

# MONTANISTISCHE RUNDSCHAU

## ORGAN DES ZENTRALVEREINES DER BERGWERKSBESITZER ÖSTERREICHS

Verlag für Fachliteratur, Ges. m. b. H., Berlin W30 Wien I. London E.C.

Redaktion und Geschäftsstelle: WIEN, I. Bez., Eschenbachgasse Nr. 9  
(im Hause des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines)

Telegrammadresse: „Industrieverlag Wien“

Interurban-Telephon Nr. 11.135

Für die Redaktion verantwortlich: Ing. ROBERT SCHWARZ

Bezugspreis K 28.— pro Jahr. Einzelheft K 1.50

Preis für Anzeigen: 4gespaltene Nonpareillezeile K — 50.

VI. Jahrg.

Berlin-WIEN-London, den 1. August 1914.

Nr. 15.

Nachdruck des gesamten Inhaltes dieser Zeitschrift ohne besondere Genehmigung der Redaktion verboten.

## Über die Ausgestaltung des Baugerippes bei den alpinen Salzbergen.

Von August Aigner, k. k. Oberbergrat i. R.

In den Nummern 7, 8, 10 und 13 dieser Zeitschrift vom Jahre 1913 wurde der Betrieb der alpinen Salzberge vom Anbeginn bis zur Jetztzeit einer kritischen Betrachtung unterzogen. Aus dem vorhandenen statistischen Materiale wurde der Schluß gezogen, daß die Hauptursache der in der Vergangenheit erfolgten geringen Ausnützung der alpinen Salzlager bis um die Mitte des vorigen Jahrhunderts, abgesehen von der mangelhaften Verlaugungskunst, darin bestanden habe, daß die Werker unregelmäßig übereinander gelagert worden sind. Erst nach den im Jahre 1839 erfolgten großen Niedergängen auf dem Ischler Salzberge sind die Grundsätze der vertikalen Überlagerung der Werker durch Franz v. Schwind erkannt worden. Diese Grundsätze der vertikalen Werksüberlagerung mit völligem Ausschlusse der Wechsellagerung wurden dann auch zu einem salinarischen Grundgesetze erhoben.

Um den Grad der Ausnützung festzustellen, wurde von verschiedenen Gesichtspunkten ausgegangen: Es wurde zu ermitteln gesucht:

1. Jener Grad, der sich aus dem Vergleich der einzelnen Salzberge untereinander ergibt. Dieser Grad ist vornehmlich von der Verlaugungskunst abhängig, mit der jeweils bei den einzelnen Salzbergen gearbeitet worden ist. Wir haben ihn durch das Verhältnis  $\eta = \frac{A}{H} = \frac{H-M}{H}$  ausgedrückt, worin H die Etagenhöhe, M den mittleren Versudhöhenrest bei sämtlichen toten Werkern und A die mittlere Aufsiedehöhe bedeuten. Dieses Verhältnis ist der Ausdruck der Verlaugungskunst, welche bei

den einzelnen Salzbergen technisch geübt wurde. Würde im obigen Ausdrucke der Versudhöhenrest  $M=0$  werden, so hätten wir die höchste Ausnützung erreicht. Für die Salzberge von Ischl, Aussee, Berchtesgaden, Hallstatt und Hallein finden wir die diesbezüglichen Werte mit:  $\eta = 0.76, 0.75, 0.66, 0.59, 0.58, 0.48$ .

2. Jener Grad, welcher sich aus dem Vergleiche der gesamten Werkerzahl zu den vorzeitig außer Betrieb gesetzten Werkern ergibt, wobei ein Abfall von 70% konstatiert worden ist.

3. Jener Grad, welcher sich ergibt, wenn die Werkräume aller in Verlaugung gestandenen Werker zu dem Volumen des ganzen vorhandenen Salzkörpers in Vergleich gesetzt werden. Er ist, wie wir sehen werden, eine Funktion der Form des Baugerippes und der Werksgröße.

Wir haben über die Punkte 1 und 2 annähernde Werte zu bestimmen gesucht, die Bestimmung des Wertes für den Punkt 3 aber als eine schwierige hingestellt. Es hieße aber den Wert des vorhandenen statistischen Materiales einer mehrere Jahrhunderte dauernden Betriebszeit mißachten, wollten wir nicht wenigstens den Versuch unternehmen, auch das im Punkte 3 gekennzeichnete Verhältnis einigermaßen zu ergründen, dies umso mehr, als gerade die Erkenntnis in dieser Richtung wenigstens annähernd brauchbare Werte für die Beurteilung des Baugerippes in Aussicht stellt.

Da wir jedoch die Volumina der durch Jahrhunderte in Verlaugung gestandenen Werker nicht kennen, so müssen wir einen anderen Weg einschlagen, um zu einem Resultate zu gelangen.

I. Theoretische Überlegungen.

Vor allem soll untersucht werden, welcher höchste Ausbenütungsgrad theoretisch überhaupt erreicht werden kann und unter welchen Bedingungen. Als die günstigste Bedingung für die größtmögliche Ausnützung haben wir die rechteckige oder quadratische Werksform mit vertikaler Aufsiedung unter Anwendung von Zwangsdämmen erkannt. Die quadratische Werksform ist gegen-

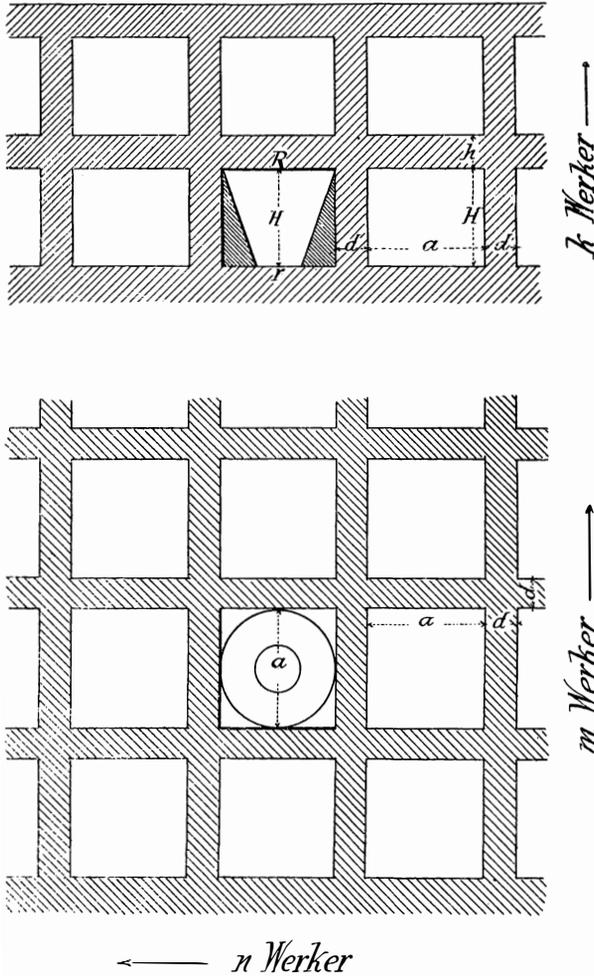


Fig. 1.

Werker mit den horizontalen und vertikalen Bergfesten.

über der rechteckigen deshalb von besonderem Vorteil, weil bei ihr in bezug auf den Flächeninhalt der Umfang ein Minimum wird, daher auch die Dammkosten am geringsten ausfallen. Außerdem gestattet diese Art der Verlaugung die Ausbenützung des Haselgebirges (Salzgebirges) durch die gesamte Etagenhöhe hindurch, was bis heute noch nie erreicht worden ist. In Fig. 1 sei der Komplex einer beliebigen Werkerzahl mit den horizontalen und vertikalen Bergfesten eines Salzberges im Grund- und Aufrisse dargestellt. Es sei nun der Prozentsatz an ausgewinnbarem Salzgebirge unter der Voraussetzung zu berechnen, daß quadra-

tische Werksanlagen in Anwendung kommen. Dieser Prozentsatz ergibt sich durch Vergleichung der Summe der durch die Werkerverlaugung erzeugten Hohlräume mit dem ganzen Salzgebirgsvolumen oder auch, was auf dasselbe hinauskommt, durch Vergleichung eines einzigen Hohlräumes mit der aus der Werksausteilung resultierenden, einem einzigen Werke zur Verlaugung zugewiesenen Gebirgseinheit (siehe Fig. 1). Die Länge und Breite eines Werkes sei  $a$ , seine Höhe  $H$ , die Dicke der vertikalen Pfeiler  $d$ , die Dicke der horizontalen Bergfeste =  $h$ . Es sei nun nach der Gebirgskonfiguration möglich, in einem Salzbergsabschnitte der Länge nach  $n$ , der Breite nach  $m$  und der Höhe nach  $k$  Werker auszulegen.

1. Berechnung des ganzen Gebirgsmittels: die Länge einer Laugwerksseite samt zugehörigem Pfeiler ist  $a + d$ . Da der Länge nach  $n$  Werker angelegt sind und der Breite nach  $m$  Werker, so ist die Länge des Gebirgsmittels  $S_1 = n(a + d)$ , die Breite  $S_2 = m(a + d)$ , die ganze Höhe  $S_3 = k(H + h)$ . Der Kubikinhalte des ganzen Gebirgsmittels  $Q = S_1 \times S_2 \times S_3 = n(a + d) \cdot m(a + d)^2 \cdot k(H + h) = mnk(a + d)^2 \cdot (H + h)$ .

2. Berechnung des kubischen Inhaltes der sämtlichen Werker: Ein Werk hat den Inhalt  $a^2 \cdot H$ , im ganzen sind  $mnk$  Werker vorhanden, es ist daher  $q = mnka^2H$ .

3. Berechnung des Prozentgehaltes: Es muß die Proportion gelten  $Q : q = 100 : x$ ;  $x = \frac{100 \cdot q}{Q}$

$$x = \frac{100 \cdot mnka^2H}{mnk(a + d)^2(H + h)} = \frac{100 a^2 \cdot H}{(a + d)^2(H + h)}$$

Aus der allgemeinen Formel

$$x = \frac{100 a^2 H}{(a + d)^2 \cdot (H + h)}$$

ergibt sich, daß die Ausnützung eine um so größere ist, je größer sich das Verhältnis  $(a : d)$  und  $(H : h)$  ergibt. Um nämlich das Verhältnis kennen zu lernen, in welchem die einzelnen Größen stehen sollen, um ein möglichst günstiges Resultat zu erzielen, wollen wir eine kleine Vereinfachung vornehmen, indem wir uns vorstellen, daß wir es mit einem Würfel zu tun haben, daß also  $H = a$  ist, und daß auch  $h = d$  ist. Dann geht die Formel über in  $x = \frac{100 a^2 a}{(a + d)^2 (a + d)} = \frac{100 a^3}{(a + d)^3}$ . Je größer

$\frac{a^3}{(a + d)^3}$ , also je größer  $\frac{a}{(a + d)}$  wird, desto günstiger ist das Resultat. Je kleiner  $d$  im Verhältnisse zu  $a$  ist, also je größer das Verhältnis  $\frac{a}{d}$  wird, desto günstiger das Resultat. Dasselbe Verhältnis gilt dann auch für  $\frac{H}{h}$ .

Die Ausbenützung wird also umso größer, je größer  $a$  und  $H$  und je kleiner  $d$  und  $h$  sind. Diese beiden letzten Größen können nun eine gewisse Grenze nicht überschreiten, da sonst die Sicherheit des Baugerippes gefährdet wird,  $a$  wird

hingegen eine bestimmte Grenze nach oben hin nicht überschreiten dürfen, weil sonst die Himmelfläche schalig auszubrechen beginnt, lediglich H könnte allenfalls so groß genommen werden, als es die Verhältnisse überhaupt erlauben. Wollen wir nun daran gehen, die aus der Statistik und Erfahrung gewonnenen Werte in diese allgemeine Formel einzuführen, so tritt uns zuerst der Mangel einer ausreichenden Kenntnis über die Druck- und Bruchfestigkeit des Salzgebirges entgegen. Es sind uns nur zwei Fälle über die Bruchgrenzen, über den Zusammenbruch vollkommen freier und teilweise zusammenhängenden Haselgebirgsdecken bekannt. Der erste Fall betrifft den Bodenstock in der Lebenauehr des Salzberges von Ischl. Hierbei handelte es sich um einen Bodenstock zwischen den beiden Werkräumen eines Doppelwerkes, welcher also nach beiden Seiten, nach oben und unten, frei war. Der Bruch erfolgte bei einem Werkdurchmesser von 19 m und einer Dicke des Bodenstockes von 2.5 m. Befindet sich hingegen über dem Werke ein festes intaktes Gebirgsmittel, findet daher eine vollkommen freie Verlaugung nach allen Seiten hin statt, so bricht der Himmel, wenn er eine gewisse Maximalgrenze überschritten hat, gewölbartig aus, wie bei dem Veit- und Gerstorf-Werke des Ausseer Salzberges. Die Bodenfläche betrug 14.368 m<sup>2</sup>, die Bruchhöhe 5 m. Wir haben es also hier in bezug auf die Bruchgrenzen mit weit von einander abstehenden Grenzfällen zu tun.

Erwägt man nun, daß man in England 10 Yards starke Stützpfiler<sup>1)</sup> mit starken Böschungen nach unten anwendet, so werden wir jedenfalls noch sicher gehen, wenn wir die vertikalen Bergfesten d = 10 — 13 m und die Horizontalen h = 5 — 6 m schätzungsweise annehmen. Für Aussee haben wir aus dem Mittel toter und lebender Werker und deren Flächen (Tab. B, Nr. 9 dieser Zeitschrift vom Jahre 1913) die mittlere Endfläche rund mit 3600 m<sup>2</sup> ermittelt. Wollen wir also die Werksausteilung nach dem Schema Fig. 1 vornehmen, so haben wir für den Wert a = √3600 = 60 m, weiters für H = 25 m, d = 15 und h = 5 m zu setzen. Es ergibt sich also aus der allgemeinen Gleichung dann

$$x = \frac{100 \times 3600 \times 25}{75^2 \times 30} = 53\%$$

als ausnützbare Haselgebirge daher 47% als notwendiges Baugerippe für den Fall, als es sich um quadratische Form der Werksätze und um deren weitere Verlaugung unter Anwendung von Zwangsmaßregeln (Dämmen) handelt.

## II. Praktische Anwendung dieser Grundsätze und die weiteren Folgerungen daraus.

Es kommen heute nur zwei alpine Salzberge in Betracht, welche vermöge ihrer mit Sicherheit anzuhoffenden günstigen Tiefenverhältnisse vor

<sup>1)</sup> Über die Bergschäden der Grafschaft Cheshire v. H. Pinno. Preußische Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen, XXXIV. Bd.

allen übrigen in der Lage sind, das vorgedachte System in seiner Gänge von der Tiefe bis zur Grenze der Einsickerungsregion durchzuführen. Es sind dies die Salzberge von Ischl und Aussee. Der Salzberg von Ischl wurde bereits in Nr. 8 dieser Zeitschrift vom Jahre 1913 zur Anschauung gebracht, und es wurde gezeigt, daß die Lagerung seiner Werker zwar im Sinne der Schwindschen Gesetze für den vorhandenen Tiefbau vorgesehen wurde, seine Dauer von 225 Jahren aber nur dann erreicht werden kann, wenn die Ausnützung eine vollständige ist.

Es soll nun für diesen Salzberg von Ischl ein Beispiel gerechnet werden, welches einen Vergleich zwischen der prismaförmigen und zwischen der kegelförmigen Aufsiedung hinsichtlich des Ausbenützungsgrades zuläßt und zwar unter der Voraussetzung, daß das kegelförmige Werk auch wirklich voll ausbenützt wird und daß die kreisförmige Endfläche des Kegelwerkes in die quadratische Fläche des prismatischen Werkes eingeschrieben erscheint, daß also der Kegelstutz dem Prisma eingeschrieben ist, und daß also a = 2R ist. Für ein Ischler Werk im Tiefbaue gelten folgende Dimensionierungen: Anfangsradius r = 22.2 m, H = 24 m, h = 6 m, d = 14 m, q = 61.459 m<sup>3</sup>, Aufsiedewinkel d = 60°, Endhalbmesser R = 34 m, daher die Quadratseite a = 68 m.

$$x = \frac{100 a^2 H}{(a + d)^2 \times (H + h)} = \frac{100 \times 68^2 \times 24}{(68 + 14)^2 \times (24 + 6)} = 55\%$$

ausbenützten Gebirges bei senkrechter Aufbenützung.

Ist der Werksraum ein Kegelstutz, so ist der Gehalt des Prismas mit q in Proportion zu setzen. Der Inhalt des quadratischen Prismas sei I, so ist I = (68 + 14)<sup>2</sup> = 201.720 m<sup>3</sup>, es muß dann die Proportion für den Kegelstutz q = 61.459 m<sup>3</sup> gelten: x : 61.459 = 100 : 201.720 m<sup>3</sup> und es ergeben sich

$$\text{für } x = \frac{6,145.900}{201.720} = 30\% \text{ Ausnützungsprozente bei}$$

kegelförmigen Werkern aber nur unter der Voraussetzung, daß die Aufbenützung zwangsweise bei Anwendung von Schutzdämmen vollständig stattfindet.

In gleicher Weise soll nun auch der Salzberg von Aussee betrachtet werden: Derselbe ist in Fig. 2 dargestellt. Über seine geologischen und betriebsgeschichtlichen Verhältnisse wurde bereits in mehreren Abhandlungen in Fachzeitschriften berichtet.<sup>2)</sup>

Er soll hier nur insoweit behandelt werden, als dies dem vorliegenden Zweck in Hinsicht auf die Gestaltung seines Baugerippes dienlich ist.

<sup>2)</sup> Österreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen, Nr. 37, 1868, Nr. 8 und 9, 1888, Nr. 13 und 14, 1888, Nr. 42, 1888, Nr. 8 und 9, 1889, Nr. 8, 1891, Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch der Bergakademien, XL. Bd.

Der Salzberg von Aussee, Fig. 2, zeigt sich als ein aufsteigender Stock von 87,497.000 m<sup>3</sup> Inhalt, dessen Basis im Kaiser Franz-Berghorizonte 856.000 m<sup>2</sup> und dessen Höhe von dieser Basis bis zum alten Wasserberg 150 m beträgt. Dieser Salzberg ist unter allen übrigen österreichischen alpinen Salzbergen entschieden der reichste; sein Salzgehalt wird auf 80% eingeschätzt. Nach seiner ganzen Höhe lassen sich drei Teile unterscheiden:

I. Der über dem Steinberghorizonte bis zur Kuppe des Salzlagers aufragende Teil. Er wird seit dem Jahre 1147 bearbeitet, ist also der älteste bearbeitete Teil des Ausseer Salzberges und daher durch große Wassereinbrüche und Katastrophen heimgesucht gewesen. In diesem Teile liegen die großen Verbruchsfelder des Ahorn-, Moos- und Kriechbaumerges und die Namen Ahorn-, Fuchsen-, altes Wasserberg-, „Gföll“ sowie die alten zusammengeschnittenen Moosbergdamm-Schöpferwerke mit einem Flächeninhalt von allein 16 Joch lassen die

fixiert ist. Es muß in dieser Hinsicht auf eine Entdeckung des Oberbergrates Schraml in den alten Akten des Ausseer Amtsarchives hingewiesen werden<sup>3)</sup>, nämlich, daß bereits vor 130 Jahren Bergmeister Max Kner als der erste mit dem Trockenabbau hervortrat, um die Schätze des Ahornberges zu heben, daß aber die Ausführung damals an den hohen Kosten des Versatzmaterials scheiterte, welches vom Tage eingeführt werden sollte. Zweifellos würde eine derartige Remedur in der Zukunft nicht Platz zu greifen haben, denn man würde im Sinne unserer Ausführungen über das Baugerippe nur dort eine Stützung der aus der Tiefe aufragenden Lagerpfeiler vorzunehmen haben, wo dieselben durch die alten leeren Werkräume teilweise durchgehen und es würden für diesen Zweck die in den Werkräumen vorhandenen Polyhalit, Anhydrit und Tontrümmer zur Ausfüllung der leeren Stellen voll ausreichend sein.

Dieser oberste Teil enthält die höchst gelegenen

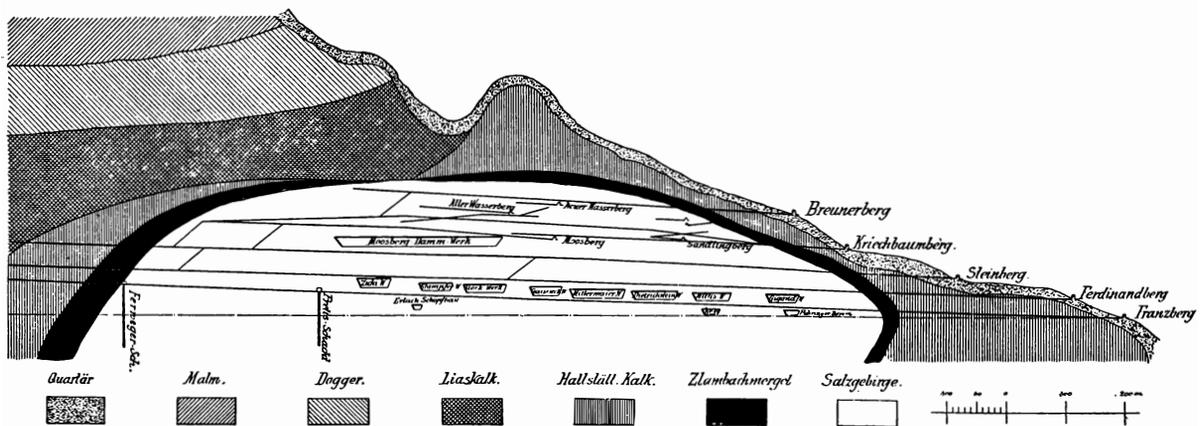


Fig. 2.

Durchschnitt durch den Ausseer Salzberg von Ost nach West.

Größe dieser wechselvollen Katastrophen ahnen, welche die Alten zwangen, diesen reichen Teil fast unausbenutzt zu verlassen und im Jahre 1319 durch Eröffnung des Steinberges eine neue Ära einzuleiten. Dieses oberste Terrain, an dessen Hangendgrenze (Einsickerungsregion) jährlich 6·5 Millionen Hektoliter Raubwasser einbrechen, die eingefangen und zu Tage geleitet werden müssen, bietet keine geringe Sorge und fordert eine kostspielige Pflege für diesen Salzberg. Daß dieses mächtige Revier erst dann in Mitbenützung genommen werden kann, wenn einmal das Baugerippe aus dem tiefsten Horizonte des Unterbaues III bis in die Kuppe des Salzberges normiert ist, kann nur der ermesen, welcher die großen Schätze dieses Lagerteiles mit den stets zum Einbruch bereiten nahen Hangendwässern in Erwägung zieht, und es ist klar, daß hier von einem wie immer gearteten Eingriff keine Rede sein kann, ins solange jene Norm nicht für diesen Salzberg in ähnlicher kommissioneller Weise wie das Gesetz von Schwind für alle Salzberge und für die folgenden Jahrhunderte

Wasserstollen, den vorderen und hinteren Wasser-aufschlag, den Bräunerberg, den alten und neuen Wasserberg, die Loitzlmoosstollen und die höchste salzführende Etage, Kriechbaumberg mit der in derselben liegenden alten Moosbergdammwehre und zehn bereits aufgelassene große Werker, welche im Steinberg ihren Abfluß hatten.

II. Der mittlere Teil besteht aus den Horizonten Steinberg, Ferdinands-Berg und Franz-Berg.

Große, alte und neu angelegte junge Werker sind noch in diesen beiden Etagen Steinberg, Ferdinand- und Ferdinand Franz-Berg enthalten und wird die Dauer dieser noch in dermaligem Betriebe stehenden Werker auf 50 bis 80 Jahre eingeschätzt.

III. Der unterste unter dem Kaiser Franz-Berghorizonte durch die zwei 92 m tiefen Schächte Ferwerger und Pretis neu erschlossene Salzstock, der höchstwahrscheinlich noch tiefer fortsetzt, ist

<sup>3)</sup> Schraml, Über Trockenabbau, Österreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen, Nr. 42, 1908.

noch intakt. Die Höhe des Unterbaustockes als Rechteck gedacht, kann mit 1200 m in der Länge und 900 m in der Breite gleich 1,080.000 m<sup>2</sup> angenommen werden. Es können in derselben für unseren allgemeinen Fall  $n=11$  Werker in der Länge und  $m=8$  Werker in der Breite, also 88 Werker von 100 m im maximalen Enddurchmesser in einer Etage Platz finden. Da der Aufschluß durch die 92 m tiefen Schächte drei Etagen à 30 m Höhe gestattet, so erhält man in Summe  $88 \times 3 = 264$  Werker des Tiefbaues bei einem Gesamtvolumen von  $1,080.000 \times 92 = 99,360.000 \text{ m}^3$  Salzgebirge. So wie für den Ischler Salzberg gelten auch hier, den Gebirgsverhältnissen rund angepaßt, die Werte für  $H=25$ ,  $h=6 \text{ m}$ ,  $d=15 \text{ m}$ ,  $R=50 \text{ m}$ ,  $a=100 \text{ m}$  und für den Verlaugungswinkel  $40^\circ$ ; daraus rechnet sich der Inhalt des Kegelstutzes mit  $90,975 \text{ m}^3$  und der Inhalt des Prismas mit  $(a+d)^2 \times (H+d) = 409,975 \text{ m}^3$ .

Wir haben also nach der allgemeinen Formel

$$x = \frac{100 a^2 H}{(a+d)^2 (H+h)} = \frac{100 \times 100^2 \times 25}{(100+15)^2 (25+6)} = 61\%$$

bei senkrechter Außenbenützung. Im Falle die Außenbenützung in Form des Kegelstutzes stattfindet, ergeben sich nach der Proportion  $409,975:100 = 90,975:x$ ,  $x=22\%$  der Ausnützung. Für die Berechnung der Dauer des Tiefbaues erhalten wir bei obiger Annahme von 264 Werkern und beim Kubikinhalte eines Werkes von  $q=90,975 \text{ m}^3$   $264 \times 90,975 = 24,017.400 \text{ m}^3$  Salzgebirge. Da ein Kubikmeter  $80\%$ iges Salzgebirge 42 hl Sole gibt, so ergibt der ganze Tiefbau  $24,017.400 \times 42 = 1.068,730.800 \text{ hl}$  Sole und bei einem jährlichen Verbrauch von 2 Millionen Hektoliter eine Dauer von 500 Jahren.

Nachdem auch die beiden Etagen Steinberg-Ferdinand-Berg und Ferdinand-Franz-Berg noch nicht erschöpft sind und man hier noch auf eine Dauer von 50 bis 80 Jahren schätzt, so kann rund eine Dauer von 600 Jahren angenommen werden, aber auch nur dann, wenn die Form des Kegelstutzes voll ausgenützt wird, was, wie bereits für den Ischler Salzberg gezeigt wurde, ohne Anwendung von Schutzdämmen nicht möglich ist. Zur Bearbeitung des unter dem Kaiser Franz-Berg gelegenen Teiles ist der Aufschlagspunkt für einen Erbstollen aus dem Augsttale bereits am 20. Jänner 1914 festgestellt worden, der den Ferwegerschacht um 107 m unterteufen soll.

Wir haben also gesehen, daß die Ausnützungsgrade bei kegelstutzförmigen Werkern in Ischl und Aussee nur 30, beziehungsweise 22% sind. Das zurückbleibende Baugerippe beträgt also 70, beziehungsweise 78%, was selbstverständlich unverhältnismäßig groß ist.

Aber selbst dieses theoretische Maximum von 30, beziehungsweise 22 Ausnützungsprozenten ist in der Praxis bisher niemals erreicht worden, weil die Werker, abgesehen von den Verschneidungs-

und Werkzeugenverlusten nur meist bis zu einem Drittel oder im günstigsten Falle bis zur Hälfte der Etagenhöhe aufgebracht werden konnten. Wir können daher heute im besten Falle nur mit einem tatsächlichen Ausnützungssatz von 10 bis 15% rechnen. Ohne direkten Aushieb und nachfolgende Verlaugung oder Anwendung von Radikalmitteln (Dämmen) zur Verhinderung von Verschneidungen der Wehren und zurückbleibenden Werkzeu gen bei der konischen Form ist auch die Erreichung des theoretischen Maximums von nur 30 und 22%, beziehungsweise 55 und 61% der Ausnützung unmöglich.

Die Erzielung des Mindestmaßes eines Baugerippes ist nach dem Gesagten im großen und ganzen abhängig von folgenden Faktoren:

1. Je größer die horizontale Ausdehnung des Laugwerkes (bei konischen Werkern, je größer der Enddurchmesser) ist, desto größer die Ausnützung. Dieser Ausdehnung ist bei zu großer Himmelfläche eine Grenze gesetzt.

2. Die Ausnützung hängt weiters von der Form des Werkes ab. Die rechteckige Form ist die günstigste.

3. Die Ausnützung ist abhängig von der Art und Weise der Verlaugung. Es wurden in dieser Hinsicht bereits in Nr. 13 dieser Zeitschrift vom Jahre 1913 sämtliche Verlaugungsarten einer kritischen Beurteilung unterzogen und es sind deren Vor- und Nachteile gegenseitig erwogen worden. Völlig ausgeschlossen erscheint selbstverständlich die wilde Verlaugung, weil sie gleichbedeutend mit dem absichtlichen vorzeitigen Ruine des Bergbaubetriebes wäre.

Was die Wahl der übrigen Verlaugungsarten betrifft, so gilt folgendes: Es kann nicht genug betont werden, daß die Festlegung des Baugerippes die Hauptsache ist. Diese Feststellung darf nicht etwa nur fallweise oder rayonweise erfolgen, sondern sie muß den ganzen Gebirgskörper und von unten nach oben sämtliche Abbaumittel der einzelnen Etagen umfassen. Innerhalb des nach Feststellung des Baugerippes zur Verfügung bleibenden Abbaukörpers kann nur jene Verlaugungsmethode gewählt werden, welche nach den bisher gemachten Erfahrungen in bezug auf die Menge des Ausbringens, auf die Erhaltung der Stabilität, auf die aufzubringenden Kosten usw. die größten Vorteile bietet.

Hiebei sei noch auf das in allerneuester Zeit durch Schraml eingeführte Rieselfahren (Nr. 10 vom Jahre 1909 und Nr. 16 vom Jahre 1910 der österreichischen Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen) hingewiesen, das dermalen noch nicht aus dem Versuchsstadium herausgekommen zu sein scheint.

Ein alter Salzbergmann, der noch weiß, welche Schäden dem alten Ramsauerschen Spritzverfahren anhafteten, wird sich einer gewissen Skepsis nicht ent schlagen können, ob diese Versuche auch wirklich zu einem endgiltig befriedigenden Resultate führen werden, wenngleich dies eigentlich, nach

den Schramlschen Publikationen zu urteilen, mit einiger Zuversicht zu erwarten wäre.

Der Grund für diese Skepsis liegt in der Natur des Haselgebirges. Hätten wir es mit vollkommen reinem Steinsalze zu tun, so würde sich das Spritzverfahren vielleicht zu einer idealen Salzabbauweise gestalten lassen. Der Umstand, daß Verunreinigungen bis zu 20 und 30% und darüber vorhanden sind, der Umstand, daß mitten im reinen Haselgebirge oft völlig taube Mittel auftreten, wird es wahrscheinlich mit sich bringen, daß die ablaufende Rieselsole in den seltensten Fällen vollgrädig ist. Eine solche nicht vollgrädige Sole, die unkontrolliert durch den Werksraum abläuft, ist nicht viel weniger schädlich als ungesalzenes Wasser. Die Gefahr wird also stets vorliegen, daß diese ungrädige Sole zum Zwecke

ihrer Anreicherung ihre eigenen Wege geht und das Baugerippe untergräbt oder plötzlich irgendwo austritt, wo man sie gar nicht vermutet hätte. Erleichtert dürfte ein derartig ungezügelter Umherschweifen der Sole noch durch Auslaugung der in alten Baureviere vorhandenen, wenn auch vielleicht wieder ausgefüllter Kernklüfte werden.

Ist der Werksboden hingegen mit einem Bette satter Sole besetzt, so ist eine derartige Gefahr wesentlich geringer. Es müssen also in dieser Hinsicht die Ergebnisse weiterer Versuche noch abgewartet werden, wobei vorausgesetzt wird, daß diese Versuche in Revieren abgeführt werden, in denen ein etwaiger Mißerfolg dem Baugerippe keinen Schaden bringt, man also genau weiß, wo man mit dem Spritzverfahren oder auch durch andere Eingriffe etwas wegnehmen darf oder nicht.

## Das Schlammverfahren in Sagor.

Von Bergdirektor Julius Pauer, Sagor.\*)

(Fortsetzung.)

Im Nachfolgenden sei es gestattet, einigen Anschauungen Ausdruck zu geben, zu welchen den Verfasser die Beobachtungen im Schlammbetriebe geleitet haben.

Wie oben bemerkt, haben wir in der Rohrleitung ein Gemisch von Wasser und Stücken eines festen Körpers. Diese zwei Bestandteile verhalten sich grundverschieden. Während das Wasser eine große Beweglichkeit besitzt, den Raum vollkommen ausfüllt und demzufolge den erhaltenen Druck unverändert weiterleitet, besteht das Schlammmaterial aus größeren und kleineren Körpern, welche bedeutend schwerer als das Wasser sind und selbständig ihre physikalischen Eigenschaften zur Geltung zu bringen trachten. In der seigeren Rohrtour, wo die Schwerkraft des Materials mit der des Wassers parallel wirkt, kommt kein störendes Moment zum Ausdruck. In dem Augenblick jedoch, wo der Schlammstrom von der seigeren in die horizontale Rohrtour gelangt, kommt die Schwerkraft des Materials zur Wirkung und es beginnt die Sedimentation. Bei einheitlichem Material erfolgt die Sedimentation nach der Korngröße; die größeren Stücke gleiten immer an der tiefsten Stelle des Rohres, gegen die Mitte werden sie immer kleiner und zu oberst verbleiben nur die ganz kleinen Teilchen, die das Wasser schmutzig färben. Es ist klar, daß unter solchen Umständen ein ruhiges und gleichmäßiges Fließen unmöglich wird und es entstehen im Rohrquerschnitt verschiedene Geschwindigkeiten. Das Wasser schießt mit großer Geschwindigkeit über dem Material hinweg, dieses kann in seiner ganzen Masse nicht folgen, es entstehen Materialanhäufungen, welche eine Anstauung des Wasserstromes verursachen. Begünstigt werden

die Anhäufungen noch durch die erhöhte Reibung der scharfkantigen Stücke unter sich und an der inneren Rohrwand. Um diese Anhäufungen in der Röhrentour vorwärtsbewegen zu können, muß der Wasserdruck erhöht werden, was durch das Steigen der Wassersäule am unteren Ende des Rohrstranges automatisch erreicht wird.

Sobald der Druck zur Überwindung der Reibungswiderstände genügt, wird die ganze Anstauung vorwärts geschoben, solange, bis die Wassersäule unter die notwendige Höhe sinkt und es wiederholt sich dieselbe Prozedur. In der Sedimentation finden wir somit die Erklärung der Tatsache, daß in einer Rohrtour, die zum Teil horizontal geführt wird, nicht mit vollem Querschnitt geschlammert werden kann, und daß der Ausfluß stoßweise erfolgt. Je länger die horizontale Rohrtour ist, je mehr Widerstände (Krümmer) eingeschaltet sind, um so geringer muß die Materialaufgabe bei gleicher Wassermenge sein, um Verstopfungen vermeiden zu können. Die Lösung der so wichtigen Frage des Mischungsverhältnisses liegt demnach nicht allein in der Wahl des Rohrdurchmessers, sondern ist in der Hauptsache von dem Verhältnis der seigeren Höhe zur horizontalen Länge des Rohrstranges sowie von den Widerständen in der horizontalen Rohrtour (Anzahl und Winkel der Krümmer, Steigungen in der söhlichen Rohrleitung) und von der Beschaffenheit des Materials (ob scharfkantig oder rund, fein- oder grobkörnig) abhängig. Bei sehr ungünstigen Verhältnissen (geringe Höhe und lange horizontale Leitungen, viele Krümmer und eventuell ansteigende Leitungen, schweres, scharfkantiges Material) hilft die Erweiterung des Rohrquerschnittes nur insofern, als mehr Material pro Minute eingebracht werden kann; das Mischungsverhältnis bleibt je-

\*) Siehe „Montan. Rundschau“, 1914, Nr. 13, S. 449 ff.