

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 112 (1994)  
**Heft:** 14

**Artikel:** Salzgewinnung seit 1600: von der waldbedrohenden zur umweltfreundlichen Industrie  
**Autor:** Zaugg, Paul  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-78412>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 17.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Salzgewinnung seit 1600

Von der waldbedrohenden zur umweltfreundlichen Industrie

**Lange Zeit war der Energieverbrauch bei der Gewinnung und Aufbereitung von Rohstoffen kein Thema. Mit der heute erkannten Knappheit gewinnt der spezifische Energieverbrauch für alle Arten von Produkten und die stetige Verbesserung dieser Energiekennzahlen zunehmend an Bedeutung.**

## Die Entwicklung des spezifischen Energieverbrauches bei der Siedesalzgewinnung

Salz (NaCl) ist für den menschlichen Organismus, obwohl diesem nur in kleinen Mengen zuträglich, unentbehrlich.

VON PAUL ZAUGG, BADEN

Ebenso ist es seit Jahrhunderten für die Viehzucht und die Käseherstellung ein wichtiges Hilfsgut. Vor der Erfindung der Kältemaschine war es das wichtigste Nahrungs-Konservierungsmittel. Heute findet das Salz zusätzlich in zahlreichen Industriezweigen, hauptsächlich den chemischen, Verwendung. Wegen seiner Wichtigkeit für das Überleben der Menschen erhielt das Salz im Verlaufe der Jahrtausende eine grosse kulturhistorische Bedeutung [1,5]. In diesem Aufsatz wird das Augenmerk auf den Energieverbrauch der Salzgewinnung gerichtet. Bis nach 1800 waren die meisten für unser Land wichtigen Salinen auf genügend Holz zum Salzsieden angewiesen, was oft zu starken Waldschädigungen führte. Heute wird dazu fast nur noch elektrische Energie benötigt, und der erforderliche Energiebetrag pro t Salz beträgt kaum noch mehr als 1% desjenigen vor 400 Jahren.

## Die Salzversorgung der alten Schweiz [1,2]

Die Schweiz begann sich erst nach 1837, dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme der Saline Schweizerhalle, selbst mit Salz zu versorgen. Vorher war die Versorgung der Bevölkerung der Eidgenossenschaft mit Salz eine dauernde und mühsame Aufgabe der einzelnen Kantonsregierungen. Seit 1554 besass zwar Bern bei Aigle eigene Salzquellen. Diese waren aber nur wenig ergiebig. Die 13 Orte und ihre zugewandten Nachbarn bezogen das Salz von Salins in der Freigrafschaft, aus Lothringen, aus Südf frankreich, von Reichenhall, Traunstein und Berchtesgaden in Bayern, von Salz-

burg und Hall im Tirol sowie von Venedig und Savoyen.

Das in der alten Schweiz verbrauchte Salz stammte hauptsächlich aus Salzwasserquellen. Diese entstanden, weil unterirdische Wasserströme mit unterirdischen Salzschieben in Berührung kamen und Salz auflösten. Zur Rückgewinnung des Salzes schüttete man das Salzwasser, die Sole, in grosse offene und flache Pfannen. Durch Befuehrung derselben verdampfte das Wasser, und das Salz kristallisierte aus. Während vieler Jahrhunderte geschah diese Befuehrung mit Holz aus benachbarten Wäldern.

## Vom Energiebedarf beim Salzsieden

### Das Salzsieden in offenen Pfannen

Beim Salzsieden in offenen Pfannen wurde der Wasserdampf ungenutzt in die Atmosphäre entlassen. Dies erforderte sehr viel Brennstoff. Der spezifische Verbrauch, also die Brennstoffmenge, die zur Erzeugung einer Tonne Salz nötig war, hing in erster Linie vom Wassergehalt der Sole ab, also von deren Salzkonzentration  $k$ . Diese ist definiert durch das Verhältnis  $k = m_{\text{salz}}/m_{\text{sole}} = m_{\text{salz}}/(m_{\text{wasser}} + m_{\text{salz}})$ , woraus sich das Verhältnis von Wassermenge zu Salzmenge zu  $m_{\text{wasser}}/m_{\text{salz}} = 1/k - 1$  ergibt. Dabei bedeutet  $m_{\text{salz}}$  Salzmenge,  $m_{\text{sole}}$  Solemenge und  $m_{\text{wasser}}$  Wassermenge. Ein kg Wasser vermag höchstens 0,355 kg Kochsalz (NaCl) zu lösen. Die Sättigungskonzentration  $k_0$  beträgt somit  $k_0 = 0,355/1,355 = 0,262$ , d.h. 26,2%. Im Falle gesättigter Sole sind also 2,82 t Wasser zu verdampfen, um 1 t Salz zu erhalten. Liegt der Salzgehalt aber z.B. nur bei 4%, so sind pro t Salz 24 t Wasser zu verdampfen. Im 16. und 17. Jahrhundert gab es noch zahlreiche Salinen, die sich mit so schwacher Sole begnügten und entsprechend viel Holz verschlangen.

Um die zum Aufheizen der Sole bis zum Siedepunkt und zur Verdampfung des

Wassers benötigte Energie zu berechnen, ist es nötig, den Wirkungsgrad der Pfannenbefuehrung zu kennen. Aus entsprechenden Angaben der Salinen der Waadt und der Saline Salins ergab sich, dass um 1750 Wirkungsgrade von 0,40 bis 0,45 erreicht wurden. In Bild 1 ist der so errechnete Holzverbrauch dargestellt. Die eine Kurve gibt direkt den Bedarf in Ster pro t Salz an. Oft wurde das Gewicht des verbrauchten Holzes mit dem Gewicht des produzierten Salzes verglichen. So steht in [1] auf Seite 86, dass man für das Gewicht des benötigten Brennholzes mit dem 1,5fachen des Salzgewichtes rechnete. Die zweite Kurve zeigt unsere Werte für dieses Verhältnis. Danach galt der Wert von 1,5 wohl bloss, wenn die Sole einen Salzgehalt von etwa 20% aufwies.

## Gradierwerke

Viele Salinen hatten keine andere Möglichkeit, als mit der Salzsole vorliebzunehmen, wie sie eben von ihren Salzquellen geliefert wurde. Oft genug war deren Salzgehalt niedrig und der Holzverbrauch übermässig hoch. Man suchte deshalb nach Möglichkeiten, die Sole anzureichern, bevor sie in die Siedepfannen gelangte. Hierzu wurden bereits gegen das Ende des 16. Jahrhunderts sogenannte Gradier-Anlagen eingeführt, deren Funktion aber zunächst nicht befriedigte. Erst ab 1700 setzten sie sich als wirksame Neuerung durch

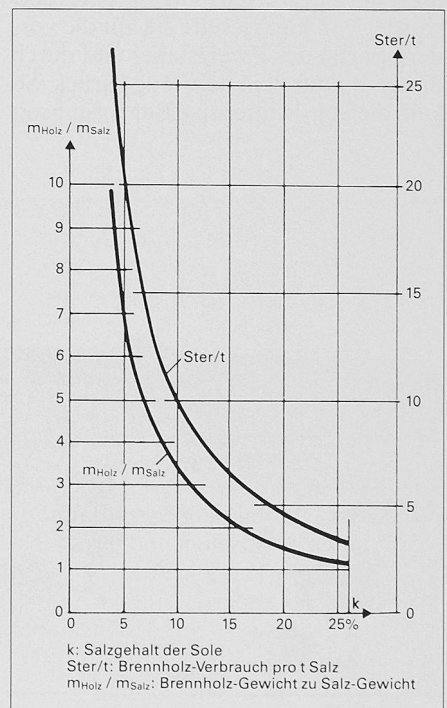


Bild 1. Brennholzverbrauch beim Salzsieden in offenen Pfannen

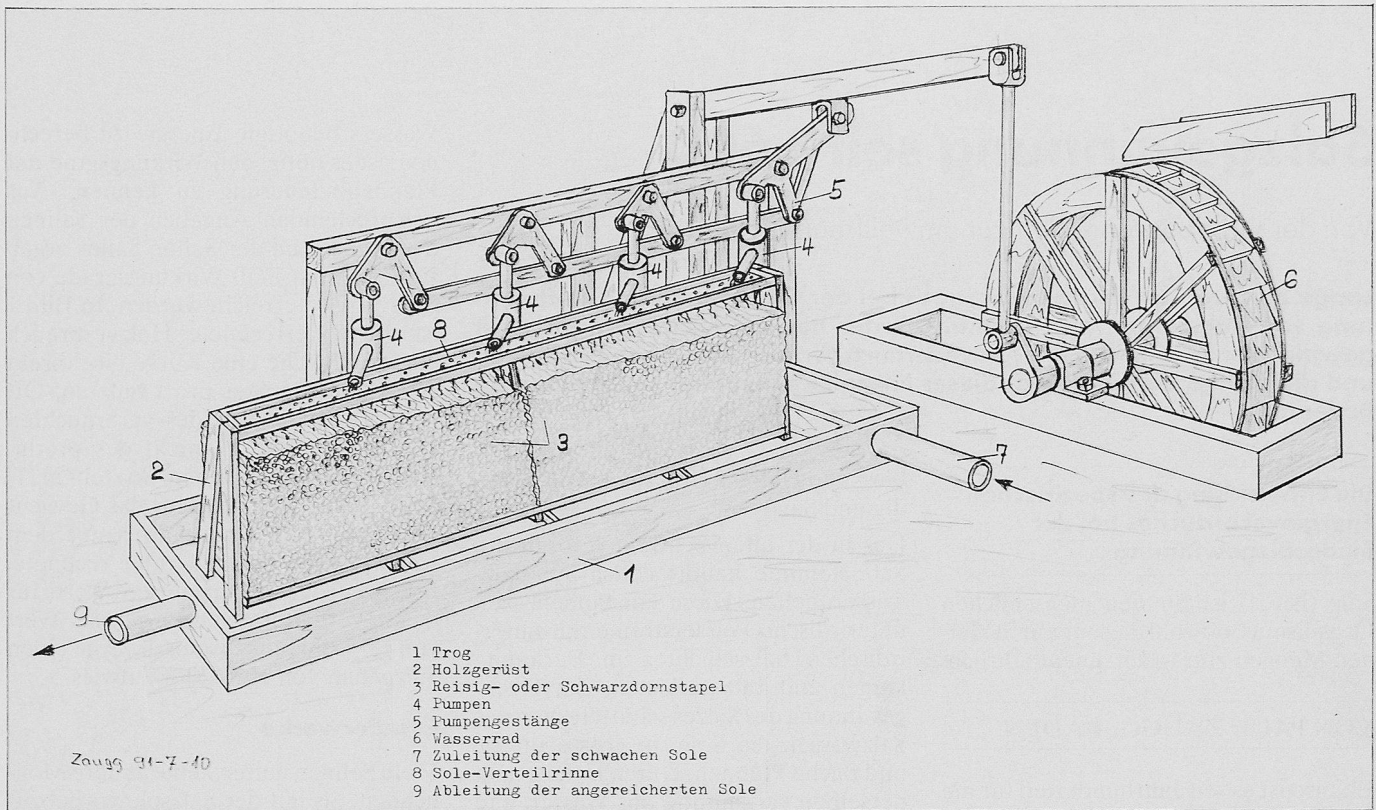


Bild 2. Prinzip eines Gradierwerkes zur Anreicherung schwacher Sole

(vgl. [5]). Bild 2 zeigt das Prinzip einer solchen Einrichtung. Im Trog 1 stand das Holzgerüst 2, auf dem Reisig- oder Schwarzdornzweige 3 aufgestapelt waren. Neben diesem Stapel standen Pumpen 4, die über das Gestänge 5 vom Wasserrad 6 angetrieben wurden. Dem vordersten Teil des Troges floss durch die Zuleitung 7 schwache Sole zu, die von der vordersten Pumpe angesaugt und in die Verteilrinne 8 gefördert wurde. Von hier rieselte sie auf die vordere Partie des Zweigstapel und durch diesen hindurch in den Trog zurück. So kam die Sole in intensive Berührung mit

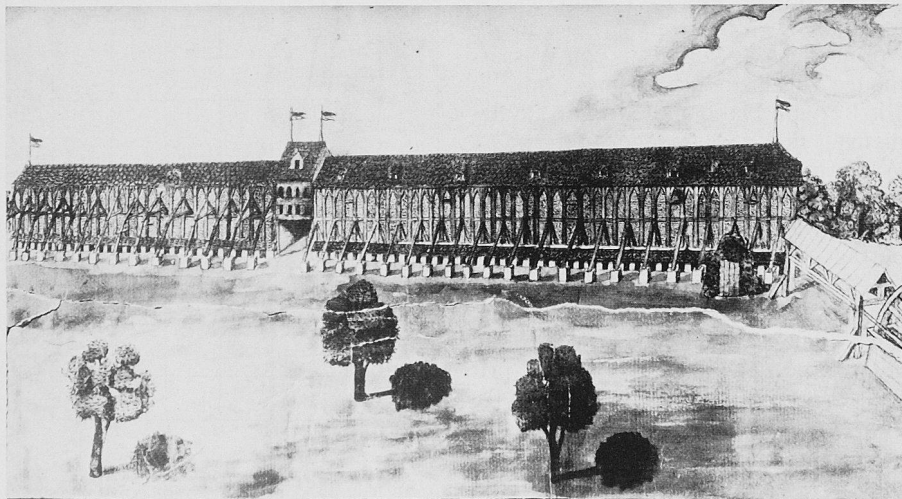
der Luft und der Sonnenbestrahlung, wodurch ein Teil des Wassers verdunstete. Die in den Trog zurückfallende, bereits angereicherte Sole wurde dann von der nächsten Pumpe auf das nächste Teilstück des Stapels gefördert, was eine weitere Anreicherung bewirkte, usw. Mit genügend langen Stapeln und einer entsprechenden Anzahl Pumpen war so auch bei schwacher Sole eine Salzanreicherung auf über 20% möglich.

Anfänglich wurde die Sole von Hand aus dem Trog auf den Reisigstapel be-

fördert. Die Mechanisierung fand nach 1700 statt, was sich in einer weiteren Verminderung des Holzverbrauches niederschlug. Oft waren die Gradierwerke mit einem Dach versehen, um zu verhindern, dass die Sole durch ddn Regen weiter verdünnt werde. So wurde aber der Zutritt von Sonne und Wind und damit auch die Wasserverdunstung behindert. Gradiergebäude nahmen meist sehr grosse Ausmasse an und benötigten zum Bau und zum Unterhalt ebenfalls viel Holz. Bild 3 zeigt das rund 220 m lange Gradiergebäude von Aigle.

**Die Ausnützung der Verdampfungswärme des Wassers**

Der weitaus grösste Teil der Wärmeenergie, die von den Verbrennungsgasen des Brennstoffes an die Sole übertragen wird, ist im entweichenden Dampf enthalten. Wie erwähnt, müssen auch bei gesättigter Sole noch 2,82 t Wasser pro t Salz verdampft werden. Dieses verlässt die siedende Sole als gesättigter Dampf. Vom Eintritt in die Pfanne bis zum Verlassen derselben durchläuft das Wasser, wenn der Druck über der Sole z.B. den Wert  $p_1$  hat, die im Dampf-Diagramm (Bild 4) dargestellte Zustandsänderung  $1-1'-1''$ . Bei  $1'$  ist die Siedetemperatur erreicht, und bei  $1''$  ist das Wasser verdampft. Die unter dieser Linie liegende Fläche  $a-1-1'-1''-b$  entspricht der Energie, die das Wasser aufnahm und mit der es als Dampf entweicht. Dies macht pro t Salz ( $k = k_0$ )



Les Salines d'Aigle

Bild 3. Gradiergebäude von Aigle, Länge 220 m (Bild: Musée suisse du sel)



den beachtlichen Betrag von rund 2000 kWh aus. Wie aus dem Diagramm ersichtlich, erreicht das Wasser bei Verkleinerung des Druckes den Siedepunkt bereits bei tieferer Temperatur. Damit ergibt sich die Möglichkeit, die in den Dampf gesteckte Energie mehrfach wieder zu verwenden, wie aus dem Schema (Bild 4, links) einer *Mehrfach-Verdampfungsanlage* hervorgeht. Eine solche Einrichtung besteht aus mehreren Verdampfern (z.B. 1, 2 und 3). Der Verdampfer 1, in dem der Druck  $p_1$  herrscht, wird mit Dampf vom Dampfkessel 0 beheizt. Im Verdampfer 2 wird der niedrigere Druck  $p_2$  eingestellt, so dass dort die Verdampfung bereits bei  $T_2$  stattfindet. Dieser Verdampfer wird mit dem Dampf vom Verdampfer 1 beheizt.

Da dieser die höhere Temperatur  $T_1$  aufweist, überträgt er seine Energie durch die Wandungen der Heizkammer hindurch an den Inhalt des Verdampfers 2 und kondensiert. Sein Zustand verläuft jetzt im Dampfdiagramm von  $1''$  nach  $1'$  und im Solevorwärmer bis fast zum Anfangspunkt 1 zurück. Der Dampf des Verdampfers 2 dagegen folgt der Linie  $1-2'-2''$ . Die Flächen  $a-1-1'-1''-b$  und  $a-1-2'-2''-c$  sind fast gleich gross, so dass theoretisch mit einer bestimmten Dampfmenge aus Verdampfer 1 gleich viel Dampf im Verdampfer 2 erzeugbar ist. Der Vorgang wiederholt sich im Verdampfer 3 bei nochmals niedrigerem Druck  $p_3$ . So lässt sich theoretisch mit einer Dreifach-Verdampfungsanlage mit der gleichen Brennstoffmenge die dreifache Salzmenge produzieren wie mit bloss einem Verdampfer oder einer Pfanne.

Das eben beschriebene Verfahren war bereits um 1830 bekannt, aber noch nicht realisierbar [9]. Denn da dem NaCl stets steinbildende Mineralien, wie Gips, beigemischt sind, verkrusteten die Behälter, in denen die Sole zum Sieden gebracht wurde. Dies war bei geschlossenen Behältern, wie sie bei Mehrfach-Verdampfern verwendet werden müssen, besonders störend, da diese kaum gereinigt werden konnten. Erst nachdem es gelang, die Sole von Steinbildern zu reinigen, liess sich das Verfahren wirtschaftlich einsetzen.

Für die Salzgewinnung arbeiten die nachgeschalteten Verdampfer mit beträchtlichem Unterdruck, weshalb die Einrichtung auch als *Vakuum-Verdampfungsanlage* bezeichnet wird. Die sich dabei einstellenden niedrigen Verdampfungstemperaturen wirken sich vorteilhaft auf die Salzqualität aus.

Eindeutig die eleganteste Methode zum Eindampfen einer Salzlösung ist das *Thermokompressions-Verfahren*. Dieses besteht darin (Bild 5), dass der

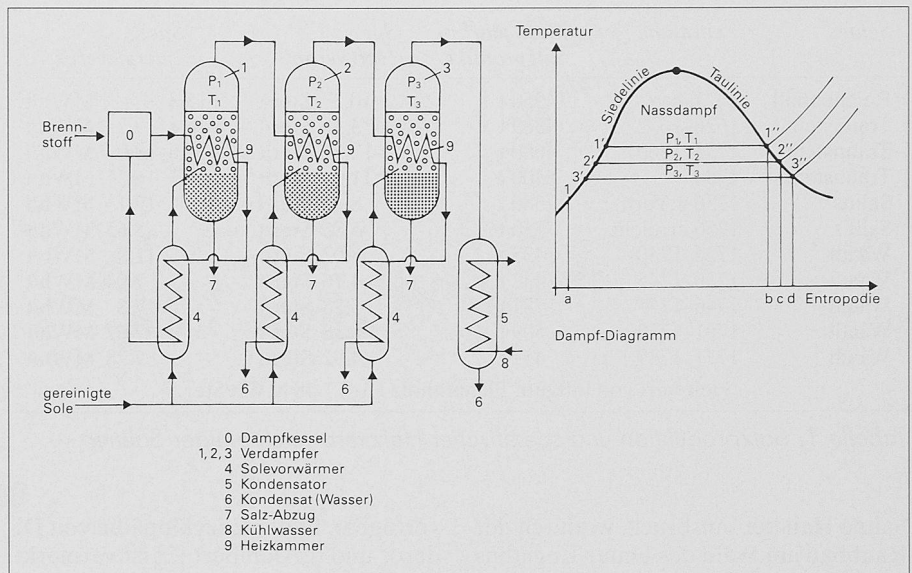


Bild 4. Prinzip einer Mehrfach-Verdampfungsanlage

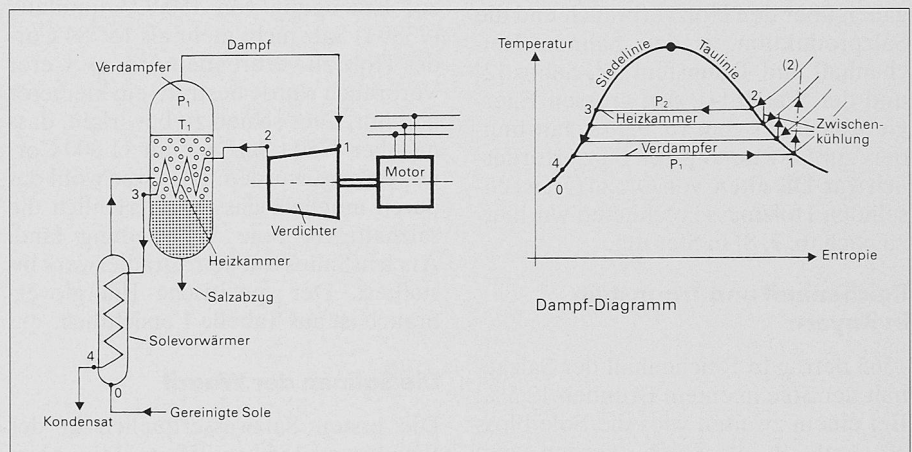


Bild 5. Prinzip einer Thermokompressions-Anlage

Dampf aus dem Verdampfer beim Druck  $p_1$  von einem Verdichter angesaugt, auf den höheren Druck  $p_2$  gebracht und durch die Heizkammer des Verdampfers getrieben wird. Da durch die Druckerhöhung der Dampf heisser wird, kann dieser in der Heizkammer seine Verdampfungswärme an den Inhalt des Verdampfers zurückgeben und weitere Sole verdampfen. Arbeitet der Verdichter ohne Zwischenkühlung, so steigt durch die Verdichtung die Dampftemperatur von  $T_1$  auf  $T_2$ . Durch Einspritzen von Wasser zwischen die Verdichterstufen wird eine Zwischenkühlung bewirkt, was die Verdichter-Antriebsleistung reduziert und den am Eintritt in die Heizkammern gewünschte Sattdampfzustand 2 direkter erreicht. Der Dampf kommt als Kondensat aus der Heizkammer, und dieses wird im Solevorwärmer noch weiter abgekühlt. Ist der Prozess einmal angefahren, so benötigt diese Methode fast nur noch die elektrische Energie zur Speisung des Antriebsmotors (170–185 kWh/t-Salz). Auch dieses Verfahren war um 1840 schon bekannt [9]. Aber wegen der grossen Dampfvolumentströme, die

vom Verdichter verarbeitet werden müssen, war es industriell erst anwendbar, als leistungsfähige Turboverdichter zur Verfügung standen, was gegen 1940 der Fall war. Um die Entwicklung dieser Methode machte sich die Firma Escher-Wyss, Zürich, besonders verdient.

### Der Holzverbrauch der Salinen Reichenhall, Traunstein, Salins und der Waadt vor 1800

Holz diente während Jahrtausenden bis ins 19. Jahrhundert als Energiequelle zur Salzerzeugung. Da Europa während langer Zeit nur spärlich besiedelt und noch dicht bewaldet war, stand der Wald durch diese menschliche Tätigkeit zunächst nicht in Gefahr. Erst später wurde die Beschaffung von genügend Brennholz für manche Saline zur Existenzfrage. Da ja auch der Salzbedarf stieg, trugen sie dann an zahlreichen Orten wesentlich zum Kahlschlag ganzer Waldgebiete bei; so z.B. diejenigen von Lüneburg, wo in der Folge die Lüneburger Heide entstand, oder die

Saline	Zeitraum	Mittl. jährl. Salzprodukt.	Spez. Holzverbr.	Spez. Energieverbr.
Reichenhall	16. Jahrg.	14950 t	10.3 Ster/t	15.3 MWh/t
Traunstein	1626–1672	4589 t	10.9–13.3 Ster/t	16.1–19.7 MWh/t
Traunstein	1751–1760	4680 t	11.2–12.2 Ster/t	16.6–18.0 MWh/t
Traunstein	1780	5300 t	9.9–11.0 Ster/t	14.7–16.3 MWh/t
Salins	1756 n. Vertr.	7380 t	8.2 Ster/t	12.1 MWh/t
Salins	1756 erreicht	7750 t	5.85 Ster/t	8.65 MWh/t
Waadt	1724–1730	1435 t	8.02 Ster/t	11.9 MWh/t
Waadt	1736–1745	1432 t	4.76 Ster/t	7.04 MWh/t
Waadt	1746–1755	781 t	5.28 Ster/t	7.8 MWh/t
Waadt	1761–1770	509 t	5.18 Ster/t	7.67 MWh/t
Waadt	1771–1789	451 t	4.92 Ster/t	7.28 MWh/t

Heizwert von luftgetr. Fichtenholz  $H_u = 1.48 \text{ MWh/Ster}$

Tabelle 1. Salzproduktion und spezifischer Holzverbrauch einiger Salinen

Saline Hall bei Innsbruck, wodurch der Raubbau am Wald des Unter-Engadins stattfand.

Nun verdeutlichen wir anhand von Angaben über den Holzverbrauch und die Salzproduktion in den Salinen Reichenhall und Traunstein [3], Salins [2] und der Waadt [4], den grossen Energiebedarf, der vom 16. bis 18. Jahrhundert zur Gewinnung von Salz erforderlich war. Die alten, von Ort zu Ort wechselnden Holzmasse rechneten wir hier zu nach [6, 7, 8] in Ster um.

### Reichenhall und Traunstein in Bayern

1565 betrug in Reichenhall der Salzgehalt der Sole in einem Brunnen 12,5%. Bei einem zweiten wies die Sole bloss 3% auf. Beide Solen wurden zum Salzsieden verwendet. In der Zeit von 1503 bis 1619 ergab sich ein durchschnittlicher jährlicher Holzverbrauch von 58 008 Klaftern für 14 950 t Salz. Etwa 8–9% des aufgewendeten Holzes dienten zur Salzverpackung. Der Aufwand für das Sieden und Trocknen des Salzes betrug daher rund 53 000 Klafter. 1613 wurde eine neue Solequelle entdeckt. Deren Ausnützung erforderte mehr Siedeholz. Um die Holzengpässe zu umgehen, baute man in Traunstein eine neue Saline, und die benötigte Sole wurde in einer Leitung von Reichenhall nach Traunstein geführt. Die Saline Traunstein verbrannte jährlich 18 000–20 000 Klafter Holz. Die produzierten Salz mengen betragen zwischen 1626 und 1780 rund 4300–5300 t pro Jahr. Die hieraus errechneten spezifischen Holz- und Energieverbräuche sind in Tabelle 1 festgehalten. Die bayerischen Salinen wurden damals ohne Gradieranlage betrieben. Zwar war eine solche 1615 in Reichenhall installiert, aber schon nach einem Jahr wieder ausser Betrieb gesetzt worden, da sie nicht befriedigte.

### Salins in der Freigrafschaft

Auch in Salins waren Solequellen verschiedener Konzentration (5 und 17%)

verfügbar. In der Enzyklopädie von Diderot und d'Alembert [2] ist vermerkt, dass der Betreiber dieser Salinen 1756 durch einen Vertrag verpflichtet wurde, zur Erzeugung von 150 773 quintaux (7380 t) Salz nicht mehr als 15 784 Cordes Holz zu verbrennen. Ein grösserer Verbrauch wurde bestraft, ein kleinerer belohnt. Dies schien zu bewirken, dass nachher 7750 t Salz mit nur 11 800 Cordes erzeugt wurden. Dies war wohl dadurch möglich, dass hauptsächlich die salzhaltigere Sole Verwendung fand. Auch in Salins war kein Gradierwerk installiert. Der spezifische Energieverbrauch ist aus Tabelle 1 ersichtlich.

### Die Salinen der Waadt

Die ersten Salzwasserquellen in der Waadt sind 1554 in 950 m Höhe beim Weiler Panex oberhalb Aigle entdeckt worden [4]. Die Salzpflanzen dieser ersten Schweizer Saline wurden nahe dieser Quellen aufgestellt. Später errichtete man weitere Salinen, so bei Roche, Aigle, Bex, Bevioux und Massongex. Weil der Salzgehalt der Sole 3–5% kaum überstieg, war der Holzverbrauch in der ersten Zeit sehr gross (gemäss Bild 1 bei 4% Salzgehalt etwa 27 Ster/t Salz, was 40 000 kWh/t entsprach). Deshalb wurden schon früh Gradierwerke errichtet. Besonders die im 18. Jahrhundert aufgestellten Sole-Anreicherungsanlagen scheinen gut funktioniert zu haben. Bis 1730 waren diese Einrichtungen von Hand bedient, dann wurden sie mechanisiert, was sich im weiteren Rückgang des spezifischen Holzverbrauches zeigte, wie aus Tabelle 1 und Bild 6 hervorgeht. Dank diesen Anlagen war eine Sole-Anreicherung um das 4- bis 5fache möglich, so dass diese mit gegen 20% Salzgehalt in die Siedepfannen gelangte.

Der spezifische Holzverbrauch sank dadurch auf etwa 20% des ursprünglichen Wertes und war niedriger als derjenige in Reichenhall, Traunstein und Salins. Die Zahlenwerte für Salzproduktion, Holz- und Energieverbrauch dieser Sa-

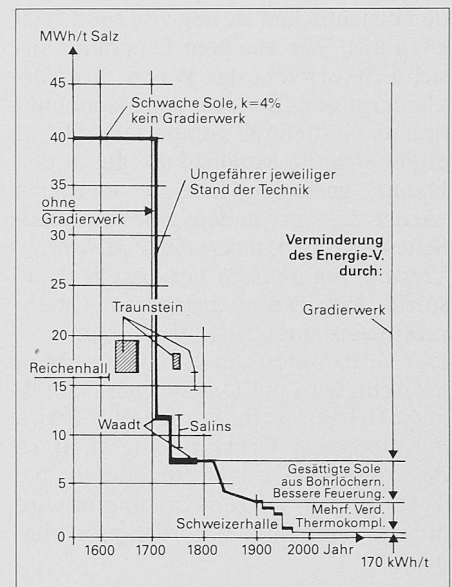


Bild 6. Die Entwicklung des spez. Energieverbrauches beim Salzsieden seit 1600

linen im 18. Jahrhundert sind ebenfalls in Tabelle 1 notiert.

### Entwicklung seit 1800 (dargelegt am Beispiel der Saline Schweizerhalle)

Für viele Salinen hatte sich zu Beginn des 19. Jahrhunderts gegenüber dem Ende des 18. zunächst nicht viel geändert. Aber die schon besseren Kenntnisse der Beschaffenheit der Erdkruste sowie die gemachten Fortschritte in der Tiefbohrtechnik erlaubten nun das gezielte Suchen nach weiteren unterirdischen Salzvorkommen. Auf diese Weise entdeckte Carl Friedrich Glenk (1779–1845) 1836 bei Muttenz, Baselland, ein Salzlager. Hier gründete er dann auch eine Saline, die als Saline Schweizerhalle bereits 1837 den Betrieb aufnahm. Damit begann die Schweiz bezüglich ihrer Salzversorgung vom Ausland unabhängig zu werden [9].

Zum Herauslösen des Salzes wurde Wasser in die Salzbohrungen gepumpt, wobei man dafür sorgte, dass dieses genügend lang mit dem Salz in Berührung stand, damit die Sole möglichst gesättigt an die Oberfläche gelangte. So gelang es, auch ohne Gradierwerk den Brennstoffbedarf zur Verdampfung des Wassers zu minimieren. Ausserdem wurde nun statt Holz Kohle verbrannt, was die Wälder schonte, aber die Luft mehr verschmutzte. Im übrigen blieb jedoch die Methode, das Salz zu sieden, noch gleich wie in früheren Jahrhunderten. Es wurden noch immer offene Pfannen verwendet und der Dampf unbenutzt entlassen. Der spezifische Siedeenergiebedarf mag anfänglich bei



etwa 4500 kWh pro t Salz gelegen haben und durch Verbesserung der Pfannenbefehung bis zum Ende des 19. Jahrhunderts auf 3000–3500 kWh gesunken sein. Nach 1850 wurde versucht, die Verdampfungswärme des Dampfes zu rekuperieren, um den Brennstoffbedarf weiter zu senken. Wegen der Schwierigkeiten mit der Pfannensteinbildung in den geschlossenen Verdampfern war diesen Verfahren zunächst kein Erfolg beschieden.

Erst 1900 entstand das sogenannte Schweizerhalle-Solereinigungsverfahren, welches ermöglichte, die unerwünschten Beimischungen des NaCl aus der Sole zu entfernen. Von da an war ein wirtschaftlicher Siedebetrieb mit geschlossenen Verdampfern durchführbar. Nun konnte das beschriebene Verfahren der Mehrfach-Verdampfung unter Vakuum angewendet werden. Bis über 1940 hinaus wurde aber weiterhin auch Salz in Pfannen gewonnen. So senkte sich der mittlere spezifische Energie-Verbrauch nur relativ wenig, nämlich bis 1943 auf etwa 2500 kWh/t. Die Schwierigkeiten der Kohlenbeschaffung während des Zweiten Weltkrieges veranlassten schliesslich die schweizerischen Rheinsalinen 1941 und 1943, in den beiden Betrieben Riburg und Schweizerhalle Thermokompressions-Anlagen einzubauen. Dies erlaubte weitgehend auf Kohle zu verzichten

und den Energieverbrauch nochmals drastisch zu senken.

Seit 1976 werden zur Erzeugung von 1 t Salz noch 185 kWh elektrische Energie und 45 kWh Wärmeenergie benötigt (letztere u.a. zum Anfahren und Regulieren), also total 230 kWh/t. Im Werk Riburg ist der Energieverbrauch inzwischen (1991) bereits auf 170 kWh/t gesunken. Der dadurch erreichte Gewinn für die Umwelt zeigt sich auch in der Anzahl von verbliebenen Kaminen der Saline Schweizerhalle. Während auf Abbildungen derselben aus dem Jahre 1875 über 30 schwarz rauchende Kamine gezählt werden können, sind es heute noch 1 oder 2, deren Rauch gereinigt ist.

### Schlussbemerkung

In einer Zeit, da zahlreiche Leute der Meinung sind, technische Entwicklung sei vorwiegend schädlich, ist es wichtig, anhand von Beispielen zu zeigen, wie technischer Fortschritt der Umwelt dienen kann. Ein solches Beispiel ist das Salinenwesen. Bild 6 zeigt dies eindrücklich. Die dort eingezeichnete Grenzlinie gibt grob den möglichen spezifischen Energieverbrauch entsprechend dem jeweiligen Stand der Technik an. Selbstverständlich lag bei zahlreichen Salinen der Verbrauch über dieser Linie.

### Literatur

- [1] J.-F. Bergier: Une histoire du sel. Office du Livre S.A. Fribourg 1982.
- [2] Encyclopédie de Diderot et D'Alembert 1751–1772.
- [3] H. Kurtz: Die Soleleitung von Reichenhall nach Traunstein 1617–1619, Deutsches Museum, Abhandlung und Berichte, 46. Jahrg. 1978.
- [4] A. Hahling: Dans les Alpes vaudoise, durant 3 siècles: Point de Bois-Point de Sel, Difficultés et Solutions. Beiheft zur schweiz. Zeitschrift für das Forstwesen 74, Zürich 1985.
- [5] H.H. Emons und H.H. Walter: Mit dem Salz durch die Jahrtausende, VEB Deutscher Verlag für die Grundstoffindustrie, Leipzig 1984.
- [6] H. Jansen: Deutsche, österreichische und schweizerische Masse, Gewichte und Münzen. Langenscheidtsche Verlagsbuchhandlung, Berlin 1900.
- [7] Hütte: Des Ingenieurs Taschenbuch I, 27. Auflage, Berlin 1942.
- [8] R. Tuor: Mass und Gewicht im alten Bern, in der Waadt, im Aargau und im Jura. Paul Haupt, Bern 1977.
- [9] K. Birkhäuser, L. Hauber, A. Jedelhauser: 150 Jahre Saline Schweizerhalle 1837–1987. Verlag des Kantons Basellandschaft, Liestal 1987.

Adresse des Verfassers: P. Zaugg, Dipl. Masch.-Ing. ETH, Hirzematte 5, 5400 Baden

## Wettbewerb Berufsschulanlage Areal «Schütze», Zürich

Die Direktion der öffentlichen Bauten des Kantons Zürich veranstaltete einen öffentlichen Projektwettbewerb für den Neubau einer Berufsschulanlage mit zwei Dreifachturnhallen und einem Quartierpark auf dem Areal «Schütze» zwischen Limmat- und Heinrichstrasse. Teilnahmeberechtigt waren Architekten, die das kantonale Bürgerrecht und/oder seit dem 1. Januar 1992 ihren Wohn- und Geschäftssitz im Kanton Zürich haben. Es wurden 209 Projekte eingereicht. Vier Entwürfe der engeren Wahl mussten wegen schwerwiegender Verstösse gegen Programmbestimmungen von der Preiserteilung ausgeschlossen werden.

Das Preisgericht setzt sich wie folgt zusammen: Paul Schatt, Kantonsbaumeister, Zürich, Thomas Mannhart, Chef Amt für Berufsbildung, Zürich, Dr. Arthur Schärli, Rektor Allgemeine Berufsschule, Zürich, Hans-Rudolf Rüegg, Stadtbaumeister, Zürich, Alfred Rissi, Präsident Quartierverein, die Architekten Prof. Hans Kollhoff, Berlin, Peter Zumthor, Chur, Rainer Zulauf, Landschaftsarchitekt, Baden, Adrian Meyer, Baden, Er-

satz, Christian Cunier, Adjunkt Abteilung Berufsschulen, Zürich, Ersatz.

### Zur Aufgabe

Der Regierungsrat des Kantons Zürich beabsichtigt, die zurzeit in verschiedenen Bauten gemieteten Schulräume der nachfolgend genannten Berufsschulen auf dem Areal «Schütze» zusammenzufassen. Die Fläche dieses Areals beträgt rd. 14 800 m<sup>2</sup>.

Das Raumprogramm für die drei Berufsschulabteilungen Fremdsprachen, Gestalterische Berufsmittelschule und Allgemeine Abteilung mit Rektorat umfasste gesamthaft im wesentlichen die folgenden Räume bzw. Raumgruppen: 56 Unterrichtsräume mit 25 Vorbereitungs- und Materialzimmern; Schülerarbeitsraum 180 m<sup>2</sup>, Cafeteria 560 m<sup>2</sup>, Aula 360 m<sup>2</sup>, Mediothek 240 m<sup>2</sup>, Sammlung 300 m<sup>2</sup>, Lehrerzimmer; zwei Dreifachsporthallen mit Zuschauerbereich und entsprechenden Nebenräumen; Verwaltung 750 m<sup>2</sup>; übrige Räume, Hausdienst usw. 390 m<sup>2</sup>.

Das bestehende Schulhaus an der Heinrichstrasse sollte, mit Ausnahme der renovati-

onsbedürftigen Fassaden, erhalten bleiben und mit den neu zu erstellenden Bauten eine einheitliche Anlage bilden. Das Dachgeschoss durfte gegebenenfalls neu gestaltet werden.

Die auf dem Areal «Schütze» von der Stadt festgelegte Freihaltezone bezweckt die Schaffung eines öffentlichen Freiraumes und Quartierparks. Sie konnte verschoben oder geteilt werden, ohne allerdings den Zweck einzuschränken. Die Grösse der Freihaltezone von 7500 m<sup>2</sup> war grundsätzlich einzuhalten.

Zur Gestaltung: «Die Architektur kann zur Erreichung des Bildungszieles der Berufsschule – Vermittlung soliden Basiswissens und Förderung der éducation permanente – beitragen, indem sie Kriterien wie Offenheit, Transparenz und Flexibilität gebührend in die gestalterischen Überlegungen einbezieht. Dabei sollte eine Raumatmosphäre entstehen, die die Raumbenutzer einlädt, Fragen zu stellen, aus gemeinsam erarbeiteten Antworten zu lernen und persönliche Folgerungen daraus zu ziehen – das Schulhaus als offene Lernzone, als Ort der Begegnung und des Erfahrungs- und Wissensaustausches.»

Fortsetzung Seite 241