

# BFI Projekt

## Salz ein wesentlicher Faktor in der Welterberegion

### Inhaltsverzeichnis

- 1. Die Entstehung der alpinen Salzlagerstätten**
  - 1.1 Entstehung der Urmeere
  - 1.2 Barrentheorie von Ochsenius
  
- 2. Geschichte des Salzbergbaus in Österreich**
  - 2.1 Der prähistorische Bergbau
    - 2.1.1 Die Hallstattzeit
    - 2.1.2 Hallein und die Kelten
  - 2.2 Das Mittelalter
  - 2.3 Die Neuzeit
  
- 3. Salzgewinnung anderswo**
  - 3.1 Salzgärten
  - 3.2 Salzgewinnung aus Quellsole
  - 3.3 Salzgewinnung durch trockenen Abbau
  
- 4. Salzgewinnung in Österreich**
  - 4.1 Normalwerk
  - 4.2 Bohrlochsondenmethode
  
- 5. Salz - was ist das?**
  
- 6. Weiterverarbeitung der Sole in der Saline Ebensee**
  - 6.1 Solereinigung
  - 6.2 Prinzipschema der Thermokompressionsanlage in Ebensee
  
- 7. Salz und Gesundheit**
  - 7.1 Meersalz contra Siedesalz
  
- 8. Die Salzwelten - eine Erfolgsgeschichte**

# 1. Die Entstehung der alpinen Salzlagerstätten

## 1.1 Entstehung der Urmeere

Grundvoraussetzung für die Entstehung von Salz waren die Ozeane. Diese konnten jedoch erst entstehen, nachdem die Temperatur der Erdoberfläche unter 100°C abgekühlt war. Dies dürfte vor etwas mehr als 3,8 Milliarden Jahren der Fall gewesen sein.

Bei der geschichtlichen Entwicklung der Meere unterscheidet man hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung drei Epochen.

In der ersten Epoche kühlte sich die Erdkruste ab, und reagierte mit den durch Regen aus der Atmosphäre gelösten flüchtigen Gasen wie Schwefelwasserstoff, Salzsäure usw.

Die so entstandenen Salze bildeten die ersten Sedimentgesteine (Ablagerungen) und das erste Meer, als das Wasser nicht mehr so schnell verdampfte, als der Regen fiel.

Nach einigen hundert Millionen Jahren begann die zweite Epoche, welche an die zwei Milliarden Jahre dauerte. Es kam zum Auslaugen von Basaltgestein. Diese Auslaugung erfolgte weniger an den Ufern dieser Urmeere, sondern größtenteils submarin, das heißt am Grund dieser Meere.

Vor etwa 1,5 Milliarden Jahren begann das dritte Stadium. Seit dem Kambrium (vor 600 Millionen Jahren) dürfte das Meer einen annähernd konstanten Salzgehalt von etwa 3% erreicht haben.

### Zusammensetzung der Salze des heutigen Meerwassers:

Natriumchlorid	Na <sup>+</sup> Cl <sup>-</sup>	78,03%
Magnesiumchlorid	Mg Cl <sub>2</sub>	9,21%
Magnesiumsulfat	Mg SO <sub>4</sub>	6,53%
Calciumsulfat	Ca SO <sub>4</sub>	3,48%

Den Rest bilden Stoffe wie Kalium, Fluor, Jod, Brom...

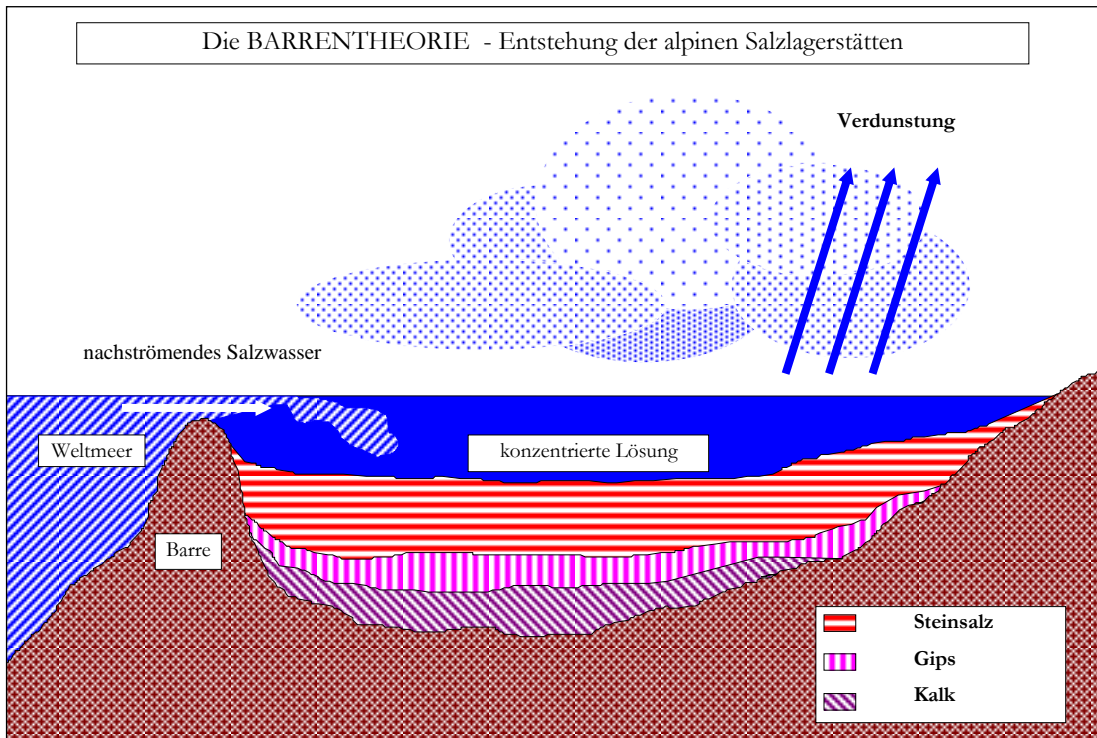
Über die Entstehung der Salzlagerstätten gibt es verschiedene Theorien, die Einleuchtendste und die Wahrscheinlichste ist die BARRENTHEORIE von Ochsenius.

## 1.2 Die Barrentheorie von OCHSENIUS (1877):

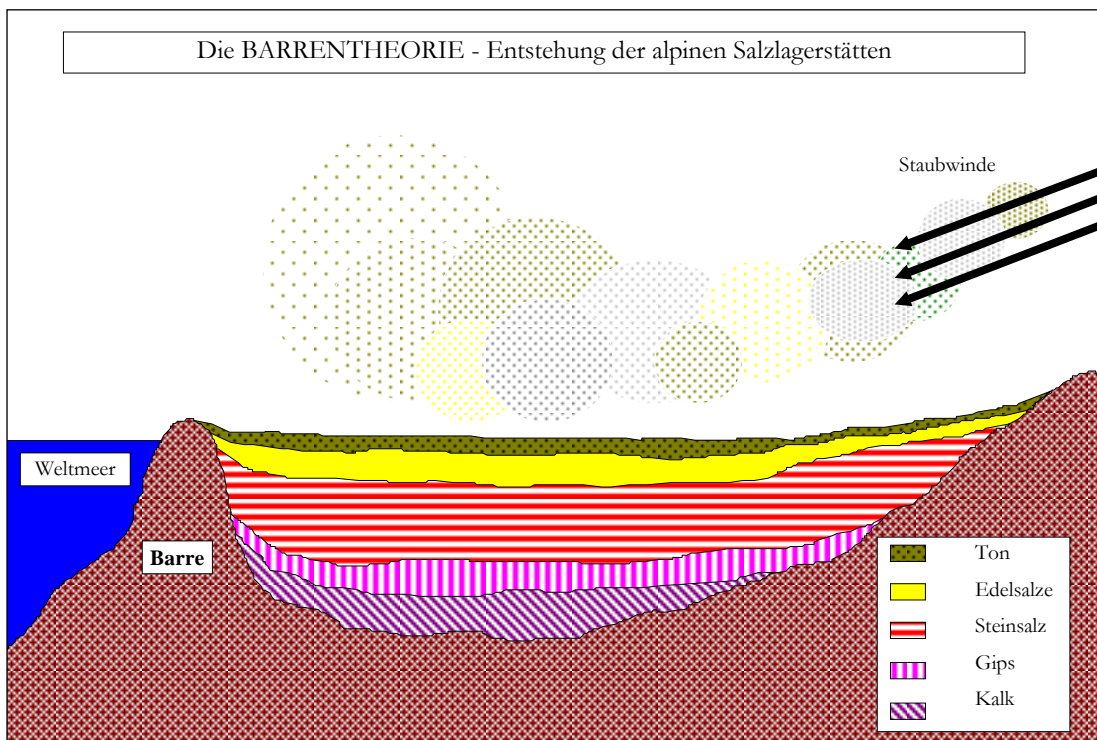
Zur Zeit der Alpinen Trias, vor 200 bis 250 Millionen Jahren entstanden die alpinen Salzlagerstätten. In diesem Erdzeitalter bedeckte das Meer weite Gebiete von Süd- und Südosteuropa. Ein riesiger Salzsee bedeckte Österreich und Deutschland.

Diese Flachmeere und Lagunen waren Teil eines Trockenklimagürtels, der sich vom Ural an der Grenze zu Asien, über Mitteleuropa und England weiter bis in den Südwesten von Nordamerika erstreckte.

Durch Ablagerungen und durch die Meeresströmung bildete sich im Laufe der Zeit an den Rändern dieser Flachmeere eine Bodenschwelle, die sogenannte Barre. Über diese Barre strömten geringe Mengen an Meerwasser in dieses nahezu abgeschlossene Flachmeerbecken nach. Aufgrund des damals herrschenden trockenen Klimas (arides Klima) verdunstete in diesem Becken mehr Wasser, als über die Barre zufließen konnte. So kam es innerhalb dieses Beckens zu einer Aufkonzentration des Meerwassers. Es nahm also die Konzentration, der im Wasser gelösten Mineralien bis zur Sättigung zu. Die Salze kristallisierten aus und sanken zu Boden. Aufgrund des unterschiedlichen Lösungsverhaltens, der im Meerwasser enthaltenen Stoffe, kommt es zu einer bestimmten Abscheidungsfolge. Diese Abscheidungsfolge hat vereinfacht dargestellt folgende Chronologie. Zuerst wird Gips ausgefällt, es folgen Kalk- sowie Dolomit- und Anhydrit-Ablagerungen. Im Anschluß daran kommt es zur Ausfällung von Natriumchlorid. Die sogenannten Edelsalze wie z.B. Kali- und Magnesiumchloride bilden die letzte Sedimentschichte.



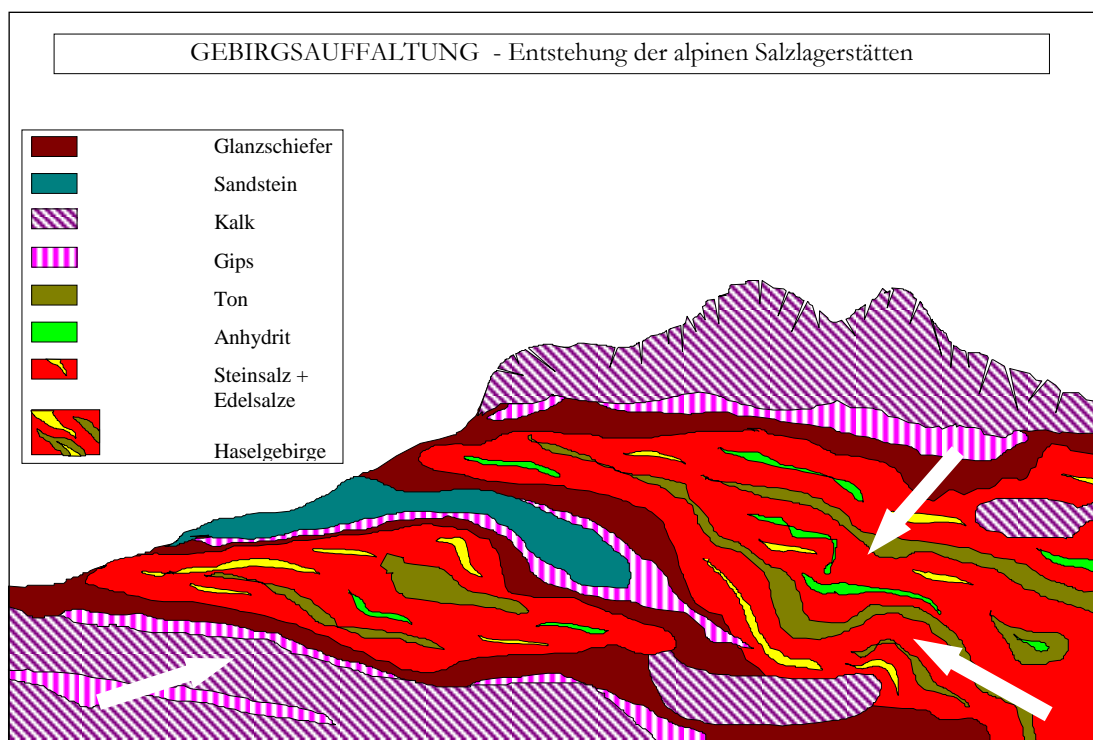
Aufgrund von Eruptionen kam es in weiterer Folge zur Erhöhung dieser Bodenschwelle. Auf diese Weise wurden diese „Verdunstungsbecken“ vom restlichen Ozean gänzlich abgeschlossen. So kam es zum gänzlichen Austrocknen dieser Lagunen. Durch vom Festland einfallende Staubwinde, wurden die Sedimentgesteine mit diesen Staub- und Tonablagerungen überdeckt und somit vor späterer Auslaugung auf Dauer geschützt.



Durch die Kontinentaltrift kam es vor ca. 100 Millionen Jahren zur Auffaltung der Alpen. Dabei kam es zu Verwerfungen und dadurch zur Vermischung der Salzablagerungen mit Gips, Ton und Kalkgestein (Anhydrit). Es bildete sich das sogenannte Haselgebirge, das in unseren Breiten einen Salzgehalt von 20 - 70% aufweist. Nur vereinzelt blieben die Salzablagerungen vor diesen Vermischungen verschont und treten heute in reiner Form, als sogenannter Bergkern, mit mehr als 98% Salzgehalt auf.

Auch heute noch sind die alpinen Salzlagerstätten in Bewegung. Durch den großen Druck, den andere, das Salzgestein überlagernde, Gesteinsformationen auf die relativ leicht verformbaren Salzablagerungen ausüben, passiert es immer wieder, dass aufsteigendes Salzgebirge in die Klüfte des Kalkgesteins gepreßt wird und dadurch große Felsmassen abspaltet. Dies erfolgte z.B. erst 1920 am Sandling in Altaussee.

Vor allem aber geben die Bergbaue Zeugnis für das „Fließen“ des Salzes. Im Salzbergwerk Hallstatt dauerte es beispielsweise nur 52 Jahre, bis sich rechteckige Stollenprofile im Haselgebirge wieder geschlossen haben.



## 2. Geschichte des Salzbergbaus in Österreich

### 2.1 Der prähistorische Bergbau

Salz diente in früherer Zeit nahezu ausschließlich zur Konservierung von Lebensmittel, vor allem für Fleisch. Dieses Verfahren nennt man auch DEHYDRIEREN. Es handelt sich dabei um den Entzug von Wasser aus den Lebensmitteln.

An sogenannten SALZAUSBISSEN, reichte das Salz bis an die Oberfläche, und trat in Form von salzhaltigen Quellen auf. Diese Quellen wurden gefaßt, und mittels SCHÖPFWERKEN ausgebeutet. Die Quellsole ließ man über heiße Steine rinnen und das Salz fiel, wenn auch nur in geringer Menge, aus.

Aufgrund einer dramatischen Klimaverschlechterung gegen Ende der Bronzezeit, stieg die Bedeutung des Salzes. Ab diesem Zeitpunkt reichten die Schöpfwerke zur Salzproduktion nicht mehr aus. Es wurde mit dem Abbau untertage begonnen. Dabei grub man einfach dem salzhaltigen Wasser nach, bis man das sogenannte Haselgebirge erreichte.

Der älteste Salzabbau der Welt ist in Hallstatt zu finden. Dieser Salzabbau wird durch prähistorische Funde in die ausklingende Bronzezeit, in das 10. und 9. vorchristliche Jahrhundert datiert. Durch die Ergebnisse naturwissenschaftlicher Untersuchungen nach der Radiokohlenstoffmethode (C 14 Methode) wird diese Datierung bestätigt. Neuerdings wird das Alter diverser Grubenhölzer mittels Dendrochronologie bestimmt. Die Dendrochronologie (von griech. dendron „Baum“, chronos „Zeit“, logos „Lehre“; also „Lehre vom Baumalter“) ist eine Datierungsmethode der Archäologie bei der die Jahresringe von Bäumen anhand ihrer unterschiedlichen Breite einer bestimmten, bekannten Wachstumszeit zugeordnet werden.

Auf die Bronzezeit folgte die ältere Eisenzeit oder auch Hallstattzeit genannt.

#### 2.1.1 Die Hallstattzeit (800 - 400 v. Chr.)

Bei Betrieb des heutigen Salzbergwerkes Hallstatt ist man immer wieder auf Anzeichen eines älteren, prähistorischen Bergbaues gestoßen. Diese Spuren werden HEIDENGEIRGE genannt und konzentrieren sich auf drei Stellen, die mit NORD-, OST- und WESTGRUPPE bezeichnet werden. Es handelt sich dabei um die Reste von drei zeitlich aufeinander folgenden, voneinander unabhängigen Bergwerken.

##### Die Nordgruppe

Das vorzeitliche Salzbergwerk, das in den Fundpunkten der NORDGRUPPE greifbar wird, umfaßt eine Fläche von ca. 30.000 m<sup>2</sup>. Die größte erreichte Tiefe ist 215 m unter Tage. Es muß sich also um einen ausgesprochenen Schachtbau handeln, in dem man den reichen Kernsalzzügen (Salzadern) in die Tiefe nachgefolgt ist.

Wegen der Verwandtschaft mit dem Kupfererzbergbau vom Mitterberg bei Bischofshofen wird die Nordgruppe in die ausgehende Bronzezeit, in das 10. und 9. vorchristliche Jahrhundert, datiert. Durch wissenschaftliche Untersuchungen nach der RADIOKOHLENSTOFFMETHODE (C 14-Methode) bzw. mittels Dendrochronologie wird diese Zeitangabe bestätigt.

Neben dem APPOLDWERK ist das GRÜNERWERK die ergiebigste Fundstelle. Dieses wurde auch für aktuelle archäologische Untersuchungen ausgewählt. Mit einem Werkzeug unbekannter Form, das in einem Knieholz mit langem, dünnem Stiel geschäftet war, machte man parallel Rillen und brach dann das dazwischen liegende Salzgestein aus dem Berg. Offensichtlich begnügte man sich mit dem so entstandenen HAUKEIN. Tragesäcke aus Rinderhaut, von denen bereits 5 Stück gefunden wurden, erhärten diese Annahme. Aufgrund dieser Tatsache kann man davon ausgehen, daß die Knappen dieser Zeit schon sehr gut organisiert waren und Arbeitsteilung für sie kein Fremdwort war.

Soweit bekannt, sind die Bergbaue der Nordgruppe hauptsächlich mit feinem, von der Erdoberfläche eingeschwemmtem Material verfüllt. Man kann daher annehmen, dass das Bergwerk nach Stilllegung allmählich versandet ist.

Die Gründe der Stilllegung sind außerhalb des Ortes Hallstatt zu suchen, wobei man den Wegfall von Märkten durch politische Umschichtungen oder an die Störung der Handelswege durch Kriege denken kann.

##### Die Ostgruppe

Noch im Laufe des 8. vorchristlichen Jahrhunderts hat man neuerlich mit der bergmännischen Gewinnung von Salz begonnen. Dies erfolgte in jenem Bergwerk, das in den Fundpunkten der OSTGRUPPE faßbar wird.

In diesem Bergbau sind schon grundlegende bergbautechnische Verbesserungen sichtbar.

Das neue Bergwerk umfaßt bereits eine Fläche von 54.000 m<sup>2</sup> und erreicht eine Tiefe von 200 m unter Tage. Neben dem KILBWERK, wo 1734 die vom Salz wohlkonservierte Leiche eines verunglückten vorzeitlichen Bergmannes gefunden wurde (Mann im Salz) ist das STÜGERWERK die wichtigste

Fundstelle. Dort befindet sich auch der einzige als Hohlraum erhaltene und heute noch begehbare Abbau der Urzeit.

In der Ostgruppe verwendete man ein Spezialgerät, den LAPPENPICKEL, mit einer eigens entwickelten Schäftung: Das KNIEHOLZ weist einen keulenförmigen Kopf auf, der Stiel ist im oberen Teil deutlich geschwächt, wodurch jegliche Prellung vermieden wurde. Mit diesem Gerät schlug man herzförmige Rillen in das Salzgestein und löste dann die dazwischen stehengebliebenen Teile ab. Man produzierte also Stücksalz und ließ das Hauklein liegen.

Zur Zeit der Ostgruppe erlebte Hallstatt eine erste wirtschaftliche Hochblüte. Der Wohlstand der Bevölkerung findet in den reichen Grabbeigaben des berühmten Gräberfeldes seinen Niederschlag. Dieses Gräberfeld wurde vom Bergmeister Johann Georg RAMSAUER 1846 entdeckt und gab einer ganzen Geschichtsepoche seinen Namen - die HALLSTATTZEIT. (8. - 5. vorchristliches Jahrhundert) Das blühende Gemeinwesen findet im Laufe des 4. Jhdts. V. Chr. ein schreckliches Ende. Es gibt Anzeichen dafür, dass ein verheerender Erdbeben das gesamte HOCHTAL verwüstet und weite Teile des Stollensystems mit Murenmaterial verfüllt hat.

### Die Westgruppe

Die Überlebenden der Katastrophe haben zwar versucht, das Bergwerk wieder in Betrieb zu nehmen - jedoch ohne Erfolg.

Das nach dem Erdbeben instabile Taggelände hat deren Versuche wohl immer wieder zum Scheitern verurteilt. Deshalb hat man die Siedlung auf die vor ähnlichen Ereignissen geschützte DAMMWIESE am Südfuß des PLASSEN verlegt und dort jenes Bergwerk eröffnet, das in den Fundpunkten der Westgruppe entgegentritt. Als höchstgelegenes Revier wurde es vom Bergbau der Neuzeit als erstes aufgeschlossen.

Die Funde aus dieser Zeit halten sich jedoch sehr in Grenzen, da durch den modernen Bergbau sehr viel zerstört wurde.

Mit einer Fläche von 72.000 m<sup>2</sup> und einer größten Tiefe von 330 m unter der Erdoberfläche, ist die WESTGRUPPE das größte der prähistorischen Bergwerke. Es dürfte auch das erfolgreichste Bergwerk und über mehrere Jahrhunderte hinweg ein florierendes Unternehmen gewesen sein. Es bestand in den Jahrhunderten um Christi Geburt und hat auch die RÖMER nach Hallstatt gelockt. Zwar gibt es keinen Hinweis auf einen römischen Bergbau, aber im Tal, am Ufer des Hallstättersees, lag eine ausgedehnte Siedlung, die auch einen gewissen Luxus erkennen läßt.

Möglicherweise hatte das Westgruppenrevier längeren Bestand, als heute angenommen, und die Römer führten eine Art Aufsicht und kontrollierten den Handel.

Ende des 5. Jahrhunderts nach Christus wurden die Römer gezwungen, ihre nördlich der Alpen gelegenen Provinzen aufzugeben.

Fast ein ganzes Jahrtausend fehlen nun direkte historische Quellen für den engeren Raum Hallstatt. Man hat aber den Eindruck, dass die Salzgewinnung oder zumindest das Wissen um die Lagerstätte nie ganz aufgehört hat.

### 2.1.2 Hallein und die Kelten

Um die Mitte des 6. vorchristlichen Jahrhunderts, erreicht die Besiedlung am Dürrnberg bei Hallein den ersten Höhepunkt. Auch hier beginnt der prähistorische Abbau. Die ersten Knappen am Dürrnberg waren die KELTEN. Sie trieben die ersten Stollen vor. Das damalige Stollensystem erreichte schon die beachtliche Länge von ca. 5500 Metern.

Im 3. Jahrhundert vor Christus beginnt allerdings die Abwanderung der Kelten. Die Hauptgründe dafür waren die Konkurrenz aus dem benachbarten Reichenhall. Dort standen noch ausreichend Solequellen zur Verfügung. Weiters entwickelten sie eine neue Technologie der Versiedung. (Bereits ähnlich den wesentlich später auftretenden Sudpfannen).

Es folgt die teilweise Stilllegung des Bergbaues.

15 v. Chr. fielen die Römer ein. Das keltische Königreich NORICUM wurde teils durch Kämpfe, teils friedlich dem römischen Reich eingegliedert. Dieses reichte bis an die Donau und wurde dort durch

einen Grenzwall, dem LIMES geschützt. Dadurch gingen auch die böhmischen Absatzmärkte für das Salz verloren. Der Salzbedarf innerhalb des römischen Reiches wurde durch Meersalz gedeckt, das über das gut ausgebaute Straßensystem nahezu problemlos transportiert werden konnte.

Mitte des 1. Jahrhunderts nach Christus wurde die Salzproduktion erstmals gänzlich eingestellt. Diese Pause sollte bis ins hohe Mittelalter andauern.

Im Jahre 488 n. Chr. erfolgte der Abzug der Römer. Ab diesem Zeitpunkt war Reichenhall für die Salzversorgung verantwortlich. Die bayrischen Herzöge waren die Hauptinitiatoren für den Aufschwung des Reichenhaller Salzes. Die Bayern hatten quasi bis Ende des 12. Jahrhunderts eine Monopolstellung.

## 2.2 Das Mittelalter

### Hallein

Um 1185 kam es zur erneuten Aufnahme der Salzproduktion auf dem Dürrenberg. Nach dem Vorbild der Natur entwickelten die mittelalterlichen Bergleute eine neue bahnbrechende Technologie. Die Knappen dieser Zeit erzeugten erstmals auf künstlichem Wege Sole. Dies erfolgte anfangs durch Zuleitung von Süßwasser im obertägigen Bereich. Etwas später wurde diese Technologie auch im Berginneren, also untertage angewendet. Es wurde das LAUGVERFAHREN in sogenannten SINKWERKEN entwickelt.

Die Salzburger Erzbischöfe hatten maßgeblichen Anteil am Aufschwung des Dürrenberger Salzes. Durch die alleinige Herrschaft über die Salzach (wichtigste Verkehrsverbindung der damaligen Zeit), wurde man binnen kürzester Zeit wieder Marktführer im gesamten Ostalpenraum und lief so den Reichenhallern den Rang ab.

Um diese Zeit entstand auch die Saline in Hallein. Sie wird 1198 erstmals urkundlich erwähnt. Der Standort Hallein bot sich vor allem aus geographischen Gründen an, da dieser Ort direkt an der Salzach gelegen ist. Dies erleichterte einerseits den Export des erzeugten Salzes, andererseits diente der Fluß noch zum Antransport von Brennholz, das in rauen Mengen zur Befuerung der Sudpfannen nötig war.

Seit dieser Zeit wurden am Dürrenberg 11 Horizonte erschlossen, deren Seitenstollen zu ca. 300 Sinkwerken führen. Das Stollensystem erreichte mit ca. 30 Kilometern Länge sein Maximum. Heute sind davon noch etwa 20 Kilometer begehbar. Die Besonderheit dieses Stollensystems liegt darin, dass sich 2/3 davon unter bayrischem Gebiet befinden. In früherer Zeit führte diese Tatsache immer wieder zu Unstimmigkeiten, ja sogar zu kriegerischen Auseinandersetzungen.

Dieser grenzüberschreitende Bergbau wurde zwischen den Reichsfürstentümern Salzburg und Berchtesgaden erstmals 1271 und definitiv 1627 geregelt.

Nach dem Anschluß der Fürstprobstei Berchtesgaden an das Königreich Bayern und des Erzstifts Salzburg an das Kaiserreich Österreich in den Jahren 1810 bzw. 1816 fand diese Besonderheit im Rahmen der Salinenkonvention von 1829 ihre bis heute gültigen Bestimmungen.

### Hallstatt und Aussee

777 n. Chr. wird die Salzerzeugung in Oberösterreich erstmals urkundlich erwähnt. Bayernherzog Tassilo III stiftet dem Kloster Kremsmünster eine Salzpfanne. 1147 wird das Salzbergwerk Altaussee erstmals urkundlich erwähnt. Ottokar III schenkte 1147 dem Zisterzienserstift Rein zwei Salzpfannen in Aussee. Die ersten Salinen im Salzkammergut sind entstanden.

### Saline

Aus bereits erwähnten Gründen entstand am Fuße des Dürrenbergs in Hallein eine Saline. Die Sole wurde mittels Rohrleitungen aus Holz ins Tal zur Saline befördert. Die Überwachung dieser „Pipeline“ oblag den WASSERKNECHTEN.

Das Herzstück der Saline bildeten die sogenannten PFANNHÄUSER mit ihren hufeisenförmigen Sudpfannen. Deren Durchmesser betrug bis zu 18 Meter. Diese wurden jeweils am Sonntag beheizt. Ab Montag wurde die Sole eingelassen. Von nun an wurde bis am Samstag zu mittag rund um die Uhr Sole versotten.

An einer Pfanne waren 15 Arbeiter beschäftigt. Diese Sudpfannen wurden von unten befeuert. Das Wasser verdunstete und der so entstandene Salzbrei wurde alle 2 Stunden abgezogen und in Holzbehälter, die PERKUFEN gepresst. Nach Abzug dieser Perkufen, wurden die entstandenen Salzstöcke auch FUDER genannt. Diese wurden in Dörrhäuser, sogenannte PFIESELN getragen und im Laufe von 10 Tagen getrocknet und ausgehärtet.

1 Fuder hatte ein Gewicht von 56 - 60 kg, je nach Feuchtigkeitsgehalt des Salzes.

Wöchentlich wurden auf diese Weise 12 Pfund Salz erzeugt. Ein Pfund entsprach 240 Fuder. Umgerechnet wurden auf diese Weise wöchentlich 160 Tonnen Salz erzeugt.

Die Betriebsaison dauerte von Ende Februar bis Weihnachten, also ungefähr 40 Wochen. Im Jänner und im Februar wurden die Anlagen überprüft und generalüberholt.

Für die Befuerung wurden Unmengen an Holz benötigt. Dieses Fichtenholz wurde in Form von Drehlingen (1,2 Meter Länge) entlang der Salzach flußabwärts heran getriftet. In Hallein wurde es mittels RECHEN aus dem Wasser gefischt, getrocknet, gespalten und aufgeschlichtet.

Wäre der Jahresbedarf an Holz aus dem Jahre 1590, in dem die Saline mit über 30.000 Tonnen ihr frühzeitliches Produktionsmaximum erreichte, auf einmal aufgeschlichtet worden, so wäre der Holzstoß bei 1,2 Metern Breite und einer Höhe von 1,8 Metern über 60 Kilometer lang gewesen.

### Salzkriege

Um das Salz gab es schon seit jeher Streitigkeiten, ja sogar kriegerische Auseinandersetzungen. So stritten sich Bayern und Habsburger um die Vormachtstellung im mitteleuropäischen Raum mit seinen Absatzmärkten in Böhmen und Mähren. Zum Schutz des Hallstätter Salzbergwerkes erbaute Albrecht I 1284 den Rudolfsurm, einen Wehrturm am Fuße des Hochtals. 1297 kommt es zum Frieden von Wien und der Salzkrieg wird zum Vorteil der Habsburger beendet.

In einer Urkunde des Klosters Traunkirchen aus dem Jahre 1305 steht zu lesen, dass diesem Kloster seit der Gründung 1020 Einkünfte aus dem Salzbergbau zustehen.

Damit war das Kloster abgefertigt und der Landesfürst hat das alleinige Recht an der Hallstätter Saline. 1311 erhielt Hallstatt das Marktrecht und das Salzwesen wurde neu geordnet. Der Staat übernahm das Salzwesen in Hallstatt und Aussee. Der Landesherr war in seinem „Salzkammergut“ gleichzeitig Grundherr. Der Stand der „Salzfertiger“ entstand. Diese übernahmen Produktion und Transport des Salzes und waren dem Staat gegenüber zu gewissen Diensten verpflichtet.

### Transport

2/3 des Hallstätter Salzes verließ die Saline mittels Schiffen entlang der Traun. Etwa 1/3 wurde mittels Fuhrwerken auf dem Landweg abtransportiert.

Um 1500 vollbringt der Wald- und Forstmeister Thomas SEEAUER bei der Gewässerregulierung herausragende technische Leistungen. Eine seiner Meisterleistungen war die Konstruktion der Klause in Steeg, die das Wasser des Hallstättersees aufstaute und dann die schwerbeladenen Salzschiffe mit einem Wasserschwall durch sämtliche Untiefen ungefährdet die Traun abwärts schickte.

1595 wurde ein weiteres bedeutendes Bauwerk in Angriff genommen. Der Bau der 40 Kilometer langen Soleleitung von Hallstatt nach Ebensee. 1607 wurde der Bau dieser ältesten Pipeline der Welt, die aus ca. 13.000 durchbohrten Baumstämmen bestanden hat, abgeschlossen.

### „Mann im Salz“ - Gräberfeld

Etwa zu dieser Zeit entdeckte man am Dürrnberg zwei „Männer im Salz“. Den ersten 1573, den zweiten im Jahre 1616. Auch in Hallstatt wurde 1734 eine durch das Salz wohlkonservierte Leiche im Kilb Werk gefunden. Jedoch kaum ans Tageslicht gebracht, begannen alle 3 Zeugen der Vergangenheit schnell zu verwesen und so ist man heute noch immer auf die Aufzeichnungen der damaligen Zeit angewiesen.

1846 fand ein weiterer Meilenstein der Hallstätter Geschichte statt. In diesem Jahr entdeckten Arbeiter bei der Schottergewinnung in der Nähe des Rudolfsurmes altertümliche Reste. Johann Georg RAMSAUER, der Bergmeister der damaligen Zeit, untersuchte das Aushubmaterial und fand



Metallteile, Menschenknochen und ganze Skelette. Das heute weltberühmte Hallstätter Gräberfeld wurde entdeckt. Die Forschungsarbeit von Ramsauer dauerte 17 Jahre. Ramsauer war auch der Pionier, was die Ausgrabungstechnik anbelangt. Erstmals werden exakte Protokolle geführt. Datum, Nummer, Beschreibung der Fundgegenstände, Fundumstände und Grabtiefe wurden dabei festgehalten. Wissenschaftliche Fotografie gab es noch nicht, also ließ Ramsauer Fundumstände und Grabsituation in Aquarellen und Skizzen festhalten. In 980 Gräbern wurden 19.497 Objekte geborgen: Skelette, Gürtel, Nadeln, Halsbänder, Ohrgehänge, Dolche, Speerspitzen, Beile, Fibeln...

Die reichen Grabbeigaben wie zB. Bernstein, Gegenstände aus Elfenbein... lassen auf regen Handel mit dem Salz schließen.

Aber die Bemühungen Ramsauers und seines engsten Mitarbeiters Isidor ENGL, auch die spätere wissenschaftliche Leitung durch den Direktor des kaiserlichen Antiken Kabinetts konnte nicht verhindern, dass viele der Skelette zerfielen und Fundgegenstände in falsche Hände gelangten. Bis heute erhaltene Funde aus dem Gräberfeld sind im Prähistorischen Museum in Hallstatt, im Oberösterreichischen Landesmuseum und vor allem im Naturhistorischen Museum in Wien zu sehen.

## 2.3 Die Neuzeit

1806 -1809 erstmalige Zugehörigkeit Salzburgs zu Österreich

1816 endgültige Eingliederung Salzburgs ins Habsburgerreich

Salinenkonvention 1829

Dieser „Staatsvertrag“ wurde zwischen dem Königreich Bayern und dem Kaiserreich Österreich abgeschlossen. Dieser erlaubte den Dürrnberger Knappen auch den Abbau von Salz unter bayrischem Gebiet. Im Gegenzug dazu erhielten die Bayern Holzrechte auf österreichischem Staatsgebiet in den sogenannten Saalforsten rund um Lofer. Diese Salinenkonvention hat auch heute noch ihre Gültigkeit, sie wurde lediglich im Jahre 1957 überarbeitet und ist der älteste noch gültige Staatsvertrag.

Industrialisierung:

- 1864 Holzsoleleitungen werden durch Gusseisenleitungen ersetzt
- 1869 Die Fassverpackung (Halleiner Kufen) wird durch Jutesäcke ersetzt.
- 1872 Kohle diente anstatt Holz als neues Befeuerungsmaterial. Zahlreiche Trift- und Rechenarbeiter verloren dadurch ihren Arbeitsplatz
- 1894 Beginn der Elektrifizierung. Die Hauptstollen wurden elektrisch beleuchtet. Weiters kamen erste elektrische Schlagbohrgeräte zum Einsatz.  
Durch diese Modernisierungsmaßnahmen verloren viele Arbeiter ihren Arbeitsplatz.
- 1850 Die Salinentrift endete durch die Trennung des Salinen- und Forst Ärars. Die Saline musste ab diesem Zeitpunkt das Holz kaufen.

Der Anfang des 20. Jahrhunderts war von Krisen geprägt. Das Habsburgerreich zerfiel durch den ersten Weltkrieg.

Im Zuge der Gründung der 1. Republik im Jahre 1918 wurde das Salzwesen wieder verstaatlicht. Außerdem wurde das Salzmonopol wieder eingeführt.

1918 - 1938 1. Republik - Ständestaat

Durch den Zerfall der österreich-ungarischen Monarchie musste die Produktion von Sole und Salz um 50% vermindert werden, da wichtige Absatzmärkte verloren gingen. Aus diesem Grunde wurde 1923 die Belegschaft um ca. 1/3 verringert. 960 Personen verloren ihren Arbeitsplatz.

1926 wurde die Generaldirektion der österreichischen Salinen geschaffen. Die österreichischen Salinen unterstehen somit dem Bundesministerium für Finanzen. Trotz der geringen Produktion der Jahre 1926-1937 konnte ein durchschnittlicher Monopolertrag von 13 Mio öS erzielt werden.

1938 - 1945 „Anschluß“ und 2. Weltkrieg

Die Salinen unterstehen während dieser Zeit dem Reichsministerium für Finanzen. Außerdem kam es zum Verlust des Salzmonopols. 1943 und 1944 erfolgte die Stilllegung der Salinen Bad Ischl und Hallstatt, da die Salzpreise an Deutschland angeglichen wurden und diese beiden Salinen nicht so billig produzieren konnten.

Kunstgüterbergung Altaussee und Bad Ischl

Gegen Ende des 2. Weltkrieges 1944-1945 wurde eine beinahe unüberschaubar große Zahl an Kunstwerken unschätzbaren Wertes in den Salzbergwerken Bad Ischl und Altaussee eingelagert. Während in Bad Ischl vorwiegend Stücke aus den großen Wiener Museen (Kunsthistorisches Museum, Albertina...) gelagert wurden, so wurde in Altaussee die sogenannte Führersammlung sicher verstaut. Plan von Hitler war es, Linz zu Weltruhm zu verhelfen. Daher plante er die Errichtung eines kolossalen Museums für „seine“ Kunstsammlung.

So waren im Salzbergwerk Altaussee berühmteste Kunstwerke aus allen Teilen Europas (Genter Altar, Bilder von Rubens, Breughel, Rembrandt ...) eingelagert.

Als sich der Krieg dem Ende näherte und die Lage der deutschen Wehrmacht beinahe hoffnungslos wurde, befahl Gauleiter Eigruber die Kunstgüter zu vernichten, damit diese nicht dem „kapitalistischen Weltjudentum“ in die Hände fallen würden. Aus diesem Grund ließ der Gauleiter des Gaus Oberdonau im Frühjahr 1945 vier 500 kg Bomben in die Stollen des Salzbergwerkes Altaussee schaffen.

Der damalige Generaldirektor Dr. Emmerich Pöchmüller konnte diese Katastrophe gerade noch verhindern. Am 3. Mai 1945 kam es zur Auslagerung der vier Bomben, am 5. Mai 1945 veranlasste er wohlndosierte Sprengungen, um die Stollen zu den Kunstschatzen unzugänglich zu machen. Einige Tage später endete der Krieg und die Kunstgüter waren somit gerettet und wurden im Laufe einiger Jahre den rechtmäßigen Besitzern restituiert.

1945 - heute (2. Republik)

Das Salzmonopol wird wieder in Kraft gesetzt und die Saline untersteht wieder dem Finanzministerium. Bis 1960 wurde ständig modernisiert, die Soleproduktion wurde auf 1 Mio m<sup>3</sup> erhöht. Auch die Salzproduktion wurde um 60% auf 133.000 Tonnen gesteigert.

Durch die Gründung der EWG (1957) und der EFTA (1959) wurden im Unternehmen bereits Vorkehrungen für einen etwaigen Entfall des Salzmonopols getroffen. So kam es im Jahre 1965 zur endgültigen Schließung der Salinen Bad Ischl und Hallstatt, sowie zur Stilllegung des Bergbaues und der Saline Hall in Tirol. Darüber hinaus wurde ein Aufnahmestop für Mitarbeiter erlassen.

Der Salzabbau wurde weiter modernisiert. Eine neue Form der Solegewinnung wurde durch die BOHRLOCHSONDENTECHNIK geschaffen. Dadurch erfolgte der nasse Abbau von Salz bereits beinahe automatisch.

In den Jahren 1960 - 1970 steigerte sich die Soleproduktion kontinuierlich auf etwa 1,7 Mio m<sup>3</sup>. Die Salzproduktion belief sich zu dieser Zeit auf etwa 265.000 Jahrestonnen.

Trotz dieser Produktionsteigerung, vermochten die österreichischen Salinen ab 1972 keinen Monopolertrag mehr erwirtschaften.

Die Hauptursachen waren die steigenden, vom Unternehmen selbst zu tragenden Pensionslasten, die seit 1951 nicht mehr erhöhten Salzpreise, sowie signifikante Absatzschwierigkeiten.

Daher erfolgte ab 1975 eine erneute innerbetriebliche Umstrukturierung der österreichischen Salinen. Die Generaldirektion wurde von Wien nach Bad Ischl verlegt. Es wurde mit dem Bau einer der modernsten Salinen in Ebensee begonnen. Dadurch wurde die Kapazität auf ca. 400.000 Jahrestonnen

ausgeweitet. Schlußendlich erfolgte 1979 die Umwandlung in eine Aktiengesellschaft. Dadurch war dem Unternehmen die juristische und wirtschaftliche Selbständigkeit gegeben.

Nach Salzimporten, die 1978 und 1979 zur Deckung des Inlandsbedarfes nötig waren, konnte ab 1980, bis auf wenige Ausnahmen, der Salzbedarf Österreichs wieder voll aus eigener Produktion gedeckt werden. Dabei erhöhte sich die Soleproduktion auf 2,3 Mio m<sup>3</sup> und die erzeugte Salzmenge auf 419.000 Jahrestonnen.

Der rückläufige Bedarf an Pfannensalz führte 1983 zur Schließung der letzten Pfannensaline in Bad Aussee. Ab diesem Zeitpunkt erfolgte die Salzproduktion bis 1989 ausschließlich in den Salinen Hallein und Ebensee mittels THERMOKOMPRESSIONSVERFAHREN.

Eine weitere Konzentration der Sole- und Salzerzeugung, sowie der durch einen weiteren Schritt Österreichs in die europäische Integration, zu erwartende Verlust des geschützten Marktes, bedingten 1989 die Stilllegung des Salzbergbaues und der Saline Hallein.

Die nunmehr auf die Salzbergbaue Altaussee, Hallstatt und Bad Ischl konzentrierte Soleproduktion Österreichs liegt bei einer Größenordnung von 2,4 - 2,5 Mio m<sup>3</sup> Sole. Die Salzproduktion nähert sich 500.000 Tonnen jährlich.

Durch den Eintritt Österreichs in die EU, mit Beginn des Jahres 1995, fiel das Salzmonopol endgültig und die Saline mußte dadurch kurzzeitig Einbußen in Kauf nehmen.

Im Frühling des Jahres 1997 wurde die österreichische Salinen AG privatisiert. Durch ein expansives Investitionsprogramm von etwa 150 Millionen Euro stieg die Produktion seit 1997 von 500.000 Jahrestonnen auf mittlerweile 1.130.000 Tonnen pro Jahr. Die Exportquote, vorwiegend nach Osteuropa beträgt durch die Erschließung neuer Märkte bereits nahezu 50%.

### 3. Salzgewinnung anderswo

#### 3.1 Salzgärten (Salzgewinnung aus Meerwasser)

Die Salzgewinnung aus Meerwasser gehört zu den ältesten Verfahren der systematischen Salzerzeugung.

Ähnlich der Entstehung der alpinen Salzlagerstätten, stellt sich bei der progressiven (schrittweisen) Eindampfung von Meerwasser eine bestimmte Abscheidungsfolge der im Meerwasser enthaltenen Salze ein. Deshalb erfolgt die Salzgewinnung aus Meerwasser in mehreren natürlich oder künstlich angelegten Becken. Diese Becken befinden sich an klimatisch und geographisch geeigneten Küstenstreifen.

So wurden Salzgärten vor allem an den flachen Ufern des Mittelmeers, etwa bei Venedig (Italien) oder Piran (Kroatien), aber auch im Delta großer Ströme (z.B. Tiber in Italien, Nil in Ägypten) angelegt.

Für die Salzgewinnung werden drei oder mehr, neben- oder hintereinanderliegende Verdunstungsbecken benötigt. Diese Becken sind über Durchlässe und Schleusen miteinander verbunden.

Im ersten Teich wird das Meerwasser auf eine Dichte von 1,035 g/cm<sup>3</sup> vorkonzentriert. Es werden vor allem karbonatische Verunreinigungen ausgefällt. In einer zweiten Stufe erfolgt die Eindampfung bis zu einer Dichte von 1,133 g/cm<sup>3</sup>. Dabei fällt die Hauptmenge des Gipses aus. In einem dritten Teich wird bis zur NaCl-Sättigung auf eine Dichte von 1,215 g/cm<sup>3</sup> aufkonzentriert. Die gesättigte Sole wird anschließend in ein Kristallisationsbecken gepumpt und bis zu einer Dichte von 1,260 g/cm<sup>3</sup> eingedampft. Dabei beginnt die allmähliche Auskristallisation von Natriumchlorid bereits bei einer Dichte von 1,1218 g/cm<sup>3</sup>. Die reinsten Salzkristalle erhält man im Dichtebereich zwischen 1,225 bis 1,235 g/cm<sup>3</sup>.

Die Magnesium- und Kaliumsalze verbleiben in der sogenannten Mutterlauge und werden ins Meer zurückgeleitet.

Die Salzernte beginnt nach einer Eindampfungsperiode von ca. 6 Monaten. Die Verdunstungsgeschwindigkeit des Wassers aus den einzelnen Salzteichen hängt natürlich von wetterbedingten Parametern, wie Temperatur, Wind und Luftfeuchtigkeit ab.

Die eigentliche Salzernte dauert dann etwa 6 Wochen. Die Salzsicht weist dabei eine Dicke von 15 bis 20 cm auf. Die Salzernte erfolgte früher händisch mittels langstieligen Salzkrücken

(rechenähnliches Werkzeug). Heute erfolgt diese mittels Spezialräumgeräten, mit denen die Salzschiebe abgekratzt wird.

Interessant ist die unterschiedlich rote Farbe der Salzteiche, die schon 2700 vor Christi von den Chinesen beschrieben und mit einer guten Salzernte in Zusammenhang gebracht wurde. Heute weiß man, dass diese Farbe von bestimmten Meerestieren, von Algen und bestimmten Bakterien verursacht wird. Aus 1 m<sup>3</sup> Meerwasser gewinnt man etwa 23 kg Kochsalz. Weltweit werden ungefähr 50 Millionen Tonnen Meersalz erzeugt.

### 3.2 Salzgewinnung aus Quellsole

Die Salzgewinnung aus Quellsole ist im inneralpinen Raum die ursprünglichste Form der Salzgewinnung. Schon vor etwa 3.000 Jahren begann man Quellsole zu versieden. Diese Sole war aber bei weitem nicht gesättigt, sie hatte einen Salzgehalt von maximal 8%.

Der größte Unterschied zur Gewinnung mittels Salzgärten ist, dass man die Verdunstungsenergie, die nötig ist, um das Wasser zu verdampfen und das Salz auszufällen, künstlich zuführt.

So wurden diese salzhaltigen Quellen gefaßt, und in sogenannte Siedehütten geleitet. Dort wurde die Sole in eine Pfanne gefüllt, welche von unten befeuert wurde. Unter der Pfanne brannte ein Strohfeuer, welches gegen Ende des Mittelalters zunehmend durch Holz ersetzt wurde. Zu Beginn des 17. Jahrhunderts gab es die ersten Versuche mit Kohle. Allmählich begann das Wasser zu verdunsten und die Sole wurde immer konzentrierter.

Um diverse Verunreinigungen und Begleitstoffe zu binden, gossen die sogenannten Salzknechte unter der Aufsicht der Salzwirker, Rinderblut in die Sole. Das Rinderblut band die Verunreinigungen, die Sole schäumte auf und dieser Schaum wurde abgeschöpft.

Nun nahmen die Salzwirker und die Knechte das Feuer etwas zurück und der Auskristallisierungsprozess begann. Um das Wachsen der Salzkristalle zu begünstigen wurde Bier in die Sole gegeben.

Anschließend wurde das, auf dem Boden der Pfanne befindliche Salz mittels Schaufeln aus der Pfanne gegeben und in Weidenkörbe gefüllt.

Diese mit Salz gefüllten Weidenkörbe wurden dann zum Trocknen gebracht und anschließend ähnlich einem Pudding gestürzt. Ein solcher Weidenkorb wog etwa 54 Pfund. Zwei dieser Körbe bildeten ein sogenanntes Werk, das in 4 Stunden produziert werden konnte.

### 3.3 Salzgewinnung durch trockenen Abbau

Trifft man Salz in hoher Konzentration an (mehr als 95% Salzgehalt), so kann es trocken abgebaut werden. Dabei wird der sogenannte Bergkern aus dem Berg gesprengt und mittels Loren oder sogar Lastwägen aus dem Berg gefördert. Das dabei entstehende Bruchsalz wird in Fässer gefüllt und ebenso ans Tageslicht befördert.

Dieser Abbau erfolgt sowohl vertikal als auch horizontal, wobei der horizontale Bergbau wesentlich ergiebiger ist, und den Einsatz von modernen Fördermaschinen wesentlich erleichtert.

Solche Bergbaue findet man in Wieliczka (Polen) sowie im Norddeutschen Raum.

Die Aufbereitung des geförderten Steinsalzes erfolgt auf mechanischem Wege durch Zerkleinern (Brechen, Mahlen), Sieben und Sichten.

In Österreich ist der Salzgehalt im Haselgebirge für den trockenen Abbau meist zu gering und so ist nur ein Steinsalzwerk in Altaussee in Betrieb.

## 4. Salzgewinnung in Österreich

Im alpinen Bereich sind sämtliche, bis jetzt erwähnten Abbaumethoden, sieht man von der Quellsolegewinnung ab, aufgrund der Lagerstättenbeschaffenheit nicht durchführbar. Durch die

Gebirgsauffaltung wurde das Salz mit anderen Meeressedimenten wie z.B. Ton und Gips vermischt und teilweise von anderen Gesteinsformationen stark überlagert.

Natürlich traten an manchen Stellen salzhaltige Quellen, sogenannte Salzausbisse zu Tage. Diesen Salzausbissen haben wir auch das Wissen über unsere Lagerstätten zu verdanken.

Aufgrund von Klimaverschlechterungen stieg der Bedarf an Salz, das früher ausschließlich zur Konservierung von Lebensmitteln diente, sprunghaft an. So konnte der Salzbedarf mittels Gewinnung aus Quellsole nicht mehr gedeckt werden und die vorzeitlichen Knappen begannen diesen salzhaltigen Quellen nach zu graben. Der inneralpine Bergbau war geboren.

Begnügten sich die Kelten noch mit Hauklein (kleine Salzsplitter) und später mit Stücksalz, was einem trockenen Abbau entspricht, so entwickelte sich im Mittelalter (Ende 12. Jhd.) eine revolutionäre Abbautechnik.

Nach dem Vorbild der Natur, löste man das Salz mittels Wasser auf und leitete diese künstlich erzeugte Sole aus dem Berg. Der Bergmann bezeichnet dieses Verfahren als „Nassen Abbau“.

Diese neue Technologie wurde aufgrund der technischen Entwicklung der letzten Jahrzehnte immer weiter verfeinert, das Grundprinzip, Wasser in den Berg und Sole aus dem Berg zu leiten, blieb jedoch seit dem Mittelalter das selbe.

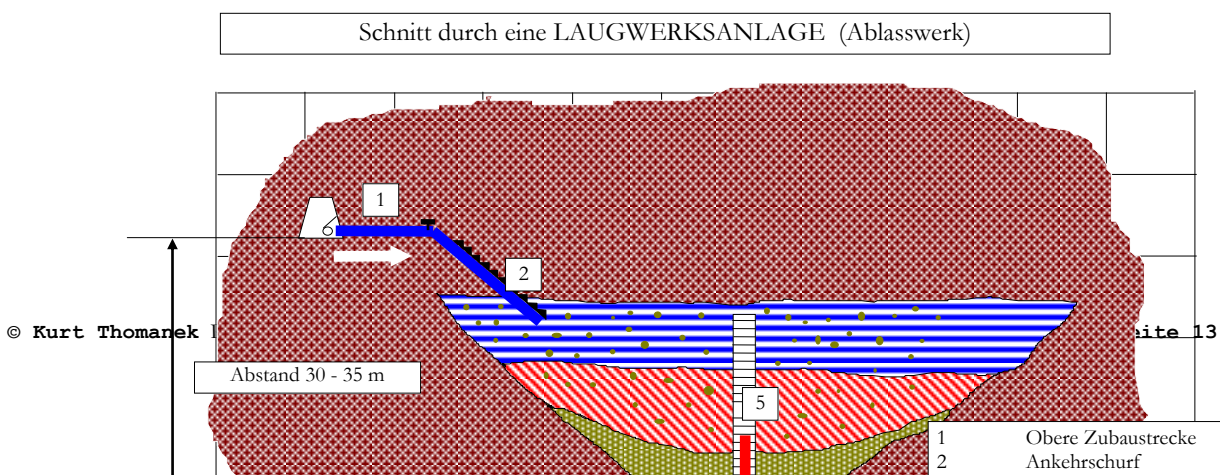
In weiterer Folge, wird auf zwei dieser Methoden näher eingegangen.

#### 4.1 Normalwerk

Im inneralpinen Raum ist eine Menge an Vorarbeiten nötig, um an das begehrte Salz heranzukommen. So müssen zuerst Stollen in das salzhaltige Gestein, das Haselgebirge, eine Mischung aus Ton, Gips, Anhydrit und Salzgestein, vorgetrieben werden. Von diesen Hauptstollen aus werden Nebienstollen weiter in das Haselgebirge vorgetrieben. Am Ende dieser sogenannten Zubaustrrecken trieben die Bergleute schräg nach unten (etwa 45°) verlaufende Stollen vor. In der Bergmannssprache werden solche schrägen Verbindungsgänge als Schurf bezeichnet.

Am Ende dieses Schurfes, erzeugten die Bergmänner mechanisch einen kleinen Hohlraum, die sogenannte Laugkammer. Mittels eines Schachtes (vertikaler Stollen) wurde dieser Hohlraum mit dem darunterliegenden Stollensystem verbunden.

Waren diese aufwendigen Vorarbeiten abgeschlossen, so wurde in die Laugkammer ein Rohrleitungssystem eingeführt. Anschließend wurde der Werkshohlraum mit Wasser gefüllt. Das Wasser begann nun, das Salz aus dem Gestein zu laugen. Das wasserunlösliche Gestein, der Bergmann bezeichnet es auch als taubes Gestein, fiel zu Boden und bildete am Grund dieser Laugkammer eine wasserundurchlässige Schutzschicht. So vermochte das Wasser nur an den Seitenwänden und an der Decke dieser Laugkammer Salz aus dem Gestein zu laugen. Nach 4 bis 6 Wochen, je nach Salzgehalt des Gesteins wurde das Wasser zur Sole. Diese vollgrädige Sole (ca. 29% Salzgehalt) vermochte kein Salz mehr aufzunehmen und wurde mittels Rohrleitungen aus dem Berg, in die Saline geleitet.





In der Saline wurde diese künstlich erzeugte Sole in sogenannten Sudpfannen erhitzt, das Wasser verdunstete und das Salz setzte sich am Boden dieser Pfanne ab. (vgl. Salzgewinnung aus Quellsole).

Wurde diese Sole aus der Laugkammer wieder nach oben gepumpt, so spricht der Bergmann von einem Pumpwerk, wurde die Sole in den nächsttieferen Stollen abgelassen, so spricht der Bergmann von einem Ablasswerk. Dann war allerdings ein Einseih- oder Ablasskasten von Nöten. Dieser erfüllte einen ähnlichen Zweck wie der Stoppel einer Badewanne. Dieser Kasten war aus Holz und schützte das Rohrleitungssystem vor Verstopfungen.

War die ganze Sole abgelassen, so begann derselbe Vorgang von Neuem. Auf diese Weise wurde diese Laugkammer immer größer und wanderte langsam, durch die Ablagerungen des tauben Gesteins, dem sogenannten Laist, von unten nach oben. Durch diese Laist Ablagerungen musste der Einseihkasten zwangsläufig immer weiter nach oben gezimmert werden, um ein Verstopfen des Rohrsystems, über welches die Sole abgeleitet wurde, zu verhindern.

Ein solches Werk konnte ca. 15 Jahre in Betrieb bleiben. Nach dieser Zeit reichte es bis auf etwa 8 Meter an das darüberliegende Stollensystem heran, und mußte stillgelegt werden, um die Statik des Grubengebäudes nicht zu gefährden.

## 4.2 Bohrlochsondenmethode

Seit 1965 wurde diese Methode von der Bohrlochsondenmethode verdrängt. Aufgrund der geringeren Vorarbeiten, der größeren Tiefe (Tiefe Normalwerk etwa 35 Meter - Bohrlochsondenmethode bis zu 700 Meter) und der damit verbundenen längeren Betriebszeit, ist diese Methode wesentlich kostengünstiger.

Dazu wird untertage von einem Nebenstollen aus ein bis zu 700 Meter tiefes Bohrloch mit einem Durchmesser von 20 cm abgeteuft (in das Haselgebirge gebohrt). In dieses Bohrloch wird ein doppeltes Rohrsystem, mit unterschiedlichen Durchmessern eingebaut. Durch den so entstandenen Ringraum wird das Wasser mittels Pressluft nach unten gepresst, und der Lösevorgang am salzhaltigen Gebirge kann beginnen. Da kein Anfangshohlraum (Initialhohlraum) vorhanden ist, muss das Gebirge am Anfang der Spülphase einen Mindestsalzgehalt von 60% aufweisen, damit ein genügend großer Hohlraum für den späteren Laugprozess geschaffen werden kann.

Ist der Hohlraum groß genug, kann mit der eigentlichen Solegewinnung begonnen werden. Gleich dem Normalwerk, laugt das eingeleitete Wasser Salz aus dem Gestein. Die so entstehende Sole hat ein höheres spezifisches Gewicht und sinkt zu Boden. Die gesättigte Rohsole, wird durch den vorhandenen Überdruck durch die Innenrohrkolonne, welche die Äußere Kolonne an Tiefe überragt, automatisch hochgedrückt.

Die wasserunlöslichen Bestandteile sinken gleich dem Normalwerk als Werkslaist auf den Grund dieser Laugkaverne.

Mit fortschreitender Auslaugung wandert der Hohlraum, dessen Form mittels Echolot und Computer dauernd überwacht wird, ständig von unten nach oben.

Dieses Verfahren ermöglicht eine weitgehend automatische und kontinuierliche Solegewinnung. Südlich von Bad Ischl wird mit dieser Methode seit 1987 von Obertage aus das darunterliegende Salzlager abgebaut.

Auf diese Weise werden momentan beinahe 3,4 Millionen m<sup>3</sup> Sole erzeugt. Diese Menge entspricht einer Jahresproduktion von ca. 1.130.000 Tonnen Salz.

## 5. Salz - Was ist das?

Um die innere Struktur des Kochsalzes besser verstehen zu können, ist es unerlässlich etwas näher auf die chemische Beschaffenheit einzugehen.

Salze oder salzartige Stoffe bestehen aus mindestens zwei chemischen Grundstoffen, sogenannten Elementen. Eines dieser Elemente ist immer ein Metall, das andere Element ein Nichtmetall. Im Falle des Kochsalzes sind dies die Elemente Natrium (Metall) und Chlor (Nichtmetall). Die chemische Bezeichnung lautet daher Natriumchlorid. Die chemische Formel lautet Na<sup>+</sup> Cl<sup>-</sup>. Der gebräuchliche Name lautet Kochsalz.

Die beiden Vorzeichen (+/-) weisen darauf hin, dass die beiden Elemente in Ionenform auftreten.

Unter einem Ion versteht man ein selbständiges Teilchen, von dem verhältnismäßig starke elektrische Kräfte ausgehen. Diese Kräfte wirken gleichmäßig nach allen Richtungen des Raumes. Das ist wichtig, denn ein Natrium-Ion kann ein Chlorid-Ion anziehen und binden, ohne daß sich beide Ionen verbinden. So bleiben auch nach der Bildung eines Ionenpaares die Anziehungs- bzw. Abstoßungskräfte, der einzelnen Ionen gegenüber anderen Ionen, erhalten. Es kommt daher zum Aufbau eines Kristallgitters. Kochsalz ist ein solcher Ionenkristall.

Da der Kristall als ganzes ungeladen (elektrisch neutral) ist und da jedes einzelne Natrium-Ion eine positive, jedes Chlorid-Ion eine negative Ladung trägt, muss der Kristall diese Ionen zwangsläufig im selben Zahlenverhältnis enthalten.

Wie bereits erwähnt besteht Kochsalz aus den beiden Elementen Natrium und Chlor. Das Element Natrium ist ein weiches (lässt sich sogar mit einem Messer schneiden), sehr aggressives Alkalimetall. Der Grundstoff Chlor ist ein gelb-grünes stechend riechendes Gas, das unter anderem zur Wasserdesinfektion verwendet wird. Der typische Schwimmbadgeruch ist auf Chlor zurückzuführen.

Kochsalz als Verbindung dieser beiden Elemente, weist jedoch keine dieser Eigenschaften auf. Dies ist in der Chemie jedoch nichts Besonderes. Verbindungen von mehreren Elementen weisen oft ganz andere Eigenschaften auf, als deren Grundstoffe.

So etwa ist reines Kochsalz farblos, in Pulverform weiß und hat die Härte 2 in der 10-teiligen Moos'schen Härteskala. (Talg - Härte 1 ..... Diamant - Härte 10)

Salzkristalle bilden würfelförmige (kubische) Kristallgitter. Dabei beträgt die Kantenlänge einer Elementarzelle eines Halitkristalles, auch Gitterkonstante genannt, den charakteristischen Wert von 5,64 Angström, das sind 0,000000564 cm! Das bedeutet, dass eine Kristallkante eines Salzkristalls mit 1cm Kantenlänge aus rund 36 Millionen Natrium- und Chlorionen aufgebaut wird.

Aufgrund dieses hochsymmetrischen Kristallgitters, schmilzt Kochsalz erst bei einer Temperatur von 801° Celsius, da diese Gitterstruktur erst durch die thermischen Kräfte aufgebrochen und zerstört werden muß.

Im Gegensatz dazu gelingt es Wasser relativ leicht diese homogene Kristallstruktur aufzubrechen.

Kochsalz ist in Wasser gut, in Alkohol wenig und in Benzin unlöslich.

## 6. Weiterverarbeitung der Sole in der Saline Ebensee

Wie bereits in einem der vorangegangenen Kapitel erwähnt, eignet sich aufgrund der Topologie der inneralpinen Lagerstätten und des relativ geringen Salzgehaltes im Haselgebirge nur der nasse Abbau dieser Salzlagerstätten. Die durch den nassen Abbau entstandene Sole ist daher als Zwischenprodukt anzusehen. Um zum Endprodukt zu kommen ist daher noch ein weiterer, relativ aufwändiger,

Arbeitsgang notwendig. Die Sole musste und muss noch immer versotten werden. Die Technologie hat sich im Laufe der letzten Jahrhunderte natürlich verändert, das Prinzip blieb jedoch immer das Selbe. Die Sole wird erhitzt, das Wasser verdunstet und das Salz fällt aus.

Bei der modernen Siedesalz-Erzeugung muss die Rohsole jedoch noch von sämtlichen Schweb- und anderen Begleitstoffen gereinigt werden.

## 6.1 Solereinigung

Als man begann, von Pfannensalinen auf modernere Technologien wie z.B. Vakuum- oder Thermokompressionsanlagen umzusteigen, traten große Anfangsschwierigkeiten auf. Diese Probleme waren auf die, in der Rohsole gelösten Verunreinigungen zurückzuführen.

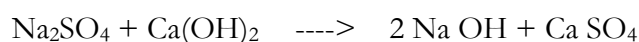
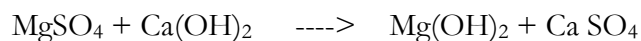
Bei der Eindampfung der ungereinigten Sole kam es zur Ausbildung von schwer löslichen Gips und Karbonatbelägen, die eine isolierende Schicht in den Solevorwärmern und Verdampfern hinterließen und auf diese Weise bereits nach kurzer Zeit einen Wärmeaustausch unterbanden.

Aufgrund dieser Tatsache wurden verschiedene Solereinigungsverfahren entwickelt. So wurde mit einer Teilreinigung der Rohsole durch Zusatz von Soda begonnen. Heute wird nach einem kontinuierlich arbeitenden Solereinigungsverfahren gearbeitet.

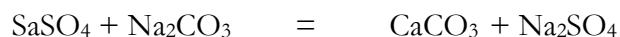
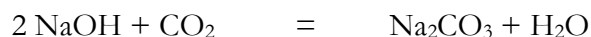
Die bei der Siedesalzerzeugung verarbeitete gesättigte (ca. 29% Salzgehalt) Sole wird mittels unterirdischer Laugprozesse in den Salzlagerstätten Altaussee, Hallstatt und Bad Ischl gewonnen. Der Anteil der darin gelösten Nebensalze und Verunreinigungen ist daher lagerstättenabhängig und weist große Schwankungen auf.

Die Rohsole enthält im wesentlichen Natrium- und Chlorid-Ionen und als Nebensalze Sulfat-, Magnesium-, Calcium- und Kaliumionen. In Spuren lassen sich noch eine Reihe anderer Elemente und Verbindungen wie Bromid, Lithium, Strontium, Ammonium ... nachweisen.

Die chemische Vorbehandlung oder Solereinigung bezweckt die vollständige oder teilweise Fällung der in der Sole gelösten Nebenbestandteile und erfolgt in einem 2-stufigen Prozeß. Insbesondere die Erdalkalisalze des Calciums und Magnesiums, die sich in Form von Sulfaten und Karbonaten als fester Belag an den Siederohren der Wärmetauscher und Verdampfer ablagern und somit den Wärmedurchgang unterbinden, werden im ersten Prozess durch Zugabe von Ätzkalk (CaO) ausgefällt.



Die nun klare Sole wird in die für den zweiten Solereinigungsprozess vorgesehenen Reaktoren gepumpt. Hier erfolgt durch Einblasen von Kohlendioxid die Umsetzung der Natronlauge (NaOH) zu Soda. Darüberhinaus erfolgt die Fällung der in der Sole gelösten Calcium-Ionen als unlösliches Calciumkarbonat.



Die auf diese Weise gereinigte Sole kann nun dem Verdampfungsbetrieb zugeführt werden.

## 6.2 Prinzipschema der Thermokompressionsanlage in Ebensee

Der Name dieser Anlage setzt sich aus den beiden Worten Thermo, was zu deutsch Wärme und Kompression, was soviel wie zusammendrücken heißt, zusammen. Auf dieser Basis funktioniert auch diese Maschine.



Die Sole wird in großen Verdampfern erwärmt. Dadurch erfolgt eine Aufkonzentration der Sole. Wasser verdampft und Salz wird ausgefällt.

Der im Verdampfer entstehende Dampf wird in einem Wäscher durch Einsprühen von Kondensat von den mitgeführten Soletröpfchen gereinigt. Dieser gereinigte Dampf wird anschließend in einem Kompressor komprimiert (zusammengedrückt). Durch diesen, auf den Dampf ausgeübten Druck, erwärmt sich dieser Dampf zusätzlich. Dieser „aufgewertete Dampf“ steht nun wieder als Heizdampf zur Verfügung und gibt seine Wärme mittels Heizkammern, an die bis auf 98° Celsius vorgewärmte Reinsole ab. Das in den Heizkammern anfallende Kondensat wird in den Solevorwärmer abgeleitet und hilft so wieder mit die Reinsole auf etwa 98° C zu erwärmen.

Das in diesen Solevorwärmern anfallende Kondensat, das eine Temperatur von etwa 30° Celsius aufweist, wird als Kesselspeisewasser, als Waschwasser oder für die Erzeugung von destilliertem Wasser verwendet. Vereinfacht ausgedrückt arbeitet diese Anlage nach dem Prinzip der Wärmepumpe, da die vorhandene Restwärme für weitere Vorwärmeprozesse verwendet wird. Dadurch konnte der Wirkungsgrad dieser Anlagen wesentlich erhöht, sowie der Energieverbrauch gegenüber von Pfannensalinen um das 17-fache vermindert werden.

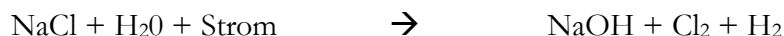
Der in der Solereinigung anfallende Schlamm wird mittels Schlammlleitungen und LKW Transporten wieder zu den ursprünglichen Salzlagerstätten transportiert und in aufgelassene Werke gepumpt.

Der durch Aufkonzentration der Sole in den Verdampfern erzeugte Salzbrei wird den Zentrifugen zugeführt, wo er auf einen Feuchtigkeitsgehalt von etwa 2% ausgeschleudert wird (vgl. Wäscheschleuder). Je nach Verwendungszweck wird das Salz entweder in einem Trockner auf eine Restfeuchte von < 0,05% getrocknet, oder im zentrifugenfeuchten Zustand dem Salzlager bzw. der Versackungsanlage zugeführt.

### 6.3 Anwendungsgebiete des Salzes

Salz ist ein wichtiger Grundstoff für verschiedenste Werkstoffe. So benötigt man Salz etwa zur Erzeugung von Kunststoffen, Glas und Aluminium. Ein nicht unbeträchtlicher Teil unserer Produktion geht als sogenanntes Industriesalz in diese Bereiche.

Darüberhinaus wird ein großer Teil unseres Salzes in der chemischen Industrie verarbeitet. Dabei wird das Salz mittels Elektrolyse in Natronlauge (NaOH) und Chlor (Cl<sub>2</sub>) aufgespaltet.



Chlor ist ein wichtiger Bestandteil vieler Kunststoffarten. Außerdem wird es noch zur Wasseraufbereitung und zur Wasserdesinfektion verwendet. Als Hilfsstoff und Reaktionspartner benötigt man Chlor noch zur Erzeugung von Farben und Lacken, sowie für den Pflanzenschutz und für Arzneimittel.

Natronlauge findet vor allem in der Aluminiumerzeugung Anwendung. Darüberhinaus dient es als Bleichmittel in der Papierindustrie, sowie als Grundstoff für die Seifen- und Waschmittelproduktion. Eine Umwandlung von Natronlauge in Soda ist ohne weiters möglich, und erfolgt je nach Marktbedarf. Soda benötigt man vor allem in der Glaserzeugung, denn Glas entsteht durch Verschmelzung von Soda, Kalk und Quarzsand.

Der als Nebenprodukt entstehende Wasserstoff (H<sub>2</sub>) wird vor allem in der Metallurgie und zur Erzeugung von Salzsäure (HCl) und Computerchips verwendet.

Ungefähr ein Drittel des erzeugten Salzes (350.000 Tonnen), kommt als Streu- oder Auftausalz auf Österreichs Straßen.

Etwa 300.000 Tonnen, kommen als Speisesalz in den Handel. Die Produktpalette reicht vom „normalen“ Tafelsalz über verschiedene Speziälsalze bis hin zu Gewürzsalzen. Das Speisesalz wird im Nachhinein mit diversen Mineralstoffen und Spurenelementen, wie Jod und Fluor angereichert.

Nachdem nicht nur der Mensch, sondern auch das Vieh Salz für den täglichen Bedarf benötigt, erzeugt unser Unternehmen auch Lecksteine, welche mit Vitaminen und Mineralstoffen angereichert sind. Diese Lecksteine werden vor allem für das Nutztvieh, wie etwa Rinder und Schafe, verwendet.

Für das Hoch- bzw. Dammwild, wird der im Steinsalzwerk Altaussee gewonnene Bergkern verwendet. Als Bergkern bezeichnet der Bergmann Steinsalz mit einem Salzgehalt von nahezu 100%. Dieser ist meist rot gefärbt, was auf Spuren von Eisenoxyd zurückzuführen ist.

Dieser Bergkern wird auch vermahlen und nach Fraktionen getrennt als Natursalz an den Endkunden und an Wiederverkäufer vertrieben.

Anhand dieser Auflistung, der wichtigsten Einsatzgebiete von Natriumchlorid, kann man den Stellenwert des „Weißen Goldes“ sicher besser ermessen.

Aufgrund dieser Tatsachen hat der Satz „Salz ist Leben“ seine Berechtigung und ist sicher nicht zu hoch gegriffen.

## 7. Salz und Gesundheit

Alles Leben ist aus dem Meer entstanden. Wissenschaftler sehen darin den Hauptgrund, dass in jeder Zelle und somit in jedem Organismus, in Anpassung an diesen ehemaligen Lebensraum, Salz enthalten ist.

Salz ist für unseren Organismus, wie für alle Lebewesen auf Gottes Erdboden, von existentieller Bedeutung. Der menschliche Körper besteht zu etwa 60% aus Wasser. Ohne Salz würde unser Körper vertrocknen, da er Wasser nur mit Hilfe des Natriums binden kann. Natrium und Chlorid sind auch für den richtigen osmotischen Druck innerhalb unseres Körpers hauptverantwortlich. Unter diesem osmotischen Druck versteht man das Gleichgewicht der Körperflüssigkeiten innerhalb und außerhalb der Zellen. Weiters sorgen diese beiden Mineralien ebenso für den Knochenaufbau, die Muskulatur und für Nervenimpulse.

Der Mensch verliert täglich Flüssigkeit. Dies erfolgt in Form von Schweiß, Stuhlgang, Harn und Tränenflüssigkeit. Kostet man einmal seinen Schweiß, so wird man merken, daß diese Flüssigkeit salzig schmeckt. Das heißt der Mensch verliert nicht nur Wasser sondern auch die darin gelösten Salze und Mineralstoffe. Schon nach kurzer Zeit des Schwitzens stellt sich das erste Durstgefühl ein. Der Körper verlangt nach Wasser, Mineralstoffen und Salz.

So ergibt sich ein durchschnittlicher Bedarf an Flüssigkeit von etwa 2 - 3 Liter und ein damit verbundener Salzbedarf von 5 bis 6 Gramm pro Tag. Mittels ungewürzten Speisen kann dieser tägliche „Salzhunger“ nicht abgedeckt werden. Es muss gesalzen werden. Vor allem im Spitzensport oder bei hoher körperlicher Anstrengung sind der Wasser- und der damit verbundene Salzverlust wesentlich höher. Übersieht man die rechtzeitige Zufuhr von Flüssigkeit, Mineralstoffen, Vitaminen und Salzen, so kommt es zuerst zu Muskelverkrampfungen, später zu Blutdruckschwankungen und Kreislaufproblemen. In extremen Fällen können derartige Mängel sogar bis zum Tod führen. Somit kann man durchaus sagen: „Salz ist Leben, denn Leben braucht Salz!“

### 7.1 Meersalz contra Siedesalz

Mit dieser Frage wird man in Zeiten wo Bioprodukte und dergleichen immer mehr Marktanteile verbuchen, immer häufiger konfrontiert. Zusätzlich wird Meersalz von diversen „Fernsehköchen“ und Haubenlokalen propagiert. Aufgrund dieser Tatsachen glauben viele Menschen, daß Meersalz gesünder als Siedesalz ist.

Läßt man jedoch die Entstehungsgeschichte der alpinen Salzlagerstätten revue passieren, so liegt auf der Hand, dass auch unser Steinsalz nichts anderes als urzeitliches Meersalz ist. Zudem entstanden die alpinen Salzlagerstätten zu Zeiten, wo Umweltverschmutzung noch kein Thema war. Das heißt vor 200 Millionen Jahren war die Güte des Meerwassers sicher besser als heute. Man denke nur an die Abwässer, an den weltweiten Schiffsverkehr auf den heutigen Meeren, Bohrsinkelkatastrophen, die in der Luft enthaltenen Schadstoffe und dergleichen.

Im Vergleich dazu ruhen die inneralpinen Lagerstätten, durch andere Gesteine von der Umwelt abgeschlossen seit vielen Jahren unberührt im inneren unserer Salzberge.

So enthalten Meersalze im Vergleich zum Siedesalz wesentlich mehr Verunreinigungen und Schwermetalle:

		<i>Meersalz</i>	<i>Siedesalz Ebensee</i>
<b>Blei</b>	(Pb)	0,2 - 1,8 mg / kg	0,008 - 0,016 mg / kg
<b>Cadmium</b>	(Cd)	0,0004 - 0,009 mg / kg	< 0,0004 mg / kg
<b>Magnesium</b>	(Mg)	< 0,04 mg / kg	< 0,0004 mg / kg
<b>Arsen</b>	(As)	0,02 - 0,03 mg / kg	< 0,01 mg / kg
<b>Kupfer</b>	(Cu)	0,05 - 0,4 mg / kg	0,002 - 0,3 mg / kg

Es soll damit nicht gesagt werden, daß der Konsum von Meersalz gesundheitsschädlich ist, denn die Meersalze entsprechen durchaus dem Codex für Speisesalz.

Aber aus dieser Tabelle geht eindeutig hervor, daß es sich bei Meersalz um einen typischen „Glaubensartikel“ handelt. Vergleicht man darüberhinaus noch die Preise, so kann das Meersalz mit dem Siedesalz kaum mithalten.

## 7.2 Speisesalz und Jod

Mit den im Meersalz enthaltenen „Spurenelementen“ läßt sich der Mineralsalzbedarf des menschlichen Körpers bei weitem nicht abdecken. Außerdem liegt der natürliche Jodgehalt des Meersalzes nur bei einem mg/kg Salz und reicht zur Vorbeugung in Kropfendemiegebieten nicht aus. So wird das von der Salinen Austria GmbH. vermarktete, aus Frankreich importierte Meersalz in der Saline Ebensee auf den in Österreich vorgeschriebenen Jodgehalt von 20 mg/kg Salz nachjodiert.

Aber auch das Siedesalz muss, wenn auch nicht in diesem Ausmaß nachjodiert werden, um der Kropfbildung vorzubeugen. Zu diesen Kropfendemiegebieten zählt vor allem der Alpenraum, da hier dieses essentielle Spurenelement nur in ungenügendem Maße vorhanden ist, da die leicht löslichen Jodide im Laufe von Jahrmillionen aus den Böden ausgewaschen und zum Meer transportiert wurden. Obwohl Jod im Meer nur in geringer Konzentration auftritt, kann es von im Meer lebenden Tieren und Pflanzen leicht akkumuliert (gebunden) werden. So stellen diese aus dem Meer stammenden Produkte die wichtigste Jodquelle dar.

Seit 1820 ist bekannt, daß der Kropf ein Indiz für mangelnden Jodgehalt ist. Der menschliche Körper enthält etwa 30 mg Jod. Davon sind nahezu 99% in der Schilddrüse gespeichert.

Jodmangel führt zu einer Vergrößerung der Schilddrüse. Es kommt auch zu weiteren gesundheitlichen Schäden wie Taubstummheit, geistige Beeinträchtigung und Kretinismus.

Die Jodierung von Speisesalz stellt die einfachste und zuverlässigste Form dar, die Bevölkerung mit Jod zu versorgen, da weder das Salz noch die damit gewürzten Lebensmittel in ihrem Geschmack beeinträchtigt werden.

In Österreich kam jodiertes Speisesalz erstmals 1923 in den Handel. Im Laufe der Zeit wurde der Kaliumjodidgehalt von 5 mg/kg Salz sukzessive auf 20 mg/kg (im Jahre 1990) angehoben.

## 8. Die Salzwelten – eine Erfolgsgeschichte

Über den Kernbereich, der Sole- und Salzproduktion hinaus, betreibt Salinen Austria auch noch Tourismusbetriebe und hat sich auf diesem Gebiet national und international etabliert.

Der Tourismusbereich verweist in unserem Betrieb bereits auf lange Tradition. So ist das Salzbergwerk Hallein am Dürrnberg das älteste Schaubergwerk der Welt. Bereits vor 300 Jahren befuhren die ersten Besuchergruppen dieses Bergwerk. Mittlerweile betreibt die Salinen Tourismus GmbH insgesamt 3 Schaubergwerke sowie eine Standseilbahn. Die 3 Schaubergwerke sind die 2 aktiven Bergbaue Altaussee und Hallstatt mit der dazugehörenden Standseilbahn, sowie das 1989 geschlossene Bergwerk

Hallein, in der Nähe von Salzburg. Diese Tourismuseinrichtungen werden jährlich von etwa 450.000 Menschen besucht.

Mit Hilfe von Grubenbahnen (Ausnahme Altaussee) donnern die Besucher ins Innere der Salzwelten. Über traditionelle Bergmannsrutschen gelangt man immer tiefer in das Herz des Berges, wo man im Rahmen der Führung einen Einblick in die mühevollen Arbeit unter Tage erhält. Anhand von Informationsfilmen wird den Besuchern die Entstehung der alpinen Salzlagerstätten, sowie der Bergbau im Wandel der Zeit nähergebracht. Darüberhinaus sieht man riesige, mystisch beleuchtete aufgelassene Laugwerke, die unterirdischen Salzseen. In den Salzwelten Hallein gleitet man mit einem Floß über einen solchen Salzsee. In den Salzwelten Altaussee wurde auf dem Salzsee die einzigartige unterirdische Seebühne erbaut.

Weitere Höhepunkte sind die Barbarakapelle, welche eigens zu Ehren der Schutzheiligen der Knappen erbaut wurde, die unterirdischen Kunstlagerräume in Altaussee, die Geschichte des Mannes im Salz sowie das obertägige Keltendorf in Hallein und diverse Mineralien sowie andere Fundstücke und bergmännische Gebrauchsgegenstände.

GLÜCK AUF!

Kurt Thomanek  
Salinen Tourismus GmbH  
0676 – 87 81 24 93  
kurt.thomanek@salzwelten.at