

Die Siedesalzproduktion in Deutschland vom 16. bis zum 19. Jahrhundert

Eine Übersicht

Das Natriumchlorid, das Kochsalz, gehört seit Jahrtausenden zu den unentbehrlichen Bestandteilen der menschlichen Nahrung und außerdem seit über 150 Jahren zu den wichtigsten Grundstoffen der anorganischen chemischen Industrie. In Deutschland wurde seit dem Mittelalter der größte Teil des benötigten Salzes durch Eindampfen natürlich vorkommender Solen in offenen Siedepfannen erzeugt.

In der bisherigen Literatur fehlt eine Zusammenstellung der zahlreichen Standorte der Salzproduktion in den deutschen Territorialstaaten. Ebenso ist über die Technologie der Siedesalzgewinnung und ihre historische Entwicklung nur wenig bekannt. Der folgende Beitrag gibt eine Übersicht über das deutsche Salinenwesen seit dem Ausgang des Mittelalters. Dabei konnten die Autoren umfangreiches Material auswerten, das ihnen aus den Archiven von über 100 ehemaligen deutschen Salinenorten zur Verfügung gestellt wurde.

Ehemalige Salinen in Deutschland

Bereits im Mittelalter entwickelten sich die Siedesalzproduktion und der Salzhandel zu einem bedeutenden Wirtschaftsfaktor in den deutschen Territorialstaaten¹. Um 1500 existierten etwa 50 Salinen (Tab. 1). Zu den wichtigsten Salzwerken mit einer Jahresproduktion teilweise weit über 5000 t Siedesalz gehörten Lüneburg im Herzogtum Braunschweig-Lüneburg, Halle (Saale) im Erzbistum Magdeburg, Frankenhausen in der Grafschaft Schwarzburg-Rudolstadt und die Saline in der Freien Reichsstadt Schwäbisch Hall. Da die meisten Landesherrn auf eine Salzproduktion im eigenen Land großen Wert legten, wurden insbesondere im 18. Jahrhundert zahlreiche Salinen

gegründet. In einer Übersicht sind die Standorte aller Salinen aufgeführt, über die bei den Verfassern mehr oder weniger umfangreiches Material vorliegt. Mit den darin verzeichneten 113 Salinen dürften fast alle Salzwerke erfaßt worden sein, die auf der Basis natürlicher Quellsolen arbeiteten und jemals in den deutschen Territorien existiert haben. Nicht berücksichtigt wurden die Salinen des Alpengebietes, die ihre Sole durch Auslaugen des „Haselgebirges“ unter Tage gewonnen haben. Über die bayrischen und österreichischen Salinen und deren eigenständige Technik liegen ausführliche Abhandlungen vor².

Seit dem 16. Jahrhundert versorgten die deutschen Siedesalinen die Bevölkerung meist ausreichend mit Salz, wenn auch oft unter großen Schwierigkeiten und in regional unterschiedlichem Maße. Wiederholt traten Zeiten eines empfindlichen Salzmannels auf, vor allem im Dreißigjährigen Krieg und in dessen Folge, da viele Salinen für längere Zeit die Produktion einstellen mußten. Nach 1750 stieg erstmals die Salzproduktion schneller an als die Bevölkerungszahl (Abb. 1), da mehrere moderne Salinen errichtet oder bestehende reorganisiert wurden. Somit stand auch für den zunehmenden Bedarf vieler Gewerbe und nach 1800 für die entstehende chemische Industrie ausreichend Salz zur Verfügung³. Die Steinsalzförderung – zu den ersten Gruben gehörte Wilhelmsglück bei Schwäbisch Hall im Königreich Württemberg – erlangte erst nach 1850 größere Bedeutung, stieg dann allerdings sprunghaft an.

Die ersten zuverlässigen Nachrichten über die Technik der Pfannensalzgewinnung und das deutsche Salinenwesen stammen aus dem 16. Jahrhundert. Hier ist vor allem der hessische Salzfachmann Johannes Rhenanus zu nennen, der um 1528 in Melsungen geboren wurde und 1589 in Allendorf an der Werra starb. Rhenanus wurde nach Beendigung seines Theologiestudiums in Marburg 1555 von

Zeitraum	Gesamtzahl im Durchschnitt	Gründungen	Einstellungen
1500–1600	55	8	2
1600–1700	60	7	5
1700–1800	70	16	8
1800–1900	60	17	28

Tab. 1: Anzahl der deutschen Salinen

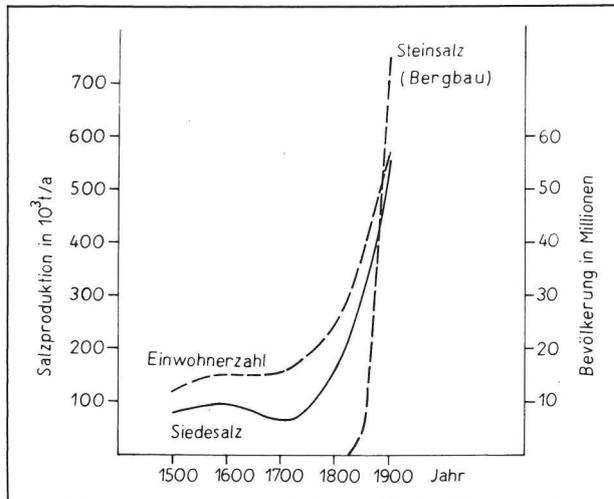


Abb. 1: Entwicklung der deutschen Salzproduktion von 1500 bis 1900

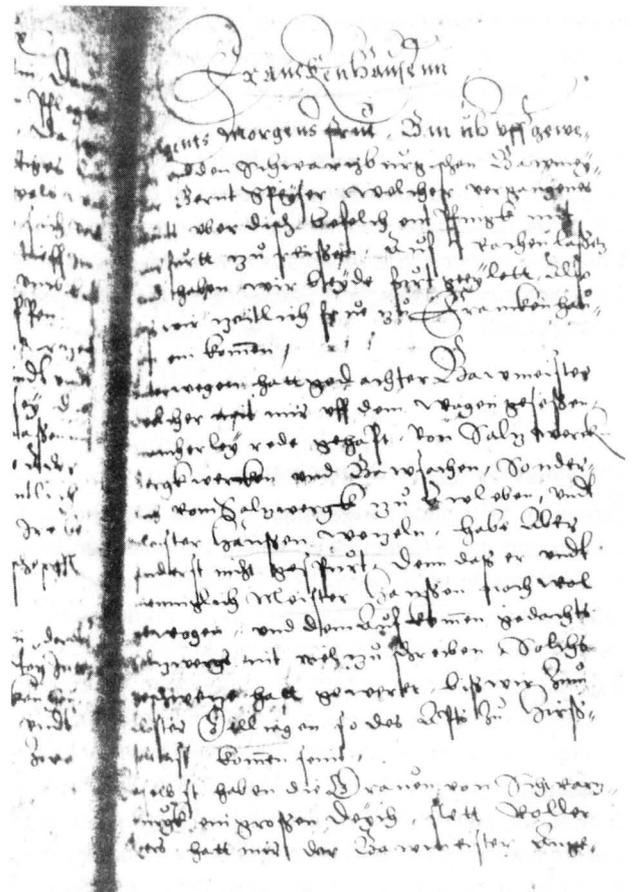
Landgraf Philipp dem Großmütigen als Pfarrer in Allendorf und gleichzeitig als Salinenbeamter in der Saline Sooden bei Allendorf eingesetzt, die der Landgraf kurz vorher in seinen Besitz gebracht hatte. 1561 wurde Rhenanus zu einem der beiden Salzgräfen ernannt und damit in die oberste Leitung der Saline berufen⁴. Der seit 1567 regierende Landgraf Wilhelm IV. von Hessen-Kassel, einer der vier Söhne und Nachfolger Philipps, beauftragte Rhenanus, seine Kenntnisse auf mehreren Reisen in andere Salinen zu vervollkommen und seine Erfahrungen schriftlich niederzulegen. So entstand das „New Saltzbuch“, das in der Literatur auch als „Salzbibel“ bezeichnet wird – eine Anspielung darauf, daß Rhenanus bis zu seinem Tode auch das Amt des Pfarrers in Allendorf beibehielt. Die Ausarbeitung dieser Salzbibel zog sich von 1567 bis 1585 hin, und erst 1586 lag eine Reinschrift vor. Das Werk ist bisher nicht gedruckt worden. Die Urschrift von Rhenanus' eigener Hand, die die folgenden Jahrhunderte in Allendorf verblieb, befindet sich heute in der Bibliothek des Oberbergamtes Clausthal-Zellerfeld (Abb. 2). Die Reinschrift, die von der landgräflichen Regierung verwahrt wurde, gelangte Mitte des 19. Jahrhunderts in die Landesbibliothek, heute gleichzeitig Hochschulbibliothek, in Kassel⁵.

Die erste umfassende Monographie über die Herstellung des Kochsalzes und die deutschen Salinen ist die „Haligraphia“ von Johann Thölde⁶. Über den Autor selbst ist nur

wenig bekannt⁷, er wurde um 1565 in Grebendorf an der Werra geboren und kam zwischen 1594 und 1599 nach Frankenhausen am Kyffhäuser. Seine Kenntnisse auf dem Gebiet des Salinenwesens erwarb er sich auf ausgedehnten Reisen in Salinenorte sowie als Pfänner (Besitzer eines Salinenanteils) in der Saline Frankenhausen. In dieser Stadt schrieb er die „Haligraphia“, in der er zunächst in einem allgemeinen Teil die verschiedenen Methoden der Solegewinnung und des Salzsiedens abhandelt und in einem speziellen Kapitel 54 einzelne Salinen beschreibt. Als Beispiel für die Standortverteilung der deutschen Salzproduktion um 1600 soll auf die von Thölde beschriebenen Salinen näher eingegangen werden.

Die geographische Zuordnung war zum Teil kompliziert. Es gelang, auch sehr kleine, heute fast vergessene Salinenorte eindeutig zu lokalisieren, wie die Saline Sülldorf südlich von Magdeburg (Abb. 3). Daraus ergibt sich die Verteilung der Salinenorte (Abb. 4). Von den um 1600 existierenden Salinen hat Thölde nur sehr wenige nicht beschrieben, da sie ihm offenbar unbekannt geblieben waren, so die Saline Greifswald im Herzogtum Pommern-Wolgast, die Saline Westerkotten im Bistum Paderborn oder die Saline Sülze im Herzogtum Mecklenburg-Schwerin. Von den an der Wende vom 16. zum 17. Jahrhundert bestehenden Salinen befanden sich jeweils vier auf dem

Abb. 2: Aus der „Salzbibel“ des Johannes Rhenanus. Beschreibung der 1568 besuchten Saline Frankenhausen, Grafschaft Schwarzburg-Rudolstadt



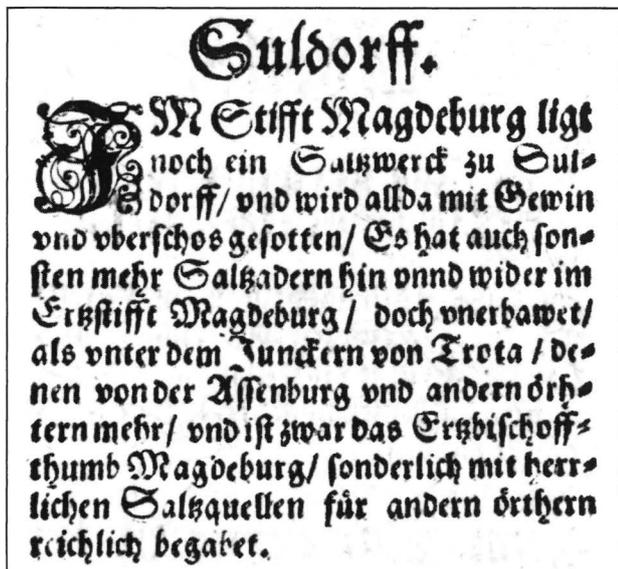


Abb. 3: Beschreibung der kleinen Saline Süldorf südlich von Magdeburg in der „Haligraphia“

Territorium des Herzogtums Braunschweig-Wolfenbüttel, des Erzbistums Magdeburg und des Herzogtums Braunschweig-Lüneburg, drei im Kurfürstentum Sachsen, je zwei im Bistum Fulda, im Herzogtum Braunschweig-Calenberg, im Bistum Paderborn und in der Grafschaft Mark. In folgenden Territorialstaaten gab es um 1600 jeweils eine Saline: Landgrafschaft Hessen-Kassel, Herzogtum Sachsen-Eisenach, Kurfürstentum Pfalz, Grafschaft Schwarzburg-Rudolstadt, Herzogtum Pommern-Wolgast, Bistum Würzburg, Bistum Bamberg, Herzogtum Mecklenburg-Schwerin, Landgrafschaft Hessen-Darmstadt, Grafschaft Hanau, Fürstentum Hohenlohe, Grafschaft Nassau-Saarbrücken, Erzbistum Mainz, Bistum Münster, Grafschaft Schaumburg, Bistum Hildesheim, Grafschaft Lippe, Herzogtum Sachsen-Weimar, Herzogtum Württemberg, Herzogtum Sachsen-Altenburg, Bistum Halberstadt, Grafschaft Blankenburg, Herzogtum Zweibrücken, Erzbistum Köln.

Aufgrund des vorliegenden Materials lassen sich für beliebige Zeitpunkte zwischen 1500 und 1900 ähnliche Zusammenstellungen der in den einzelnen Territorialstaaten bestehenden Salinen – einschließlich der Besitzverhältnisse – erarbeiten.

Im gesamten 17. Jahrhundert sind im deutschen Sprachgebiet nur relativ wenige und zudem meist wertlose Publikationen über das Salzwesen nachweisbar⁸. Auch die Schriften des frühen 18. Jahrhunderts zeugen zum großen Teil von geringer Sachkenntnis der Autoren. Im Zeitraum von 1720 bis 1750 vollzog sich auf vielen deutschen Salinen eine bemerkenswerte technische Weiterentwicklung, die jedoch erst nach 1770 ihren Niederschlag in der Salinenliteratur fand. Insgesamt erreichte bis zu diesem Zeitpunkt keine deutschsprachige Schrift die technische Klarheit und den Informationsgehalt der „Haligraphia“.

Die Umgestaltung vieler deutscher Salinen ist vor allem mit den Namen der erfolgreichen Salinisten Joachim Friedrich Freiherr von Beust (1697–1771)⁹, Johann Gottfried Borlach (1687–1768)¹⁰ und Jacob Sigismund Waitz von Eschen (1698–1777)¹¹ verbunden, die selbst keine gedruckten Schriften hinterlassen haben, sich jedoch „durch Realisierung ihrer Kenntnisse ewige Denkmäler gestiftet haben“¹².

Die wissenschaftliche Durchdringung des Salinenwesens setzte sich erst in den beiden letzten Jahrzehnten des 18. Jahrhunderts stärker fort. Eine besonders ausgedehnte praktische wie literarische Tätigkeit¹³ entwickelte Karl Christian Langsdorf (1757–1834)¹⁴, der mehrere Jahrzehnte als Professor an der Universität Heidelberg wirkte. Auch Alexander von Humboldt beschäftigte sich in seiner Jugend mit Problemen der Salzproduktion¹⁵. In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts gelang es, die Salinenkunde mit dem damaligen modernen Stand der Physik, Chemie, Geologie und der Technik zu verbinden. Das in den 40er Jahren des 19. Jahrhunderts von dem preußischen Oberbergrat Carl Johann Bernhard Karsten¹⁶ verfaßte Lehrbuch der Salinenkunde¹⁷ galt viele Jahrzehnte als Standardwerk der Salinistik, bis im Jahre 1900 der Direktor der Saline Dürrenberg, Franz Adolf Furer¹⁸, erneut eine umfangreiche Salinenkunde¹⁹ vorlegte.

Technologie der Siedesalzproduktion in offenen Pfannen

Das Ziel des Pfannensalzprozesses ist die Herstellung eines möglichst reinen und trockenen Kochsalzes. Als Rohstoff dienten vom Mittelalter bis in das 19. Jahrhundert natürliche Solen, also wäßrige Lösungen von Natrium- und Chloridionen mit zahlreichen Fremdbestandteilen²⁰. Die anzuwendenden Verfahrensstufen mußten daher einerseits die verschiedenen gelösten oder suspendierten Fremdstoffe (Kalium-, Magnesium-, Calcium- und Sulfationen, Kohlendioxid, Tonminerale, organische Substanzen) entfernen und andererseits das Lösungsmittel Wasser abtrennen.

Der Pfannensalzprozeß resultierte aus einer jahrhundertelangen Entwicklung, ausgehend von urzeitlichen Methoden der vollständigen Eindampfung von Salzlösungen in Tontiegeln über einem offenen Feuer (Abb. 5). Bei diesem Verfahren, das in Europa vor allem in der Bronze- und Eisenzeit angewendet wurde²¹ und das noch heute bei Volksgruppen in Gebrauch ist, die auf der Stufe der Urgesellschaft leben²², erfolgt nur die Abtrennung des Wassers. Die Fremdbestandteile gehen quantitativ in den „Salzkuchen“ über, der nach beendetem Sieden den Tontiegel ausfüllt. Die in großen Mengen anfallenden Reste der Tongefäße werden als „Briquetage“ bezeichnet und sind archäologischen Untersuchungen noch heute zugänglich²³.

Abb. 4: Standorte der Salzproduktion um 1600 nach den von Johann Thölde beschriebenen Salinen



Standorte der deutschen Salinen mit Solequellen als Rohstoffbasis in alphabetischer Reihenfolge, mit Angabe der Produktionszeit (MA = Mittelalter) und heutiger Anschrift sowie Bundesland bzw. Bezirk

Allendorf	MA	1906	Hessen D-3437 Bad Sooden-Allendorf	Gerabronn	1753	1792	Baden-Württemberg D-7182 Gerabronn
Altensalz	15. Jh.	18. Jh.	Karl-Marx-Stadt DDR-9901 Neuensalz (Ortsteil)	Göttingen (Luisehall)	1854	heute	Niedersachsen D-3400 Göttingen
Angersdorf	1928	1969	Halle DDR-4101 Angersdorf	Greifswald	MA	1872	Rostock DDR-2200 Greifswald
Arnstadt	1849	1912	Erfurt DDR-5210 Arnstadt	Großenlüder	MA	1796	Hessen D-6402 Großenlüder
Artern	MA	1964	Halle DDR-4730 Artern	Groß Rhüden	1685	1865	Niedersachsen D-3370 Seesen (Ortsteil)
Aschersleben	MA	1746	Halle DDR-4320 Aschersleben	Groß Salze	MA	1797	Magdeburg DDR-3300 Schönebeck (Ortsteil)
Auleben	1540	1620	Erfurt DDR-5501 Auleben	Halle (Saale)	MA	1964	Halle DDR-4000 Halle
Barnstorf	MA	1745	Niedersachsen D-3307 Schöppenstedt (Ortsteil)	Harzburg	1569	1849	Niedersachsen D-3388 Bad Harzburg
Beesen- laublingen	1872	1956	Halle DDR-4341 Beesenlaublingen	Heyersum	1604	1876	Niedersachsen D-3204 Nordstemmen (Ortsteil)
Belecke (Ver- such)	MA		Nordrhein-Westfalen D-4788 Warstein (Ortsteil)	Homburg v.d.H.	MA	1740	Hessen D-6380 Bad Homburg
Benthe	1902	1923 (?)	Niedersachsen D-3003 Ronnenberg (Ortsteil)	Ilversgehoven	1869	1916	Erfurt DDR-5000 Erfurt (Ortsteil)
Bernburg	1856	1873	Halle DDR-4350 Bernburg	Jagstfeld	1818	1969	Baden-Württemberg D-7107 Bad Friedrichshall
Bodenfelde	MA	1687	Hessen D-3417 Bodenfelde	Karlshafen	1763	1835	Hessen D-3522 Bad Karlshafen
Bretten	MA	14. Jh.	Baden-Württemberg D-7518 Bretten	Kissingen	MA	1867	Bayern D-8730 Bad Kissingen
Bruchsal	1721	1824	Baden-Württemberg D-7520 Bruchsal	Kösen	1731	1859	Halle DDR-4803 Bad Kösen
Büdingen	1602	1821	Hessen D-6470 Büdingen	Köstritz	1831	1909	Gera DDR-6504 Bad Köstritz
Bulleben	1828	1935	Erfurt DDR-5801 Bulleben	Kötzschau	1613	1859	Halle DDR-4201 Kötzschau
Conow	1652	1746	Schwerin DDR-2806 Conow	Kreuznach	1607	1974	Rheinland-Pfalz D-6550 Bad Kreuznach
Creuzburg	MA	1843	Erfurt DDR-5903 Creuzburg	Kronach	MA	1610	Bayern D-8640 Kronach
Criesbach	MA	um 1600	Baden-Württemberg D-7118 Ingelfingen (Ortsteil)	Linden	1832		Niedersachsen D-3000 Hannover (Ortsteil)
Diedelkopf	1597	um 1750	Rheinland-Pfalz D-6798 Kusel (Ortsteil)	Lindenau	1704	1847	Suhl DDR-6111 Lindenau
Dürkheim	MA	1913	Rheinland-Pfalz D-6702 Bad Dürkheim	Lüneburg	MA	1980	Niedersachsen D-2120 Lüneburg
Dürrenberg	1763	1963	Halle DDR-4203 Bad Dürrenberg	Mosbach	1764	1824	Baden-Württemberg D-6950 Mosbach
Dürrheim	1822	1971	Baden-Württemberg D-7737 Bad Dürrheim	Münder am Deister	MA	1925	Niedersachsen D-3252 Bad Münder
Eldagsen	um 1840	um 1900	Niedersachsen D-3257 Springe (Ortsteil)	Münster am Stein	1606	1945	Rheinland-Pfalz D-6552 Bad Münster
Erdeborn	MA	um 1550	Halle DDR-4251 Erdeborn	Nauheim	MA	1959	Hessen D-3650 Bad Nauheim
Franken- hausen	MA	1945	Halle DDR-4732 Bad Franken- hausen	Neindorf	1901	1923	Niedersachsen D-3341 Denkte (Ortsteil)
				Oberilm	1905	heute	Erfurt DDR-5217 Stadtilm (Ortsteil)

Oeynhausen	1750	1928	Nordrhein-Westfalen D-4970 Bad Oeynhausen	Schwenningen	1824	1866	Baden-Württemberg D-7220 Villingen- Schwenningen
Offenau	1754	1929	Baden-Württemberg D-7101 Offenau	Soden	MA	1540	Hessen D-6483 Bad Soden- Salmünster
Oldesloe	MA	1865	Schleswig-Holstein D-2060 Bad Oldesloe	a. d. Kinzig			
Ölsburg	1874 (?)	1925 (?)	Niedersachsen D-3152 Ilsede (Ortsteil)	Soden	MA	1754	Bayern D-8751 Sulzbach am Main (Ortsteil)
Orb	MA	1899	Hessen D-6482 Bad Orb	Soden	MA	1817	Hessen D-6232 Bad Soden am Taunus
Poserna	1577	1588	Halle DDR-4851 Poserna	Soest		MA	Nordrhein-Westfalen D-4770 Soest
Oesdorf	1732	1867	Niedersachsen D-3280 Bad Pyrmont (Ortsteil)	Stade	1873	1965	Niedersachsen D-2160 Stade
Rappenau	1823	1971	Baden-Württemberg D-6927 Bad Rappenau	Staßfurt	MA	1859	Magdeburg DDR-3250 Staßfurt
Rheine	MA	1953	Nordrhein-Westfalen D-4440 Rheine	Stetten	1854	1924	Baden-Württemberg D-7452 Haigerloch (Ortsteil)
Rilchingen	1790	1836	Saarland D-6601 Kleinblittersdorf (Ortsteil)	Stotternheim	1828	1951	Erfurt DDR-5104 Stotternheim
Rodenberg	MA	1876	Niedersachsen D-3054 Rodenberg	Suderode	um 1550	um 1650	Halle DDR-4302 Bad Suderode
Rothenfelde	1724	1969	Niedersachsen D-4502 Bad Rothenfelde	Sülbeck	1694	1950	Niedersachsen D-3352 Einbeck (Ortsteil)
Rottweil	1824	1969	Baden-Württemberg D-7210 Rottweil	Sülldorf	MA	1725	Magdeburg DDR-3101 Sülldorf
Salzbüden	?	18. Jh.	Hessen D-6304 Lollar (Ortsteil)	Sulz am Neckar	MA	1924	Baden-Württemberg D-7247 Sulz am Neckar
Salzdahlum	MA	1852	Niedersachsen D-3340 Wolfenbüttel (Ortsteil)	Sulza	MA	1967	Erfurt DDR-5322 Bad Sulza
Salzderhelden	MA	1960	Niedersachsen D-3352 Einbeck (Ortsteil)	Sulzbach	1560	1736	Saarland D-6603 Sulzbach
Salzdetfurth	MA	1948	Niedersachsen D-3202 Bad Salzdetfurth	Sülze	MA	1862	Niedersachsen D-3103 Bergen (Ortsteil)
Salzgitter	MA	1920	Niedersachsen D-3320 Salzgitter	Sülze/ Mecklenburg	MA	1907	Rostock DDR-2594 Bad Sülze
Salzhausen	MA	1860	Hessen D-6478 Nidda (Ortsteil)	Teutschenthal	1912	1948	Halle DDR-4112 Teutschenthal
Salzhemmendorf	MA	1872	Niedersachsen D-3216 Salzhemmendorf	Thale im Harz	1595	um 1620	Halle DDR-4308 Thale
Salzkotten	MA	1908	Nordrhein-Westfalen D-4796 Salzkotten	Thiede	1896 (?)	1924 (?)	Niedersachsen D-3320 Salzgitter (Ortsteil)
Salzschlirf	MA	1816	Hessen D-6427 Bad Salzschlirf	Teuditz	MA	1859	Halle DDR-4201 Tollwitz (Ortsteil)
Salzflen	MA	1945	Nordrhein-Westfalen D-4902 Bad Salzflen	Trais-Horloff	1763	1820	Hessen D-6303 Hungen (Ortsteil)
Salzungen	MA	1952	Suhl DDR-6200 Bad Salzungen	Unna	MA	1940	Nordrhein-Westfalen D-4750 Unna
Sassendorf	MA	1952	Nordrhein-Westfalen D-4772 Bad Sassendorf	Weißbach	MA	1827	Baden-Württemberg D-7119 Weißbach
Schmalkalden	1701	1834	Suhl DDR-6080 Schmalkalden	Werdohl	1629	1804	Nordrhein-Westfalen D-5980 Werdohl
Schönebeck	1705	1967	Magdeburg DDR-3300 Schönebeck (Elbe)	Werl	MA	1919	Nordrhein-Westfalen D-4760 Werl
Schöningen	MA	1970	Niedersachsen D-3338 Schöningen	Westernkotten	MA	1943 (?)	Nordrhein-Westfalen D-4782 Erwitte (Ortsteil)
Schwäbisch Hall	MA	1924	Baden-Württemberg D-7170 Schwäbisch Hall	Wimpfen	1763	1967	Baden-Württemberg D-7107 Bad Wimpfen
				Wisselsheim	MA	1830	Hessen D-6350 Bad Nauheim (Ortsteil)

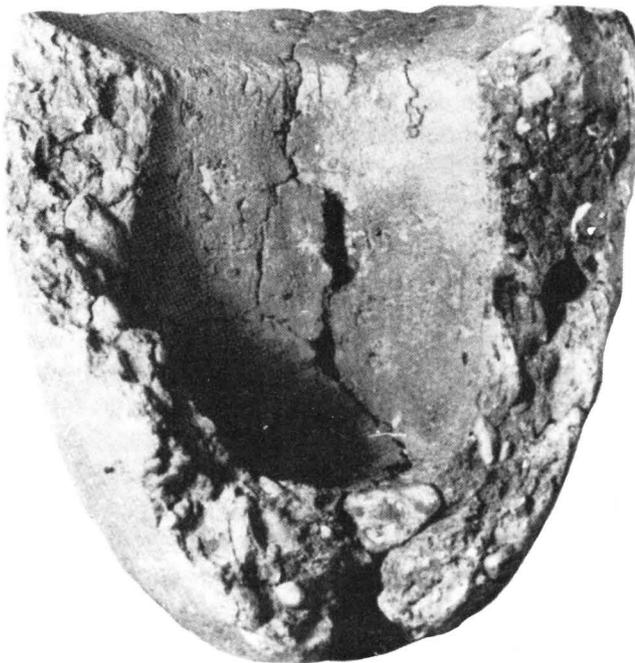


Abb. 5: Tontiegel zur Siedesalzgewinnung in der Bronze- und Eisenzeit mit ca. 0,5 l Rauminhalt

Im Mittelalter kam zu dieser Verfahrensweise die Abtrennung der Fremdbestandteile hinzu. Die entscheidende Voraussetzung hierfür war die Verwendung von Siedepfannen aus Metall. Abb. 6 zeigt das Verfahrensflißbild zur Herstellung von Kochsalz in offenen Siedepfannen. Nach diesem allgemeinen Schema wird die Pfannensalzerzeugung mindestens seit dem 15. Jahrhundert bis zum heutigen Tag²⁴ betrieben. Dabei war die konkrete Umsetzung der einzelnen Verfahrensstufen im Laufe der Jahrhunderte starken Wandlungen unterworfen, ebenso änderte sich die Bedeutung der einzelnen aufgeführten Verfahrensschritte für den Gesamtprozeß im Laufe der Zeit erheblich.

Das Verfahrensschema macht deutlich, daß der Siedesalzprozeß auch aus heutiger Sicht als ein stofflich und energetisch relativ geschlossenes Verfahren mit wenig Abprodukten anzusehen ist. Der wesentliche Nachteil ist der hohe Brennstoffverbrauch, der in der Zeit bis 1800 zur Abholzung ausgedehnter Waldgebiete in der näheren und weiteren Umgebung der Salinen geführt hat.

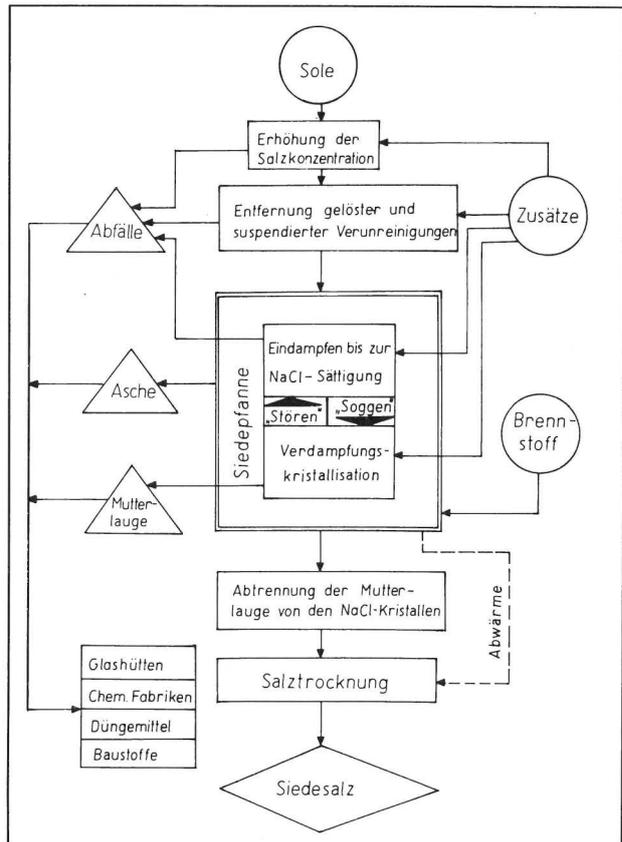
Die erste Phase des eigentlichen Siedeprozesses in der Pfanne wird als „Stören“ bezeichnet – das Eindampfen der Sole bis zur Sättigungskonzentration bei Siedetemperatur. Die zweite Siedephase wird „Soggen“ genannt und beinhaltet das Auskristallisieren des Kochsalzes bei einer konstanten Temperatur unterhalb der Siedetemperatur unter relativ langsamer Wasserverdunstung. Beide Begriffe wurden bereits im 16. Jahrhundert, wahrscheinlich jedoch noch viel früher, verwendet.

Auf die physikalisch-chemischen Grundlagen der Natriumchloridkristallisation in offenen Siedegefäßen soll an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden²⁵. Bei sorgfältiger Durchführung der Verfahrensschritte unter Beachtung des in Jahrhunderten angesammelten Erfahrungsschatzes erhielten die Salzsieder das in vergangenen Jahrhunderten meist besonders geschätzte grobkörnige Pfannensalz, dessen Kristalle oft charakteristische Hohlpyramiden bilden (Abb. 7)²⁶.

Im folgenden sollen die einzelnen Verfahrensstufen des in Abb. 6 dargestellten Fließbildes in ihrer historischen Entwicklung betrachtet werden.

Nach der Förderung der Sole aus mehr oder weniger tiefen Brunnen²⁷ folgte eine Erhöhung der Salzkonzentration, verbunden mit der Entfernung eines Teils der gelösten

Abb. 6: Verfahrensflißbild der Pfannensalzerzeugung



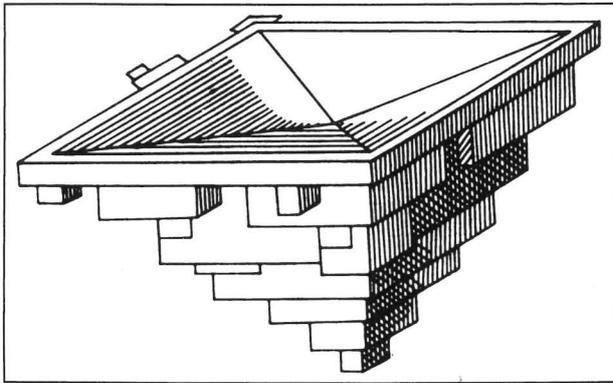


Abb. 7: Pfannensalz bildet oft Hohlpyramiden aus

oder suspendierten Verunreinigungen. Bereits bei einer kurzzeitigen Lagerung der Brunnensole sedimentierte ein Teil der Schwebestoffe. Durch Entweichen gelösten Kohlendioxids zersetzten sich die Hydrogencarbonate unter Bildung von unlöslichen Calcium-, Eisen- und Manganverbindungen. Die den einzelnen Salinen zur Verfügung stehende Sole hatte vom Mittelalter bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts in den meisten Fällen einen Natriumchlorid-Gehalt, der erheblich unter der Sättigungskonzentration (26,4 % bei 20° C) lag. Nur die Salinen Lüneburg und Halle (Saale) konnten eine Sole verwenden, deren Salzgehalt über 20 % lag. Die Salinen Staßfurt, Groß-Salze und Frankenhausen verfügten über Solen mit 10 bis 18 % Salzgehalt. Alle anderen der in der Übersicht aufgeführten Salzwerke mußten bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts mit Brunnensole auskommen, die oft weit unter 5 % Salzgehalt aufzuweisen hatten.

Trotz der relativ hohen Gehalte an Fremdsalzen (20 bis teilweise 50 % der gesamten gelösten Salzmenge) und an anderen Substanzen in den natürlichen Solen wurde in den deutschen Salinen eine zielgerichtete Solereinigung – von wenigen Ausnahmen abgesehen – nicht betrieben. Die Entfernung von Verunreinigungen erfolgte einerseits als Nebeneffekt einiger Anreicherungsverfahren, andererseits in den Siedephase Stören und Soggen durch Ausfällung der Fremdstoffe und selektive Kristallisation des Natriumchlorids.

Infolge des hohen Brennstoffbedarfs der Salinen setzte sich schon im 16. Jahrhundert immer mehr die Erkenntnis durch, daß eine Erhöhung des Salzgehaltes der Sole vor dem Sieden wesentliche Einsparungen an Brennstoff zur Folge hat. Bereits seit dieser Zeit wurden die beiden möglichen Formen der Soleanreicherung, die Entfernung von Wasser und der Zusatz von festem Salz, in unterschiedlicher Weise angewendet.

In vielen Salinen wurden im 16. und 17., vereinzelt noch im 18. Jahrhundert die beim Sieden entstehenden Abfälle zur Konzentrationserhöhung genutzt. Dazu wurde der

beim Stören abgeschöpfte Schaum, die zu Boden gesunkenen festen Verunreinigungen, der Pfannenstein, die Asche, versehentlich zu Boden gefallenes und damit verunreinigtes Salz sowie die salzdurchtränkten Steine ausgedienter Siedeherde in einem besonderen Gefäß mit Brunnensole übergossen und ausgelaut. Die Methode bezeichnete man als „Beiße“. Das „Beißen“ wurde in vielen Arbeitsordnungen der Salinen den Siedern ausdrücklich vorgeschrieben, so in Frankenhausen erstmals in der Salzordnung des Jahres 1544²⁸. Wie bereits Thölde bekannt war²⁹, gelangten beim „Beißen“ zahlreiche Verunreinigungen in die Sole, die zu einer verminderten Salzqualität Anlaß gaben, was mit heutigem physikalisch-chemischen Wissensstand³⁰ ohne weiteres zu erklären ist. So war das Salz der Saline Salzungen mitunter aufgrund des übertriebenen „Beißens“ rot, erdig und feucht³¹.

Seit dem Ende des 16. Jahrhunderts setzte sich die Anreicherung der Sole durch Verdunstung eines Teils des Wassers an Sonne und Luft immer mehr durch. Dafür bürgerte sich die Bezeichnung „Gradierung“ ein, die die Erhöhung der „Grade“ des Salzgehaltes ausdrücken soll. Die Gradierung der Sole durch Wasserverdunstung läßt sich unter den klimatischen Verhältnissen Mitteleuropas nur dann mit vertretbarem Zeitaufwand durchführen, wenn man die Sole in viele kleine Tröpfchen verteilt, um die Verdunstungsfläche zu vergrößern. Dazu dienten im 16. und 17. Jahrhundert Strohbüschel, die man in einem Holzgerüst aufhängte und mit Sole übergießt. Die erste Nachricht über ein Strohgradierwerk – damals „Leckwerk“ genannt – ist dem erwähnten „New Saltzbuch“ des Johannes Rhenanus aus Allendorf zu entnehmen. Auf dessen Reise durch mehrere mitteldeutsche Salinen sah er in der Saline Sulza in Thüringen schmale, lange Bauten, in denen über flachen Trögen Strohecken hingen³². Genauere Nachrichten über Strohgradierwerke liegen aus der Saline Sulz am Neckar vor³³, wo 1751 fünf derartige Anlagen errichtet wurden. Über deren Aussehen sind wir durch eine Zeichnung des württembergischen Baumeisters Heinrich Schickhardt aus dem Jahre 1595 genau unterrichtet (Abb. 8). Die von Thölde gegebene Beschreibung der Strohgradierwerke entspricht sehr gut der Zeichnung Schickhardts: „Es wird ein Gebäu angerichtet, schmal und lang, welche Fach nicht ausgemauert sind, daß die Luft solches Gebäu wohl durchstreichen kann. Ziemlich hoch, ungefähr eines Manns hoch über der Erden.“ Das geflochtene Stroh werde „wie die Speckseiten“ über den darunter befindlichen Solekasten gehängt. Thölde vermerkt weiter, daß „sonderliche Lecker auf ein gewisses Wochenlohn gehalten werden, welche auf der Seite auf- und abgehen und die Sole mit großen Schaufeln an das gehenkte Stroh gießen, so verzehret die Luft das wilde Wasser, das gute aber bleibt da“³⁴.

Auch bei der Durchführung der Strohgradierung trat – wie bei der „Beiße“ – eine Reihe von Nachteilen für das fertige Salz auf, da ein Teil der im Stroh vorhandenen organi-

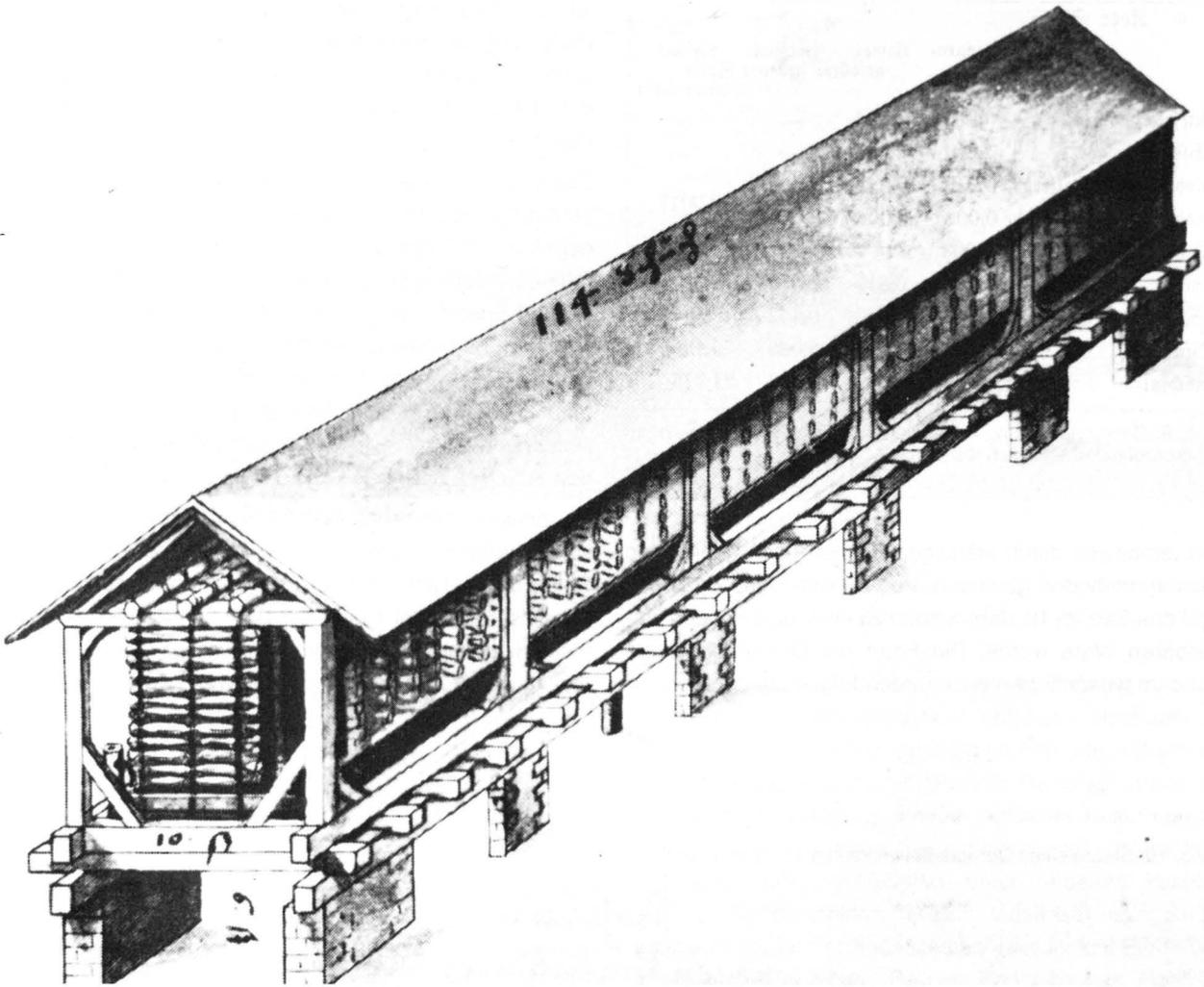


Abb. 8: Strohgradierwerk der Saline Sulz am Neckar im 16. Jahrhundert

schen Verbindungen in die Sole gelangte und den Kristallisationsprozeß ungünstig beeinflusste, so daß mitunter ein schmieriges Salz produziert wurde. Da sich jedoch die Gradierung als eine wirksame Methode zur Brennholzeinsparung erwiesen hatte, suchte man zu Beginn des 18. Jahrhunderts verstärkt nach einem neuen Material für die Gradierung und fand im Schwarzdorn (*Prunus spinosa*) ein vorzüglich geeignetes Dornengestrüpp, so daß die Vorteile der Luftgradierung voll ausgeschöpft werden konnten. Durch eine Reihe physikalisch-chemischer Vorgänge³⁵, die man damals natürlich noch nicht kannte, lieferte die Dorngradierung nicht nur eine konzentriertere, sondern auch eine reinere Sole, als das mit anderen Methoden möglich war. In Abb. 9 wird das an Analysenergebnissen aus der Saline Dürrenberg gezeigt.

Nach heutigem Kenntnisstand wurde die Dorngradierung erstmals 1711 in der Saline Sulza angewendet³⁶. Bald gehörten die oft über 1000 m langen und bis zu 20 m hohen Holzgerüste der Dorngradierwerke (Abb. 10) zum Wahrzeichen vieler Salinen, die auf schwache Brunnensolen

angewiesen waren. Sowohl bei der Reorganisation bestehender als auch beim Bau neuer Salinen errichtete man Dorngradierwerke, so bei der Wiederinbetriebnahme der Saline Artern³⁷ in den Jahren 1724 bis 1730 (Abb. 11).

Bei der Einführung der Dorngradierung in den deutschen Salinen (Tab. 2) spielten oft die Besitzverhältnisse eine entscheidende Rolle, da die hohen Baukosten³⁸ meist von den privaten Pfännerschaften nicht aufgebracht werden konnten. So entstanden die ersten Dorngradierwerke vor allem in landesherrlichen Salinen. Besondere Verdienste beim Bau effektiver Dorngradierwerke in vielen Salinen erwarben sich die erwähnten Salinisten Beust, Borlach und Waitz von Eschen.

Die Einführung der Gradierung mit Schwarzdorn ist als eine entscheidende Neuerung in der Technologie der Siedesalzgewinnung zu betrachten, die in ihrer Bedeutung mit dem Übergang von Tongefäßen zu Metallpfannen im frühen Mittelalter vergleichbar ist. Diese wirksame Anreicherungs- und Reinigungsmethode für schwache Brunnensolen

a. Rohe Soole				
	Brunnen- soole	einmal gefallene	zweimal gradirte	dreimal Soole (Siedesoole)
Kieselerde . . .	0,002	0,001	—	—
Eisenoxyd . . .	1,001	—	—	—
Kohlensaure Kalkerde	0,013	0,011	0,003	0,0017
Kohlensaure Bittererde	0,002	0,004	0,001	
Schwefel. Thonerde	0,003	—	—	—
Gips	0,568	0,615	0,584	0,473
Schwefelsaures Kali	0,083	0,083	0,143	0,161
Bittersalz . . .	0,054	0,062	0,083	0,159
Kochsalz . . .	7,539	10,569	15,743	21,976

Abb. 9: Soleanreicherung und Solereinigung beim Gradieren auf Dorngradierwerken (nach Karsten)

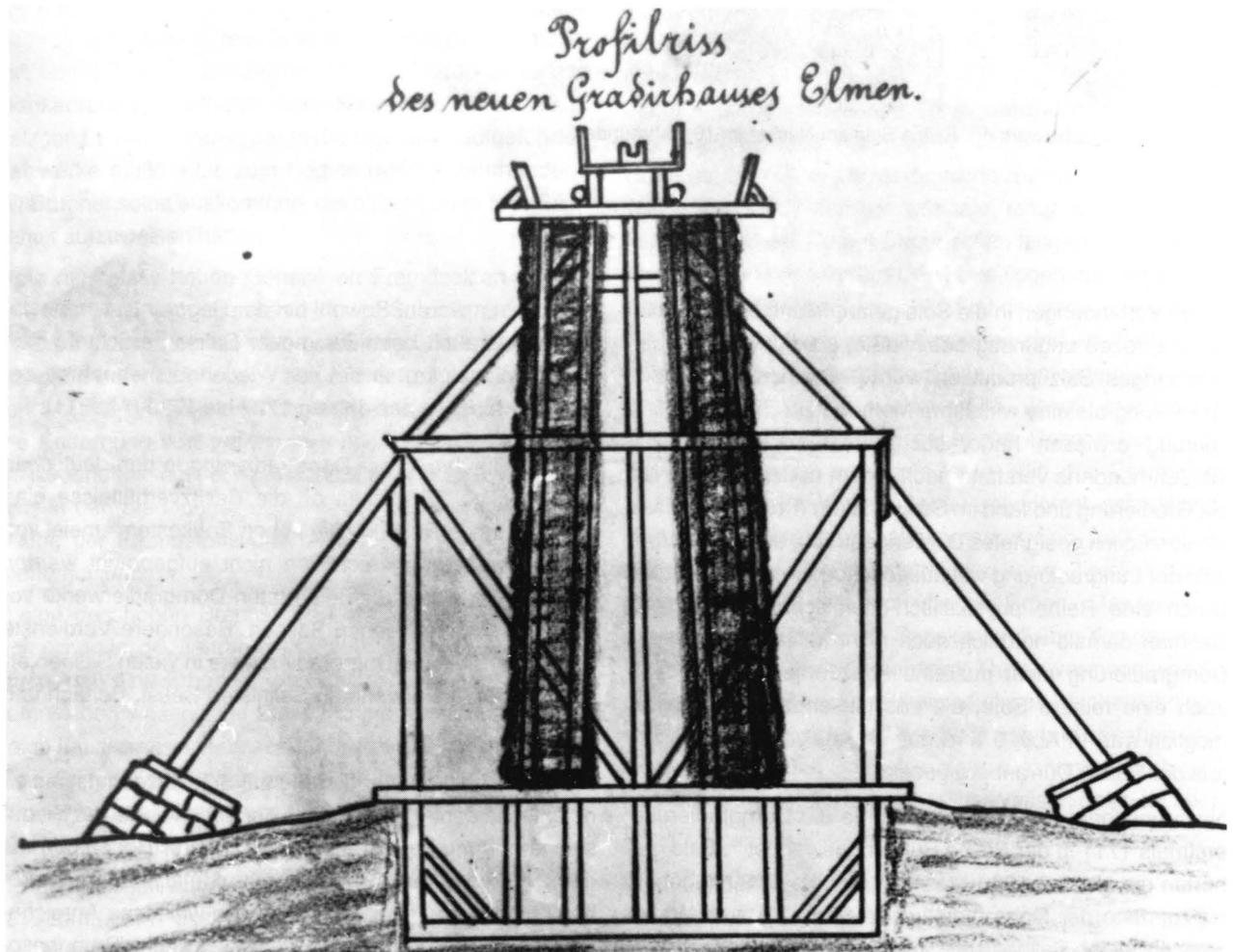
len, empirisch durch ständiges Suchen nach geeigneten Gradiermethoden gefunden, trug entscheidend dazu bei, daß das Salz im 18. Jahrhundert zu einer ausreichend verfügbaren Ware wurde. Die Form der Dorngradierwerke blieb im wesentlichen auch in den folgenden Jahrhunder-

ten erhalten. Gradierwerke dienen heute – neben ihrer Bedeutung als technische Denkmäler – in zahlreichen Kurorten zur Freiluftinhalation der Sole, so in Bad Kösen in der DDR, Bad Rothenfelde in der Bundesrepublik Deutschland oder in Ciechocinek in Polen.

Zwischen 1764 und 1818, in mehr als einem halben Jahrhundert, wurde keine einzige neue Saline in Deutschland gegründet, während von 1701 bis 1763 insgesamt 16 neue Salinen entstanden waren. Der seinerzeit sehr bekannte Bergat Friedrich von Alberti erklärte diese Tatsache folgendermaßen: „Die Zeiten sind vorüber, wo die Salzquellen den Salinisten zu Tage entgegenfließen; er muß sie im Inneren seiner Berge suchen. Ohne Geognosie vermag er nichts, oder er unterwirft seine Unternehmungen dem blinden Zufall“³⁹.

Im zweiten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts wurde ein sprunghafter Fortschritt in der Bereitstellung konzentrierter Solen durch Tiefbohrungen erreicht. Voraussetzung war ein entsprechender Stand der Bohrtechnik und der allgemeinen technischen Entwicklung, wie er in Deutschland erst zu dieser Zeit erreicht worden war, sowie ausreichen-

Abb. 10: Skizze eines Dorngradierwerkes im 18. Jahrhundert



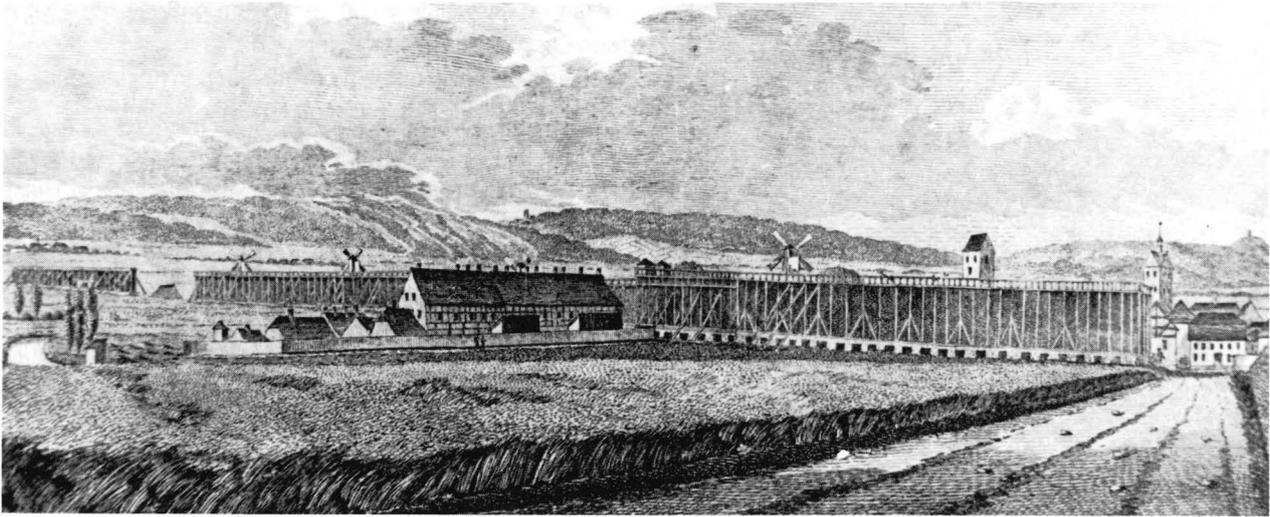


Abb. 11: Saline Artern zu Beginn des 19. Jahrhunderts

Saline	Jahr	Rohsalz- gehalt der Sole in %	Besitzer	Jahres- produktion in t Siedesalz
Nauheim	1716	1,5–2	Staat	um 2000
Schmalkalden	1718	1,3	Staat	um 300
Allendorf	1720	5	Staat	2500
Sulzbach	1722	1	Staat	um 100
Artern	1728	3	Staat	bis 2000
Salzhausen	1730	1,3	Staat	100–500
Sulz a. N.	1737	3	Staat	300
Unna	1738	3–6	Staat	1000
Salzungen	1740	3–8	Staat	1000
Oldesloe	1750	2,5	Pfännerschaft	um 1000
Salzungen	1764	3–8	Pfännerschaft	um 1000
Schönebeck	1765	10	Staat	20 000
Frankenhausen	1793	10–12	Pfännerschaft	unter 1000

Tab. 2: Beispiele zur Einführung der Dorngradierung

Saline	Jahr	Salinenbesitzer	Tiefe in Metern	Salzgehalt in Masse-%
Jagstfeld	1816	Kgr. Württemb.	148	26
Wimpfen	1818	private Gesellsch.	134	23
Offenau	1820	Kgr. Württemb.	142	22
Rappenu	1822	Großhzt. Baden	220	26
Dürrheim	1822	Großhzt. Baden	180	26
Schwäbisch Hall	1822	Kgr. Württemb.	95	26
Schwenningen	1823	Kgr. Württemb.	172	26
Rottweil	1823	Kgr. Württemb.	180	26
Stotternheim	1827	K. C. F. Glenck	370	26
Bufleben	1828	K. C. F. Glenck	220	26
Köstritz	1831	K. C. F. Glenck	90	26
Artern	1837	Kgr. Preußen	296	25
Salzungen	1842	Pfännerschaft	150	26
Sulz a. N.	1843	Kgr. Württemb.	150	26
Oeynhaus	1845	Kgr. Preußen	696	4,5
Schönebeck	1855	Kgr. Preußen	530	25

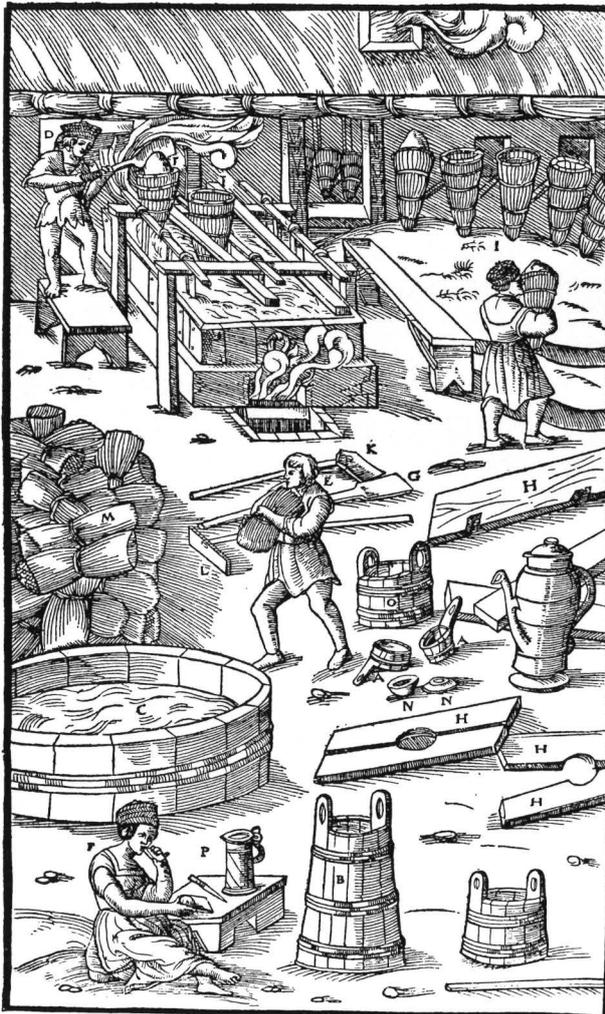
Tab. 3: Die ersten erfolgreichen Tiefbohrungen nach Sole

de geologische Kenntnisse, um mit der Bohrung auch tatsächlich in ein Steinsalzlager zu gelangen. Nachdem die erste Bohrung 1816 bei Jagstfeld im Königreich Württemberg erfolgreich war und ungeheures Aufsehen erregt hatte, wurden an vielen Stellen Deutschlands Tiefbohrungen unternommen und neue Salinen gegründet, die mit konzentrierten oder gesättigten Solen arbeiten konnten (Tab. 3). Für die Anlage der Bohrungen war meist die Finanzkraft großer Territorialstaaten erforderlich. Eine frühe Ausnahme bildete der Salinist Karl Christian Friedrich Glenck (1779–1845), der als Privatunternehmer in einigen thüringischen Staaten nach Salz bohrte und dem später die Entdeckung der reichen Steinsalzlager in der Schweiz gelang⁴⁰.

Zahlreiche Salinen bedienten sich jedoch auch im gesamten 19. Jahrhundert noch einer schwachen Quellsole und wendeten die Dorngradierung an⁴¹. Zur regionalen Bedeutung vieler kleiner Salinen trug das wenig entwickelte Transportwesen ebenso bei wie die Salzpoltik der meisten deutschen Regierungen, die durch Schutzzölle oder Einfuhrverbote für „fremdes“ Salz die einheimischen Salinen auch bei hohen Produktionskosten lebensfähig erhielten. Erst mit der Abschaffung der staatlichen Salzhandelsmonopole und der Einführung einer einheitlichen Produktionssteuer im Jahre 1868⁴² konnten viele kleine Salinen der Konkurrenz der modernen Großsalinen nicht mehr standhalten.

In der weiteren Verfolgung des Verfahrensfließbildes (Abb. 6) soll nun die historische Entwicklung des eigentlichen Siedeprozesses in der Siedepfanne betrachtet werden.

Bereits zu Beginn des Zeitraumes um 1500 wurde das Salzsieden eindeutig als Stofftrennprozeß durchgeführt, indem die gelösten Beimengungen, vor allem Kalium- und Magnesiumsalze, in der „Mutterlauge“ verblieben und das



Die Schöpfer A. Die Kufe B. Der Bottich C. Der Siedemeister D. Der Burfche E.
Die Frau F. Holzspatel G. Bretter H. Körbe L. Schaufel K. Rechen L.
Stroh M. Becher N. Gefäß mit Blut O. Bierkanne P.

Abb. 12: Arbeitsgänge bei der Siedesalzproduktion im 16. und 17. Jahrhundert (Agricola)

auskristallisierte Kochsalz aus dieser herausgeschaufelt wurde (Abb. 12). Die Mutterlauge wurde anschließend meist verworfen, nach 1800 aber in zunehmendem Maße genutzt. In den meisten Salinen bestanden genaue Vorschriften darüber, wieviel Salz aus einer Pfannenfüllung herausgezogen werden mußte. Die ältesten Nachrichten hierüber hat Rhenanus aufgezeichnet. So schrieb er über die 1568 besuchte Saline Aschersleben: „Mann seudet vier stund, unnd wans zu Salze gehen wil, so schwenckt mann hier ein, lesets darauf ein stunde sochen, unnd wann man ausbringen und Salz machen will, so legt zuvor der Salz knecht ein Breth voller Lecher über die Pfannen, uff die Behr stebe, sezt darauf alß baldt ein Butten, zeuhet das Salz zusammen, schlegets auf, biß das er ein Butten voll, und also ein stücke verfertigt hat... also fehret er fort... biß daß er vier stuck ausbracht“⁴³. Aus einer Pfannenfüllung wurden demzufolge in Aschersleben vier Stücke Salz von genau bestimmter Größe ausgebracht, und auch für andere Salinen gibt es entsprechende Angaben. Durch

diese Arbeitsweise wurde verhindert, daß die Konzentration der Magnesium-, Kalium- und Sulfationen in der Mutterlauge zu groß wurde und mit der an den Kochsalzkristallen anhaftenden Lösung zu große Mengen an bitteren Salzen in das fertige Kochsalz gelangten⁴⁴.

Mit dem eigentlichen Siedeprozess waren weitere Reinigungsoperationen verbunden (Tab. 4). In der Störphase bildete sich beim Kochen der Sole ein Schaum, der neben Salz vor allem unlösliche Eisenverbindungen, organische Substanzen sowie Calciumsulfat enthielt. Durch Zugabe von Blut oder Eiern wurden in den meisten Salinen die Schaumbildung gefördert und der zähe Schaum mit Hilfe besonderer Schaumlöffel abgeschöpft. Den Schlamm, der sich beim Stören bildete, entfernte man mittels sog. Setzpfannen. Das waren kleine Bleche mit umgebogenem Rand, die in der Mitte einen Stiel besaßen und die in die kochende Sole auf den Boden der Siedepfanne gestellt wurden. Infolge der Strömungsverhältnisse sammelten sich die feinteiligen Verunreinigungen wie Sand und Ton in diesen Setzpfannen an, die die Sieder gegen Ende der Störperiode wieder aus der Siedepfanne herausnahmen. Aus der Saline Frankenhausen ist bekannt, daß nach der Einführung der Setzpfannen im Jahre 1604 ein reineres Salz erzeugt werden konnte⁴⁵.

Ein Teil der sich beim Stören bildenden schwerlöslichen Verbindungen, insbesondere das Calciumsulfat, sedimentierte auf den Pfannenboden und bildete dort durch die unmittelbare Einwirkung der Hitze unter der Pfanne eine relativ feste Kruste, den Pfannenstein, der wesentlich die Lebensdauer der Siedepfannen bestimmte und von Zeit zu Zeit entfernt werden mußte⁴⁶.

Das Ende der Störperiode, also das Erreichen der Sättigungskonzentration, erkannten die Siedemeister empirisch an verschiedenen Kennzeichen, z. B. am Auftreten erster Salzkristalle. Nun ließ man die Sole soggen, indem das Feuer stark gedrosselt wurde. Nach einer gewissen

Siede- phase	Abfall- produkt	Entfernung von	Förderung durch	Arbeits- geräte
Stören	Salz- schaum	Eisenverbindungen CaSO_4 , organische Substanzen	Schaumbildner (Blut, Eiklar)	Schaum- löffel
	Salz- schlamm	Sand, Ton, CaSO_4	heftiges Kochen	Setz- pfannen
	Pfannen- stein	Sulfat (als CaSO_4 oder Na_2SO_4)	unerwünscht	Entfer- nung mit Hammer
Soggen	kaum Rück- stand	organische Hautbildner	Bier, Wein, Harz, Ruß, Butter, Molke	

Tab. 4: Solereinigung während des Siedeprozesses (16. bis 18. Jahrhundert)

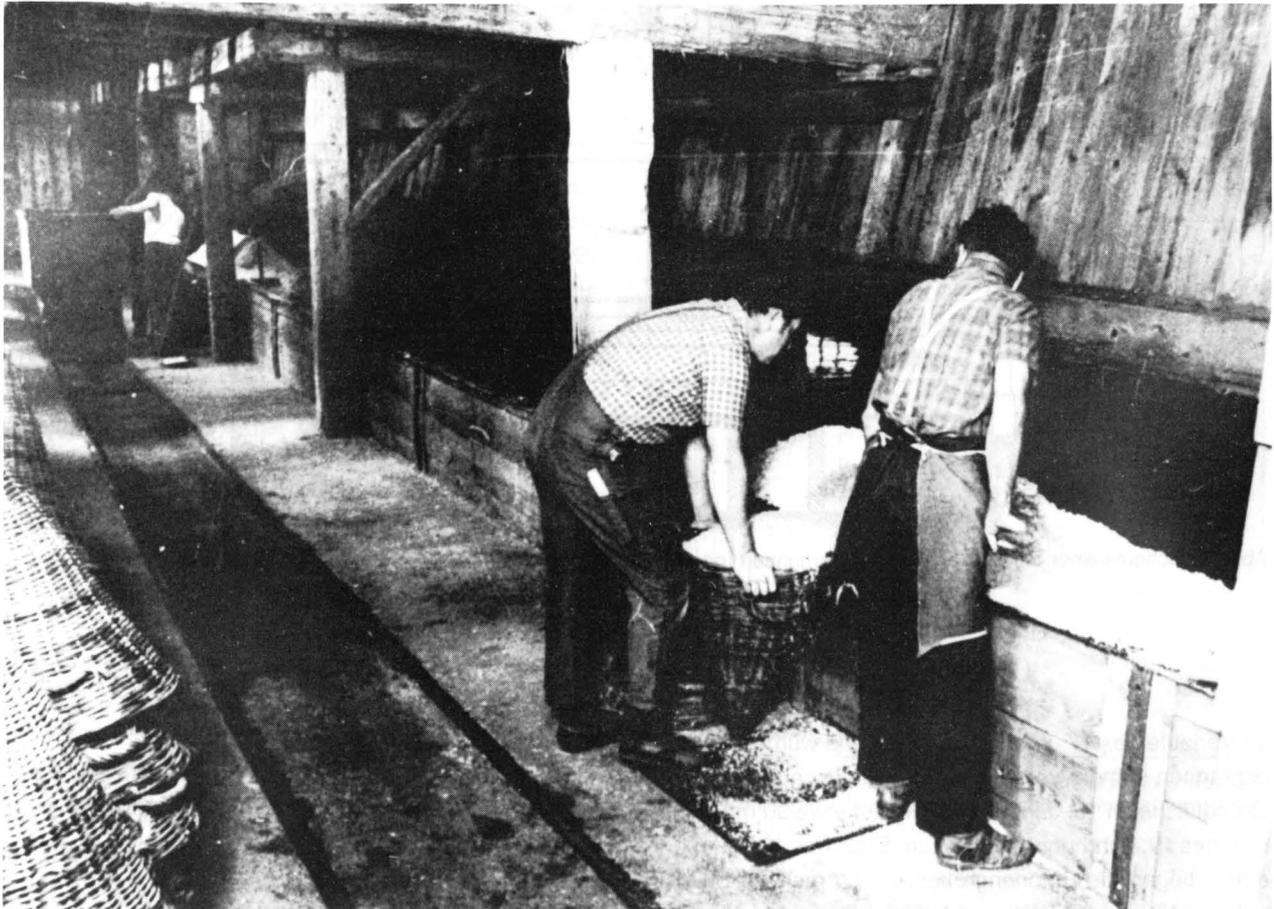
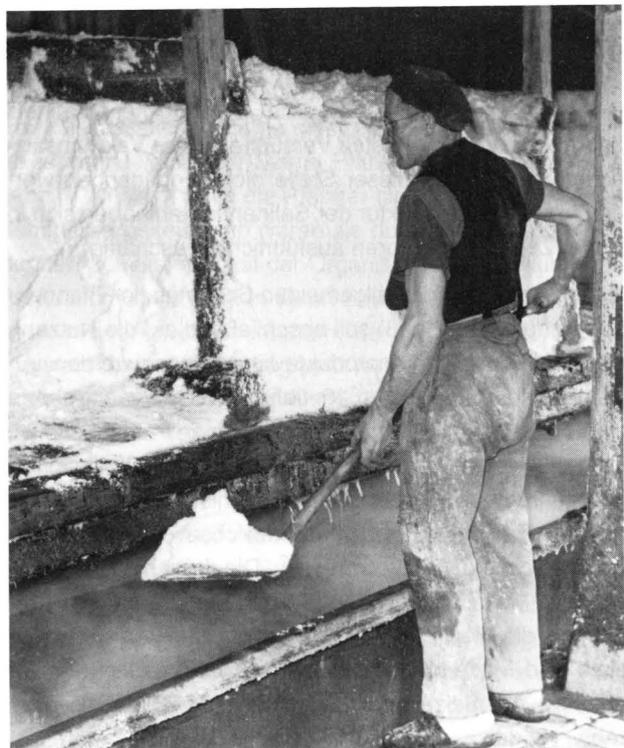


Abb. 13: Salztrocknung in Spitzkörben in der Saline Kreuznach

Zeit, die in den einzelnen Salinen unterschiedlich war, wurde das auskristallisierte Salz aus der Pfanne herausgeschaufelt. Nicht immer verlief das Soggen ohne Störungen. In der zeitgenössischen Literatur wird immer wieder das Problem diskutiert, daß öfter die Bildung der Salzkristalle verzögert wurde oder ganz ausblieb⁴⁷, obwohl alle Voraussetzungen für die Kristallisation erfüllt schienen. Erfahrene Siedemeister kannten jedoch in der Zugabe kleiner Mengen empirisch gefundener Mittel, wie Bier, Wein, Harz, Ruß, Butter oder „höchstsaurer“ Molke, eine Möglichkeit, diese Kristallisationsstörungen sofort zu beseitigen. Eine wissenschaftliche Erklärung war selbst im 19. Jahrhundert noch nicht möglich, so daß die erwähnten Zusätze als „Ueberbleibsel alter Geheimnißkrämerei“⁴⁸ angesehen wurden. Aus heutiger Sicht läßt sich das Problem zufriedenstellend mit der Bildung verdunstungshemmender Schichten auf der Oberfläche der relativ ruhig stehenden Sole erklären, wodurch kein Wasser verdampfen und damit auch kein Salz ausfallen kann. Solche Schichten wurden in anderem Zusammenhang ausführlich untersucht⁴⁹. Die bewährten Mittel der alten Siedemeister erscheinen damit auch mit dem heutigen physikalisch-chemischen Kenntnisstand als durchaus geeignet, den Kristallisationshemmungen wirksam zu begegnen.

Abb. 14: Herausschaufeln des Salzes auf die Abdeckung der Siedepfanne



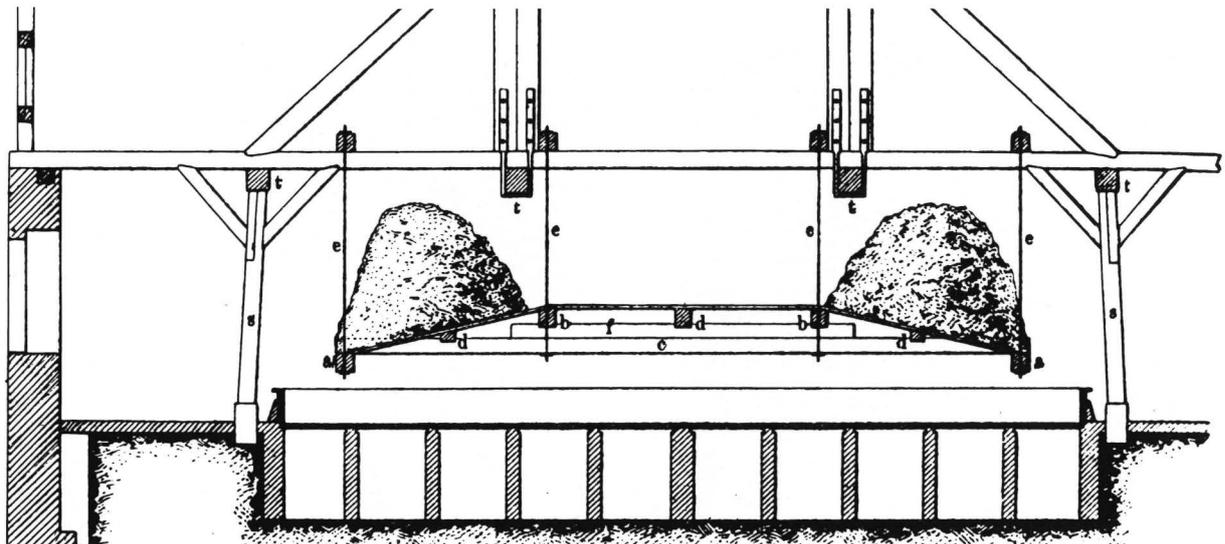


Abb. 15: Schema einer Siedepfanne im 19. Jahrhundert (nach Fürer)

Im Verlaufe des 17. und 18. Jahrhunderts wurden die Siedepfannen ständig vergrößert, von durchschnittlich 10 m² Grundfläche im 16. Jahrhundert bis auf etwa 30 m² zu Beginn des 19. Jahrhunderts. Bis zum Ende des 19. Jahrhunderts stiegen die Pfannengrößen in den meisten Salinen auf fast 100 m² an. Während bis zum Ende des 18. Jahrhunderts das aus der Pfanne entnommene nasse Salz zum Abtropfen in spitze Körbe aus Weidengeflecht geschaufelt wurde (Abb. 13), in denen es bis zur vollständigen Trocknung verbleiben konnte, warfen im 19. Jahrhundert die Sieder das Salz zumeist auf die hölzerne Abdeckung der Siedepfannen (Abb. 14, 15). Von dort aus gelangte es dann in die Trockenräume und Salzmagazine.

Auf die technischen Entwicklungen des späten 19. Jahrhunderts, wie die Erfindung der Unterkesselpfanne, den mechanischen Salzausstrag, die Salztrocknung mittels Zentrifugen oder die ersten Versuche mit der Vakuumsalzerzeugung, soll an dieser Stelle nicht eingegangen werden⁵⁰. Mit der Architektur der Salinenbauten haben sich in letzter Zeit einige Autoren ausführlicher beschäftigt⁵¹.

In der Verfolgung des allgemeinen Schemas der Pfannensalzerzeugung (Abb. 6) soll abschließend auf die Nutzung der Abfälle und Nebenprodukte hingewiesen werden. An der Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert begann man in zahlreichen deutschen Salinen mit einer Produktion von Chemikalien aus den Salinenabfällen, meist von einfachen anorganischen Salzen. Diese Erzeugnisse ließen sich wegen des Fehlens einer eigentlichen chemischen Industrie in Deutschland gut verkaufen⁵². Die früheste Form der Nutzung von Salinenabfällen waren bereits im 17. Jahrhundert die Herstellung von Düngemitteln aus Pfannenstein und Mutterlauge⁵³ und im 18. Jahrhundert die Bereitung von Salzen für den medizinischen Gebrauch (Abb. 16) gewesen.

Abb. 16: Werbeschrift für das Bittersalz der Saline Creuzburg, Herzogtum Sachsen-Eisenach, 1745

Gründlicher Unterricht
 Von dem vor langer Zeit zwar erfundenen
 anjego aber
 auf eine besondere Chymische Art
 zubereiteten Balsamischen eröffnenden
Creuzburger
Bitter-Salk,

Wie solches
 aufs neue experimentiret
 und nach seiner
vortrefflichen Wirkung,
 das Englische weit übertreffend
 befunden worden.
 Auf Gnädigsten Special-Befehl
 entworfen und
 zu jedermans Nachricht und wahren Nutzen
 in Druck gegeben

von
D. A. F. Bertram,
 Hochfürstl. Sächß. Meinar- und Eisenachischer
 Hof-Medicus, auch Stadt- und Land-Physicus.

Eisenach 1745.

Verlegt Michael Gottlieb Griebach, Hochfürstl.
 Sächß. privilegirten Buchhändlern, bey welchem auch
 das bittere Salk in Commission zu haben.

Besitzverhältnisse im deutschen Salinenwesen

Im Hochmittelalter befanden sich die Solequellen – zumindest diejenigen, die hohe Schüttung und ausreichenden Salzgehalt aufwiesen – in der Hand der großen Feudalherren, insbesondere der Könige. Urkunden, die einen anderen Schluß zulassen, sind nicht bekannt⁵⁴. Seit dem 10. Jahrhundert gingen die Könige verstärkt dazu über, Besitzrechte an Sole, Anlagen zur Salzgewinnung und Berechtigungen zum Sieden gegen einmalige Zahlungen oder regelmäßige Abgaben an ihre Untertanen zu vergeben. So schenkte nach einer Urkunde aus dem Jahre 998 König Otto III. dem Kloster Memleben die Gemeinde Wiehe mit allem Zubehör, unter anderem mit den Salzpflanzen in Frankenhausen⁵⁵. Für viele andere Salinen sind ähnliche Urkunden bekannt. Von den Belehnten wurden die Rechte oft weiterverkauft, verschenkt oder verpachtet, so daß sich in vielen Salinen eine komplizierte Vielfalt von Nutzungs- und Besitzrechten entwickelte. Betrachtet man nur die tatsächlichen Besitzer, die im Produktionsprozeß unmittelbar den Salinenarbeitern gegenüberstanden, so lassen sich nach der Auswertung des Materials zu den in der Übersicht verzeichneten Salinen folgende Besitzformen unterscheiden:

- | | |
|--------------|---|
| Privatbesitz | – Einzelpersonen |
| | – Bäuerlicher Nebenbetrieb |
| | – Gewerkschaft |
| | – Pfännerschaft |
| Staatsbesitz | – Direkte Verwaltung durch Staatsbeamte |
| | – Verpachtung an Privatpersonen |

Diese Besitzformen sind im gesamten Zeitraum von 1500 bis 1900 anzutreffen. Kapitalistisches Eigentum, insbesondere in Form von Aktiengesellschaften, entwickelte sich im deutschen Salinenwesen erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts.

Im folgenden soll kurz⁵⁶ auf die beiden wichtigsten Besitzformen vom 16. bis 19. Jahrhundert, auf die privaten Pfännerschaften und auf die staatlichen Salinen, eingegangen werden. Für die anderen Formen gibt es jeweils nur wenige Beispiele unter den verzeichneten 113 Salinen⁵⁷.

Die Pfännerschaft, eine qualitativ selbständige Unternehmensform, war bis zum Beginn der bürgerlichen Umwälzung um 1800 die häufigste Form des Privatbesitzes im deutschen Salinenwesen. In einem komplizierten und langwierigen Prozeß hatten sich die Pfännerschaften im Mittelalter herausgebildet. Von der im Montanwesen vorherrschenden Gewerkschaft unterschieden sich die Pfännerschaften vor allem dadurch, daß die Pfänner im betreffenden Salinenort ansässig sein mußten. Fremde konnten nur in besonderen Ausnahmefällen Pfänner werden. Die Pfänner hatten im Laufe der Jahrhunderte allmählich die Berechtigung zum Sieden, entsprechende Anteile an Sole und die Siedehütten und Pfannen in ihren Besitz bringen

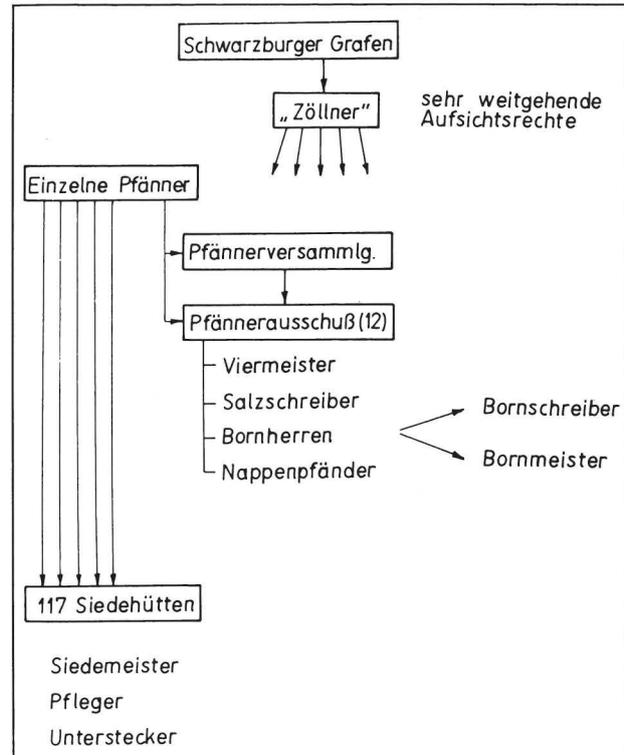


Abb. 17: Organisation einer pfännerschaftlichen Saline am Beispiel der Saline Frankenhausen, Grafschaft Schwarzburg-Rudolstadt, vom 16. bis 18. Jahrhundert

können. Sie beteiligten sich im 16. Jahrhundert bereits nicht mehr selbst an der Arbeit in den Siedehütten, sondern ließen die Salzerzeugung von den Salinenarbeitern betreiben, die sie in Lohnarbeit beschäftigten. Andererseits lag das uneingeschränkte Eigentum an dem Bodenschatz Sole in der Hand der Regalherren, also fast ausnahmslos der jeweiligen Landesherrn. Diesen hatten die Pfänner bestimmte, meist genau festgelegte Abgaben zu leisten.

Das Organisationsschema einer pfännerschaftlichen Saline ist am Beispiel der Saline Frankenhausen dargestellt (Abb. 17). Wenn auch die Pfänner nicht selbst in den Siedehütten arbeiteten, so waren sie doch bis zum 18. Jahrhundert zumeist eng mit der Organisation und Leitung der Produktion verbunden. In vielen Salinen besaß ein Pfänner nur ein oder zwei Siedehütten, da der Besitz durch die Pfännerschaftsstatuten begrenzt wurde. Der Pfänner stellte die Arbeitskräfte seiner Siedehütte ein und entließ sie, gab die Menge des zu siedenden Salzes an und kümmerte sich oft auch persönlich um den Holzkauf und den Salzabsatz. Für die gemeinsamen Aufgaben, insbesondere für den Brunnenbau und dessen Erhaltung, für die Soleverteilung, für die Aufsicht im Salzwerk und die ordnungsgemäße Einhaltung der zahlreichen Vorschriften wählte die Pfännersammlung oder ein Ausschuß maßgeblicher Pfänner mehrere Beamte. Die Landesherrn als die Regalinhaber und Eigentümer der Solequellen wurden in den einzelnen Salinen in sehr unterschiedlichem Maße wirk-

sam. So reichte das Spektrum von einer nur formalen Anerkennung der Hoheitsrechte in der Saline Lüneburg bis hin zu den außerordentlichen Vollmachten des gräflich-schwarzburgischen „Zöllners“ in der Saline Frankenhäusen.

Die Pfännerschaften, die im Mittelalter durch den Zusammenschluß einzelner Salzproduzenten wesentlich zu einem Aufschwung der Salzerzeugung beigetragen hatten, wurden seit dem 17. Jahrhundert vor allem wegen des Fehlens einer einheitlichen Salinenleitung immer mehr zu einem gravierenden Hemmnis für die technische Weiterentwicklung im Salinenwesen. Das zeigt sich besonders deutlich am Beispiel der großen Salinen Lüneburg, Allendorf, Frankenhäusen und Halle (Saale). In der Saline Lüneburg lag die Salzproduktion um 1800 nur noch bei 25 % der im 16. Jahrhundert erzeugten Menge, die Pfänner in Allendorf mußten sich ihre Enteignung durch den hessischen Landgrafen gefallen lassen, die Saline Frankenhäusen sank zur Bedeutungslosigkeit herab, und die Halle-sche Pfännerschaft konnte sich nur durch die günstigen natürlichen Voraussetzungen – hohe Salzkonzentration und Schüttung ihrer Solequellen – vor dem Untergang retten. Kleinere pfännerschaftliche Salinen mußten ihren Betrieb einstellen, wie 1847 Lindenau, 1857 Münder am Deister und 1872 Salzhemmendorf, oder sie wurden vom Staat übernommen, wie 1756 Unna, 1797 Staßfurt und 1804 Schwäbisch Hall.

Die Landesherrn der deutschen Territorialstaaten fungierten bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts in zunehmendem Maße als Triebkraft der Entwicklung im Salinenwesen. Im 16. Jahrhundert noch traten die Fürsten selten als Salinenbesitzer auf. Von den Salinen mit überregionaler Bedeutung waren im 16. Jahrhundert nur die Salinen Allendorf in der Landgrafschaft Hessen (seit 1567 Hessen-Kassel) und Liebenhall bei der heutigen Stadt Salzgitter im Herzogtum Braunschweig-Wolfenbüttel in Staatsbesitz übergegangen. Von 15 Salinen, die um 1600 in Staatsbesitz waren, fanden sich die meisten 100 Jahre früher, um 1500, noch in privater Hand oder existierten noch gar nicht.

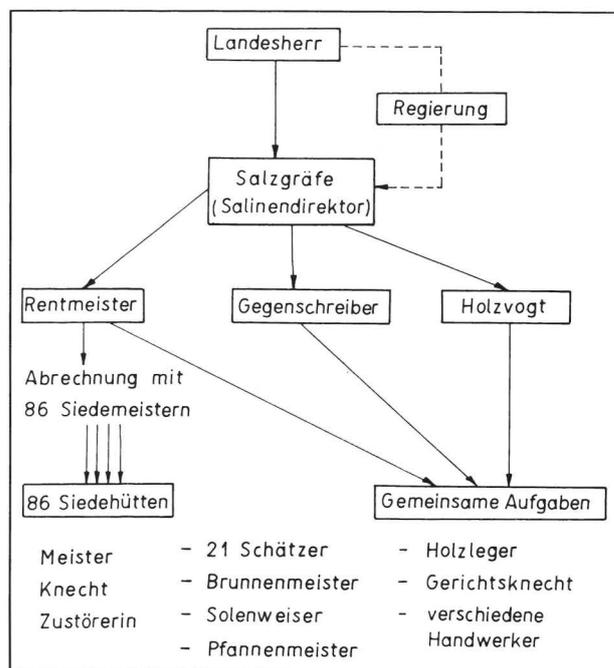
Nach 1600 wurden in den deutschen Territorien fast keine privaten Salinen mehr gegründet. Im 18. Jahrhundert gingen die Landesherrn verstärkt dazu über, einerseits eigene Salinen zu gründen und andererseits alle wichtigen privaten Salinen an sich zu bringen. Zu den bedeutendsten Salinen Gründungen im 18. Jahrhundert gehörten Schönebeck (1705) und Neusalzwerk (ab 1847 „Bad Oeynhausens“) im Königreich Preußen, Kösen (1731) und Dürrenberg (1763) im Kurfürstentum Sachsen sowie Rothenfelde (1724) im Bistum Osnabrück. Diese Salinen vergrößerten rasch ihren Anteil an der gesamten deutschen Siedesalzproduktion. So produzierte die Saline Schönebeck nach 1766 jährlich über 20 000 t Siedesalz und blieb bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts die größte deutsche Saline⁵⁸.

In Abb. 18 ist das Organisationsschema einer staatlichen Saline an einem frühen Beispiel, der Saline Allendorf im 16. Jahrhundert, gezeigt. Im Unterschied zu den pfännerschaftlichen Salinen bestanden eine strenge hierarchische Gliederung und eine einheitliche Leitung der Produktion. An der Spitze stand ein Salinendirektor – im 16. und 17. Jahrhundert „Salzgräfe“ genannt – der vom Landesherrn eingesetzt wurde. Dem Salzgräfen unterstanden weitere Beamte, von denen einer als der direkte Vorgesetzte aller Siedemeister in den zahlreichen Siedehütten fungierte.

Im Zusammenhang mit der nach 1800 in Deutschland einsetzenden industriellen Revolution wurde noch einmal eine beträchtliche Zahl staatlicher Salinen gegründet, als es gelungen war, durch Tiefbohrungen gesättigte Solen zu erschließen. Die erforderlichen hohen Investitionen konnten zu jener Zeit im allgemeinen nur vom Staat aufgebracht werden. In der Mitte des 19. Jahrhunderts stellten viele staatliche Salinen den Betrieb ein oder wurden an private Unternehmer verkauft. Die wenigen Salinen Gründungen im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts erfolgten meist im Zusammenhang mit der Kalisalzverarbeitung und gehörten privaten Gesellschaften.

Im 20. Jahrhundert wurde die Pfannensalztechnologie allmählich durch das Eindampfen der Solen unter vermindertem Druck in geschlossenen Siedegefäßen ersetzt. Dadurch ließ sich der spezifische Brennstoffverbrauch auf 30 bis 50 % reduzieren. Die volle Durchsetzung der Vakuumtechnologie fällt in die Zeit nach 1965, die meisten Pfannensalinen in Mitteleuropa stellten zwischen 1965 und 1975 ihre Produktion ein.

Abb. 18: Organisation einer landesherrlichen Saline am Beispiel der Saline Allendorf, Landgrafschaft Hessen-Kassel, vom 16. bis 18. Jahrhundert



ANMERKUNGEN

1. Palme 1974; Hägermann/Ludwig 1984; Witthöft 1976; Frey-dank 1927/30.
2. Schremmer 1980; Palme 1983.
3. Multhaus 1978; Emons/Walter 1984 a.
4. Kopp 1788; Cramer 1879; Hütteroth 1966, S. 280 f.
5. Gesamthochschul-Bibliothek Kassel, Handschriftenabteilung, Sign. 2° Ms. Hass. 186; Oberbergamt Clausthal-Zellerfeld, Bibliothek, Sign. IV E² 12. Die Salzbibel umfaßt über 2000 Seiten und besteht aus fünf „Büchern“, vier „Anhängen“ und mehreren „Miszellen“.
6. Thölde 1603. Das Werk erlebte mehrere Nachauflagen, wobei der Titel des häufig zitierten Druckes von 1612 „Haliographia“ lautet.
7. Lenz 1981.
8. Nennenswert ist fast nur die sorgfältige Schrift Hondorff 1670. Als Beispiel für ähnliche Machwerke sei genannt Happe 1717.
9. Carlé 1972.
10. Blaschke 1955.
11. Walter 1986.
12. Langsdorf 1784, S. III. Von der „Salzwerkskunde“ folgten bis 1796 vier weitere umfangreiche Bände.
13. Wichtig ist ferner Langsdorf/Langsdorf 1785/96.
14. Volk 1934.
15. Emons/Walter 1984 b.
16. Karsten 1854.
17. Karsten 1846/47.
18. F. A. Fürer (1856–1922), 1886–1901 Saline Dürrenberg, 1901–1921 Salinendirektor zu Schönebeck (Elbe). Für freundliche Hinweise danken wir Herrn Otto Fürer, Bad Homburg.
19. Fürer 1900.
20. Carlé 1975.
21. Salt – the Study of an Ancient Industry. Report on the Salt Weekend held at the University of Essex, Colchester 1975; L'Extraction du sel en Europe dans l'antiquité par la technique du briquetage, Marsal (Frankreich), 13.–16. 10. 1983.
22. Gouletquer/Kleinmann 1978.
23. Zuletzt Jodłowski 1984.
24. Nach der Einstellung der letzten Pfannensalinen in der Schweiz 1971 und in Österreich 1983 arbeiten gegenwärtig noch die Saline Oberilm (DDR) und die Saline Luisenhall bei Göttingen mit Siedepfannen.
25. Ausführlich diskutiert bei Walter 1985 a. Die Schrift ist über Schriftentausch vom Verfasser erhältlich.
26. Ein solches Salz wird gegenwärtig noch beim Schausieden im Halloren- und Salinenmuseum Halle (Saale) erzeugt und in Souvenirpackungen verkauft.
27. Auf die Frage der Solebrunnen geht z. B. W. Carlé sehr ausführlich ein, als Zusammenfassung seiner Arbeiten vgl. Carlé 1968.
28. Walter 1985.
29. Thölde 1603, S. 44.
30. Walter 1985 a, S. 70 f.
31. Rach 1935, S. 27.
32. Rhenanus 1567/85, 4. Anhang, zit. nach der Urschrift in Clausthal-Zellerfeld, Bl. 855.
33. Carlé 1963.
34. Thölde 1603, S. 57–60.
35. Walter 1985 a, S. 76–80.
36. Wirth 1984, S. 17.
37. Schröcker 1882.
38. Im 18. Jh. wurden für 1 Fuß Länge eines Gradierwerkes eine Bausumme von 25 Gulden veranschlagt, so daß ein 1000 m langes Gradierwerk 25 000 Gulden kostete, – vgl. Langsdorf 1781, S. 389.
39. Alberti 1826, S. 270.
40. Carlé 1969.
41. Walter, Hans-Henning: Siedesalzproduktion aus natürlichen Solen im 19. Jh., in: Zeitschrift für Geologische Wissenschaften (Berlin), im Druck.
42. Offenbacher 1904.
43. In Originalschreibweise zit. nach der Urschrift, Bl. 876.
44. Ausführlich dazu Walter 1985 a, S. 64 ff.
45. Kober 1753, Stichwörter „Bletten“ und „Mergel“. Das Original der Handschrift befindet sich im Staatsarchiv Rudolstadt, eine Abschrift im Kreisheimatmuseum Bad Frankenhausen, Sign. IV–81 K 14.
46. Walter 1985 a, S. 91–94.
47. Thölde 1603, S. 94; Langsdorf 1784, S. 424 ff.; zuletzt Schmid 1951, S. 65 f. – Noch heute treten bisweilen Störungen der Kristallisation bei der Pfannensalzproduktion auf.
48. Karsten 1846/47, Bd. 1, S. 131.

49. Herz/Hamann/Petrick/Elbeshausen/Cammenga 1982; Wolf/Schulze/Petrick/Cammenga/Barnes 1979.
50. Warth 1870; Mentzel 1936; Emons/Walter 1985.
51. Lukert 1970; Erich 1972; Bock 1982; Slotta 1975; Leroy 1984.
52. Walter, Hans-Henning/Emons, Hans-Heinz: Salinenwesen und chemische Industrie im 19. Jh., in: Schriftenreihe für Geschichte der Naturwissenschaften, Technik und Medizin – NTM, Leipzig (im Druck).
53. Carlé 1965.
54. Hornburg 1928.
55. Hessisches Staatsarchiv Marburg, Urk. Stift Hersfeld, 998 Nov. 30.
56. Ausführlicher bei Walter, Hans-Henning: Entwicklung der Produktivkräfte und Produktionsverhältnisse im deutschen Salinenwesen vom 16. bis 19. Jh., in: Jahrbuch für Wirtschafts-geschichte (in Vorb.).
57. Eine ausführliche Darstellung der Geschichte dieser und weiterer Salinen bei Emons, Hans-Heinz/Walter, Hans-Henning: Geschichte der Salinen in Mitteleuropa, Leipzig (in Vorb.).
58. Göbel/Fricke/Schulte 1902.

BIBLIOGRAPHIE

- ALBERTI, Friedrich von:
1826 Die Gebirge des Königreiches Württemberg in besonderer Rücksicht auf Halurgie, Stuttgart/Tübingen 1826.
- BLASCHKE, Karlheinz:
1955 Johann Gottfried Borlach – ein Bergingenieur des 18. Jh., in: Bergakademie 7, 1955, S. 370–373.
- BOCK, Sabine:
1982 Denkmale des Salinenwesens in der DDR, Diss. Weimar 1982.
- CARLÉ, Walter:
1963 Die Geschichte der altwürttembergischen Saline zu Sulz am Neckar, die Herkunft ihrer Solen und die Salinentech-nik, in: Zeitschr. f. Württ. Landesgesch. 22, 1963, S. 91–172.
1965 Die Sulzer Hallerde – ein jahrhundertlang gebrauchter Kunstdünger, in: Jahresh. Geolog. Landesamt Baden-Württemberg 7, 1965, S. 663–682.
1968 Salzsuche und Salzgewinnung im Königreich Württemberg und in der darauffolgenden Zeit bis heute, in: Veröff. d. Komm. f. Gesch. Landeskunde in Baden-Württemberg 43, 1968, S. 105–176.
1969 Die Salinistenfamilie Glenck, in: Lebensbilder aus Schwaben und Franken 11, 1969, S. 118–149.
1972 Joachim Friedrich Freiherr von Beust – ein berühmter Salinist des 18. Jh., in: Zeitschr. f. Württ. Landesgesch. 31, 1972, S. 278–289.
1975 Die Mineral- und Thermalwässer Mitteleuropas – Geologie, Chemismus, Genese, Stuttgart 1975.
- CRAMER, H.:
1879 M. Johannes Rhenanus, der Pfarrer und Salzgräbe zu Allendorf a. d. Werra, Halle 1879.
- EMONS, Hans-H./WALTER, Hans-H.:
1984 a Mit dem Salz durch die Jahrtausende, Leipzig 1984.
1984 b Alexander von Humboldt und die Gewinnung des Siedesalzes im späten 18. Jh., in: Neue Bergbautechnik 14, 1984, S. 349–354.

- 1985 Zur historischen Entwicklung der Technologie der Siedesalzerzeugung seit dem 16. Jh., in: *Chemische Technik* 37, 1985, S. 319–322.
- ERICH, Rudolf:
1972 Die Baudenkmäler des Salinenwesens in Österreich, Diss. TU Wien 1972.
- FREYDANK, Hanns:
1927/30 *Geschichte der Halleschen Pfännerschaft*, 2 Bde., Halle (Saale) 1927/30.
- FÜRER, Franz A.:
1900 *Salzbergbau und Salinenkunde*, Braunschweig 1900.
- GÖBEL/FRICKE/SCHULTE:
1902 *Das Königliche Solbad zu Elmen*, Leipzig 1902.
- GOULETQUER, Pierre-L./KLEINMANN, Dorothea:
1978 Die Salinen des Mangalandes und ihre Bedeutung für die Erforschung der prähistorischen Briquetagestätten Europas, in: *Mitt. d. Anthropolog. Ges. in Wien* 108, 1978, S. 41–49.
- HÄGERMANN, Dieter/LUDWIG, Karl-H.:
1984 Mittelalterliche Salinenbetriebe – Erläuterungen, Fragen und Ergänzungen zum Forschungsstand, in: *Technikgeschichte* 51, 1984, S. 155–189.
- HAPPE, Gottlob C. von:
1717 *Salz- und Bergegeist... oder kurtze doch gründliche Beschreibung des Saltzwesens*, o. O. 1717.
- HERZ, D./HAMANN, D./PETRICK, H.-J./ELBESHAUSEN, K./CAMMENGA, H. K.:
1982 Krustenbildung auf Oberflächen kristallisierender Salzsolen und ihre Beeinflussung durch Tenside, in: *Berichte d. Bunsenges. f. Physikalische Chemie* 86, 1982, S. 1069–1077.
- HONDORFF, Friedrich:
1670 *Das Saltz-Werck zu Halle in Sachsen befindlich*, Halle 1670.
- HORNBURG, Paul:
1928 *Die Pfännerschaft in ihrer Entwicklung zur Unternehmungsform*, Diss. Göttingen 1928.
- HÜTTEROTH, O.:
1966 *Die altheissischen Pfarrer der Reformationszeit*, Kassel 1966.
- JODŁOWSKI, Antoni:
1984 Von den Anfängen der Salzgewinnung bei Wieliczka und Bochnia bis zur Mitte des 13. Jh., in: *Der Anschnitt* 36, 1984, S. 158–173.
- KARSTEN, Carl J. B.:
1846/47 *Lehrbuch der Salinenkunde*, 2 Bde., Berlin 1846/47.
- KARSTEN, Gustav:
1854 *Umriss zu Carl Johann Bernhard Karstens Leben und Wirken*, Berlin 1854.
- KOBER, A.:
1753 *Frankenhäuser Salzwerks-Lexikon*, Ms. um 1753.
- KOPP, U. F.:
1788 *Beytrag zur Geschichte des Salzwerks in den Soden bey Allendorf an der Werra*, Marburg 1788.
- LANGSDORF, Johann W.:
1781 *Ausführlichere Abhandlung von Anlegung, Verbesserung und zweckmäßiger Verwaltung derer Salzwerke*, Gießen 1781.
- LANGSDORF, Karl Chr.:
1784 *Vollständige auf Theorie und Erfahrung gegründete Anleitung zur Salzwerkskunde*, Altenburg 1784.
- LANGSDORF, Johann W./LANGSDORF, Karl Chr.:
1785/96 *Sammlung praktischer Bemerkungen und einzelner Abhandlungen für Freunde der Salzwerkskunde*, 3 Bde., Altenburg 1785/96.
- LENZ, Hans G.:
1981 *Johann Thoele – ein Paracelsist und „Chymicus“ und seine Beziehungen zu Landgraf Moritz von Hessen-Kassel*, Diss. Marburg 1981.
- LEROY, Rolf:
1984 *Die bauliche und technische Entwicklung der Saline Gottesgabe bei Rheine und ihre Bedeutung als technisches Denkmal*, Diss. Aachen 1984.
- LUKERT, Gertrud:
1970 *Baugeschichte der Salinen in Baden-Württemberg*, Diss. Stuttgart 1970.
- MENTZEL, W.:
1950 *Über die Entwicklung der deutschen Salinenteknik seit 1900*, in: *Saline* 1, 1936, S. 8–49.
- MULTHAUF, Robert P.:
1978 *Neptune's Gift. A History of Common Salt*, Baltimore/London 1978.
- OFFENBÄCHER, Albrecht:
1904 *Geschichte der Besteuerung des Salzes in Deutschland bis zum Jahre 1867*, Diss. Gießen 1904.
- PALME, Rudolf:
1974 *Die landesherrlichen Salinen- und Salzbergrechte im Mittelalter – eine vergleichende Studie*, Innsbruck 1974.
- 1983 *Rechts-, Wirtschafts- und Sozialgeschichte der inneralpinen Salzwerke bis zu deren Monopolisierung*, Frankfurt a. M./Bern 1983 (Rechtshist. Reihe. 25).
- RACH, Alfred:
1935 *Geschichte der Salzunger Saline, Bad Salzungen* 1935.
- RHENANUS, Johannes:
1567/85 *New Saltzbuch*, Ms. Allendorf 1567/85.
- SCHMID, Max:
1951 *Technologie der Steinsalzaufbereitung und Siedesalzerzeugung*, Halle 1951.
- SCHREMMER, Eckart:
1980 *Technischer Fortschritt an der Schwelle zur Industrialisierung – ein innovativer Durchbruch mit Verfahrenstechnologie bei den alpenländischen Salinen*, München 1980.
- SCHRÖCKER, August:
1882 *Geschichte der königlichen Saline Artern bis zum Eintritt der preußischen Verwaltung*, in: *Zeitschr. d. Harzvereins* 15, 1882, S. 1–86.
- SLOTTA, Rainer:
1975 *Technische Denkmäler in der Bundesrepublik Deutschland*, Bochum 1975.
- THÖLDE, Johann:
1603 *Haligraphia*, Eisleben 1603.
- VOLK, Walter:
1934 *Karl Christian von Langsdorf – sein Leben und Werk*, Diss. Heidelberg 1934.
- WALTER, Hans-H.:
1985 a *Zur Entwicklung der Siedesalzgewinnung in Deutschland von 1500 bis 1900 unter besonderer Berücksichtigung chemisch-technologischer Probleme*, Diss. (B) Freiberg 1985.
1985 b *Geschichte der Salinen am Kyffhäuser, Bad Frankenhausen* 1985.
1986 *3000 Jahre Salzgewinnung im Magdeburger Land*, Schönebeck 1986.
- WARTH, H.:
1870 *Beiträge zur Hebung des Salinenbetriebes auf den Stand von Wissenschaft und Technik*, Stuttgart 1870.
- WIRTH, Hermann:
1984 *Die Sulzaer Saline – Geschichte und Pflege eines Denkmals der Produktionsgeschichte*, Weimar 1984 (Schriften der Hochschule f. Architektur u. Bauwesen. 31).
- WITTHÖFT, Harald:
1976 *Struktur und Kapazität der Lüneburger Saline seit dem 12. Jh.*, in: *Vierteljahrschrift f. Sozial- und Wirtschaftsgesch.* 63, 1976, S. 1–117.
- WOLF, E./SCHULZE, F.-W./PETRICK, H.-J./CAMMENGA, H. K./BARNES, G. T.:
1979 *Der Einfluß technischer Tenside auf den Masse- und Energietransport bei der Wasserverdunstung*, in: *Tenside Detergents* 16, 1979, S. 57–64.

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. sc. nat. Drs. h. c. Hans-Heinz Emons
Dr. sc. phil. Dr. rer. nat. Hans-Henning Walter
Bergakademie Freiberg
Sektion Chemie
Postfach 47
DDR-9200 Freiberg