

Moderne Technik der Siedsalzerzeugung

Autor(en): **Peter, R.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **99/100 (1932)**

Heft 25

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-45608>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

INHALT: Moderne Technik der Siedesalzerzeugung. — Die hochalpine Forschungsstation auf dem Jungfraujoch. — Mitteilungen: Dauerbiegeversuche mit Schraubenbolzen. Untersuchung an der Forschungssiedelung in Berlin-Haselhorst. Die Entleerungsgefahr im Geleisebogen. Dauerversuche an Eisenbetonbalken. Modelle. Basler Rheinhafenverkehr. Der Zugzusammenstoß bei Luzern. — Wettbewerbe: Neubau

für das Bundesarchiv zu Schwyz. Sekundarschulhaus in Küsnacht-Zürich. — Literatur: Die mathematische Denkweise. Elektrische Lichtbogen-Schweißung. Die Darstellung von Bauzeichnungen im Hochbau. Meyers Lexikon. Die Architektur im Dritten Reich. Eingegangene Werke. — Zum Kapitel Berufsmoral. — Mitteilungen der Vereine.

Band 100

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich.
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 25



Abb. 8. Anlage der Saline Reichenhall in Oberbayern (rd. 18 km südwestlich von Salzburg). Links im Vordergrund das Gebäude der Eindampfungsanlage.

Moderne Technik der Siedesalzerzeugung.

Von R. PETER, Oberingenieur bei Escher Wyss Masch.-Fabr. A.-G., Zürich.

Die Salzerzeugung ist wohl so alt wie die Kultur der Menschheit und die Salinen gehören mit zu den ältesten Industriewerken. Vertieft man sich in die Geschichte der Speisesalzerzeugung, so erkennt man, dass in ihr die Entwicklung der Gesamttechnik in den Hauptzügen verfolgt werden kann. Erwähnt seien beispielsweise der Bergbau, die Herstellung von Bohrlöchern¹⁾, das Pumpen der Sole bei erstaunlichen Förderhöhen und deren Fortleitung über weite Entfernungen²⁾, das Eindunsten und Versieden von Lösungen, der Transport des Salzes, sodann die erforderlichen Einrichtungen wie Pumpen, Rohrleitungen, Feuerungen, Eindampfungen, Kraftmaschinen usw.

Die Erzeugung von Kochsalz ist keineswegs ein sehr einfaches Problem. Der Salinenfachmann hat nur bedingt freie Hand hinsichtlich der wärmewirtschaftlichen Ausgestaltung seiner Werke und der Mechanisierung seiner Betriebe. Ein Moment von allergrösster Wichtigkeit ist die Qualität des zu erzeugenden Salzes. Der Käufer verlangt nicht nur ein Salz, das rein weiss ist und keinen zu hohen Prozentsatz an Nebensalzen enthält, sondern mit besonderem Nachdruck Salz bestimmter Körnung. Der Produzent hat fest eingesessenen Vorurteilen, daneben aber durchaus berechtigten Forderungen Rechnung zu tragen. Vor allem kommt die Herstellung von zwei Hauptqualitäten, nämlich das Pfannen- und das Verdampfersalz in Betracht, wobei das erste zumeist in beträchtlich grösseren Mengen verlangt wird. Die Gründe hierfür liegen grösstenteils in besonderen Vorteilen der Pfannensalzqualität, wie z. B. kleinere Neigung zum Zusammenbacken, gute Griffigkeit infolge des gröbern Kornes und bester Löslichkeit, ausserdem in der angedeuteten Einstellung der Käuferschaft. Das zumeist für Küche und Konservierung gebrauchte „Pfannensalz“ besitzt ein grobes Korn von schiefrigem kristallinischem Gefüge. Im Gegensatz dazu besteht das als Tafelsalz und in der chemischen Industrie verwendete „Verdampfersalz“

¹⁾ „Das älteste Bohrfeld der Welt“ von Prof. Dr. Arnold Heim, Canton, in „Atlantis“ Heft 1, 1932.

²⁾ „Bayerns Soleleitungen“ von Oberreg.-Rat Jos. Hörburger, München, in „Das Bayerland“, 2. Mai-Heft 1921.

aus fast durchwegs feinen, kubischen Einzelkristallen.

Die Qualität Pfannensalz kann bis heute mit Rücksicht auf die physikalischen Verhältnisse des Entstehungsvorganges nur durch Abdunsten des Wassers aus heisser, gesättigter Sole erzeugt werden. Der Verdunstungsprozess verlangt die Anwesenheit von Luft. An der ruhigen, nicht aufkochenden Oberfläche des Flüssigkeitsbades, das je nach Betriebsart und der zu erzielenden Korngrösse durch Erwärmung auf 70 bis 105°C gehalten wird, entstehen die charakteristischen, aus einer grossen Zahl feinsten Einzelkristalle zusammengesetzten hohlen Pyramiden von bis zu vielen mm Durchmesser. Die Mechanisierung des Pfannenbetriebes ist mit Rücksicht auf das verhältnismässig lockere Gefüge der Salzgebilde nicht sehr einfach. Die Apparaturen zur Erzeugung dieser Salzqualität sind die in den Abmessungen sehr grossen, mit niedern Rändern versehenen flachen Pfannen aus Eisenblech, seltener

aus Beton. Die Beheizung der Pfannen erfolgt in Europa noch immer fast allgemein direkt mit Feuer, in Amerika seit Jahrzehnten mit Niederdruckdampf. Die Mehrzahl der Pfannen arbeitet im Einfacheffekt, d. h. ohne Ausnützung der Wärme der abziehenden Schwaden, die durch den Luftgehalt erschwert, keineswegs aber verunmöglicht wird.

Das Verdampfersalz kann im Gegensatz zum Pfannensalz im intensiven Kochprozess in geschlossenen Eindampfungsapparaten gewonnen werden. Durch das Wegsieden des Wassers bilden sich die Einzelkristalle, die je nach Bauart der Verdampfer 0,1 bis 0,5 mm Durchmesser besitzen. Die Erzeugung von Verdampfersalz erleichtert in hohem Masse die Anwendung der Vielfachausnützung der Wärme und des Brüdenverdichtungsverfahrens, die widerstandsfähigere Salz-Struktur den mechanisierten Betrieb.

Neben diesen Sorgen um die Salzqualität spielen die Materialfragen eine gewichtige Rolle für den Salinenfachmann. Wässrige Salzlösungen, Salz, Dampf und Luft zusammen können sich leicht auf die Baustoffe verheerend auswirken, wobei immer zu berücksichtigen ist, dass reines weisses Salz produziert werden muss.

Trotz dieser Sachlage hat es auf Seiten der Salinenfachleute nie an grossen Anstrengungen gefehlt, um die Fortschritte der Technik in ihren Werken auszunützen und voller Initiative an ihrer Entwicklung mitzuarbeiten. Mit zähem Unternehmungsgeist haben sie sich gerade zu Beginn des technischen Zeitalters auf den Bau neuer Apparaturen und die Anwendung wirtschaftlicher Verfahren geworfen; sie haben grosse und wichtige Erfolge erzielt, daneben aber viel bittere Enttäuschung erlebt. Die Ideen eilten sehr oft dem jeweiligen Stand der Technik weit voraus. Was man anfänglich leichtthin in einer durchgreifenden Aenderung erreichen wollte, musste bedächtig Schritt für Schritt in jahrelanger Arbeit erzwungen werden. Heute bestehen Salinen, die durchaus neuzeitliche, der Entwicklung der heutigen Technik entsprechende Betriebe darstellen.

ENTWICKLUNG DES EINDAMPFUNGVERFAHRENS MIT BRÜDENVERDICHTUNG.

Im folgenden sei nun beispielsweise gezeigt, wie ein interessantes Teilgebiet der Eindampfungstechnik, die Brüdenverdichtung, in der Salinenindustrie die erste An-

wendung und Förderung erfuhr. Erst durch die Fortschritte im Maschinen- und Apparatebau, im besondern der modernen Technik gelang aber die befriedigende Verwirklichung der damaligen Bestrebungen. Die Eindampfung mittels Brüdenverdichtung ist heute ein bekanntes, vielfach angewendetes Eindampfungsverfahren.

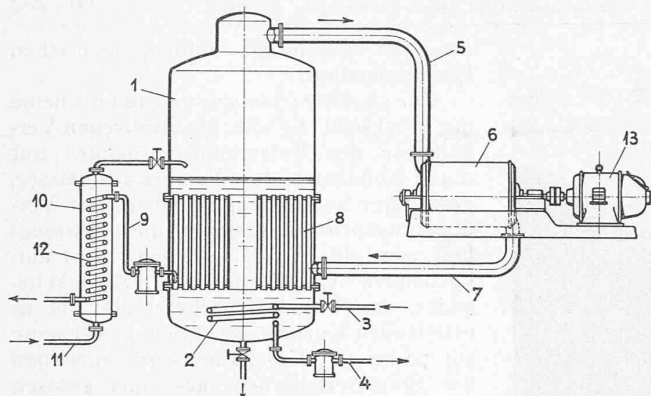


Abb. 1. Schema einer Brüdenverdichtungs-Anlage mit Turbokompressor nach Rittinger.
Legende: 1 Verdampfer, 2 Heizschlange, 3 Dampfeintritt, 4 Kondensat-Abfluss, 5 Brüdenaugleitung, 6 Brüdenverdichter, 7 Brüden-druckleitung, 8 Heizkammer, 9 Brüdenkondensat-Abfluss, 10 Lösungsvorwärmer, 11 Lösungszulauf, 12 Rohrspirale, 13 Antriebmotor.

Dieses Verfahren ist in Abb. 1 schematisch für die Verdampfersalzgewinnung dargestellt. Im Verdampfer 1, der beispielsweise mit einer Röhrenheizkammer 8 versehen ist, wird die Sole mittels Dampfheizung zum Kochen gebracht; durch das Wegdampfen des Wassers scheidet sich nach Erreichen des Sättigungspunktes das Salz aus. Das Eindampfungsverfahren besteht im wesentlichen darin, dass die entstehenden Dämpfe, fachtechnisch „Brüden“ genannt, durch die Leitung 5 vom Kompressor 6 abgesaugt und nach Verdichtung durch das Rohr 7 in die Heizkammer 8 gepresst werden. Die Brüden aus dem Verdampfer werden damit zum Heizdampf regeneriert, der Aufwand an Fremddampf kann grösstenteils eingespart werden. Für den Betrieb des Kompressors ist Kraft erforderlich, die der Elektromotor 13 liefert. Die Anlage besitzt in Hinblick auf gute Wärmewirtschaft einen Vorwärmer 10, in dem die im Rohr 11 zuliessende kalte Sole durch das Brüden-Kondensat, das die Leitung 9 und die Spirale 12 durchströmt, vorgewärmt wird. Die Rohrspirale 2 mit der Zuleitung 3 und dem Kondenztopf 4 dienen für die Aufheizung der Apparatur mittels Fremddampf und die Zugabe von kleinen Mengen Zusatzdampf zur Ausgleichung der Wärmebilanz während des Betriebes.

Die aufgewendete Energie dient somit keineswegs zur Erzeugung der Verdampfungswärme, sondern lediglich zur Ermöglichung ihrer weitgehenden Wiederverwertung durch Hochpumpen auf ein höheres Temperatur-Niveau. Mit den dafür aufgewendeten kWh kann analog wie bei einer Kompressionskühlanlage das Vielfache des Kalorienwertes einer kWh an Wärme gefördert werden. Je nach Art der einzudampfenden Lösung lassen sich mit ihr 10 bis 50 kg Wasser aus der Lösung verdampfen, während vergleichsweise in einem Elektrodendampfkessel mit einer kWh durchschnittlich nur 1,3 kg Dampf erzeugt werden können. (Die grosse Verschiedenheit dieser Ziffern hat nichts Ueberraschendes, weil ja Zweck und Art der beiden Prozesse ganz andere sind. Bei der Kompressionseindampfung wird Lösemittel aus der Lösung ausgetrieben, wobei es vorübergehend in Dampfform auftritt, die Anlage aber als Flüssigkeit verlässt; im Gegensatz dazu wird in einem Elektrodendampfkessel Dampf erzeugt und von ihm abgegeben.)

Die Eindampfung mit Brüdenverdichtung ist in der Art des Schema Abb. 1 wohl erstmals in klarer und umfassender Weise⁴⁾ unter Beifügung der Berechnungsgrund-

⁴⁾ Ein Vorläufer war Pelletau, siehe Dinglers Polytechnisches Journal 1841.

lagen von Rittinger in den Jahren 1853/54 beschrieben worden⁴⁾. Die österreichische Bergwerks- und Salinenverwaltung, in der Rittinger tätig war, ermöglichte die Aufstellung einer Versuchsanlage in ihrem Werk Ebensee, einer Saline, die im weitem noch öfters erwähnt werden muss.

Diese Erstkonstruktion überrascht den Fachmann, weil sie, gemessen am Entwicklungsstand der damaligen Technik, den Forderungen der Aufgabe verhältnismässig gut entsprach. Die Konstruktion der Eindampfungsapparatur ist besonders interessant durch die Verwendung von konzentrischen Ringheizkörpern, eine Bauart der Heizkammern, die bei modernen Soleverdampfern wiederum verwendet wird. Zur Verdichtung der Brüden benützte Rittinger eine durch Wasserrad angetriebene Kolbenmaschine; die Versuche mit Eindampfung von Wasser ergaben beste Resultate. Bei der Konzentration von Sole stiess er indessen auf derartige Schwierigkeiten, dass trotz aller Anstrengungen kein geregelter Betrieb erzielt werden konnte. An den Heizflächen des Verdampfers entstanden in kürzester Zeit harte, starke Krusten aus Salz mit Gipszusatz. Die Aufgabe, direkt gipshaltige Sole in dieser Apparatur zu versieden, war zu schwierig. Das grosse Verdienst, als erster die Brüdenverdichtung nicht nur beschrieben und richtig berechnet, sondern auch die erste Anlage gebaut zu haben, gebührt aber dessenungeachtet Rittinger.

Die Anwendung der Brüdenverdichtung für die Salzerzeugung wurde etwa zwei Jahrzehnte nach den Rittingerschen Versuchen andernorts neu aufgenommen. Prof. Piccard in Lausanne, der sehr bekannte Konstrukteur auf dem Gebiete der Maschinentechnik, schritt unter Mitarbeit der Firma Weibel & Briquet in Genf zum Bau von Kompressions-Eindampfapparaturen für Salinen. Er blieb dabei nicht bei der Erstellung von Anlagen mit geschlossenen Verdampfern zur Erzeugung von Feinsalz stehen, sondern ging auch dazu über, dampfbeheizte Pfannen mit Brüdenverdichtung für die Grobsalzproduktion zu bauen. Die Bestrebungen von Piccard führten nach Ueberwindung mancher Schwierigkeiten zu schönen Erfolgen. Er basierte seine Verdampferkonstruktion auf der Erkenntnis, dass bei blosser Erhitzung gipshaltiger, gesättigter Sole sich an den Heizflächen lediglich der Gips niederschlägt, indem dieser, im Gegensatz zum Kochsalz, mit steigender Temperatur der Sole in weniger grossen Mengen lösbar ist.⁵⁾ Piccard verlegte den Verdampfungsvorgang und damit auch die Salzausscheidung von den Heizflächen weg. An den Flächen bilden sich nur noch die weit weniger rasch wachsenden Gipskrusten, deren Ansatz zumeist einen durchgehenden Betrieb bis zu zwei Wochen ermöglicht.

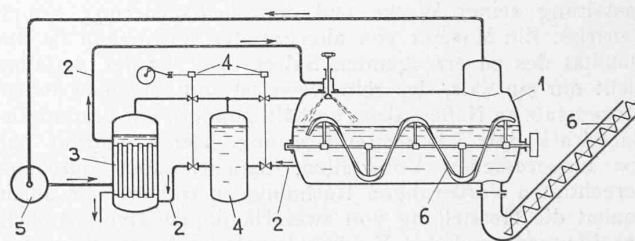


Abb. 2. Piccard'sche Verdampfungsapparatur, ursprüngliche Bauart.

In Abb. 2 ist das Prinzip der Piccard'schen Verdampferapparatur wiedergegeben; 1 stellt den liegenden Verdampfer dar, der durch die Rohre 2 mit dem Heizkörper 3 verbunden ist. Die einzudampfende Sole pulsiert, von den Organen 4 gesteuert, vom Verdampfer in die Heizkammer und in den Verdampfer zurück. Im Heizkörper

⁴⁾ „Neues Abdampfverfahren“ usw. von Rittinger. Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen 1853/57. Die Eindampfung mit Brüdenverdichtung war in jenen Jahren ganz ähnlich wie am Ende des Weltkrieges Gegenstand zahlreicher Veröffentlichungen; siehe Balz, „Die Siedesalzerzeugung“, Berlin 1896. Wilh. Ernst & Sohn.

⁵⁾ Zumindest im Bereich der Temperaturen, die praktisch in Frage kommen.

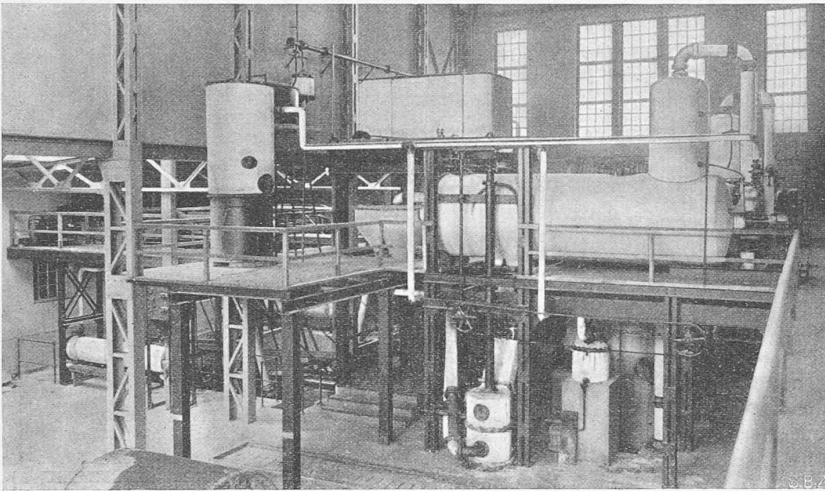


Abb. 3. Piccard'sche Anlage in der staatlich württembergischen Saline Jagstfeld. Die Kompressoren sind im Hintergrund.

wird die Sole unter Druckabschluss erwärmt, worauf sie sich im Verdampfer unter Aufkochen auf die ursprüngliche Temperatur abkühlt. Der Kompressor 5 saugt die entstehenden Brüden ab, um sie mit höherer Spannung in den Heizkörper zu pressen; das gewonnene Salz wird durch die Fördervorrichtung 6 aus dem Verdampfer abgetragen. Die Gipskrusten an den Heizflächen des Körpers 3 entfernt man periodisch auf mechanische Weise.

Piccard hat in verschiedenen Salinen Anlagen aufgestellt und zwar in der Schweiz in der Saline Bex, sodann in Salinen in Oesterreich, Frankreich und Deutschland. Diese Installationen erfolgten grösstenteils lange bevor die machtvolle Entwicklung der Wasserkraftwerke einsetzte. Verschiedene von den Anlagen stehen heute noch in Betrieb, und zwar durchwegs unter Ausnützung hydraulisch erzeugter Energie. Abb. 3 zeigt eine der zuletzt von Piccard gebauten Anlagen.

Die grossen Anstrengungen und Erfolge von Piccard auf dem Gebiete der Brüdenkompression wären nicht voll gewürdigt, wenn nicht auf seine im Kompressionsverfahren betriebenen Pfannen eingetreten würde; er meisterte zusammen mit französischen Salinenfachleuten auch diese schwierige Aufgabe. Er baute in der Saline Salies-du-Salat der Compagnies des Salins du Midi eine betriebsfähige Anlage, die noch heute, allerdings nach Vornahme von Verbesserungen, arbeitet. In dieser Saline wird

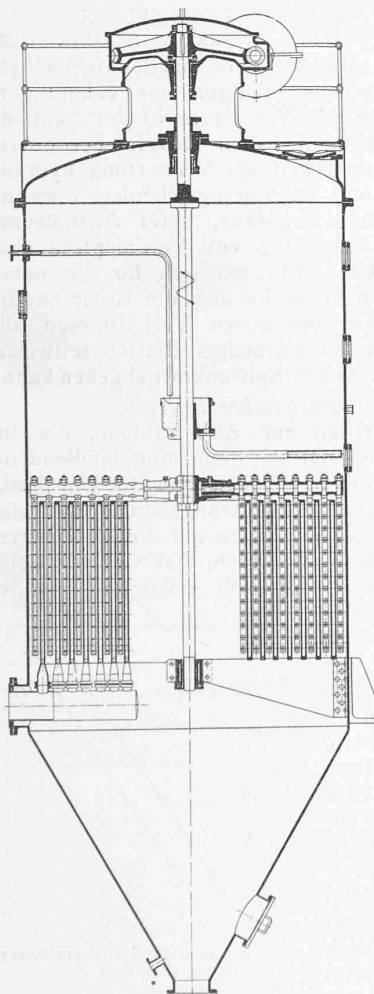


Abb. 5. Sole-Eindampfungsapparat mit Ringheizkörper und Abstreifer.

effektiv sowohl das Verdampfer-, wie das Pfannensalz unter ausschliesslicher Verwendung hydraulisch erzeugter Energie, und zwar in Konkurrenz mit kalorischen Werken, gewonnen. Dieser Tatsache kommt, wenn auch bezüglich der Salzqualität noch wichtige Vorbehalte zu machen sind, ganz wesentliche Bedeutung zu. Zweifellos liegt hier eine äusserst interessante Entwicklungsmöglichkeit für Salinen, die bezüglich Versorgung mit billiger hydraulisch erzeugter Energie günstig liegen.

Die Arbeitsweise der Piccard'schen Pfannenanlage mit Brüdenkompression ist schematisch in Abb. 4 dargestellt. Die Schwaden, d. h. das Gemisch von Dampf und Luft über der Pfanne 1, werden mittels des Ventilators 2 durch einen Wärmeaustauschapparat 3 abgesaugt. In diesem wird die Wärme des Dampfes durch dessen Kondensation an herabrieselndes Wasser übertragen. Das erwärmte Wasser fliesst in den Verdampfer 4, in dem der Verdampfungsprozess durch den Kompressor 5 aufrecht erhalten wird. Die Maschine erzeugt das erforderliche Vakuum, um das Wasser zum Aufkochen zu bringen. Sie saugt dabei die entstehenden Dämpfe ab und fördert sie mit dem für die Beheizung der Pfanne notwendigen Druck in den Solevorwärmer 6. Durch diese Anordnung wird tatsächlich die Wärme der Schwaden zur Wiederbeheizung der Pfanne nach dem Brüdenverdichte-Verfahren ausgenützt. In geschickter Weise wird die Luft der Schwaden, die den

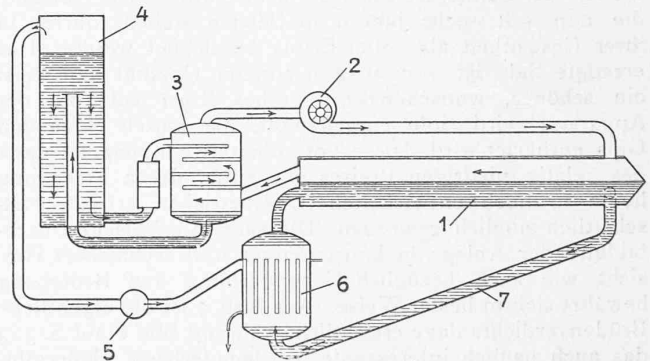


Abb. 4. Schema eines Pfannen-Betriebes mit Brüdenverdichtung nach Piccard. Legende: 1 Pfanne, 2 Schwaden-Wärme-Aufnahmeapparat, 3 Umwälzventilator, 4 Verdampfer, 5 Brüdenverdichter, 6 Heizkörper für die Pfannenbeheizung mit den komprimierten Brüden, 7 Soleumlaufrohr.

Kraftbedarf für die Kompression und den Wärmeübergang der Heizung sehr ungünstig beeinflussen würde, vom Dampf getrennt und wiederum in die Pfanne zurückgeleitet.

Mit inzwischen neu entwickelten technischen Mitteln griff in den Jahren nach dem Weltkrieg Ing. E. Wirth in Zusammenarbeit mit der Firma Kummler & Matter in Aarau wie Escher Wyss & Cie. in Zürich das Problem der Eindampfung mittels Brüdenverdichtung neu auf.⁶⁾ Ohne anfängliche Kenntnis der früheren Bestrebungen wurde von ihm das Verfahren weiter entwickelt. Die überraschend guten Resultate mit einer Anlage für die Konzentration von Natronlauge erweckten erneut das Interesse in Salinenkreisen. In der Folge wurde in Zusammenarbeit mit den Bayerischen und Württembergischen Salinen in dem Werk Reichenhall eine Versuchsanlage mit etwas grösserer Leistungsfähigkeit aufgestellt, als sie die Piccardschen Apparaturen besaßen.

Bei den Anlagen von Ing. Wirth war im besondern neu die Verwendung von Turbokompressoren im Gegensatz zu den bisher angewendeten Kolbenmaschinen. Für

⁶⁾ Vergl. Bd. 76, S. 107 (4. September 1920).

die Versiedung der Sole wurde eine besondere Verdampferkonstruktion geschaffen, die aus Abb. 5 ersichtlich ist. Interessanterweise kamen auch hier wieder Ringheizkörper, ähnlich wie bei dem ersten Rittinger'schen Apparat, zur Verwendung. Von Anfang an jedoch benützte man eine mechanische, ständig arbeitende Reinigungsvorrichtung für die Vermeidung von Krustenansätzen an den Heizflächen. Ein gleichmässiger Betrieb der Versuchsanlage wurde erst nach Ueberwindung beträchtlicher Schwierigkeiten einigermaßen erzielt, ohne dass dabei die Eignung der neuen Konstruktion für den Salzbetrieb völlig abgeklärt werden konnte.

Es ist nun das grosse Verdienst der Generaldirektion der bayerischen Berg-, Hütten- und Salzwerke, vor allem ihres Vorstandsmitgliedes Oberreg.-Rat Hörburger, sowie des Leiters der Saline Reichenhall, Ing. Spiess, dass sie trotz der geschilderten Sachlage an die Bearbeitung und Ausführung eines grosszügigen Projektes zur Erzeugung des Salzes mittels hydraulischer Energie herantraten; wie früher die Saline ihren Brennstoff der waldreichen Umgebung entnahm, sollte auch die Kraft für den Betrieb der Eindampfung in möglicher Nähe der Saline und dazu in einer werkeigenen hydraulischen Anlage gewonnen werden. Mit der relativ kleinen, in der Ausführung aber sehr interessanten Hochdruckanlage lassen sich bei 220 m Nutzgefälle bis 1500 kW erzeugen.

Die Brüdenkompressionsanlage wurde in allen Einzelheiten in engster Zusammenarbeit zwischen der Saline Reichenhall und der Firma Escher Wyss⁷⁾ sorgfältigst geprüft und festgelegt. Dabei wurden wichtige Neuerungen, wie z. B. Schaltung einer Waschkolonne vor den Turbo-Kompressor, Vernicklung des Rotors zwecks Schutz dieser Maschine gegen die Einflüsse des Salzes vorgesehen. Der Gesamtaufbau der Verdampferanlage, entstanden aus Entwürfen der Saline, ist aus Abb. 6 ersichtlich. Die Anlagen, die nun seit sechs Jahren in Betrieb stehen, dürfen in ihrer Gesamtheit als voller Erfolg bezeichnet werden. Das erzeugte Salz ist von ausgezeichneter Qualität und weist ein schönes, wünschenswert grobes Korn auf. Mit der Apparatur wird Sole eingedampft, die mittels Soda von Gips enthärtet wird. Diese vorteilhafte Reinigung ist dank des relativ niedrigen Preises der Soda, deren Erzeugung heute in hoch entwickelten Grossbetrieben erfolgt, wirtschaftlich möglich geworden. Die salinentechnische Durchbildung der Anlage in konstruktiver und technischer Hinsicht wie auch bezüglich Ueberwachung und Bedienung bewährt sich in bester Weise. Aus Abb. 7 ist die eigentliche Brüdenverdichtanlage ersichtlich, während Bild 8 auf S. 323 das auch baulich interessante Verdampferhaus wiedergibt.

*

In der nachstehenden Tabelle sind Hauptdaten von Anlagen aus den drei Hauptetappen der Entwicklung des Brüdenverdichtverfahrens zusammengestellt.

Anlage	Ebensee	Ebensee	Reichenhall
Inbetriebnahme	1859	1885	1925
Vorbehandlung der Sole	keine	keine	Enthärt. v. Gips
Heizfläche m ²	—	220	300
Salzerzeugung kg/h rd.	60	200	1800
Spez. Verdampf. kg/PS rd.	—	10	11
Zusatzwärme als Dampf, gerechnet in % der Verdampfungsleistung	—	5	5

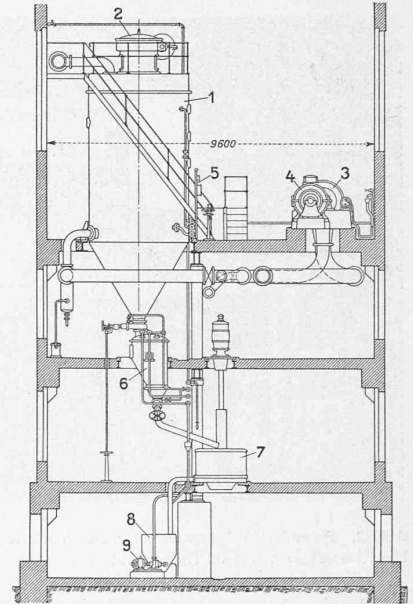
Die Fortschritte, die sich gemäss obiger Tabelle von Etappe zu Etappe erzielen liessen, erstrecken sich auf die Steigerung der Leistungsfähigkeit der Anlagen, wie auch der spezifischen Verdampfung pro m² installierte Heizfläche. Im Gegensatz dazu liessen sich die wärme- und kraftwirtschaftlichen Verhältnisse nicht mehr wesentlich verbessern.

⁷⁾ Interessant ist, dass früher schon zwischen der Saline Reichenhall und der Schweiz lebhaft Beziehungen bestanden. In der Beschreibung der Gebirge von Bayern und der oberrn Pfalz, erschienen 1792, wird angeführt, dass ein Schweizer (Clais) an Verbesserungen der Anlage in Reichenhall mitarbeitete und ferner ein Teil der Pfannen ständig für die Versorgung der Schweiz mit Salz arbeitete.

Abb. 6. Seitenriss der Brüdenverdichtendampfung der Saline Reichenhall.

LEGENDE:

- 1 Eindampfungsapparate,
- 2 Abstreiferantrieb,
- 3 Dampf-Turbokompressor (Wärmepumpe),
- 4 Motorgruppe für den Antrieb des Kompressors (mit regelbarer Drehzahl),
- 5 Zentralisierter Bedienungsstand mit Hauptabschlossorganen und Messinstrumenten,
- 6 Salzablass-Schleuse,
- 7 Zentrifuge mit direkt gekoppeltem Antriebmotor,
- 8 Sole-Zulauf und Sammelgefäss,
- 9 Solepumpe.



In betriebstechnischer Hinsicht verfügt man heute über sehr leistungsfähige und zuverlässige Konstruktionen, mit denen Qualitätsatz erzeugt werden kann. Der Anteil an den Gesteungskosten des Salzes durch Amortisation und Verzinsung der Anlagen ist gegenüber den frühern Brüdenverdichtungs-Einrichtungen gesunken, indem die Anschaffungskosten, der Unterhalt und vor allem die Ausnützung der heutigen Anlagen sich gegenüber früher bedeutend günstiger stellen.

DIE ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN DER BRÜDEN-VERDICHTUNGS-EINDAMPFUNG IN DER SALINENINDUSTRIE

Im Zusammenhang mit der vorstehend dargestellten Entwicklung interessieren die heutigen wie zukünftigen Anwendungsmöglichkeiten des Verfahrens in der Salinenindustrie. Die Untersuchungen haben sich im besonderen auf zwei Hauptfälle zu erstrecken, die Verwertung hydraulisch erzeugter Energie und die durchgreifendere Anwendung des Gegendruckdampf-Betriebes, unter Ausnützung des Abdampfes für die Beheizung von Verdampfern und Pfannen. Die beiden Fälle schliessen sich für die nämliche Saline gegenseitig nicht völlig aus, die Kombination kann sich vielmehr unter besonderen Verhältnissen als gangbar erweisen, indem ein derartiger Betrieb zeitweise Abfallstrom aufnehmen, zeitweise Spitzenkraft abgeben kann.

Verwertung von hydro-elektrischer Energie.

In erster Linie dürften zur Zeit Salinen, die in Wasserkraftgebieten liegen, für die Benützung der Brüdenverdichtung in Frage kommen. Allein schon der Umstand, die Erzeugung des notwendigen Nahrungsmittels Salz anstatt auf die begrenzten Kohlenvorräte auf die sich immer erneuernden Wasserkräfte zu basieren, hat viel für sich. Die Gesteungskosten der hydraulisch erzeugten Energie lassen sich in weit höherem Masse senken, als die Auslagen für die Förderung von Kohle. Man wird diese Ueberlegungen auf weite Sicht nicht ausser Acht lassen dürfen, auch wenn die Entscheidung über die Anwendbarkeit des Verfahrens sich jeweils vor allem auf Wirtschaftlichkeitsberechnungen stützen muss. Volkswirtschaftliche Erwägungen wie z. B. die Ausnützung einheimischer Wasserkräfte bei Erniedrigung der Kohleneinfuhr werden andererseits auch mitzusprechen haben.

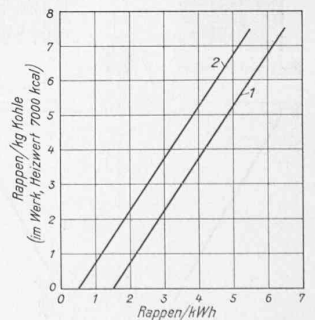


Abb. 9. Gesteungskosten des Salzes (Kapitaldienst inbegriffen) 1 bei einer Neuanlage. 2 beim Uebergang bestehender Anlagen auf Brüdenverdichtung.

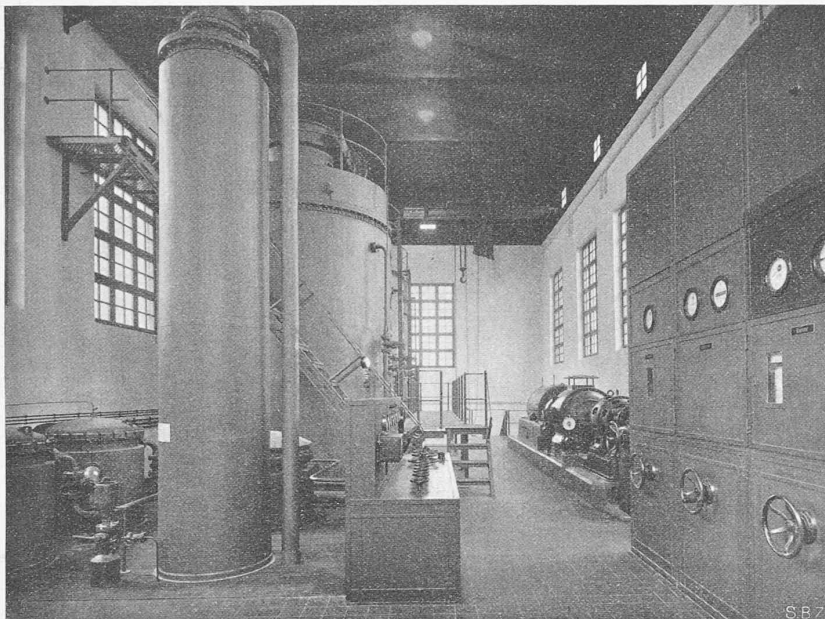


Abb. 7. Brüdenverdichtungsanlage der Saline Reichenhall, Oberbayern, gebaut von Escher Wyss & Cie., Maschinenfabriken, Zürich.

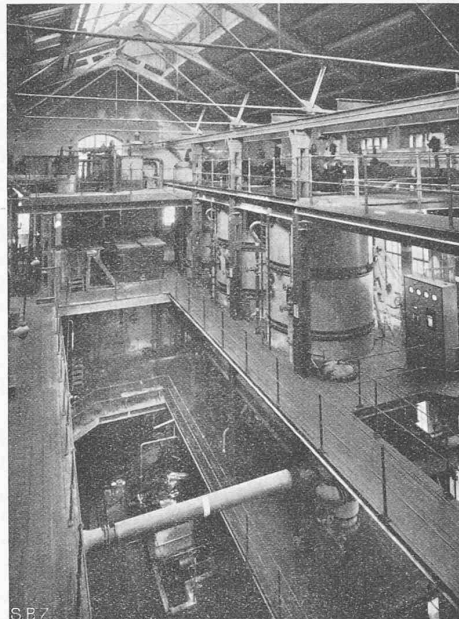


Abb. 11. Anlage der Saline Volterra, Provinz Pisa, gebaut von Escher Wyss & Cie., Schio und Zürich.

In der graphischen Darstellung (Abb. 9) sind die Kurven gezeichnet, die je die zugeordneten Energie- und Kohlenpreise geben, bei denen einerseits mit Vielfacheffekt, andererseits mit Brüdenverdicht-Eindampfung die Gestehungskosten des Salzes sich gleich hoch ergeben. Bei der Berechnung der Kurven wurde unterschieden zwischen dem Umbau bestehender, noch nicht amortisierter Anlagen und Neuprojekten. Die Brüdenverdichtung ist in Vergleich gebracht mit einer Dreifacheffektanlage, der zur Versorgung des Gesamtsalinenbetriebes mit Kraft Gegendruckdampfturbinen vorgeschaltet sind. In den eingehenden Berechnungen wurde ausser den Auslagen für Strom und Kohle die Amortisation der Gesamtanlagen einschliesslich Dampfkessel, Kraftmaschinen usw. wie auch Bedienung, Reparaturen und dergl. mit berücksichtigt. Die Kurven haben dessenungeachtet nur orientierenden Charakter, indem

nicht alle denkbaren Verhältnisse und Faktoren mitberücksichtigt werden konnten; sie erleichtern aber den Ueberblick über die Anwendungsmöglichkeiten der Brüdenverdichtung für die Verdampfer-Salzerzeugung.

Die Verhältnisse verschieben sich, sofern man die Brüdenverdichtung für die Pfannensalzerzeugung in Betracht zieht. Aus dem Schema 4 und den beigefügten Erklärungen lässt sich schliessen, dass für diese Anwendung des Verfahrens der spezifische Kraftverbrauch wesentlich höher sein muss als bei Gewinnung von Verdampfersalz. Die Verhältnisse liegen aber tatsächlich nicht so ungünstig, wie man anfänglich anzunehmen geneigt ist, weil der Pfannenbetrieb ohnehin wärmewirtschaftlich ungünstiger arbeitet als die Verdampfersalz-Apparatur. Die Berechnungen ergeben, dass die Gestehungskosten von Pfannensalz gleich hoch sind, sofern bei Neu-Projekten die zur Verfügung stehende kWh ungefähr die Hälfte, bei Umbau von Anlagen bis ein Drittel des Preises für 1 kg Kohle kostet. Die Kurven- und Zahlenwerte zeigen, was Strom- und Kohlenpreise anbelangt, dass im besondern die Verhältnisse für die Verdampfersalzerzeugung mittels Brüdenverdichtung vielerorts günstig liegen dürften und selbst die Gewinnung von Pfannensalz nach dem Verfahren keineswegs ausserhalb der Möglichkeit liegt. Bei Kohlenpreisen von 30 bis 40 Fr. pro t Brennstoff müssen die Strompreise für die sehr gleichmässige Energieabnahme zwischen 4 und 2,5 Rappen, bzw. zwischen 2 bis 0,7 Rp/kWh liegen. Für die Verdampfersalzerzeugung können heute voll zufriedenstellende Brüdenverdichtungsanlagen gebaut werden; für die Schaffung gleichwertiger Pfannenanlagen wird es noch weiterer Anstrengungen seitens der Salinen-, wie der Apparat- und Maschinen-Industrie bedürfen, um auch hier allen Forderungen gerecht werden zu können.

Zum Schlusse dürfte es noch interessieren, wieviel Energie eine vollständig hydraulisch betriebene Salinenanlage verbrauchen wird und zwar beispielsweise bei Produktion von 2000 kg Verdampfer- und 4000 kg Pfannensalz pro Betriebstunde. Hier können nur approximative Angaben gemacht werden, die aber über die Grössenordnung orientieren: die erforderliche Energie wird sich zu ungefähr 4000 bis 5000 kW ergeben.

Verwertung von Gegendruck-Dampfkraft.

Die Benützung von Kraft aus Gegendruck-Dampf-Betrieben, der andere von den beiden angeführten Hauptfällen, setzt wärmewirtschaftlich durchgreifend modern

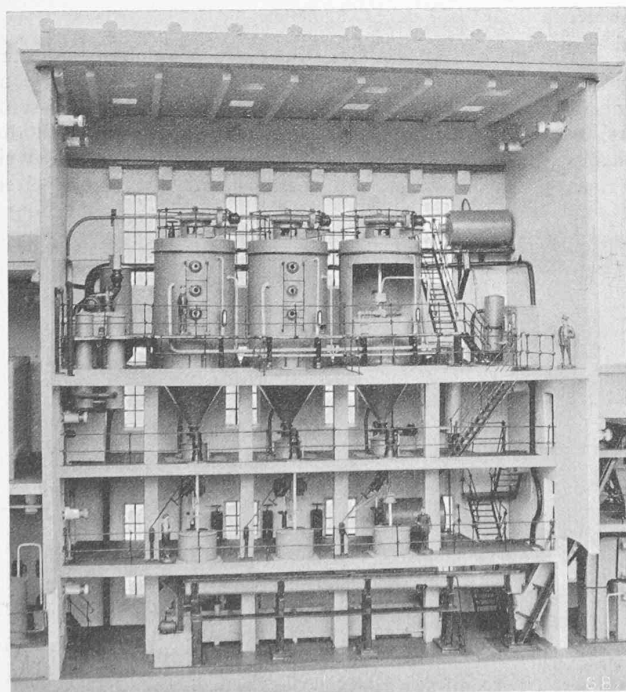


Abb. 10. Brüdenverdichtungsanlage der Saline Volterra der ital. Monopolverwaltung.

eingerrichtete Salinen voraus. Neben Dampfkesselanlagen mit rd. 40 at Betriebsdruck und Gegendruck-Dampfturbinen müssen im besondern dampfgeheizte statt feuergeheizte Pfannen aufgestellt werden. Der Uebergang auf die angeführte Durchbildung des Betriebes wird für die meisten Salinen mit bedeutenden Umbauten verbunden sein. Die Verwirklichung wird sich damit, besonders in der heutigen Zeit, zumeist nicht auf einmal durchführen lassen. Für die Werke wird es daher von Wichtigkeit sein, dass sie nach einem bestimmten Bauplan arbeiten, um bei notwendigen Erneuerungen nach und nach den wirtschaftlichen Betrieb zu erreichen. Ein Beispiel für dieses Vorgehen bietet das Bauprogramm der Saline Ebensee. Noch sind in dieser Saline die Einrichtungen und Ausbauten nicht so weit vorgeschritten, dass eine geschlossene Ausnützung von Wärme und Kraft innerhalb der Saline möglich ist. Dank dem Weitblick der Generaldirektion der österreich. Salinen und des Betriebsleiters, Oberbergrat Endres, sind aber die Neu-Installationen wie Dampfkessel, Gegendruckdampfturbine, Verdampferapparat usw. so gewählt, dass das Werk mit der Zeit auf einen sehr wirtschaftlichen Betrieb übergehen kann. Der Verbrauch an Hochdruckkesseldampf wird durch die Kombination von Vielfacheffekten mit einer Brüdenverdichtungsanlage pro 100 kg trockenen Salzes, einschliesslich Krafterzeugung für den Betrieb der Saline, auf etwa 110 kg erniedrigt werden können; die Dampfersparnis beträgt damit gegenüber gut arbeitenden Betrieben, die lediglich über Dreifacheffekte verfügen, 25 bis 30 %. Die Einsparungen an den Gesteungskosten des Salzes stellen sich unter Berücksichtigung der vermehrten Anlageinstallation auf rd. 15 %.

Dieser geschichtliche Ueberblick über die Entwicklung der Brüdenverdichtung dürfte eindrücklich bewiesen haben, in welcher intensiver Art die Salinenindustrie an interessanten und aussichtsreichen technischen Problemen mitgearbeitet hat. Die alten Bestrebungen, die Brüdenverdichtung für die Kochsalzgewinnung anzuwenden, konnten gerade in der Neuzeit zumindest teilweise in bester Weise verwirklicht werden. Erfreulich ist es sodann, dass wiederholt schweizer Ingenieure erfolgreich bei der Lösung der Aufgaben mitgewirkt haben und die schweizer Industrie sich auch auf dem Gebiet der Salineneinrichtungen einerseits durch technische Mitarbeit, andererseits durch qualitativ hochstehende Lieferungen an verschiedene ausländische Staatsalinen einen Namen machen konnte.



Abb. 2. Forschungshaus mit Blick nach SO über Concordiaplatz auf den Aletschgletscher.



Abb. 1. Blick vom Jungfraupfjel nach NO auf Jungfrauoch (S = Sphinx) und Mönch (links), im Hintergrund Mitte Schreckhörner, rechts Lauteraarhörner.

Die hochalpine Forschungsstation auf dem Jungfrauoch.

Architekten GEBRÜDER PFISTER, Zürich.

Die erste Idee zur Schaffung eines solchen Institutes wurde schon 1894, zur Zeit der Gründung der Jungfrau-Bahn, gefasst, ohne indessen verwirklicht worden zu sein, bis im Jahre 1922 der Meteorologe † A. de Quervain die Sache von neuem aufgriff und zusammen mit der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft die Vorarbeiten

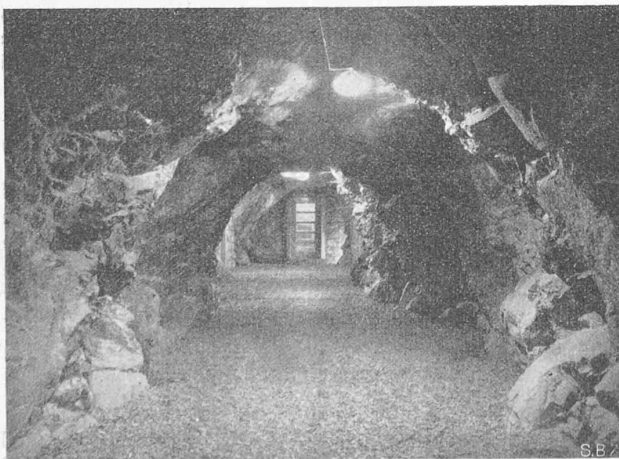


Abb. 5. Zugangstollen zum Forschungshaus.

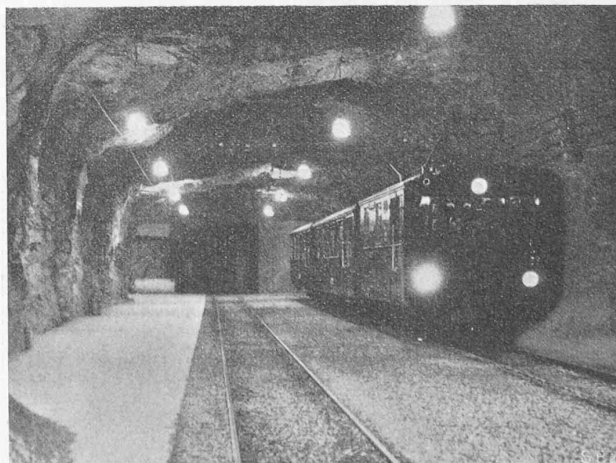


Abb. 4. Station Jungfrauoch der Jungfrau-Bahn, 3457 m ü. M.