

# Die Alaunproduktion in Deutschland vom Mittelalter bis zum 19. Jahrhundert

## Übersicht und Anregung zu regionalhistorischer Forschung

*„Ein zusammenfassender Überblick über die mitteleuropäische Vitriolerzeugung im späten Mittelalter und in der frühen Neuzeit bleibt ein Desiderat der Technik- und Wirtschaftsgeschichte“<sup>1</sup>. Diese Ende der 70er Jahre von Karl-Heinz Ludwig getroffene Feststellung hat ihre volle Gültigkeit behalten. Über die historische technische Herstellung von Vitriolen und der chemisch verwandten, auf ähnlichem Wege zu erzeugenden Alaune<sup>2</sup> sind in der neueren Literatur nur sehr spärliche und verstreute Angaben zu finden. Viele Einzelfragen sind bis heute ungeklärt. Trotz der vielfältigen Verwendung von Alaun (Kalium-Aluminium-Sulfat,  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ ), von Kupfervitriol ( $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ) oder von Eisenvitriol ( $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ) erlangten diese Substanzen bei weitem nicht die Bedeutung für das Leben der Menschen wie beispielsweise das Kochsalz (NaCl).*

*Während noch heute die Tradition der Salzgewinnung in vielen ehemaligen Salinenorten und heutigen Solebädern breiten Raum einnimmt<sup>3</sup>, ist über eine frühere Alaunproduktion in den betreffenden Orten nur selten Näheres bekannt. In früheren Jahrhunderten ein Bergbauzweig, ging die Alaungewinnung im 19. Jahrhundert mit dem Entstehen der Kaliindustrie<sup>4</sup> und der chemischen Großindustrie<sup>5</sup> vollständig in diesen Industriezweigen auf.*

*Technische Denkmäler der Alaunproduktion haben sich nur dort erhalten, wo die ehemaligen Anlagen der bergmännischen Gewinnung von Alaunmineralien als Schaubergwerke den Besuchern zugänglich sind. Zu den bekanntesten früheren Alaunschieferbergwerken gehören die Saalfelder Feengrotten bei Saalfeld/Saale. Sachzeugen der Alauntechnologie existieren dagegen offenbar nicht mehr<sup>6</sup>.*

*Im folgenden Beitrag wird daher auf der Grundlage der Auswertung zeitgenössischer Literatur der Schwerpunkt auf die chemisch-technologischen Methoden gelegt, mit denen unsere Vorfahren aluminiumhaltige Erze und Mineralien zu Alaun umsetzten. Der Verfasser möchte damit zu weiteren heimatgeschichtlichen Untersuchungen anregen und für diese eine Grundlage geben.*

### Alaun in der Geschichte

Entscheidend für die bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts ständig steigende Alaunproduktion in der Welt waren sowohl die vielfältigen Verwendungszwecke als auch die hervorragende Möglichkeit der Herstellung sehr reiner Alaunkristalle mit einfachen technischen Mitteln. Dies liegt vor allem in den Löslichkeitsverhältnissen begründet. Die Löslichkeit von  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  nimmt mit sinkender Temperatur viel stärker ab als die Löslichkeit von Salzen, die als Verunreinigungen in den Rohlösungen enthalten sind. So lösen sich bei 100 °C 70,8 g Alaun in 100 g Wasser, bei 0 °C nur 3,0 g. Daher lassen sich aus heißen, verunreinigten alauhaltigen Lösungen durch Abkühlen Alaunkristalle gewinnen, ohne daß die enthaltenen Verunreinigungen mit auskristallisieren. Durch ein- oder mehrmaliges Umkristallisieren lassen sich schöne, große, farblose Alaun-Oktaeder (Abb. 1) herstellen, deren besonderer Vorzug die Abwesenheit des färbenden Eisensulfats darstellt.

In China wurde Alaun erstmalig 2500 v. u. Z. erwähnt<sup>7</sup>. In Mesopotamien diente Alaun 2250 v. u. Z. zum Gerben des Feinleders<sup>8</sup>. Auch als Arzneimittel wurde Alaun eingesetzt, so bei Trübungen der Hornhaut oder der Pupillen und bei verschiedenen Hautkrankheiten<sup>9</sup>.

Für das Römische Reich ist ebenfalls die Verwendung von Alaun zum Färben und Gerben überliefert. In gebrannter Form kam er in der Medizin zum Einsatz<sup>10</sup>. Dagegen nimmt Johann Beckmann an, daß die Römer den Alaun noch nicht kannten<sup>11</sup>. Torbern Bergmann<sup>12</sup> wiederum kam zu der Erkenntnis, daß die von den Völkern des Altertums mit „Alaun“ und „Stypteria“ bezeichneten Substanzen in der Natur schon vorgebildete Materialien waren und sich stark vom heutigen Alaun unterschieden. Dieser wurde zuerst im Orient hergestellt und war mit Sicherheit schon vor dem 12. Jahrhundert bekannt<sup>13</sup>. Im 15. Jahrhundert bestanden weiterhin viele Alaunsiedereien unweit von Konstantinopel<sup>14</sup>.

Die Europäer lernten Alaun und seine Zubereitung erst im 15. Jahrhundert aus den Ländern des Vorderen Orients

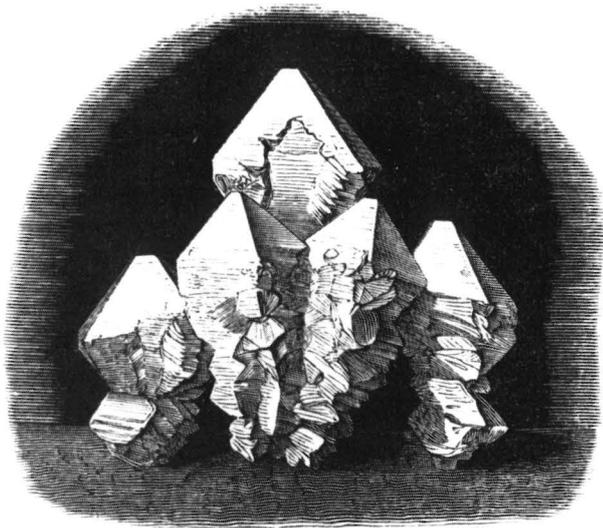


Abb. 1: Alaunkristalle

kennen<sup>15</sup>. Das Alunitvorkommen auf der Insel Ischia wurde durch den genuesischen Kaufmann Bartholomäus Pedir entdeckt, da die Flora dieses Gebietes mit der eines Alunitvorkommens bei Konstantinopel übereinstimmte. Die Gründung eines Alaunwerkes erfolgte 1464. Etwa zur gleichen Zeit (1460) entdeckte Johannes di Castro das Alaunsteinvorkommen bei Tolfa, welches später das bekannteste in der Welt überhaupt wurde und wo man bis in das 20. Jahrhundert Alaun herstellte. Ein drittes, Mitte des 15. Jahrhunderts gegründetes italienisches Alaunwerk befand sich bei Volterra in der Gegend von Pisa<sup>16</sup>. Angaben, wonach bereits 1192 Alaunsiedereien auf Ischia<sup>17</sup> und 1248 in Agnano bei Neapel<sup>18</sup> bestanden haben sollen, sind unrichtig.

Die erste europäische Produktionsstätte für Alaun außerhalb Italiens stand in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts in Spanien<sup>19</sup>. Um die Mitte des 16. Jahrhunderts wurden die ersten deutschen und böhmischen Alaunwerke gegründet.

Mit der zunehmenden Verfügbarkeit des Alauns wuchs auch die Anwendungsbreite dieser chemischen Verbindung. Peder Manson<sup>20</sup>, Agricola<sup>21</sup> und Ernst von Meyer<sup>22</sup> stellten die Verwendung in der Färberei und bei der Bereitung des Scheidewassers in den Vordergrund. Weiterer Bedarf bestand beim Gerben von Leder, bei der Papierherstellung zur Stärkung des Papiers und zur besseren Haltbarkeit der Tinte sowie in der Medizin als zusammenziehendes, narbenbildendes Mittel.

Den zu dieser Zeit lebenden Gelehrten war die Zusammensetzung des Alauns unbekannt. Ursache war, daß sich die Aneignung chemischen Wissens auf zwei Ebenen vollzog, die sich nur wenig berührten: auf der Ebene der von der Empirie beherrschten Praxis und auf der Ebene der von Spekulation und Metaphysik bestimmten Theorie<sup>23</sup>.

Somit bestand bis in das beginnende 18. Jahrhundert wenig Klarheit über die Zusammensetzung dieser Verbindung. Hervorzuheben ist daher die Erkenntnis Etmüllers (1684), daß Alaun aus Ton und Schwefelsäure gebildet wird<sup>24</sup>. Erst mit der Überwindung der Alchemie durch die damals fortschrittliche Phlogistontheorie, in der versucht wurde, die gewerbliche Produktion auf wissenschaftliche Grundlage zu stellen, befaßten sich die Gelehrten mehr mit der Aufklärung der Natur chemischer Verbindungen<sup>25</sup>, auch wenn die Ergebnisse nicht immer den Tatsachen entsprachen.

Die Gelehrten F. Hoffmann (1722), C. J. Geoffron (1727), J. Hellot und H. Pott (1746) erkannten Alaunerde als eine dem Ton nahestehende Erde. Die endgültige Trennung der Erde des Alauns von der Kalkerde vollzog A. S. Markgraf (1754): Sie sei im Ton mit Kieselerde verbunden und kann mit Schwefelsäure aus diesem gezogen werden. Also ist die dem Alaun zugrundeliegende Basis nicht mit Kalkstein identisch<sup>26</sup>.

Ausgehend von diesen Vorarbeiten und seinen eigenen Untersuchungen zur Oxydation und Reduktion kam Lavoisier 1728 zu dem richtigen Schluß, daß in der Alaunerde das Oxid eines Metalles vorliegt, dessen Verwandtschaft zum Sauerstoff so groß ist, daß „sie nicht von Kohle überwunden werden kann“. Bereits früher (1777) stellte er fest, daß die Basis von Alaun keine einfache sei, sondern daß darin Tonerde und fixes Alkali als wesentliche Bestandteile vorliegen<sup>27</sup>.

Im sich anschließenden Entwicklungsabschnitt der quantitativen Untersuchungen<sup>28</sup> bestätigten A. Chaptal und L. N. Vouquelin durch analytische Bestimmungen 1796 die Auffassung Lavoisiers, wobei Vouquelin auch die Austauschbarkeit von Kaliumsulfat im Alaun durch Ammoniumsulfat erkannte. Damit war die Herstellung von Alaun aus Alaunschiefer praktizierte Zugabe von Alkaliverbindungen, meist in Form von Urin (Ammoniumionen) oder von Pottasche (Kaliumionen) „zur Absättigung überschüssiger Säure, die die Alaunkristallisation hemmte“, wissenschaftlich geklärt<sup>29</sup>.

Mit der Erhöhung des Erkenntnisstandes über den Alaun kamen im 18. Jahrhundert weitere Anwendungszweige hinzu<sup>30</sup>:

- als Feuerschutzmittel;
- als Grundstoff für weitere Chemikalien (Glaubersalz, Salmiak, Berliner Blau);
- für die Kerzenherstellung als Zusatz zum Talg, um die Härte der Lichte zu erhöhen;
- als Fäulnisschutzmittel;
- zum kalten Versilbern;
- zum Abscheiden der Butter aus der Milch;
- als Leimzusatz;
- zur Verfestigung des Pyrophors;
- als Zusatz zu Malerfarben (Carmin, Florentiner Lack).

Sigismund Friedrich Hermbstädt<sup>31</sup> und Anton Vollrath<sup>32</sup> gaben Güteanforderungen für Alaun an, der zum Gerben und Färben bestimmt war. An dieser Stelle sei kurz die Wirkungsweise von Alaun beim Beizen und Färben von Wolle erläutert<sup>33</sup>:

- im Alaun enthaltenes Aluminiumsulfat hydrolysiert in Wasser als Salz einer schwachen Base;
- beim Kochen von Wolle in einer solchen Lösung wird das Tonerdehydrat oberflächlich gebunden und kann in kaltem Wasser nicht wieder gelöst werden;
- mit Lösungen von hydroxylhaltigen Farbstoffen, z. B. von Alizarin, kommt es zur Ausbildung von Farblacken, somit stellt die Tonerde das Bindeglied zwischen Wolle und Farbstoff dar.

Anders ausgedrückt: Saure Farbstoffe, die sich nicht ohne weiteres aufziehen lassen, haften nur in Form von Farbsalzen, in diesem Fall durch Farbsulfate<sup>34</sup>.

Mit der Kenntnis der Zusammensetzung des Alauns trat Anfang des 19. Jahrhunderts neben den traditionellen Rohstoffen Alaunstein, Alaunschiefer und Alaunerde auch Ton in den Mittelpunkt des Interesses. Die benötigte

Schwefelsäure konnte seit dieser Zeit in größerer Menge und relativ preiswert hergestellt werden<sup>35</sup>.

Mit der in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts gegebenen Möglichkeit, reines Aluminiumsulfat im technischen Maßstab herstellen zu können, nahm die Bedeutung des Kalium-Aluminium-Sulfats immer mehr ab. Die für die meisten Verwendungszwecke nutzlose Kaliumkomponente konnte eingespart werden<sup>36</sup>.

Aluminiumsulfat hat heute den Kalialaun aus nahezu allen seinen Anwendungsgebieten verdrängt. Alaun findet nur noch in geringem Umfang technische Verwendung, z. B. in der Weißgerberei zur Gerbung von Fellen, als Beize in den Färbereien, als Koagulieremittel von Latex. Aufgrund seiner gefäßzusammenziehenden und eiweißfällenden Wirkung wird er in der pharmazeutisch-kosmetischen Industrie eingesetzt. Sehr verbreitet und volkstümlich ist wegen seiner blutstillenden Eigenschaft die Verwendung als Rasierstein. Das heute bedeutendste Anwendungsgebiet liegt in der Gipsindustrie, die Kaliumalaun als Härtemittel und Abbindebeschleuniger zur Herstellung von Marmorzement und Alabastergips verwendet. In seiner Bedeutung als Wasserreinigungs- und Papierleimungsmittel ist der Kaliumalaun vom Aluminiumsulfat völlig verdrängt worden<sup>37</sup>.

Die heutigen großtechnischen Verfahren zur Alaunproduktion gehen meist von reinem Aluminiumhydroxid aus, das bei der Aluminiumgewinnung als Zwischenprodukt anfällt. Nach der Umsetzung mit Schwefelsäure und seiner Filtration der entstehenden Lösung erfolgt die Herstellung von Alaun in Kristallisationskästen oder in Kristallisationswannen mit Rührwerk.

## Historische Verfahren zur Gewinnung von Alaun

### Ausgangsstoffe

Bereits vor dem Mittelalter wurde über die Erzeugung von Alaun durch Eindampfen alauhaltiger Quellwässer oder durch Umkristallisation aus natürlich vorkommenden Alaunen berichtet<sup>38</sup>. Solche relativ selten vorkommenden Minerale sind<sup>39</sup>:

Mendozit –  $\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$

Kalinit –  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$

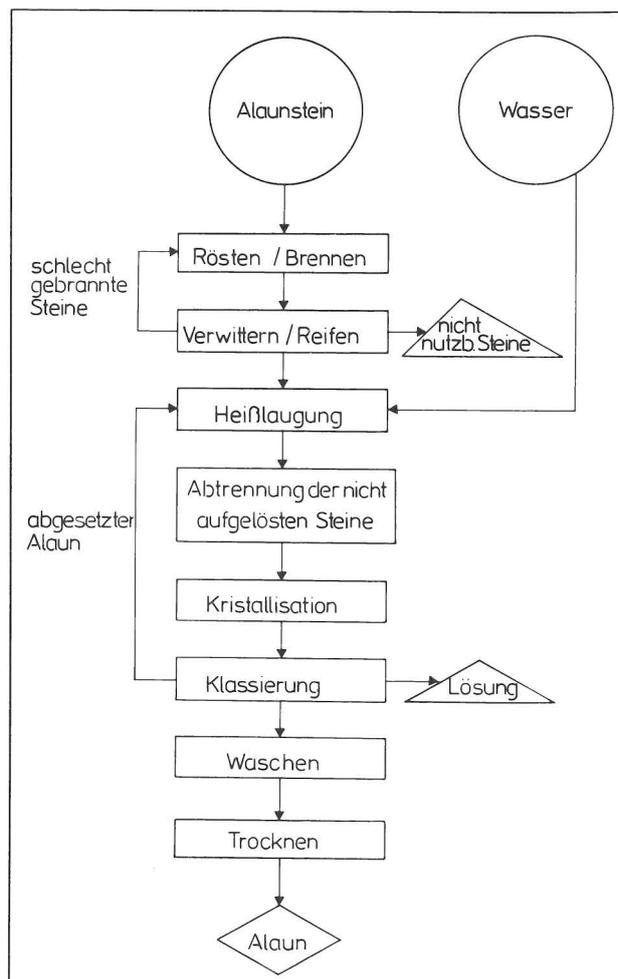
Tschernigit –  $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ .

Das im Mittelalter wichtigste Alaunmineral war der Alaunstein (Alunit) der chemischen Zusammensetzung  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 4 \text{Al}(\text{OH})_3$ . In diesem Mineral sind bereits Kalium-, Aluminium- und Sulfationen vorhanden, die bei der Verarbeitung zusammentreten<sup>40</sup>.

In Deutschland gab es keine Vorkommen von Alaunstein. Als Ausgangsstoffe dienten Minerale, deren Aluminiumkomponente in Form von Silicaten (meist Tonen) vorlag:

- Alaunschiefer (auch Vitriolschiefer genannt) – grauschwarze Tongesteine mit beträchtlichem Gehalt an orga-

Abb. 2: Verfahrensschema der Alaungewinnung aus Alaunstein (Mittelalter–18. Jahrhundert)



nischen Stoffen (Bitumen oder Kohle) sowie an Schwefelkies ( $\text{FeS}_2$ ) in Form feiner Kriställchen oder größerer Knöllchen;

– Alaunerde (auch Alaunton genannt) – verwitterter Alaunschiefer von erdiger Beschaffenheit, dunkelbrauner Farbe und besonders hohem Gehalt an kohlehaltigen Bestandteilen.

Geringere Bedeutung für die Alaunherstellung in dieser Zeit hatten<sup>41</sup>:

- Asche von Steinkohlen<sup>41</sup>,
- Feldspat ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ),
- Leucit ( $\text{KAlSi}_2\text{O}_6$ ),
- Kryolith ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ).

Eine sehr umfangreiche Aufstellung von Mineralien, aus denen Alaun über die Zwischenstufe Tonerde hergestellt werden kann, veröffentlichte Hermbstädt im Jahre 1803<sup>42</sup>. Ausgangspunkt dieser Vorstellungen war, daß Tonerde, mit Schwefelsäure verbunden, ein „Mittelsalz“ (Alaun) ergibt. Die genannte Liste enthielt 27 Minerale, die aber mit Alaun und Ton, entsprechend dem heutigen Erkenntnisstand, zum Teil nichts gemein haben, wie z. B. Opal, Jaspis und Gelberde, jedoch auch viele zur Alaunherstellung mögliche Minerale, u. a. Porzellanerde, Feldspat, Alaunerde, Alaunstein, Glimmer, Basalt und Lava.

Im folgenden werden die einzelnen Verfahren der Alaunherstellung behandelt, wobei ausführlich die für die deutschen Territorien wichtigste Methode der Gewinnung aus Alaunschiefer diskutiert wird.

#### *Herstellung von Alaun aus Alaunstein*

Diese Herstellungsvariante hatte in Deutschland keine Bedeutung, da Alaunstein in den zersetzten Ergußgesteinen jüngerer Vulkangebirge vorkommt, welche es hierzulande nicht gibt<sup>43</sup>. Jedoch ist die Produktion aus dem Mineral Ausgangspunkt der Herstellung von Alaun im Mittelalter gewesen und hatte bis in das beginnende 20. Jahrhundert Bedeutung.

Das technologische Fließschema der mittelalterlichen Alaunherstellung aus Alaunstein ist in Abb. 2 dargestellt<sup>44</sup>:

- Alaunstein in Öfen rösten;
- Erkalte Steine auf Haufen stapeln und ringsum einen Erdwall aufschichten, damit kein Wasser ablaufen kann;
- Haufen mit Wasser begießen; wenn die Steine genug Feuchtigkeit aufgenommen haben, zerfallen sie;
- Haufen sechs Wochen liegenlassen; harte Steine neu brennen oder wegwerfen;
- Kessel oder Pfanne aus Kupfer mit den gebrannten Steinen und Wasser füllen<sup>45</sup>, kupferne Kessel ( $\varnothing$  bis 3,50 m) mit heißem Wasser füllen und mit gebrannter Masse beschicken<sup>46</sup>;
- Masse unter ständigem Umrühren kochen;
- Von herausgenommenen Steinen ablaufendes Wasser zurücklaufen lassen und ständig neues Röstgut nachfüllen;

– Holzzinnen von Kessel zu viereckigen Bottichen legen und Wasser in Rinnen schöpfen bzw. dicke Lauge mittels hölzerner Kannen in Kästen füllen;

- in Bottichen bis 15 Tage auskristallisieren lassen;
- Wasser aus Bottichen ablassen, Alaun, der auf dem Grund des Bottichs liegt, noch einmal mit Steinen sieden;
- Alaun, der am Bottichrand angewachsen ist, abschlagen, in Körbe füllen, waschen und trocknen.

Zu beachten ist, daß bei dieser Prozeßführung die gesättigte und somit noch alauureiche Mutterlauge wahrscheinlich nicht wieder in den Prozeß (Heißlaugung) zurückgeführt, sondern abgestoßen wurde.

Agricola<sup>47</sup> beschreibt ebenfalls den gesamten Prozeß, gibt jedoch ergänzend einige Regeln zur Brenndauer an:

- zu lange gebrannt („zu weich“), bei Wasserzugabe Aschebildung;
- zu wenig gebrannt („zu hart“), Stein löst sich nicht auf;
- bei zu langem Brennen „verliert Alaun die Kräfte, die ihm innewohnen“.

Die Arbeitsweise im italienischen Tolfa am Ende des 18. und Anfang des 19. Jahrhunderts wurde von mehreren Autoren beschrieben<sup>48</sup>. Zu dem genannten technologischen Ablauf gab es bis auf einige neu erworbene Erkenntnisse kaum Änderungen:

- Stein darf beim Brennen nicht schmelzen oder Schwefelsäure abspalten;
- Glühender Stein darf nicht mit kohleenthaltenden Stoffen in Berührung kommen;
- Eine Klärung der Lösung im Laugensumpf wird empfohlen;
- Einsatz von Bleipfannen wird beschrieben.

Bruno Dammer und Oskar Tietze<sup>49</sup> sowie Carl Hintze<sup>50</sup> beschreiben die Alaunherstellung in Tolfa Ende des 19. Jahrhunderts. Die Weiterentwicklungen des Verfahrens betrafen nur die Aufbereitung der Rohstoffe bis zur Laugung, indem diese Prozeßstufen entsprechend dem Stand der Technik mechanisiert wurden. Das Haufwerk wurde in Schrottmühlen zerkleinert, getrocknet, gemahlen und gebeutelt. Den so erhaltenen mehlfinen Alunit brannte man bei 900 °C im Drehrohrofen, wobei neben Wasser auch 7–8% der Schwefelsäure entwichen. Im weiteren entsprach der Prozeßablauf prinzipiell dem Vorgehen im Mittelalter.

#### *Herstellung von Alaun aus Alaunschiefer und Alaunerde*

Die für Deutschland vom 16. bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts bedeutendsten Alaunrohstoffe, Alaunschiefer und Alaunerde, wurden bergmännisch gewonnen. Auf die Saalfelder Feengrotten als Technisches Denkmal des einstigen Alaunschieferabbaus wurde bereits hingewiesen.

Im Unterschied zum Alaunstein hatten diese Rohstoffe keinen nutzbaren Gehalt an Sulfaten und an Kalium. Das Sulfat bildete sich im Laufe der Weiterverarbeitung aus dem im



Abb. 3: Arbeitsgänge bei der Alaungewinnung nach Agricola

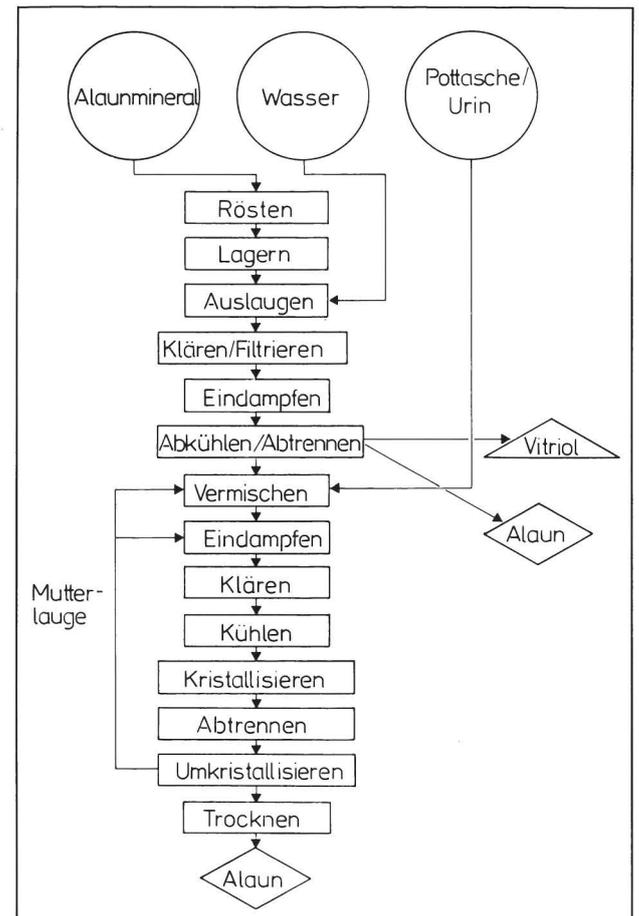
Rohstoff enthaltenen Schwefelkies, die Alkalikomponente wurde als Urin (Ammonium), Pottasche oder Seifensiederlauge (Kalium) zugesetzt. Diese Verfahrensschritte fand man im 16. Jahrhundert ohne jede Kenntnis der chemischen Vorgänge allein durch Erfahrung. Die wohl erste wissenschaftliche Beschreibung der Alaungewinnung stammt von Alexander von Humboldt<sup>51</sup>. Die chemische Umwandlung des Schwefelkieses zu Sulfat läuft bereits bei der Verwitterung unter Zutritt von Wasser und Luftsauerstoff ab:  $2 \text{FeS}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 7 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{FeSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{SO}_4$ .

Die dabei gebildete freie Schwefelsäure wirkt sofort auf die Tonminerale ein und löst Aluminiumionen aus dem Aluminiumsilicatgitter heraus<sup>52</sup>. Diese Vorgänge werden wesentlich beschleunigt, wenn der Alaunschiefer vor der Verwitterung geröstet wird. Einerseits wird bei Temperaturen über 500 °C das Aluminiumsilicatgitter in eine Form überführt, die den Säureangriff wesentlich erleichtert. Andererseits laufen beim Rösten bereits chemische Reaktionen ab, in denen der Schwefelkies mit den Aluminiumsilicaten unter Bildung von Eisensulfat und Aluminiumsulfat reagiert<sup>53</sup>. Weiterhin wird durch das Rösten die dichte Schieferstruktur gelockert.

Alaunerde wurde in der Regel nicht geröstet. Bei Alaunschiefer dagegen konnte nach der Verwitterung eine zweite Röstung erforderlich werden, um die Ausbeute zu steigern<sup>54</sup>. Alle weiteren Verfahrensschritte sind für beide Ausgangsstoffe gleich.

Die Alaunherstellung aus Alaunschiefer und Alaunerde wurde erstmals von Agricola<sup>55</sup> beschrieben (Abb. 3). Zunächst wurden die bergmännisch gewonnenen Minerale nach dem Brennprozeß einige Monate der Luft ausgesetzt. In größeren Behältern (A) folgten dann das Auswaschen mit Wasser und der Zusatz von Urin. Nachdem das Wasser die Wertstoffe herausgelöst hatte, wurde die Lösung in einen großen runden Trog (E) abgelassen. Aus diesem Klärbehälter wurden die Lösung mittels kleinerer Röhren in viereckige Bleipfannen (G) abgelassen, das Wasser weitgehend verdampft und die „erdigen“ Anteile abgetrennt. Die Abfüllung der überstehenden Lauge erfolgte in hölzerne Gefäße, die zum Abkühlen in die Erde eingegraben waren (H). In Bottichen mit senkrecht und waagrecht angebrachten hölzernen Stäben zum Anwachsen des Alauns erfolgte die Kristallisation des Endproduktes (I). Dieses wurde anschließend gewaschen und in einen warmen Raum getrocknet.

Abb. 4: Verfahrensschema der Alaungewinnung aus Alaunschiefer (16.–18. Jahrhundert)



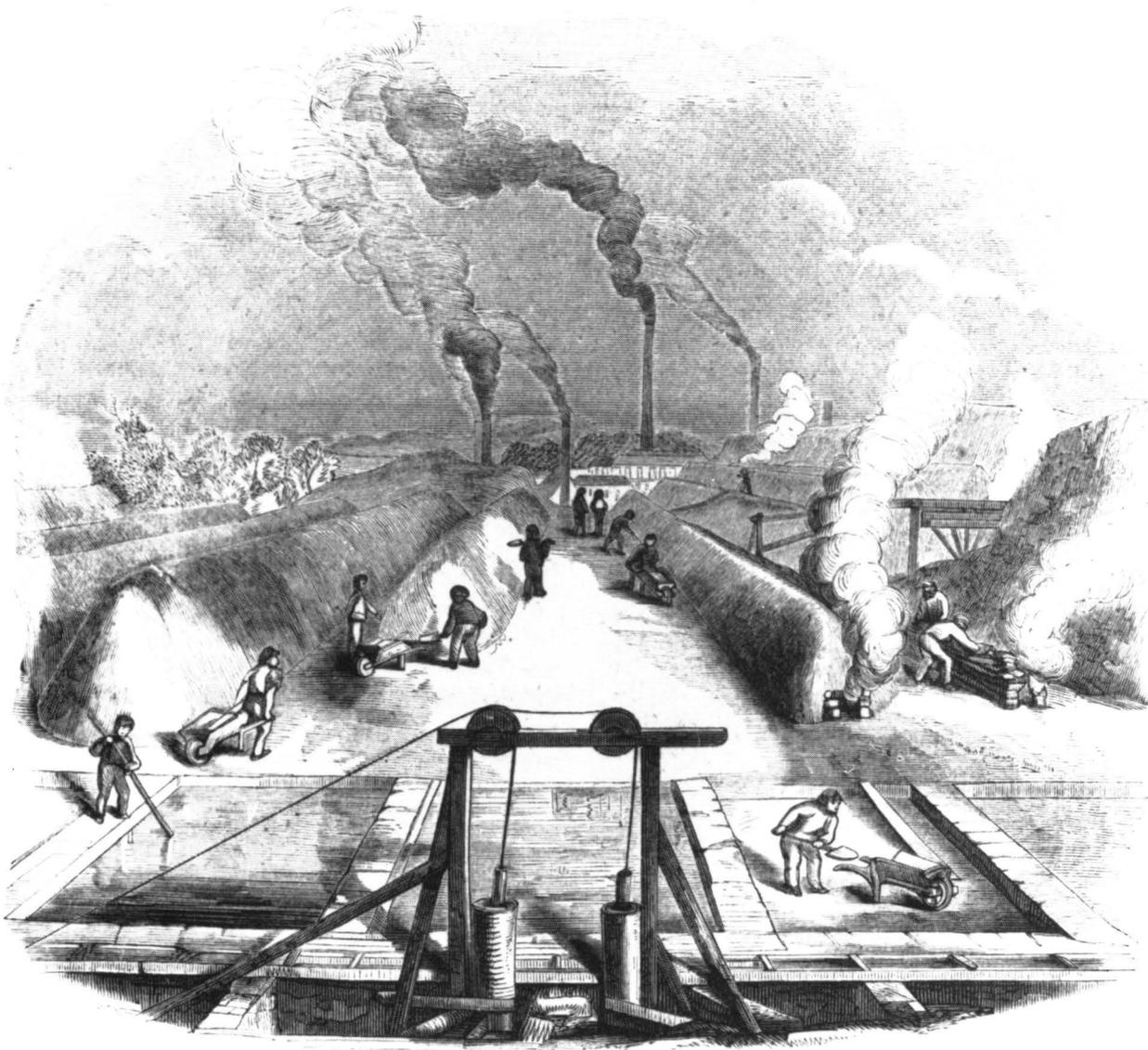


Abb. 5: Rösten von Alaunschiefer um 1800

Beim Anlegen von Alaunsiedereien bemühte man sich, natürliche Gegebenheiten weitgehend auszunutzen. Am höchsten Punkt eines Werkes befand sich der Wasservorratsbehälter. Etwas tiefer lagen jeweils die Auslaugekästen. Diese waren untereinander versetzt, so daß die dünnere Lauge aus den ersten Kästen noch einmal über Alaunmineralien lief. Weiter unten an den Berghängen wurden manchmal neben oder auch oberhalb der Sudhütte die Klärbehälter bzw. Absetzbecken für Eisenoxidschlamm gebaut. In der Sudhütte schöpfte man Mutterlauge in hölzerne Röhren, aus denen sie in Klärbottiche und von dort in Mehl- oder Schüttelkästen abließ. Letztere lagen am tiefsten Punkt der Alaunfabrik, so daß Wasser bzw. die Lösungen nie bergauf transportiert werden mußten. Bei mehrmaligem Kochen oder Sieden befanden sich die Kristallisationsbehälter auf gleicher Höhe wie die Sudhütte. Der prinzipielle Verfahrensablauf kann zu folgenden Grundschritten zusammengefaßt werden (Abb. 4)<sup>56</sup>:

- Vorbereiten des Rohstoffs;
- Auslaugen
- Abdampfen der Lauge;
- Zugabe der Alkalikomponente (Urin oder Pottasche);
- Waschen des Alaunmehles;
- Umkristallisation des Alauns.

Das Vorbereiten der Rohstoffe erfolgte, wie bereits angedeutet, beim Alaunschiefer durch Rösten. Dabei wurden gewöhnlich auf kurz über dem Erdboden liegende Bohlen schichtenweise Rohstoff und Reisig aufgetragen und durch ein Loch in der Mitte des Haufens gezündet. Durch Löcher wurde die Luftzufuhr reguliert, so daß die Hitze nicht zu stark werden konnte und sich die entstandenen Sulfate nicht zersetzten (Abb. 5). Je nach Art des Rohstoffs erfolgte anschließend sofort die Laugungsstufe oder eine Zwischenlagerung bzw. Verwitterung des Röstgutes. Bei Alaunerden, die einen relativ hohen Gehalt an Bitumen oder Kohle hatten, mußte das Ausgangsprodukt auf gro-

Ben Halden verwittert werden. Durch Besprühen mit Wasser erhitzte sich das Material von selbst, es konnte sogar zur Entzündung kommen, die aber möglichst vermieden werden sollte ( $\text{SO}_3$ -Abgabe). Johann H. G. Justi empfahl, die unkontrollierte Auslaugung durch Regenwasser mittels Überdachung des Haufens zu verhindern<sup>57</sup>. Das war sehr wichtig, da die Minerale bis zu zwei Jahre lagern mußten.

Die Auslaugung der gerösteten und verwitterten Erden stellte die nächste Verfahrensstufe dar. Ausgelaugt wurde möglichst im Sommer, da sich das Wasser erwärmte und somit die Alaunlöslichkeit erhöht wurde. Das führte zu konzentrierteren Rohlaugen und damit zur Verringerung des Brennstoffeinsatzes beim Sieden.

Die Verwitterungs- und Röstprodukte wurden in eine mit Ton oder Stein ausgeschlagene, gut abgedichtete Grube gefüllt, danach Wasser oder schwache Betriebslaugen zugegeben, so daß die Flüssigkeit mehrere Zoll über dem Festprodukt stand. Nach mindestens 24 Stunden Auslaugezeit konnten die Lösungen in ein Klärbecken abgelassen und die verbleibenden Minerale noch einmal geröstet oder verwittert werden. Die Verwendung von Holzkästen hatte den Nachteil, daß diese häufig angegriffen und deshalb öfter repariert werden mußten. Sheridan Muspratt schlug aus diesem Grund vor, mit Bleiplatten ausgeschlagene Holzkästen als Laugekästen zu verwenden<sup>58</sup>.

Die erhaltene Rohlauge sollte eine Dichte von  $1,112\text{--}1,125\text{ g/cm}^3$  haben. Im Klärbecken erfolgte die Abtrennung von eisenoxydhaltigem Schlamm und anderen festen Verunreinigungen. Die Verweilzeit richtete sich nach der Rohlaugenqualität.

Das Herzstück einer Alaunfabrik war das Sudhaus. Die geklärten Lösungen wurden nach einer eventuellen Vorkonzentrierung durch Gradieren oder Vorsieden und anschließendem Klären in die Sudpfannen gegeben (Dichte  $1,125\text{--}1,137\text{ g/cm}^3$ ). Diese bestanden aus Blei, Kupfer, Zinn, Eisen (Guß oder Blech) oder gemauertem Material.

Die unterschiedlichen Werkstoffe wiesen als Pfannenmaterial folgende Besonderheiten auf<sup>59</sup>:

Bleipfannen (am häufigsten eingesetzt):

- leichtes Verbiegen bei Temperaturwechsel;
- Bodensatz bewirkte Durchbrennen der Pfannen;
- nicht für Kohlefeuerung geeignet;
- Preis je nach Größe zwischen 84 und 200 Reichstälern<sup>60</sup>;
- in Großalmerode wurden Bleipfannen verwendet, die außen mit Eisen überzogen waren<sup>61</sup>.

Kupferpfannen:

- wurden nicht von Lauge angegriffen;
- waren nicht für Kohlefeuerung geeignet;
- Eisen (II)-Ionen wurden beim Sieden besser oxidiert.

Zinnpfannen:

- dauerhafter als Bleipfannen, aber teurer<sup>62</sup>.

Gußeiserne Pfannen:

- Neigung zum Zerspringen und mußten deshalb eingemauert werden;
- wurden durch heiße Schwefelsäure angegriffen.

Eisenblechpfannen:

- mit Steinkohlenteer oder Pech einlassen, anschließend einmauern;
- wurden durch heiße Schwefelsäure angegriffen.

Gemauerte Pfannen:

- höherer Energieverbrauch;
- durch geschickte Konstruktion sehr gute Ausnutzung der Abwärme.

Die Brennstoffe (meistens Holz, aber auch Braun- oder Steinkohle) wurden gewöhnlich aus der näheren Umgebung der Fabriken bezogen. Je nach Konzentration der geklärten Lauge betrug die Siedezeit bis zu sieben Tagen<sup>63</sup>. Es war erforderlich, das verdampfte Wasser durch neue Lauge ständig nachzufüllen. Die so erhaltene konzentrierte Lauge sollte eine Dichte von etwa  $1,25\text{ g/cm}^3$  besitzen<sup>64</sup>. Sie wurde nochmals geklärt und gereinigt sowie in Mehl- oder „Präzipitier“kästen abgefüllt. Unter ständigem Rühren wurde danach der „Fluß“ oder das „Präzipitat“, das Alaunbildende Alkalisalz, zugegeben. Folgende Substanzen kamen zur Anwendung:

- Kaliumsulfat aus der Scheidewasserbereitung,
- Kaliumcarbonat aus Holzaschenlauge oder roher Pottasche,
- Kaliumchlorid + Kaliumhydroxid + Kaliumsulfat (Seifensiederlauge),
- Urin für Ammoniumalaun.

Es wurde immer die Substanz eingesetzt, die am billigsten und am leichtesten zu beschaffen war. In Großalmerode betrug z. B. der Preis für Urin aus den Nachbardörfern 800 Reichstälern jährlich.

Diese Stoffe wurden heiß gelöst, so daß eine annähernd gesättigte Lösung entstand und damit die Menge an Kristallat möglichst hoch war. Das ausgefallene Alaunmehl konnte abgetrennt und mit kaltem Wasser gewaschen werden. Die Mutterlauge (Dichte  $1,312\text{--}1,375\text{ g/cm}^3$ ) wurde dem Sudhaus zum nochmaligen Eindampfen zugeführt, während das Waschwasser aufgrund seines geringen Alaungehaltes mehrmals zum Waschen bzw. Auslaugen verwendet werden konnte.

Das Rohprodukt wurde in einer bleiernen Pfanne, mitunter auch aus anderem Material, in heißem Wasser gelöst, etwas eingedampft und bei Erreichen einer bestimmten Dichte in sog. Wachsfässer abgelassen (Salzmutterlauge, Dichte  $1,375\text{ g/cm}^3$ ). Das waren Holzfässer, die Eisenringe zusammenhielten (Abb. 6). Beim Abkühlen wuchs der Alaun von den Wänden bis zur Mitte des Fasses. Nach etwa 7–14 Tagen Wuchszeit wurden die Faßlauge abgelassen und das Faß zerlegt. Die so gewonnenen Alaunstücke konnten gewaschen (Titelbild), getrocknet und zerkleinert (Abb. 7) in den Handel gebracht werden.



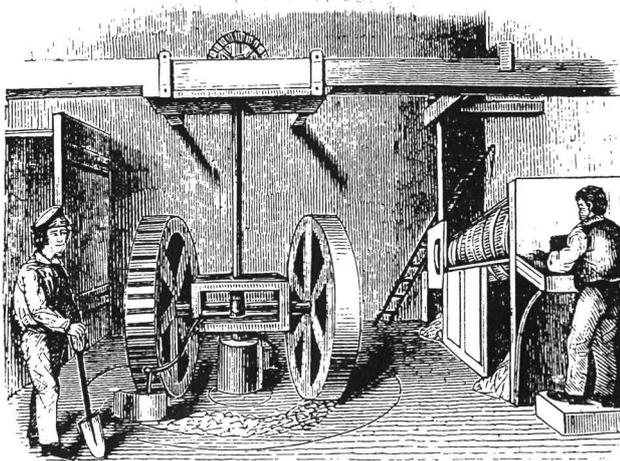
Abb. 6: Wachsfässer zum Kristallisieren von Alaunlösungen

Zur Ausbeuteabschätzung bei der Herstellung von Alaun aus Alaunschiefer gab Adolph Hofmeister an, daß aus 50–200 Zentner Alaunschiefer etwa ein Zentner Alaun gewonnen werden konnte, das entspricht einer Ausbeute von 0,5–2%<sup>65</sup>.

In den etwa 250 bis 300 Jahren, in denen in Deutschland Alaun aus Alaunschiefer und Alaunerde auf die beschriebene Weise hergestellt wurden, gab es wenig technologische Veränderungen. Das in Abb. 4 gezeigte Verfahrensschema ist im wesentlichen für den gesamten Zeitraum gültig.

Mit Erweiterung der wissenschaftlichen Erkenntnisse und Meßmethoden im 19. Jahrhundert konnten die Laugendichten genauer bestimmt werden. Es wurde nicht mehr gesotten, „bis ein frisches Ei darauf schwimmt“<sup>66</sup>, sondern bis die Dichte von 1,25 g/cm<sup>3</sup> erreicht wurde<sup>67</sup>.

Abb. 7: Zerkleinern des Alauns



### Herstellung von Alaun aus weiteren Rohstoffen

Ton als Ausgangsstoff wurde erstmals Ende des 18. Jahrhunderts zur Alaunherstellung vorgeschlagen<sup>68</sup>. Der Ton, chemisch ein Aluminiumsilicat, mußte hierbei mit Schwefelsäure ausgelaugt werden (Abb. 8). Besonders in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts reichte die Schwefelsäureproduktion noch nicht aus, um außer den Hauptverbrauchern Stofffärberei und Bleicherei alle Abnehmer ausreichend zu versorgen. Deshalb blieb die Bedeutung dieser Alaunherstellungsmethode gering.

Bauxit ist seit der Mitte des 19. Jahrhunderts der wichtigste Ausgangsstoff für die Alaunherstellung<sup>69</sup>. Eine um 1900

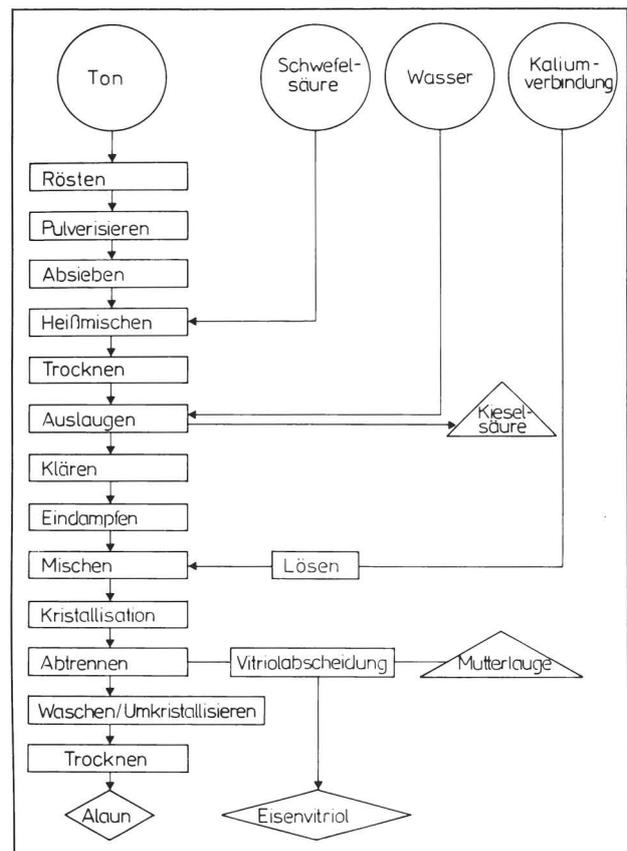


Abb. 8: Verfahrensschema der Alaungewinnung aus Ton (19. Jahrhundert)

übliche Verfahrensvariante zeigt Abb. 9. Die Verwendung von Bauxit, einer oxidischen Aluminiumverbindung, führte zu einer wesentlichen Verbilligung der Alaunproduktion. Der silicatarme Rohstoff brauchte vor der Laugung nicht calciniert zu werden. Weiterhin stand Schwefelsäure nach Verbesserung des Bleikammverfahrens und Einführung des Kontaktverfahrens in genügend großer Menge und preiswert zur Verfügung.

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts wurde Alaun in Oberschlesien aus der Asche minderwertiger Steinkohlen ge-

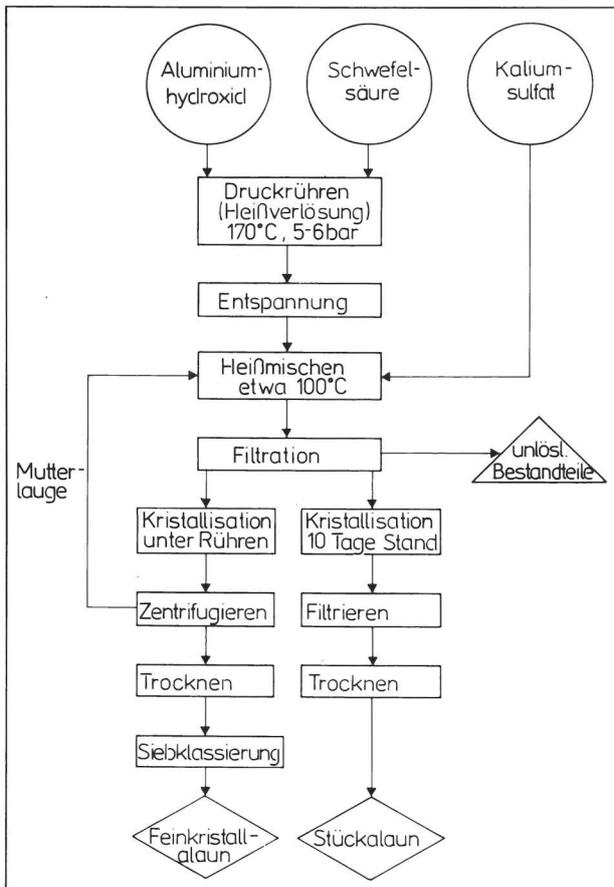


Abb. 9: Verfahrensschema der Alaungewinnung aus Bauxit (um 1900)

gesamten in diesem Beitrag herangezogenen Literatur die Orte mit früherer Alaunproduktion entnommen, die heutige geographische Lage bestimmt<sup>72</sup> und Anfragen an die Stadtarchive gerichtet. Von 84 Anfragen (März 1987) wurden 52 beantwortet.

Die Ergebnisse sind in Tab. 1 zusammengefaßt. Es fällt auf, daß in vielen ehemaligen Alaunproduktionsstätten nichts mehr über diesen früheren Wirtschaftszweig bekannt ist. Dies muß auch für die unbeantwortet gebliebenen Anfragen angenommen werden, die in der Tabelle nicht verzeichnet sind. Hier drängt sich wieder der Vergleich zur Salzproduktion auf, wo von ausnahmslos allen betrachteten 113 ehemaligen Salinenorten teilweise sehr umfangreiches Material über die ehemalige Salzproduktion einging<sup>128</sup>. Allein 34 dieser alten Salinenorte tragen heute die Bezeichnung „Bad“ und fühlen sich der Traditionspflege in besonderem Maße verpflichtet. Eine solche günstige Quellenlage ist für die alte Alaunproduktion bei weitem nicht zu verzeichnen. Es ist anzunehmen, daß die Zahl der ehemaligen Alaunwerke bei weit über 100 liegt.

Eine anschauliche und eindrucksvolle Beschreibung besitzen wir über die Alaunhütte bei Dudweiler, die wegen ihrer Klarheit und wegen der Person des betreffenden Autors hier ausführlich wiedergegeben werden soll. Im Jahre 1770 besuchte der 21jährige Johann Wolfgang Goethe mit seinem Studienfreund F. L. Weyland, der den Leiter der Alaunhütte aus früherer Zeit kannte, die Alaunproduktionsstätte bei Dudweiler im Saarland. Goethe berichtet darüber in seiner Autobiographie folgendes: „Wir hörten von den

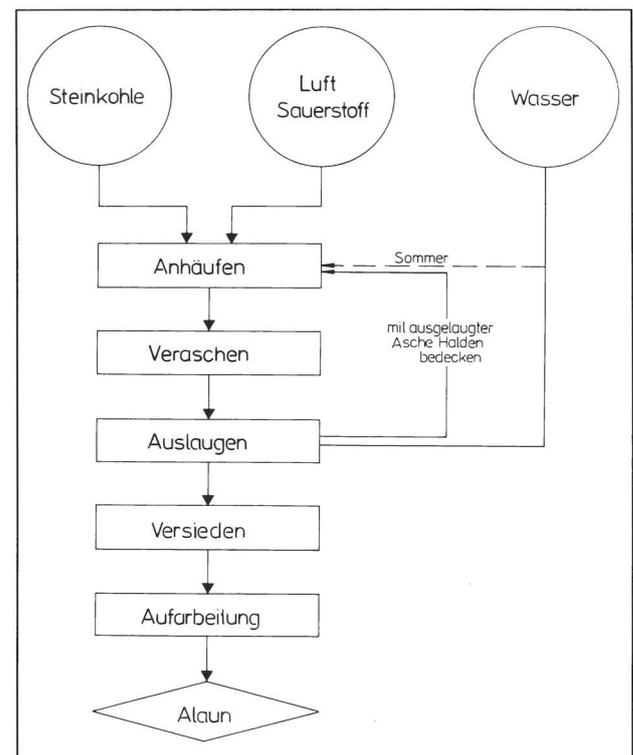
wonnen<sup>70</sup>. Die auf Halden gestürzten Kohlen zündete man außen an, so daß die Haufen nach innen verascht werden konnten. Um den Luftzutritt zu erleichtern, wurde die Asche öfters abgekratzt. Im Sommer mußten die Haufen mit Wasser übergossen werden, damit sie besser brannten und keine Schwefelsäure entweichen konnte. Man laugte die abgekratzte Asche aus, die Rohlauge konnte aufgearbeitet werden. Die Ascherückstände wurden aufgehaldet und nochmals gelaugt (Abb. 10). Die Verbrennungszeit betrug etwa ein Jahr. Aus 7 Tonnen Kohlen entstand eine Tonne Asche, woraus 6,25 kg Alaun gesotten werden konnten. Feldspat und Kryolith wurden zwar mehrfach für die Alaunherstellung vorgeschlagen und Verfahrensvarianten patentiert, zu einer Nutzung kam es jedoch fast nicht<sup>71</sup>.

### Produktionsstätten, Erzeugnismengen und Handel

Die Akten der meisten deutschen Alaunproduktionsstätten sind bisher noch nicht ausgewertet worden. Daher können über die Höhe der Alaunproduktion und über den Alaunhandel nur wenige und oft unsichere Angaben gemacht werden.

Um eine erste Übersicht über die Alaunproduktionsstätten in den deutschen Territorien zu gewinnen, wurden aus der

Abb. 10: Verfahrensschema der Alaungewinnung aus Steinkohle (Erste Hälfte 19. Jahrhundert)



reichen Dudweiler Steinkohlengruben, von Eisen- und Alaunwerken, ja sogar von einem brennenden Berge, und rüsteten uns, diese Wunder in der Nähe zu beschauen. Nun zogen wir durch waldige Gebirge . . . In der Alaunhütte erkundigten wir uns genau nach der Gewinnung und Reinigung dieses so nötigen Materials, und als wir große Haufen eines weißen, fetten, lockeren, erdigen Wesens bemerkten und dessen Nutzen erforschten, antworteten die Arbeiter lächelnd, es sei der Schaum, der sich beim Alaunsieden obenauf werfe und den Herr Staudt sammeln lasse, weil er denselben gleichfalls hoffe zu Gute zu machen . . . Unser Weg ging nunmehr an den Rinnen hinauf, in welchen das Alaunwasser heruntergeleitet wird . . . Nun gelangten wir zu offenen Gruben, in welchen die gerösteten Alaunschiefer ausgelaugt werden, und bald darauf überraschte uns, obgleich vorbereitet, ein seltsames Begegnis. Wir traten in eine Klamme und fanden uns in der Region des brennenden Berges. Ein starker Schwefelgeruch umzog uns: die eine Seite der Hohle war nahezu glühend, mit rötlichem, weißgebranntem Stein bedeckt; ein dicker Dampf stieg aus den Klunsen hervor, und man fühlte die Hitze des Bodens auch durch die starken Sohlen. Ein so zufälliges Ereignis – denn man weiß nicht, wie diese Strecke sich entzündete – gewährt der Alaunfabrikation den großen Vorteil, daß die Schiefer, woraus die Oberfläche des Berges besteht, vollkommen geröstet daliegen und nur kurz und gut ausgelaugt werden dürfen . . .

Wir traten vor ein kleines, zur Wohnung nicht übel dienliches Haus und fanden Herrn Staudt, der meinen Freund sogleich erkannte und mit Klagen über die neue Regierung empfing. Freilich konnten wir aus seinen Reden vermerken, daß das Alaunwerk, so wie manche andere wohlgemeinte Anstalt, wegen äußerer, vielleicht auch innerer Umstände die Unkosten nicht trage, und was dergleichen mehr war. Er gehörte unter die Chemiker jener Zeit, die bei einem innigen Gefühl dessen, was mit Naturprodukten alles zu leisten wäre, sich in einer abstrusen Betrachtung von Kleinigkeiten und Nebensachen gefielen und bei unzulänglichen Kenntnissen nicht fertig genug dasjenige zu leisten verstanden, woraus eigentlich ökonomischer und merkantilischer Vorteil zu ziehen ist. So lag der Nutzen, den er sich von jenem Schaum versprach, sehr im weiten; so zeigte er nichts als einen Kuchen Salmiak, den ihm der brennende Berg geliefert hatte.

Bereitwillig und froh, seine Klagen einem menschlichen Ohre mitzuteilen, schleppte sich das hagere, abgelebte Männchen in einem Schuh und einem Pantoffel, mit herabhängenden, vergebens wiederholt von ihm heraufgezogenen Strümpfen den Berg hinauf, wo die Harzhütte steht, die er selbst errichtet hat und nun mit großem Leidwesen verfallen sieht. Hier fand sich eine zusammenhängende Ofenreihe, wo Steinkohlen abgeschwefelt und zum Gebrauch bei Eisenwerken tauglich gemacht werden sollten; allein zu gleicher Zeit wollte man Öl und Harz auch zu Gute machen, ja sogar den Ruß nicht missen, und so unterlag

den vielfachen Absichten alles zusammen. Bei Lebzeiten des vorigen Fürsten trieb man das Geschäft aus Liebhaberei, auf Hoffnung; jetzt fragte man nach dem unmittelbaren Nutzen, der nicht nachzuweisen war“<sup>129</sup>.

Eine ausführliche Geschichte hat Walter Carlé für das Alaun-Vitriol-Werk bei Crailsheim verfaßt<sup>130</sup>. In dieser ganz aus den Akten mehrerer Archive geschriebenen Abhandlung werden die zahlreichen Schwierigkeiten dargestellt, mit denen die bergmännische Gewinnung des Alaunschiefers und die Verarbeitung zu den Endprodukten jahrzehntelang zu kämpfen hatte. Über die Alaungewinnung in Thüringen berichtet Rudolf Hundt<sup>131</sup>.

Zu den ganz wenigen bisher aus der neueren Literatur bekannten Darstellungen gehören weiterhin zwei Publikationen über die Geschichte des Alaunbergwerks in Bad Muskau<sup>132</sup>.

Das von einigen Stadtarchiven (Tab. 1) erhaltene Material zeigt jedoch, daß es ausreichende Ansatzpunkte für die weitere Forschung gibt. Eine Auswertung der in zahlreichen Archiven verstreuten Unterlagen würde sicher die Geschichte vieler ehemaliger Alaunwerke erhellen und die Grundlage für heimatgeschichtliche Publikationen bilden. Erst dann wäre es möglich, den von Karl-Heinz Ludwig eingangs geforderten zusammenfassenden Überblick über die Geschichte der mitteleuropäischen Vitriol- und Alaungewinnung zu erarbeiten.

Im folgenden sollen einige quantitative Angaben vermittelt werden, die bei der Auswertung der zeitgenössischen Schriften gewonnen wurden: Produktionszahlen von Alaun liegen bis Anfang des 19. Jahrhunderts nur von einzelnen Alaunsiedereien vor, danach existieren vereinzelt auch Statistiken über größere Gebiete. Es ist wahrscheinlich günstig, in Kleinbetriebe bis etwa 100 Zentner Jahresproduktion an Alaun sowie Mittelbetriebe bis 1000 Zentner und Großbetriebe zu unterscheiden.

Zu den kleineren Betrieben gehörten die Alaunwerke in Plauen (1544 in einem halben Jahr 45 Zentner; 1546 im gleichen Zeitraum nur 15 Zentner)<sup>133</sup> und Crailsheim (kurz vor 1800 20 Zentner jährlich)<sup>134</sup>. Zu den mittleren Sudhütten zählten die Fabriken in Saalfeld, wo jährlich 200 Zentner zum Preis von 9¼ Talern produziert wurden (1767)<sup>135</sup>, Großalmerode mit 400 Zentner Jahresproduktion (1787) zum Preis von 9 Talern<sup>136</sup> und Reichenbach. Im letzteren wurden von 1691 bis 1725 10 539,5 Zentner Alaun gesotten, jährlich kamen zwischen 350 und 500 Zentner dazu, bis die Produktion Anfang des 19. Jahrhunderts stark zurückging<sup>137</sup>.

Der Verkaufspreis für einen Zentner Alaun betrug:

1753	5,5 Taler
1756	6,5 Taler
1764	9 Taler
1765	10 Taler 6 Groschen
1801	10 Taler 16 Groschen <sup>138</sup>

**Tab. 1: Ehemalige Alaunproduktionsstätten**

Ortschaft		Erhaltene Hinweise von den Stadtarchiven und Literatur	Ortschaft		Erhaltene Hinweise von den Stadtarchiven und Literatur
Asbach	DDR-6081 Asbach	Alaunproduktion unbekannt <sup>73</sup>	Ludwigshafen	D-6700 Ludwigshafen	Alaunproduktion ab 1851 bis heute durch Fa. Gebr. Giuliani <sup>99</sup>
Beeskow	DDR-1230 Beeskow	Frühere Alaungewinnung unsicher <sup>74</sup>	Meißen	DDR-8250 Meißen	Alaunproduktion unbekannt <sup>100</sup>
Belgern (Elbe)	DDR-7293 Belgern	Anfang 17. Jh. – 1740 <sup>75</sup>	Melsbach	Ortsteil von D-5455 Rengsdorf	Alaunproduktion 1787 – 1880 <sup>101</sup>
Blankenburg (Harz)	DDR-3720 Blankenburg	Alaunproduktion unbekannt <sup>76</sup>	Merseburg	DDR-4200 Merseburg	Alaunproduktion unbekannt <sup>102</sup>
Bornstedt	DDR-4251 Bornstedt	Alaunwerk in Bornstedt-Neuglück, bis um 1920, Entstehung unbekannt. Alaunhaltige Mineralwasserquelle noch heute vorhanden <sup>77</sup>	Mühlberg	DDR-5801 Mühlberg	Alaunhütte 1711 – 1830 <sup>103</sup>
Brambach	DDR-4501 Brambach	Gründung eines Alaunwerkes 1542, Produktionszeit nicht bekannt <sup>78</sup>	Münzenberg	D-6309 Münzenberg	Alaunproduktion unbekannt <sup>104</sup>
Bräunsdorf	DDR-9201 Bräunsdorf	keine Angaben <sup>79</sup>	Muskau	DDR-7582 Bad Muskau	Alaunsiederei 1573 – 1864 <sup>105</sup>
Crailsheim	D-7180 Crailsheim	Alaunproduktion 1766 – 1803 <sup>80</sup>	Neuhof	D-6404 Neuhof	Alaunproduktion unbekannt <sup>106</sup>
Dresden-Antonstadt	DDR-8000 Dresden	um 1765 bis Ende 19. Jh. Alaunsiederei <sup>81</sup>	Neumark	DDR-9805 Neumark	Alaunproduktion im 16. Jh. <sup>107</sup>
Dudweiler	Ortsteil von D-6603 Sulzbach/Saar	Alaunsiederei 1691 – 1843 <sup>82</sup>	Nordhausen	DDR-5500 Nordhausen	Alaunproduktion 16. – 18. Jh. <sup>108</sup>
Duisburg	D-4100 Duisburg	Alaunproduktion Anfang des 19. – Anfang des 20. Jh. <sup>83</sup>	Nossen	DDR-8255 Nossen	Alaunproduktion unbekannt <sup>109</sup>
Eppenhäuser	Ortsteil von D-5800 Hagen	Alaungewinnung im 19. Jh. <sup>84</sup>	Nürnberg	D-8500 Nürnberg	Alaunproduktion unbekannt <sup>110</sup>
Freienwalde	DDR-1310 Bad Freienwalde	Alaunwerk 1718 – 1862 <sup>85</sup>	Oberkassel	Ortsteil von D-5300 Bonn	Alaunproduktion 1806 – um 1860 <sup>111</sup>
Freital	DDR-8210 Freital	mehrere Alaunwerke seit dem 16. Jh., Einstellung unbekannt <sup>86</sup>	Oberkaufungen	Ortsteil von D-3504 Kaufungen	Alaungewinnung 1555 – 1828 <sup>112</sup>
Gaildorf	D-7160 Gaildorf	Alaungewinnung 1763 – 1898 <sup>87</sup>	Oberseifersdorf	DDR-8801 Oberseifersdorf	Alaunproduktion unbekannt <sup>113</sup>
Godesberg	Ortsteil von D-5300 Bonn	Alaunhütte 1809 – 1890 <sup>88</sup>	Parchim	DDR-2850 Parchim	Alaunproduktion unbekannt <sup>114</sup>
Grafenthal	DDR-6423 Grafenthal	keine Angaben möglich <sup>89</sup>	Plauen	DDR-9900 Plauen	1542 – 1548 Alaunwerk Ewiges Leben <sup>115</sup>
Großalmerode	D-3432 Großalmerode	mehrere Alaunproduktionsstätten 16. – 19. Jh. <sup>90</sup>	Pützlingen	DDR-5501 Pützlingen	Alaunproduktion unbekannt <sup>116</sup>
Groß-Umstadt	D-6114 Groß-Umstadt	Alaunproduktion unbekannt <sup>91</sup>	Quedlinburg	DDR-4300 Quedlinburg	Alaunproduktion unbekannt <sup>117</sup>
Hüsten	Ortsteil von D-5760 Arnsberg	Alaunproduktion unbekannt <sup>92</sup>	Radeberg	DDR-8142 Radeberg	Alaunproduktion unbekannt <sup>118</sup>
Iserlohn	D-5860 Iserlohn	Alaunproduktion unbekannt <sup>93</sup>	Saalfeld	DDR-6800 Saalfeld	Alaungewinnung 16. – 19. Jh. <sup>119</sup>
Kirn	D-6570 Kirn	Kohlen- und Alaungrube bis kurz nach 1920	Schmiedefeld	DDR-6421 Schmiedefeld	Alaun- und Vitriolgewinnung 17. – 19. Jh. <sup>120</sup>
Kleinfahner	Ortsteil von DDR-5101 Gierstädt	Alaunproduktion unbekannt <sup>94</sup>	Schwemsal	DDR-4401 Schwemsal	Alaunproduktion 16. Jh. – 1883 <sup>121</sup>
Königswalde	DDR-9621 Königswalde	Alaunproduktion unbekannt <sup>95</sup>	Sophienhof	Ortsteil von DDR-5505 Ilfeld	Alaunproduktion unbekannt <sup>122</sup>
Langsdorf	Ortsteil von D-5300 Bonn	Alaunproduktion unbekannt <sup>96</sup>	Spich	Ortsteil von D-5210 Troisdorf	außer „Ton- und Alaunabbau“ von 1900 bis 1910 nichts bekannt <sup>123</sup>
Lintorf	Ortsteil von D-4030 Ratingen	Alaunproduktion 1794 – 1840 <sup>97</sup>	Wirsberg	DDR-5101 Wirsberg	Alaunproduktion 1718 – 1866 <sup>124</sup>
Lobenstein	DDR-6850 Lobenstein	Alaungewinnung 1551 – 1827 <sup>98</sup>	Witterda	DDR-5101 Witterda	Alaunproduktion unbekannt <sup>125</sup>
			Zwickau	DDR-9500 Zwickau	Alaunproduktion ab 1845, Einstellung nicht bekannt <sup>126</sup>
			Zwönitz	DDR-9417 Zwönitz	Alaunproduktion unbekannt <sup>127</sup>

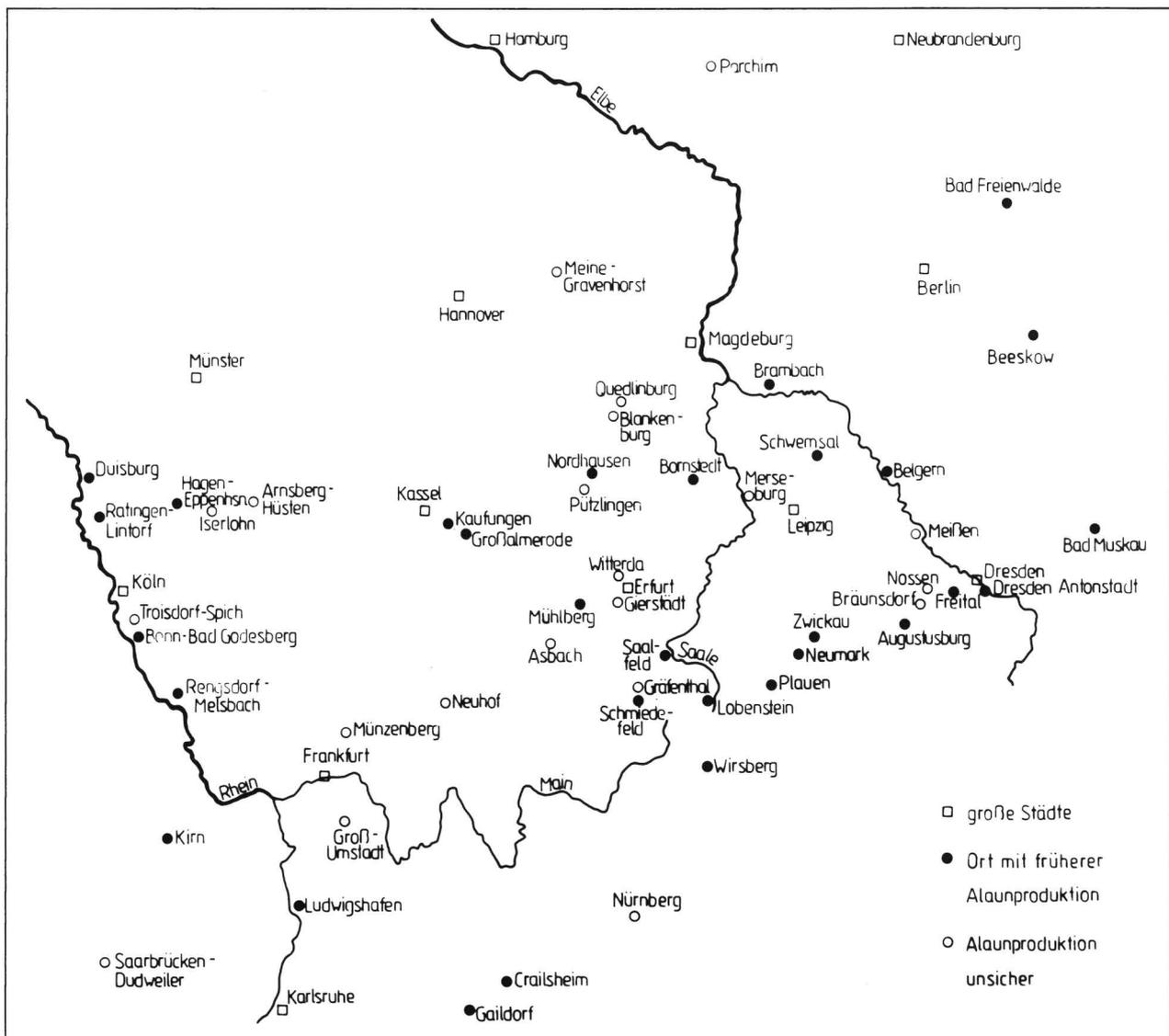


Abb. 11: Deutsche Alaunproduktionsstätten (16.–19. Jahrhundert)

Auszüge aus der Finanzbilanz des Werkes Reichenbach:

Jahr	Taler	Groschen	Pfennige
1785	509	6	9
1787	75	23	2
1790	890	14	9,5 zugesetzt
1793	1252	21	10,25
1797	895	10	4,75
1798	44	11	zugesetzt
1800	723	2	8,5
1801	104	11	5

Diese Zahlen deuten doch auf ein gut florierendes Geschäft mit Alaun hin, wobei der Preis vor allem von der Qualität abhängig war.

Zu den größten Alaunwerken in Deutschland (Abb. 11) gehörte das in Freienwalde (Abb. 12, 13). Während zu Beginn von 1729 bis 1737 7214 Zentner versotten wurden, betrug die Produktion 1784 bereits 5000–6000 Zentner jährlich, welche für 9 Reichstaler/Zentner bei 5 Reichstaler 6 Groschen Selbstkosten verkauft wurden<sup>139</sup>. Der jährliche Gewinn betrug über 20000 Reichstaler. Weitere große Alaunwerke befanden sich in Bad Muskau (1840: 8000 Zentner)<sup>140</sup> und in Schwemsal bei Bad Düben.

Die Alaunproduktion ganzer Länder wird von einigen Autoren angegeben und soll in der folgenden Übersicht gegenübergestellt werden. Die Angaben sind zum Teil sehr unsicher, vor allem weil die Alaunproduktion gebietsweise statistisch nicht erfasst wurde.

Land	Jahresproduktion in Zentner Hofmeister <sup>141</sup> /Muspratt <sup>142</sup> /Fester <sup>143</sup>		
	(1840)	(1856)	(um 1800)
Preußische Staaten	31 400	40 000	
Österreichische Staaten	8 100		
Königreich Bayern	1 000		
Großhzt. u. Kurftm. Hessen	340		
Königreich Sachsen	20		
Königreich Frankreich	42 000	40 000	
Königreich Großbritannien	30 000	200 000	
Königreich Schweden und Norwegen	21 000		
Königreich Spanien	1 500		
Königreich Böhmen		16 000	360 000

Am Ende des 19. Jahrhunderts wurden in Deutschland folgende Mengen Alaun hergestellt<sup>144</sup>:

Jahr	Menge (t)	Preis (Mark)
1875	3886	711 000
1880	4708	707 000
1885	3880	525 000
1890	4460	547 000
1895	3357	349 000
1900	4355	375 000
1903	3934	415 000

In weiteren Statistiken ist die Alaunproduktion mit der Vitriolherstellung zusammengefaßt<sup>145</sup>, so daß keine direkten Vergleiche mehr möglich sind.

Aus den Produktionszahlen, die sich nicht auf alle Länder beziehen, kann gefolgert werden, daß ein lebhafter internationaler Alaunhandel stattfand. Aus der Reihenfolge im Handelsregister und aus auf wichtigen Märkten für verschiedene Alaunsorten bezahlte Preise kann auf die Qualität des jeweiligen Erzeugnisses geschlossen werden.

Am Anfang des 17. Jahrhunderts stand im Frankfurter Handelsregister böhmischer Alaun an erster Stelle neben niederländischem<sup>146</sup>, während 1788 in Amsterdam, auf einem der bedeutendsten Alaunhandelsplätze, für 100 Pfund (= 50 kg):

römischen Alauns	40–48 Schilling,
lüttichschen Alauns	25–30 Schilling,
smyrnaischen Alauns	36–40 Schilling,
englischen Alauns	40–45 Schilling,
sowie dänischen und schwedischen Alauns	30–35 Schilling bezahlt wurden <sup>147</sup> . Weshalb deutscher und böhmischer

Alaun nicht mit angegeben ist, liegt wahrscheinlich an einem hohen Eigenbedarf, so daß keine Ausfuhr mehr möglich war.

### Besitzverhältnisse

Die Gewinnung von Alaun in Ägypten war 1700 v. u. Z. Monopol der Könige. Gleiches wird auch aus dem Römischen und Ptolomäischen Reich überliefert<sup>148</sup>.

Bis zur Gründung der ersten europäischen Alaunfabriken bestand auf diesem Gebiet eine Abhängigkeit von den Türken. Nachdem es den Europäern gelang, die Kunst des Alaunsiedens von diesen zu erlernen und im Kirchenstaate bei Tolfa das erste Werk dieser Art in Europa errichtet wurde, nutzten die Päpste dies zu ihrer Bereicherung. Es entstanden in Italien noch mehr Siedereien, doch die Päpste verstanden ihren Vorteil so gut, daß sie die fremden Werke zum Aufgeben zwangen und sie allein die Preise bestimmten. Die Vorgehensweise der Alaunherstellung wurde außerdem vor Ausländern geheimgehalten, so daß die Zünfte und Gewerke aller Länder ihren Alaun aus dem Kirchenstaat beziehen mußten.

Da die Päpste ihren Gewinn vervielfachen wollten und die Verkaufspreise steigerten, begannen europäische Kaufleute, den Alaun von den Türken und vom ersten außeritalienischen Alaunwerk in Spanien zu kaufen. Durch Ausnutzung ihrer Machtmöglichkeiten versuchte die päpstliche Kammer, den Alaunkauf bei den Türken zu verhindern, so zum Beispiel durch Einsatz kirchlicher Drohungen und Androhung des Banns. Im Jahre 1468 kam es zum Vergleich über den Alaunhandel in Flandern zwischen Karl dem Kühnen, Herzog von Burgund, und Papst Paul II. Als 1506 eine weitere Preissteigerung für Alaun folgte, versuchte Phillip der Schöne, Erzherzog von Österreich, die Ware wohlfeiler von den Türken zu erhalten. Als Reaktion darauf verbot Papst Julius II. diese Bestrebungen bei Androhung der Exkommunikation. Ähnliche Drohungen gegen Alaunabnehmer von den Türken sind auch von Papst Paulus II., Papst Paulus IV. und Papst Gregorius XIII. überliefert. Aber mit zunehmendem Wissensstand entstanden außerhalb Italiens viele Alaunwerke<sup>149</sup>.

Die meisten dieser Fabriken wurden durch Vertreter des Bürgertums gegründet, die das Recht auf Bergbau von dem jeweiligen Landesherrn erwarben. Diese konnten Anteil am Werk besitzen, oder sie befreiten die Besitzer für eine gewisse Zeit von Abgaben bzw. stellten für die Abgaben z. B. Holz zur Verfügung<sup>150</sup>. In der Nähe einiger Alaunhütten wurde neben der weitgehenden Bergfreiheit auf Alaun auch das Urinmonopol in den Städten erteilt<sup>151</sup>. Für das unter staatlicher Aufsicht stehende Alaunwerk Crailsheim wurden wegen auftretender Schwierigkeiten durch das Hofkammerkollegium zu Ansbach fähige Bergmeister und Gutachter angeworben und zugeteilt<sup>152</sup>.

Die Alaunproduktion ihrer Untertanen versuchten besonders böhmische und englische Könige zu schützen. So wurde in Böhmen zugunsten der Entwicklung des Alaun-



Abb. 12: Titelkupfer aus der „Beschreibung der Stadt Freyenwalde, des dasigen Gesundbrunnens und Alaun-Werks“ von Thomas Philipp von der Hagen, Berlin 1784

werkes Tzschachwitz in den Jahren 1549, 1551 und 1557 ein königliches Einfuhrverbot für Alaun erlassen<sup>153</sup>. König Ferdinand I. begünstigte die Werke in Kuttenberg und die Bergstädte Altsattl, Comotou und Neudorf sowie weitere im Saazer und Egerschen Kreis, einem für die Alaunproduktion Böhmens bedeutenden Gebiet. König Jacob baute in England ebenfalls ein starkes Alaunmonopol auf und verbot die Einfuhr von Alaun<sup>154</sup>. In Deutschland sind keine Einfuhrverbote für Alaun zur Förderung der eigenen Alaunproduktion bekannt.

### Arbeiterlöhne

Über die Lage der Arbeiter liegen nur spärliche Angaben vor. Mit großer Wahrscheinlichkeit waren auch die Arbeiter in den Alaunbergwerken, wie überhaupt Bergarbeiter, in verschiedener Hinsicht bevorzugt.

Die Arbeit der 70 Bergleute im Alaunschieferbergwerk Saalfeld (heute Feengrotten) wurde auf das Lachter verdingt und alle vier Wochen abgenommen. Sämtliche Bergleute arbeiteten in einer Woche sechseinhalb Schichten. Der Wochenlohn betrug 1767 für:

Steiger	1,5–2 Taler
Hauer	27 Gutegroschen
Lehrhauer	24 Gutegroschen
Haspelknecht	20–21 Gutegroschen
Junge	14–21 Gutegroschen

Die Gewerkschaft „reichte dazu noch freies Pulver, Gezähl und Geleucht“<sup>155</sup>.

Die Hauer mußten vierteljährlich 3 Gutegroschen und 3 Pfennige Büchsengeld bezahlen, jeder andere Grubenarbeiter soviel Pfennige, wie er Gutegroschen im Vierteljahr verdiente. Als Gegenleistung bekamen sie ein gewisses Krankengeld und die Arztkosten, wenn sie bei der Arbeit Schaden erlitten.

Die Beschäftigten der Alaunsiedereien wurden besser bezahlt als die Bergleute, vermutlich, weil für die Arbeit eine höhere Qualifikation erforderlich war. So erhielt ein Alaunmeister wöchentlich 3 Taler und ein Arbeiter täglich 5–6 Gutegroschen. Etwas weniger wurde einem Vitriolmeister mit 27 Gutegroschen wöchentlich zugestanden, weil dieser nicht beständig zu siedeln hatte. Die Hüttenarbeiter brauchten kein Büchsengeld zu zahlen, diese Krankenversicherung wurde für sie nicht beschrieben.

In dem bedeutenden Alaunwerk in Freienwalde arbeiteten 1779 73 Beschäftigte, davon 14 Bergleute, welche einen Wochenlohn zwischen einem Reichstaler und 12 Groschen und einem Reichstaler 18 Groschen erhielten<sup>156</sup>.

Im Alaunwerk Großalmerode wird der tägliche Arbeitslohn für die Übertagegewinnung der Alaunminerale mit 4 Groschen (1787) angegeben, ohne zwischen unterschiedlichen Beschäftigungsgruppen zu differenzieren<sup>157</sup>.

Im Alaunwerk Reichenbach erfolgte 1815 eine Erhöhung des Wochenlohnes zur Anwerbung tüchtiger Arbeiter<sup>158</sup>.

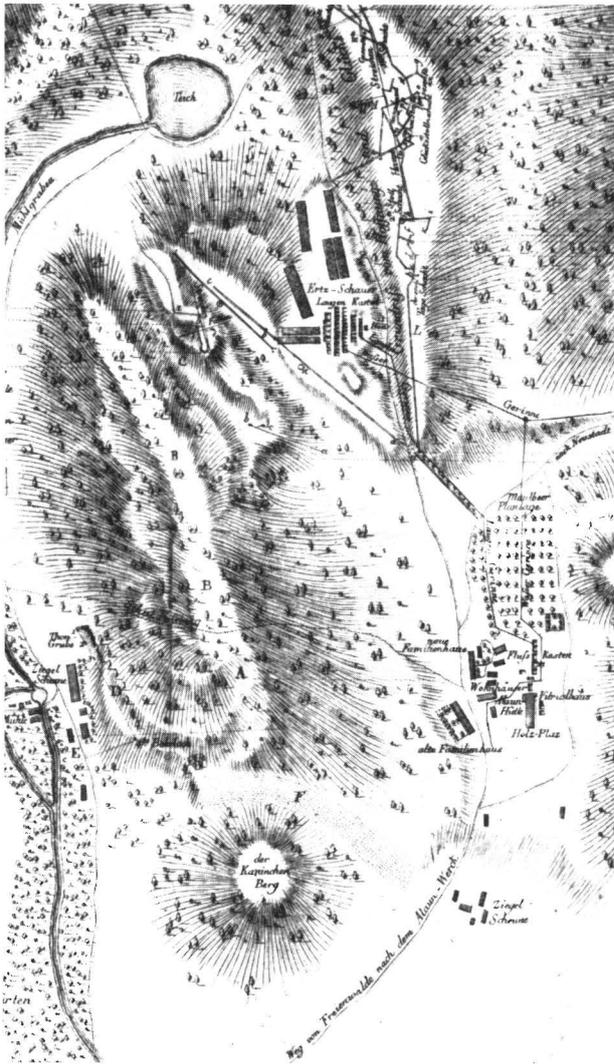


Abb. 13: Lageplan (Ausschnitt) des Alaunwerks Freienwalde (18. Jahrhundert)

So betrug der Wochenlohn eines Hauers für 6 Schichten 1 Taler 12 Groschen, eines Steigers 2 Taler 8 Groschen und eines Siedemeisters 2 Taler 4 Groschen. Hierbei verdiente der Siedemeister trotz höherer Qualifikation weniger als ein Steiger.

### Anmerkungen

- 1 Ludwig 1979, S. 126 f.
- 2 Vitriole sind kristallwasserhaltige Sulfate zweiwertiger Metalle. Alaune sind kristallwasserhaltige Doppelsalze der allgemeinen Formel  $Me^+Me^{3+}(R^{2-})_2 \cdot 12 H_2O$ . Die häufigsten Alaune sind solche mit Aluminium als dreiwertigem Metall und mit Sulfat als Anion, also  $Me^+Al(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$ . Das einwertige Element kann ein Alkalimetall (Na, K, Rb, Cs) oder auch Ammonium ( $NH_4$ ) sein. Unter Alaun im engeren Sinne, wie auch in dieser Arbeit meist gebraucht, versteht man den Kali-Alaun  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$ .
- 3 Emons/Walter 1988.
- 4 Delhaes-Guenther 1974; Slotta 1980; Duchrow 1986.
- 5 Strube 1974; Welsch 1981.
- 6 Zumindest sind bei Slotta 1975 und bei Wagenbreth/Wächter 1983 keine solchen erwähnt.

- 7 Wiegleb 1972, S. 107 und 118.
- 8 Lippmann 1954, S. 13.
- 9 Hofmann 1912, S. 305.
- 10 Walden 1950, S. 5, 7, 21.
- 11 Muspratt 1856, S. 298 ff.
- 12 Bergmann 1782, S. 394 ff.
- 13 Beckmann 1788, S. 92 ff.
- 14 Ebd.; Bergmann 1782, S. 394 ff.; Hofmeister 1840.
- 15 Gren 1794, S. 392 ff.
- 16 Bergmann 1782, S. 394 ff.; Beckmann 1788, S. 92 ff.; Hofmeister 1840.
- 17 Ullmanns Enzyklopädie 1914, S. 297 ff.; Hintze 1930, S. 4180 und 4487.
- 18 Muspratt 1856, S. 298 ff.
- 19 Beckmann 1788, S. 92 ff.
- 20 Johannsen 1933.
- 21 Agricola (Fraustadt 1958), S. 215 ff.
- 22 Meyer 1889, S. 17 und 50.
- 23 Strube 1974, S. 5 ff.
- 24 Gmelins Handbuch 1934, S. 456 ff.
- 25 Strube 1974, S. 5 ff.
- 26 Gmelins Handbuch 1934, S. 456 ff.
- 27 Ebd.; Strube 1974, S. 5 ff.
- 28 Lampadius 1795, S. 17 ff. (1. Bd.); S. 228 ff. (2. Bd.).
- 29 Gmelins Handbuch 1934, S. 456 ff.
- 30 Bergmann 1782, S. 394 ff.; Beckmann 1788, S. 92 ff.; Gmelin 1786, S. 79 ff.; Suckow 1789, S. 390 ff.
- 31 Hermbstädt 1803, S. 285 ff.
- 32 Vollrath 1834.
- 33 Ullmanns Enzyklopädie 1953.
- 34 Carlé 1961 a, S. 265.
- 35 Strube 1974; Welsch 1981.
- 36 Ullmanns Enzyklopädie 1974, S. 336 ff.
- 37 Ullmanns Encyclopedia 1985, S. 531–534.
- 38 Bergmann 1782, S. 394 ff.; Geber 1710, S. 251.
- 39 Hintze 1930, S. 4180 und 4487.
- 40 Ebd.; Bergmann 1782, S. 394 ff.; Gmelins Handbuch 1934, S. 456 ff.
- 41 Muspratt 1856, S. 298 ff.; Gmelins Handbuch 1934, S. 456 ff.; Schubarth 1831, S. 460 ff.
- 42 Hermbstädt 1803, S. 285 ff.
- 43 Dammer/Tietze 1913, S. 91 ff. und 274.
- 44 Johannsen 1933; Lippmann 1922.
- 45 Johannsen 1933.
- 46 Lippmann 1922.
- 47 Agricola 1557, S. 467–471.
- 48 Vgl. vor allem Kirchbach 1841, S. 748 ff.
- 49 Dammer/Tietze 1913, S. 91 ff. und 274.
- 50 Hintze 1930, S. 4180 und 4487.
- 51 Humboldt 1792, S. 211 ff.
- 52 Als unerwünschte Reaktionen laufen solche Vorgänge heute in Tonhalden ab, die für Vorratszwecke angelegt wurden, – vgl. z. B. Haage 1976.
- 53 Muspratt 1856, S. 298 ff.
- 54 Ullmanns Enzyklopädie 1914, S. 297 ff.
- 55 Agricola 1557, S. 467–471.
- 56 Vgl. z. B. Koehler 1837, S. 110 ff.; Hagen 1784, S. 91 ff.; Cramer 1746, S. 281 und 639 ff.; Wittekop 1787; Karmarsch 1823, S. 359 ff.; Runge 1836, S. 534 ff.
- 57 Justi 1758, S. 461 ff.
- 58 Muspratt 1856, S. 298 ff.
- 59 Hofmeister 1840.
- 60 Schurig 1875, S. 88 ff.
- 61 Wittekop 1787.
- 62 Justi 1758, S. 461 ff.
- 63 Hagen 1784, S. 91 ff.
- 64 Muspratt 1856, S. 298 ff.
- 65 Hofmeister 1840.
- 66 Justi 1758, S. 461 ff.
- 67 Muspratt 1856, S. 298 ff.
- 68 Hermbstädt 1803, S. 285 ff.; Lampadius 1815, S. 67 ff.
- 69 Ullmanns Enzyklopädie 1914, S. 297 ff.; Dammer/Tietze, S. 91 ff.
- 70 Hofmeister 1840, Schubarth 1831, S. 460 ff.
- 71 Muspratt 1856, S. 298 ff.; Gmelins Handbuch 1934, S. 456 ff.
- 72 Ortsbuch der Bundesrepublik Deutschland 1984; Ortslexikon Deutsche Demokratische Republik 1986.
- 73 Bruhns 1906, S. 583 ff. und 707 ff.
- 74 Bruckmann 1727.
- 75 Agricola (Fraustadt 1958), S. 215 ff.
- 76 Ebd.
- 77 Bruhns 1906, S. 583 ff. und 707 ff.

- 78 Agricola (Fraustadt 1958), S. 215 ff.  
 79 Bergner o. J. (um 1730).  
 80 Carlé 1961 a, S. 265.  
 81 Muspratt 1856, S. 298 ff.  
 82 Jung, R.: Alte Industriezweige in Sulzbach, Ms. im Stadtarchiv Sulzbach, 1968.  
 83 Muspratt 1856, S. 298 ff.  
 84 Bruhns 1906, S. 583 ff. und 707 ff.  
 85 Hagen 1784, S. 91 ff.  
 86 Agricola (Fraustadt 1958), S. 215 ff.  
 87 Carlé 1961 a, S. 265.  
 88 Bruhns 1906, S. 583 ff. und 707 ff.  
 89 Muspratt 1856, S. 298 ff.  
 90 Bruckmann 1727.  
 91 Hofmeister 1840.  
 92 Bruhns 1906, S. 583 ff. und 707 ff.  
 93 Ebd.  
 94 Bergner o. J. (um 1730).  
 95 Bruhns 1906, S. 583 ff. und 707 ff.  
 96 Ebd.  
 97 Hofmeister 1840.  
 98 Agricola (Fraustadt 1958), S. 215 ff.  
 99 Muspratt 1856, S. 298 ff.  
 100 Bruckmann 1727.  
 101 Hofmeister 1840.  
 102 Agricola (Fraustadt 1958), S. 215 ff.  
 103 Bergner o. J. (um 1730).  
 104 Cancrin 1787, S. 161.  
 105 Bruckmann 1727.  
 106 Bruhns 1906, S. 583 ff. und 707 ff.  
 107 Freiesleben 1830, S. 109 ff.  
 108 Bruckmann 1727.  
 109 Bruhns 1906, S. 583 ff. und 707 ff.  
 110 Muspratt 1856, S. 298 ff.  
 111 Bruhns 1906, S. 583 ff. und 707 ff.  
 112 Bruckmann 1727.  
 113 Bruhns 1906, S. 583 ff. und 707 ff.  
 114 Ebd.  
 115 Agricola (Fraustadt 1958), S. 215 ff.  
 116 Hofmeister 1840.  
 117 Bruckmann 1727.  
 118 Agricola (Fraustadt 1958), S. 215 ff.  
 119 Muspratt 1856, S. 298 ff.  
 120 Bruhns 1906, S. 583 ff. und 707 ff.  
 121 Bruckmann 1727.  
 122 Bruhns 1906, S. 583 ff. und 707 ff.  
 123 Hofmeister 1840.  
 124 Bruhns 1906, S. 583 ff. und 707 ff.  
 125 Ebd.  
 126 Muspratt 1856, S. 298 ff.  
 127 Agricola (Fraustadt 1958), S. 215 ff.  
 128 Emons/Walter 1986.  
 129 Goethe, Dichtung und Wahrheit, 2. Teil, 10. Buch.  
 130 Carlé 1961 b.  
 131 Hundt 1939.  
 132 Schanze 1981; Hahmann 1981.  
 133 Schurig 1875, S. 88 ff.  
 134 Carlé 1961 a, S. 265.  
 135 Cancrin 1767, S. 397 ff.  
 136 Wittekop 1823, S. 359 ff.  
 137 Schurig 1875, S. 88 ff.  
 138 Ebd.  
 139 Hagen 1784, S. 91 ff.  
 140 Muspratt 1856, S. 298 ff.  
 141 Hofmeister 1840.  
 142 Muspratt 1856, S. 298 ff.  
 143 Fester 1923.  
 144 Bruhns 1906, S. 583 ff. und 707 ff.  
 145 Ebd.; Festenberg-Packisch 1886, S. 81.  
 146 Fester 1923, S. 161.  
 147 Beckmann 1788, S. 92 ff.  
 148 Lippmann 1954, S. 13.  
 149 Beckmann 1788, S. 92 ff.  
 150 Schurig 1875, S. 88 ff.; Hagen 1784, S. 91 ff.; Cancrin 1767, S. 397 ff.; Wittekop 1787.  
 151 Wrany 1902.  
 152 Carlé 1961 a, S. 265.  
 153 Wrany 1902.  
 154 Beckmann 1788, S. 92 ff.  
 155 Cancrin 1767, S. 397 ff.  
 156 Hagen 1784, S. 91 ff.  
 157 Wittekop 1787.  
 158 Schurig 1875, S. 88 ff.

## Bibliographie

- AGRICOLA, Georgius:  
 1557 Vom Bergwerck XII Bücher, Basel 1557, Reprint Leipzig 1985.  
 1958 Die Mineralien (De natura fossilium libri X), übersetzt und bearbeitet von Georg Fraustadt, Berlin 1958 (= AGW. 4).
- BECKMANN, Johann:  
 1788 Beyträge zur Geschichte der Erfindungen, Bd. 2, Leipzig 1788.
- BERGMANN, Torbern:  
 1782 Kleine Physische und chemische Werke, Erstes Buch, Erste Abtheilung, Frankfurt am Mayn 1782.
- BERGNER, Johann August:  
 o. J. Etwas von dem ehemaligen Alaunen-Werk unter Augustsburg, am Mühlweg nach Erdmannsdort zu gelegen, 14 S., Annaberg o. J. (um 1730).
- BRUCKMANN, Francisco Ernesto:  
 1727 Unterirdische Schatz-Kammer aller Königreiche und Länder, Braunschweig 1727.
- BRUHNS, W.:  
 1906 Die nutzbaren Mineralien und Gebirgsarten im Deutschen Reiche, Berlin 1906.
- CANCRRIN, Franz Ludwig:  
 1767 Beschreibung der vorzüglichsten Bergwerke in Hessen, in dem Waldekkischen, an dem Haarz, in dem Mansfeldischen, in Chursachsen und in dem Saalfeldischen, Frankfurth am Mayn 1767.  
 1787 Geschichte und systematische Beschreibung der in der Grafschaft Hanau Münzenberg gelegenen Bergwerke, Leipzig 1787.
- CARLÉ, Walter:  
 1961 a Das Alaun-Vitriol-Werk in Crailsheim, in: Jahreshefte des Geologischen Landesamts Baden-Württemberg 4, 1961, S. 265–284.  
 1961 b Die Geschichte des Alaun-Vitriol-Werkes zu Crailsheim, in: Jahrbücher des Historischen Vereins für Württembergisch-Franken, N. F., 45, 1961, S. 75–101.
- CRAMER, Johann Andreä:  
 1746 Anfangsgründe der Probierkunst, Stockholm 1746.
- DAMMER, Bruno/TIETZE, Oskar:  
 1913 Die nutzbaren Mineralien mit Ausnahme der Erze, Kalisalze, Kohlen und des Petroleums, Bd. 1, Stuttgart 1913.
- DELHAES-GÜNTHER, Karl von:  
 1974 Kali in Deutschland. Vorindustrien, Produktionstechniken und Marktprozesse der Deutschen Kaliwirtschaft im 19. Jahrhundert, Köln/Wien 1974.
- DUCHROW, Günther:  
 1986 125 Jahre Kaliindustrie, in: Neue Bergbautechnik 16, 1986, S. 401–409.
- EMONS, Hans-Heinz/WALTER, Hans-Henning:  
 1986 Die Siedesalzproduktion in Deutschland vom 16. bis zum 19. Jahrhundert, in: Der Anschnitt 38, 1986, S. 27–44.  
 1988 Alte Salinen in Mitteleuropa, Leipzig 1988.
- FESTENBERG-PACKISCH, Hermann von:  
 1886 Der Deutsche Bergbau, Berlin 1886.
- FESTER, Gustav:  
 1923 Die Entwicklung der chemischen Technik bis zu den Anfängen der Großindustrie, Berlin 1923.
- FREIESLEBEN, J. C.:  
 1830 Magazin für die Oryktographie von Sachsen, 4. H., Freiberg 1830.
- GERBERI:  
 1710 Curieuse vollständige Chymische Schrifte, 1. Buch, Frankfurt/Leipzig 1710.
- GMELIN, Johann Friedrich:  
 1786 Grundsätze der technischen Chemie, Halle 1786.  
 1934 GMELINS HANDBUCH der anorganischen Chemie, 8. Aufl., System Nr. 35, Aluminium, Teil B, Berlin 1934.
- GOETHE, Johann Wolfgang von:  
 1974 Aus meinem Leben. Dichtung und Wahrheit, 2. Teil, 10. Buch, in: Goethes Werke in 12 Bänden, Bd. 8, Berlin/Weimar 1974, S. 445 ff.
- GREIN, Friedrich Albrecht Carl:  
 1794 Systematisches Handbuch der gesammten Chemie, Erster Theil, zweyte, ganz umgestaltete Aufl., Halle 1794.

- HAAGE, Rolf:  
1976 Untersuchungen des keramischen Verhaltens des Hal-  
dantons Haselbach, in: Silikatechnik 27, 1976,  
S. 82–84.
- HAGEN, Thomas Philipp von der:  
1784 Beschreibung der Stadt Freyenwalde, des dasigen Ge-  
sundbrunnens und Alaun-Werks, Berlin 1784.
- HAHMANN, Horst-Günther:  
1981 Zur Gewinnungstechnologie im ehemaligen Alaunberg-  
werk zu Muskau, in Abhandlungen und Berichte des Na-  
turkundemuseums Görlitz 54, 1981, H. 2, S. 1–9.
- HERMBSTÄDT, Sigismund Friedrich:  
1803 Journal für Lederfabrikanten und Gerber, Berlin 1803.
- HINTZE, Carl:  
1930 Handbuch der Mineralogie, 1. Band, 3. Abteilung, Berlin/  
Leipzig 1930.
- HOFFMANN, Gottfried August:  
1758 Chymischer Manufacturier und Fabricant, Gotha 1758.
- HOFMANN, K. B.:  
1912 Über die Kenntnis der klassischen Völker von den Vitriolen  
und der Stypteria, in: Journal für praktische Chemie  
86, 1912, S. 305–318.
- HOFMEISTER, Adolph:  
1840 Die Fabrication des Alauns so wie der Handel mit diesem  
Producte und die über ihn erschienene Literatur, Leipzig  
1840.
- HUMBOLDT, Alexander von:  
1792 Über den Zustand des Bergbaus und Hütten-Wesens in  
den Fürstentümern Bayreuth und Ansbach im Jahre  
1792, hrsg. v. Herbert Kühnert, Berlin 1959 (= Freiburger  
Forschungshefte. D 23).
- HUNDT, Rudolf:  
1939 Alaunschieferbergbau und Gewinnung von Alaun, Vitriol  
und Alaunfarben in Mitteldeutschland, in: Zeitschrift für  
das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Deutschen  
Reich, 87, 1939, S. 343–354.
- JOHANNSEN, Otto:  
1933 Peder Månssons Schriften als Quelle zur Geschichte der  
chemischen Technik. Mit besonderer Berücksichtigung  
seiner Beschreibung der Alaunfabrikation, in: Chemiker-  
Zeitung 57, 1933, S. 713 f.
- JUSTI, Johann H. G.:  
1758 Vollständige Abhandlung von den Manufakturen und Fa-  
briken, Kopenhagen 1758.
- KARMARSCH, Karl:  
1823 Grundriß der Chemie nach ihrem neuesten Zustande, be-  
sonders in technischer Beziehung, Wien 1823.
- KIRCHBACH, J. H. von:  
1841 Chemie und Mineralogie in der Gewerbekunde, Bd. 1,  
2. Aufl., Leipzig 1841.
- KOELER, Friedrich:  
1837 Die Chemie in technischer Beziehung, 2. Aufl., Berlin  
1837.
- LAMPADIUS, Wilhelm August:  
1795– Sammlung practisch-chemischer Abhandlungen, 3 Bde.,  
1800 Dresden 1795/1800.  
1815 Grundriß der technischen Chemie, Freiberg 1815.
- LIPPMANN, Edmund O. von:  
1922 Technologisches aus dem „Mittelalterlichen Hausbuch“  
(1480?), in: Chemiker-Zeitung 46, 1922, S. 341 f.  
1954 Entstehung und Ausbreitung der Alchemie, Bd. 3, Wein-  
heim 1954.
- LUDWIG, Karl-Heinz:  
1979 Die Agricola-Zeit im Montangemälde, Düsseldorf 1979.
- MEYER, Ernst von:  
1889 Geschichte der Chemie von den ältesten Zeiten bis zur  
Gegenwart, Leipzig 1889.
- MUSPRATT, Sheridan:  
1856 Theoretische, praktische und analytische Chemie in An-  
wendung auf Künste und Gewerbe, Bd. 1, Braunschweig  
1856.
- ORTSBUCH DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND  
1984 10. Auflage, Frankfurt/M. 1984.
- ORTSLEXIKON DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK  
1986 Berlin 1986.
- RUNGE, F. F.:  
1836 Einleitung in die Chemie für Jedermann, Berlin 1836.
- SCHANZE, Wolfgang:  
1981 Zur Geschichte des ehemaligen Alaunbergwerkes zu  
Muskau, in: Abhandlungen und Berichte des Naturkunde-  
museums Görlitz 54, 1981, H. 2, S. 10–13.
- SCHUBARTH, Ernst-Ludwig:  
1831 Elemente der technischen Chemie, Bd. 1, 1. Abt., Berlin  
1831.
- SCHURIG, Kurt:  
1875 Beiträge zur Geschichte des Bergbaues im sächsischen  
Voigtlande, Plauen 1875.
- SLOTTA, Rainer:  
1975 Technische Denkmäler in der Bundesrepublik Deutsch-  
land, Bochum 1975.  
1980 Technische Denkmäler in der Bundesrepublik Deutsch-  
land, Bd. 3: Die Kali- und Steinsalzindustrie, Bochum  
1980.
- STRUBE, Wilhelm:  
1974 Die Chemie und ihre Geschichte, Berlin 1974.
- SUCKOW, Georg Adolph:  
1789 Anfangsgründe der ökonomischen und technischen Chy-  
mie, 2. Aufl., Leipzig 1789.
- ULLMANNS ENZYKLOPÄDIE der technischen Chemie  
1914 1. Aufl., 1. Bd., Berlin/Wien 1914.  
1953 3. Aufl., 3. Bd., München 1953.  
1974 4. Aufl., 7. Bd., Weinheim 1974.
- ULLMANNS ENCYCLOPEDIA of Industrial Chemistry  
1985 5. Ed., Vol. A 1, Weinheim/Deerfield Beach/Basel 1985.
- VOLLRATH, Anton:  
1834 Die Fabrication des Alauns nach den neuesten Verbes-  
serungen, Quedlinburg/Leipzig 1834.
- WAGENBRETH, Otfried/WÄCHTLER, Eberhard:  
1983 Technische Denkmale in der Deutschen Demokratischen  
Republik, Leipzig 1983.
- WALDEN, Paul:  
1950 Geschichte der Chemie, 2. Aufl., Bonn 1950.
- WELSCH, Fritz:  
1981 Geschichte der chemischen Industrie, Berlin 1981.
- WIEGLEB, Johann Christian:  
1792 Geschichte des Wachstums und der Erfindungen in der  
Chemie in der ältesten und mittlern Zeit, Berlin/Stettin  
1792.
- WITTEKOP, J. H.:  
1787 Einige Bemerkungen über das Allendorfsche Salzwerk,  
den Meißner und die an demselben gelegenen Steinkoh-  
lenbergwerke, und über die Ziegelfabriken und Alaunwer-  
ke zu Groß-Almerode, in: Crells Beyträge zur Erweiterung  
der Chemie, Bd. 2, Helmstedt/Leipzig 1787, S. 475–494.
- WRANY, A.:  
1902 Geschichte der Chemie und auf chemischen Grundlagen  
beruhenden Betriebe in Böhmen bis zur Mitte des 19.  
Jahrhunderts, Prag 1902.

Für die Zusammenstellung des Materials und die Durch-  
sicht der älteren Literatur möchte ich Herrn Dipl.-Chemiker  
Dr. Tobias Pohl sehr herzlich danken.

#### **Anschrift des Verfassers**

Dr. sc. phil. Dr. rer. nat. Hans-Henning Walter  
Georgius-Agricola-Bibliothek der Bergakademie Freiberg  
Agricolastraße 10  
DDR – 9200 Freiberg