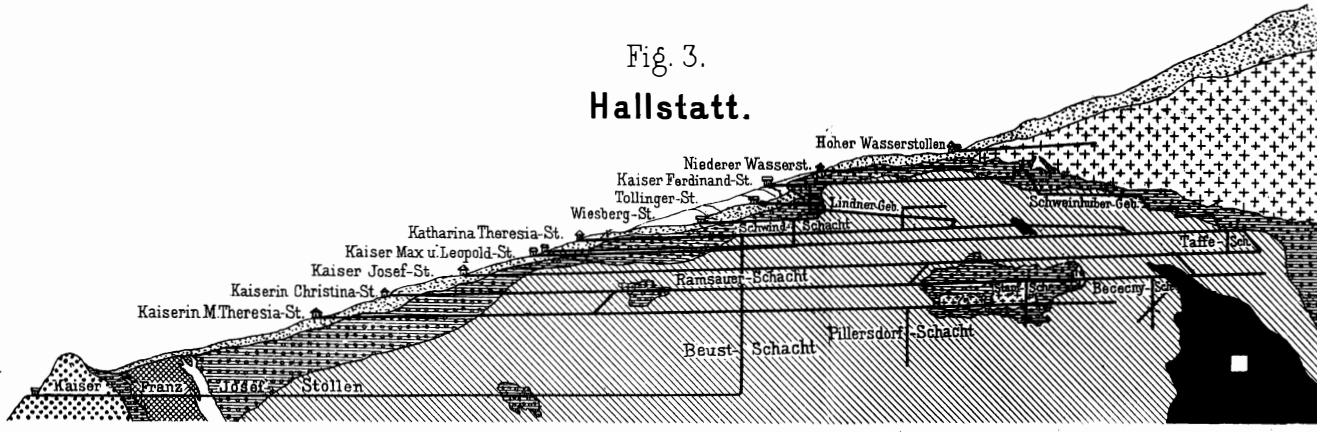
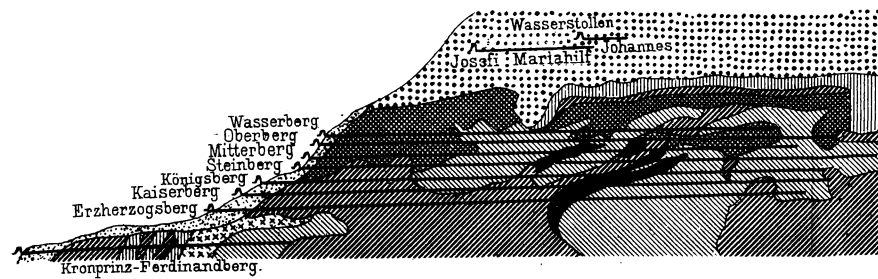


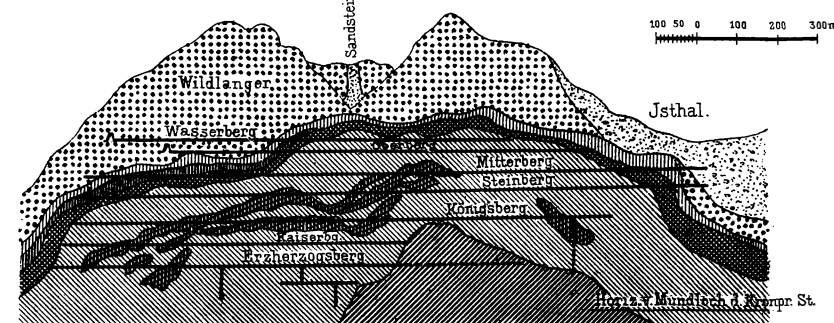
Fig. 9.



Längenschnitt. Fig 1. Hall.



Querschnitt.



Schotter. Ausgelagert. Salzgebirge. Ob.Triaskalk. Salzgebirge. Horiz. projectirten Unterbaues.
Rauchwacke. Gyps. Thon. Steinsalz. Anhydrit. Kernsalz.

Fig 2.

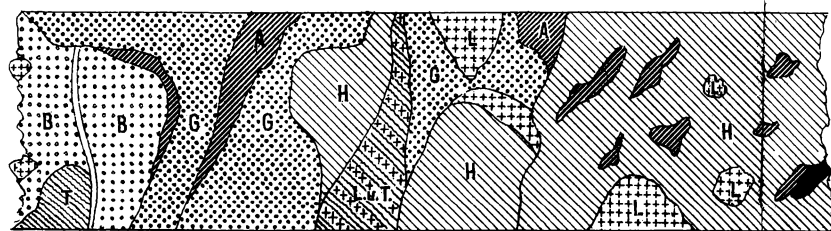
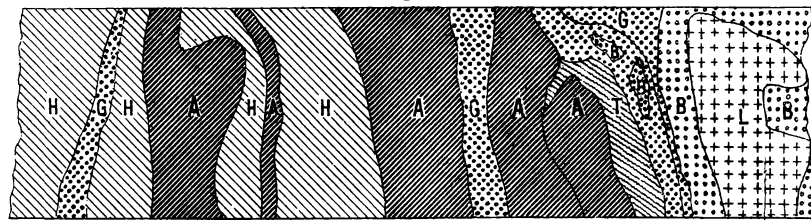
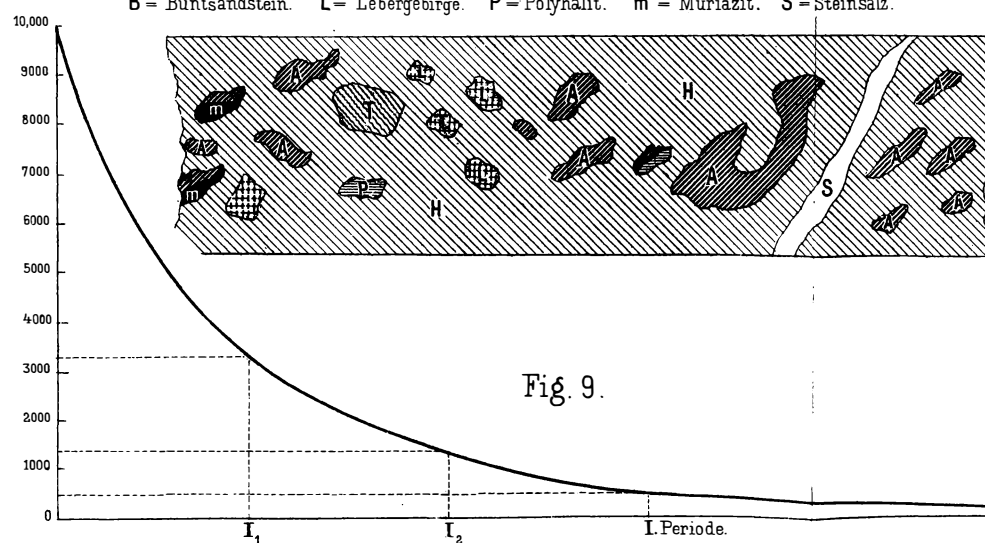
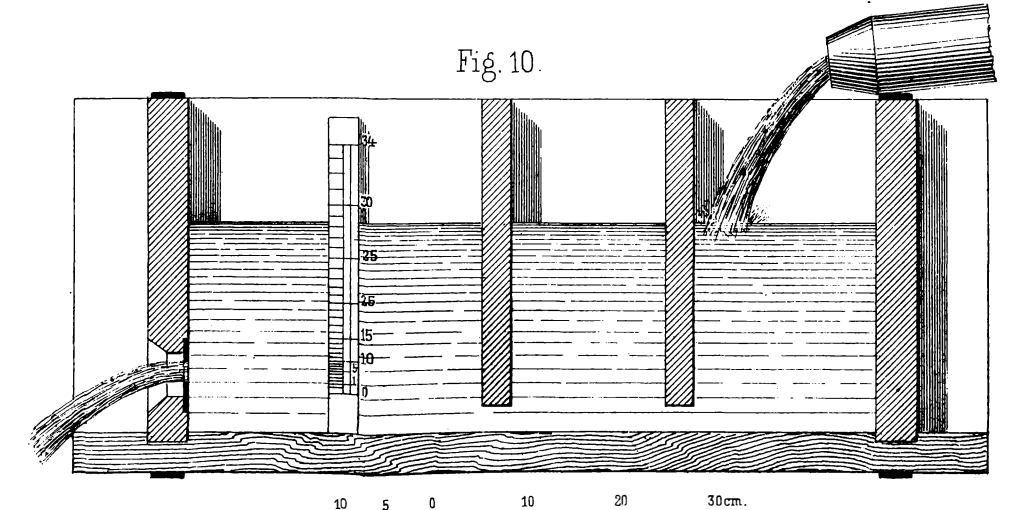
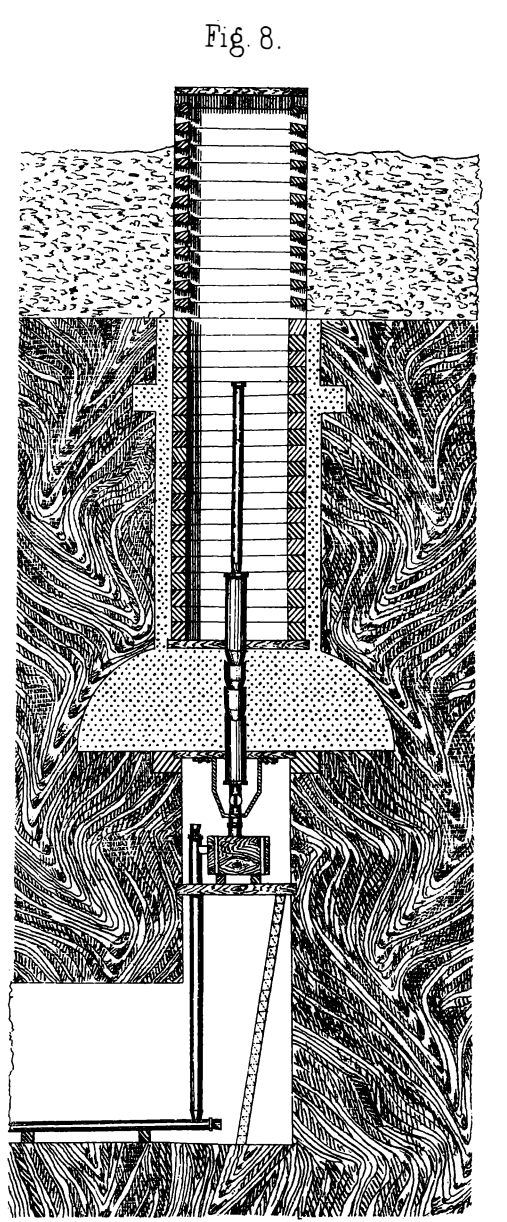
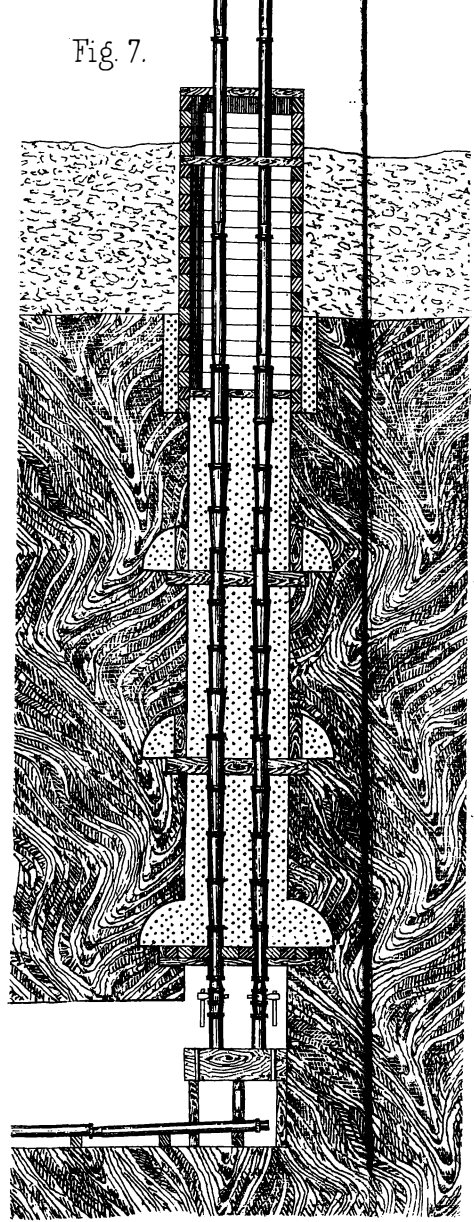
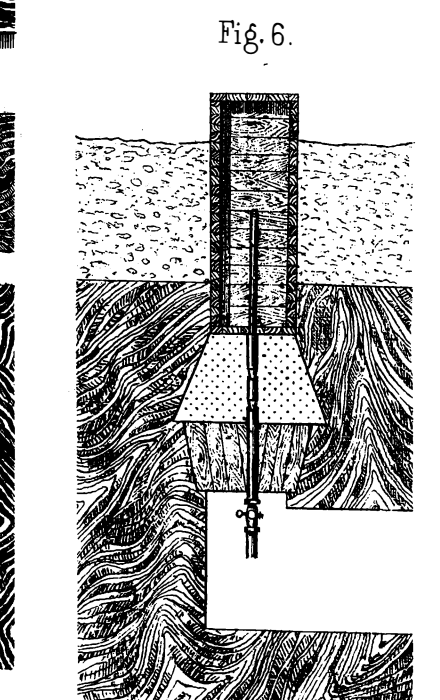
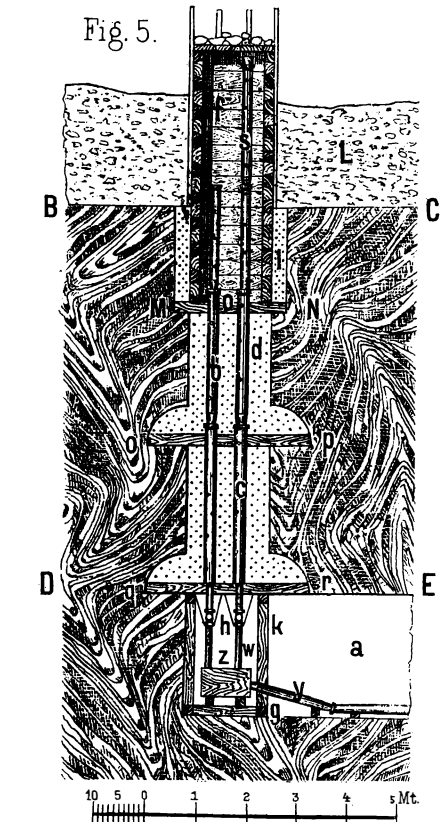
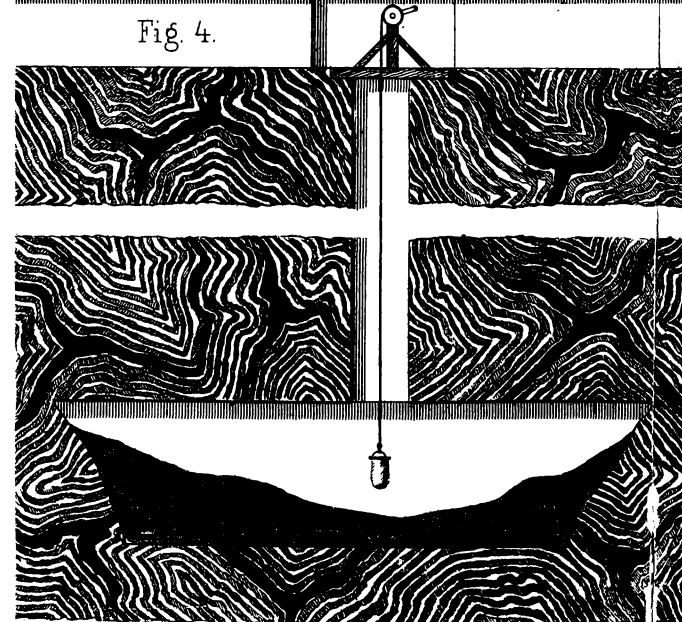
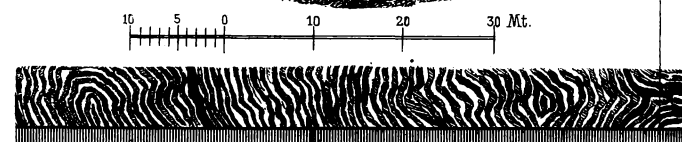
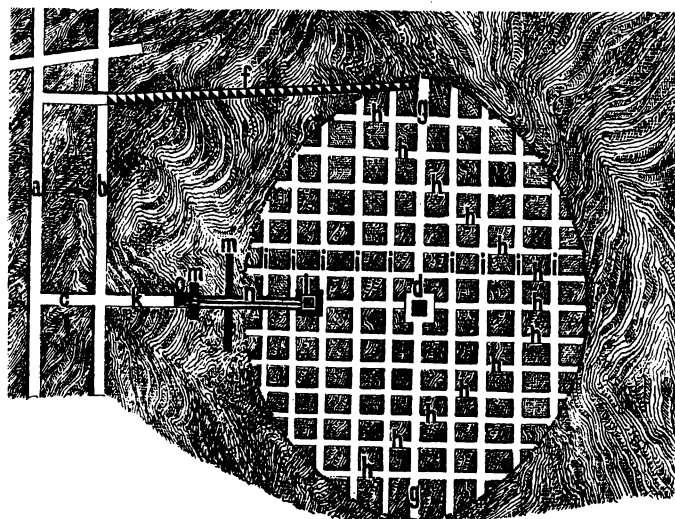
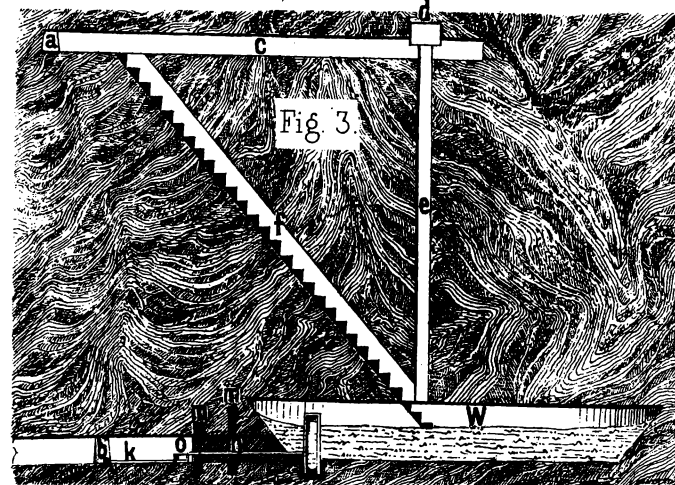


Fig 9.



A. Aigner: Alpine Salinen.



A. Aigner: Alpine Salinen.

