

LAURA RESENBERG

Zinnober – zurück zu den Quellen



LAURA RESENBERG

Zinnober – zurück zu den Quellen

mit einem Beitrag von

ANDREAS BURMESTER, URSULA HALLER und CHRISTOPH KREKEL

Zinnober im Spiegel von Apothekenpreislisten

Siegl  
München  
2005

Die Materialien aus dem Institut für

Baugeschichte und Bauforschung  
Kunstgeschichte

- ▷ Restaurierung, Kunsttechnologie und Konservierungswissenschaft und dem Architekturmuseum

der Technischen Universität München • Fakultät für Architektur  
werden herausgegeben von:

Prof. Dr. Dipl.-Ing. Wolf Koenigs  
Prof. Dr. Norbert Huse

- ▷ Prof. Dipl.-Restaurator Erwin Emmerling und Privatdozent Dr. Andreas Burmester  
Prof. Dr. Winfried Nerdinger

#### Bibliographische Information

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliothek; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Verlag: Anton Siegl, Fachbuchhandlung GmbH,  
Kirchenstr. 7, 81675 München

Umschlaggestaltung: Lehrstuhl für Bildnerisches Gestalten,  
Prof. Rainer Wittenborn, Michael Lukas

ISBN 3-935643-30-6

# Inhalt

ANDREAS BURMESTER, URSULA HALLER und CHRISTOPH KREKEL	
Zinnober im Spiegel von Apothekenpreislisten .....	7
Bezeichnungen (9), Herkunft (9), Preise und Verwendung (11)	
LAURA RESENBERG	
Zinnober – zurück zu den Quellen .....	13
Einleitung .....	15
Ziel der Untersuchung (15), Forschungsstand (16), Thematische Eingrenzung (17), Terminologie (18)	
Natürlicher Zinnober .....	21
Eigenschaften und Gewinnung von Bergzinnober .....	21
Bildung von Zinnober in der Natur .....	21
Merkmale von Bergzinnober .....	22
Zinnoberpulver aus der Natur .....	23
Qualität, Verunreinigungen und Begleitminerale von Zinnober .....	23
Gewinnung von Bergzinnober .....	24
Zinnobervorkommen und Quecksilberbergwerke in Europa .....	26
Allgemeines über den Zinnoberbergbau .....	26
Almadén, Spanien .....	28
„Pfalz“ und Zweibrücken, Deutschland .....	30
Landsberg bei Obermoschel (33); Marburg (33)	
Idria, heute Slowenien .....	34
Ostrog, Neumärktel (37); Crewals bei St. Veit (37); Stockenboi, Paternion (38)	
Böhmen .....	38
Oberschönbach bei Eger (38); Beraun und Heiligenberg (40); Hořovice (40)	
„Ungarn“, heutige Slowakei .....	41
Kremnitz, Schemnitz (Niederungarn) (41); Niederslana (Oberungarn) (42)	
Transsylvanien, Siebenbürgen, heutiges Rumänien .....	42
Zlatna (43)	
Italien .....	44
Synthetischer Zinnober .....	45
Synthetischer Zinnober aus Zinnobererzen .....	45
Reinigung von Bergzinnober durch Sublimation .....	45
Nutzung von natürlichem schwarzen Metazinnabarit .....	47
Nutzung von Rückständen aus der Quecksilberverhüttung .....	47
Qualität, Merkmale und Verfälschung von synthetischem Zinnober .....	47
Merkmale von „nassem“ Zinnober .....	49
Stoffe zur Verfälschung von Zinnober (Streckmittel) .....	49
Probe zur Identifizierung von reinem Zinnober .....	50
Allgemeines über die synthetische Herstellung von Zinnober .....	50
Rezepttypen für die Herstellung von synthetischem Zinnober .....	50
Von der Alchimie geprägte Rezepte (51); Bewertung weiterer Zutaten durch die Alchimie (52); Von den Naturwissenschaften geprägte Rezepte (53)	
Quantitative Zusammensetzung von Quecksilber und Schwefel .....	54
Trockene Verfahren zur Herstellung kleiner Mengen Zinnober .....	55
Herstellung von „Quecksilbermohr“ .....	55
Sublimationsgefäße für kleine Mengen (56); Rezeptbeispiele für das trockene Verfahren (57)	
Antimonzinnober / Spießglaszinnober .....	58
Eigenschaften von Antimonzinnober (58); Antimonzinnober aus Quecksilbersulfid und Antimonsulfid (58); Antimonzinnober aus Quecksilberchlorid und Antimonsulfid (59); Antimonzinnober heute (59); Bewertung von Antimonsulfid als Zutat (59)	
Trockenes Verfahren unter Einsatz von Soda .....	60
Trockenes Verfahren unter Einsatz von Eisenfeilig .....	60
Trockenes Verfahren unter Einsatz von Mennige .....	60

Herstellung durch trockene Verfahren in Zinnerfabriken .....	61
Gefäße für die Herstellung des Quecksilbermohrs in Zinnerfabriken .....	61
Herstellung des Quecksilbermohrs durch gemeinsames Erhitzen (61);	
Herstellung des Quecksilbermohrs durch mechanische Verbindung der	
Rohstoffe (62); Vorbereitung des Mohrs für die Sublimation (62)	
Sublimationsgefäße in Zinnerfabriken .....	62
Sublimationsgefäße aus Keramik (63); Sublimationsgefäße aus Gußeisen (65)	
Öfen und Brennmaterial .....	65
Sublimation von Zinner .....	66
Zinnerbrote / Zinnerkuchen .....	67
Mahlen von synthetischem Zinner .....	69
Raffination und Vergütung des gemahlten Zinner .....	72
„Nasse“ Verfahren .....	73
Nasses Verfahren mit Quecksilber und Ammoniumpolysulfid .....	75
Nasses Verfahren mit Kalilauge .....	76
Nasses Verfahren mit schwarzem Metacinnanbarit als Ausgangsstoff .....	77
Raffination des auf nassem Weg hergestellten Zinner .....	77
Historische Produktionsstätten für synthetischen Zinner (Zinnerfabriken) .....	77
Bewertung historischer Beschreibungen von Zinnerfabriken .....	77
Synthetischer Zinner aus Idria .....	78
Produktionsstop zwischen 1658 und 1782 (79); Neue Zinnerfabrik seit	
1782 (80); Herstellung durch nasse Verfahren im 19. Jahrhundert (83);	
Zinnerherstellung bis zum 20. Jahrhundert (83)	
Synthetischer Zinner aus Holland .....	84
Zusätze im holländischen Zinner (85)	
Synthetischer Zinner aus Italien .....	85
Zinnerfabrik in Primör (Fiera di Primiero), Südtirol (86)	
Kleinere Zinnerfabriken im heutigen Deutschland .....	86
Zinnerbrennhütte im Laufamholz (Nürnberger Vorort) (86);	
Zinnerfabrik in Zweibrücken (86)	
Zinnerproduktion außerhalb des heutigen Deutschlands .....	86
Handel mit Zinner .....	87
Allgemeines zum Handel mit Quecksilber und Zinner .....	87
Stellung der Oberdeutschen im Handel mit Metallen und Metallprodukten .....	87
Verpackung von Zinner .....	87
Transport .....	88
Transportwege von Almadén .....	88
Transportwege von Idria .....	88
Transportwege von Böhmen .....	90
Oberschönbach (90), Beraun (90), Svata Hora (91)	
Transportwege von Transsylvanien, Siebenbürgen .....	91
Historische Märkte und Messen .....	91
Kauf versus Eigenproduktion .....	92
Historische Einzelhändler von Zinner .....	92
Zinner in maltechnischen Quellen .....	94
Aufbereitung von Zinner durch den Maler .....	94
Flüssigkeiten und Zusätze während des Mahlens („Reiben“) .....	94
Bindemittel für Zinner .....	95
Zinner in Malschichten .....	96
Mischungen von Zinner mit anderen Pigmenten (96); Aufbewahren	
und „Regenerieren“ von Zinner (97)	
Schlußfolgerung und Ausblick .....	98
Dank .....	100
Anhang .....	101

ANDREAS BURMESTER, URSULA HALLER und CHRISTOPH KREKEL

Zinnober im Spiegel von Apothekenpreislisten

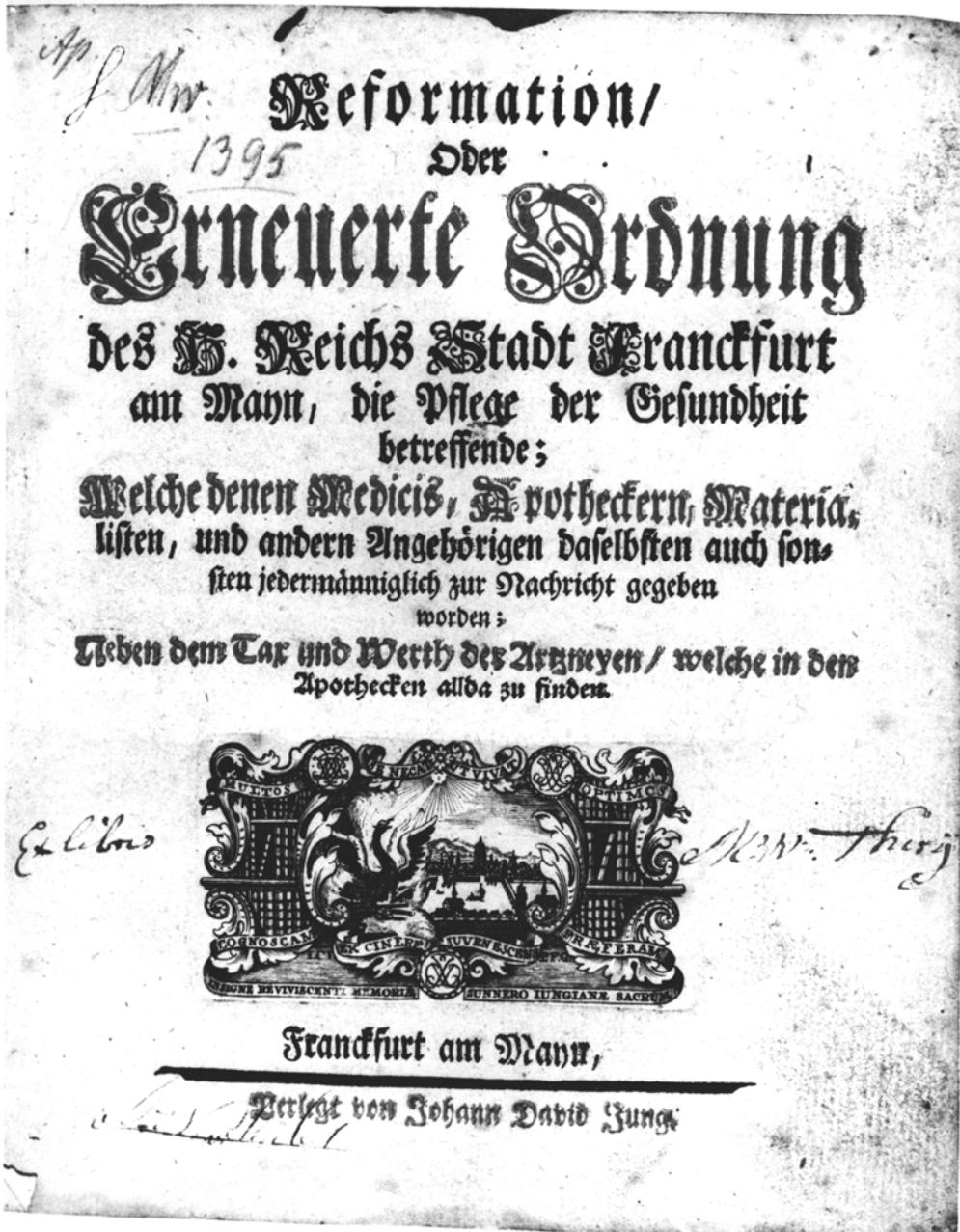


Abb. 1 Titelblatt der Frankfurter Apothekenordnung und -taxe von 1668 (Photo: Germanisches Nationalmuseum Nürnberg)

Das Münchner Taxenprojekt hat sich zum Ziel gesetzt, Nennungen maltechnisch relevanter Materialien in Apothekenpreislisten, so genannten Taxen, erstmalig zu erschließen.<sup>1,2,3</sup> Um die dort nachweisbaren Bezeichnungen, Herkunftshinweise oder Preise der Fachöffentlichkeit Schritt für Schritt zugänglich zu machen, beabsichtigen wir in loser Folge Kurzmitteilungen zu unterschiedlichsten Materialien zu publizieren.<sup>4</sup>

In den bislang ausgewerteten 235 Taxen aus dem Zeitraum zwischen dem Ende des 15. und dem Anfang des 19. Jahrhunderts finden sich 545 Einträge zu Zinnober. Neben seiner pharmazeutischen Bedeutung beleuchtet die häufige Nennung, genauer in 102 der genannten 545 Fälle, in Farbenkapiteln mit der Überschrift „*Pigmenta et Colores*“<sup>5</sup> die wichtige Stellung des Zinnobers als Künstlerpigment.

## Bezeichnungen

Die in den Taxen zu findenden lateinischen wie auch deutschen Bezeichnungen bieten wenig Überraschungen: „*Cin(n)obrium, Cin(n)abaris, Cin(n)ober, Zin(n)ober*“. Weitaus aufschlußreicher sind Zusätze, die Rückschlüsse auf die Gewinnung erlauben. Ungeachtet der Nennung im Genitiv – abgeleitet aus „*Taxa*“ oder der Preis von – verweist „*cinnabaris fossilis*“ oder „*Cinnabrium metallicum, Cinnabrium nativum, minium nativum, Bergzinnober*“, so in der Wormser Taxe von 1582, auf eine natürliche Herkunft, „*cinabaris factitia*“ oder „*cinabaris artificialis*“ auf eine künstliche Herstellung. Beispielhaft sei die Quedlinburger Taxe von 1665 genannt, die im Kapitel „*Metalla, Mineralia & Pigmenta*“ neben „*Berg=Zinnober*“ und „*Gemischter Zinnober / Vermilion*“ auch „*Abgeriebener [künstlichen] Zinnober*“ anbietet (Abb. 3). Manchmal, wie erstmalig in der Lignitzer Taxe von 1614 oder dann auch in der Nordhausener Taxe von 1657, findet sich der künstliche Zinnober einzig im Kapitel „*Pigmenta et Colores*“. Rohzinnober wie auch der (ab)geriebene Zinnober tauchen dagegen in Kapiteln pharmazeutischer Bedeutung auf. Die angebotenen Zinnobersorten reichen dort von „*cinnabaris crudum*“ oder „*integrae*“ – dem rohen Zinnober in „*Gantzen*“ Stücken – bis hin zum „*cinnabaris praeparata*“, dem „*zubereiteten*“ oder „*(ab)geriebenen Zinnober*“. Singulär bezeichnet die Ulmer Taxe von 1737 natürlichen Bergzinnober als „*Bergroth*“.

Während andere Materialien in der Regel eine Fülle zusätzlicher, häufig mehrdeutiger Bezeichnungen tragen, ist dies beim Zinnober eher selten: Unter diesen bleiben die beiden Begriffe „*Miltos, Amnion*“ (Worms 1582) ungeklärt. Mit „*minium nativum*“ wird der Bergzinnober, also der natürliche Zinnober bezeichnet. In Verbindung mit dem gemachten Zinnober, dem „*cinnabaris factitia*“ oder „*cinnabrium artificiale*“ taucht dann auch „*minium artificiale*“ auf. Letzterer Begriff findet sich nur in der Frankfurter Messliste von 1582 sowie in der erwähnten Taxe von Worms aus demselben Jahr, die bezeichnenderweise beide „*zu Franckfurt am Mayn durch Nicolaum Basseum*“ gedruckt wurden. Häufig trägt „*cinnabaris crudae*“ noch den Zusatz „*metallicae*“, was widerspiegelt, daß Zinnober und metallisches Quecksilber in den Lagerstätten häufig vergesellschaftet vorkommen. Die Bezeichnung „*cinnabaris factitium*“ trägt immer wieder den Zusatz „*Bereyter Zinnober*“ oder „*Vermilion*“. Letzteres Synonym hat sich bis heute zur Unterscheidung von natürlichem und künstlichem Zinnober in dem englischen Wort „*vermillion*“ und dem französischen „*vermillon*“ erhalten.

## Herkunft

Die den Taxen zu entnehmenden, seltenen Hinweise auf Herstellungs-, Gewinnungs- oder Bezugsorte sind aufschlußreich. Formulierungen wie „*Cinnaberis nostra*“, abgesetzt gegen „*Cinnaberis altera, fossile minium, Perckezinnober*“ in der Berliner Taxe von 1574 dürften auf eine Herkunft aus deutschen Landen hinweisen. Die Taxe der Bergbaustadt Freiberg von 1680 bezeichnet den „*Cinnabaris nativae puriss.*“ als „*Gewachsen Cinnober*“, was auf seine mineralische Natur hindeutet. Zusätze wie „*in granis*“ (als Körner) oder „*sublimata*“ (sublimiert) zielen dagegen auf pharmazeutische Zubereitungsformen ab. Konkrete Hinweise auf die Herkunft liefert erstmalig die Heilbronner Taxe von 1655 mit „*Cinnabaris nativa Transylvanica, Cinnabaris Ungarica*“ eine Herkunft aus Nordungarn. Dieser wird in der Wernigeroder Taxe von 1693 als „*Ungrisch gediehen*“

1 KREKEL/BURMESTER 2000.

2 KREKEL/BURMESTER 2001.

3 BURMESTER/KREKEL/HALLER 2000.

4 Zum aktuellen Stand des Münchner Taxenprojektes sei auf die Internetseite des Doerner Institutes unter [www.doernerinstitut.de](http://www.doernerinstitut.de) verwiesen.

5 BURMESTER/KREKEL/HALLER 2005a.



Abb. 2 Frontispiz der Frankfurter Apothekenordnung und -taxe von 1668 (Photo: Germanisches Nationalmuseum Nürnberg)

*Zinnober*“ (gediegen, am Stück), sowie immer wieder als „*gegraben*“ beschrieben. Dies deckt sich mit der immer wiederkehrenden Beschreibung als Bergzinnober.

In der Frankfurter Taxe von 1668 (Abb. 1) – deren Frontispiz den Alltag in einer Apotheke anschaulich vor Augen führt (Abb. 2) – taucht dann der „*Cinnabaris Americana, Americanische Zinnober*“ auf, der in der Taxe aus Fulda 1728 als „*Berg=Zinnober*“, also als natürlicher Zinnober beschrieben wird. Am Rande sei erwähnt, daß sich die angeführte Frankfurter Taxe auf ihrem Titelblatt nicht nur an die Apotheker wendet, sondern auch an Materialisten, die in dieser Zeit und später den Vertrieb nichtpharmazeutischer Produkte häufig übernahmen. Mit „*Cinnabaris Japonic., des besten Japonischen Zinnobers*“ ist dann 1682 erstmalig in einer Taxe aus Celle von einer Herkunft aus Japan die Rede. Die Taxen von Kopenhagen 1672 und Stockholm 1699 enthalten dann auch Bergzinnober aus Kärnten, „*Cinnabar. Carinthiaca granulatae*“ bzw. „*Cinnabaris nativa optima Carinthiac in granis*“. Die Weimarer Taxe von 1779 nennt erstmalig den „*Cinnabaris Hollandica, Holländischer gemablner Zinnober*“. Der Zusatz „*gemablner*“ nimmt dabei Bezug auf die holländischen Zinnobermühlen der Zeit. Bei allen fremdländischen Vorkommen fehlen Hinweise auf die Art der Gewinnung – möglichenfalls, weil dies nicht bekannt war.

## Preise und Verwendung

In Farbenkapiteln wird der Zinnober, wie in Apotheken üblich, im Lot (rund 30 g) oder selten im Pfund, vermutlich dem Zivilpfund angeboten. Die dort zu findenden Preise erlauben den Schluß, daß der (an)geriebene Zinnober immer rund das Doppelte des Rohzinnobers gekostet hat. In einer etwas späteren Taxe aus Celle aus dem Jahr 1687 liegt der Preis von „Gemachter Zinnober, Vermillion“ rund beim 1,3fachen, der „des besten Japonischen Zinnobers“ beim 10fachen und der „des besten ungerischen Zinnober“ gar beim 18fachen von „Berg=Zinnober“. Der Zusatz als „des besten Ungarischen gegrabenen Zinnobers“ in der Gothaer Taxe von 1694 und sein hoher Preis unterstreichen erneut, daß der ungarische Zinnober hochgeschätzt war. Generell gilt, daß das Preisverhältnis von natürlichem zu „bereytem“ Zinnober über den von uns untersuchten Zeitraum uneinheitlich ist, was das Beispiel der Quedlinburger Taxe von 1665 (Abb. 3) eindrücklich belegt.

Daß Zinnober zu den immer vorrätigen Produkten einer Apotheke gehörte und sein Preis zudem nicht schwankend war („ad aequum et bonum“), belegt die Tatsache, daß die Einträge fast ausnahmslos mit Preisangaben versehen sind. Gleichwohl erlauben die Taxen prinzipiell keine Rückschlüsse darauf, wie viel Zinnober vorgehalten wurde. Hiervon vermittelt uns erst die von uns immer wieder hinzugezogene Inventurliste der Kolberger Apotheke vom 7. April 1589 ein Bild: 100,8 kg „Braunrod“ (roter Ocker), 14,4 kg „Minium“ (Mennige) und nur 1,8 kg „Cinobaris“. Der damalige Wert dieser Artikel steht in umgekehrt proportionalem, und damit kaufmännisch sinnvollem Verhältnis zur bevorrateten Menge: 24 Pfennig, 576 Pfennig und 768 Pfennig, letzteres für diese vergleichsweise geringe Menge an Zinnober.

Zuletzt darf der Hinweis an die Adresse derer, die an der Rolle der Apotheken als lokale Lieferanten für Künstlerpigmente zweifeln, nicht fehlen: Zwei nordische Taxen, nämlich die von Kopenhagen 1672 wie auch die aus Stockholm 1699, liefern mit „Cinnabar. factit. Praepar. Pro pic[toribus]“ und „Mabler Zinnober“ konkrete Beweise für eine Verwendung auf der Künstlerpalette. Daß hierbei wieder der künstliche Zinnober dem Bergzinnober vorgezogen wird, findet in Analogie zum Berggrün<sup>7</sup> seine Auflösung im folgenden Beitrag von Laura Resenberg.

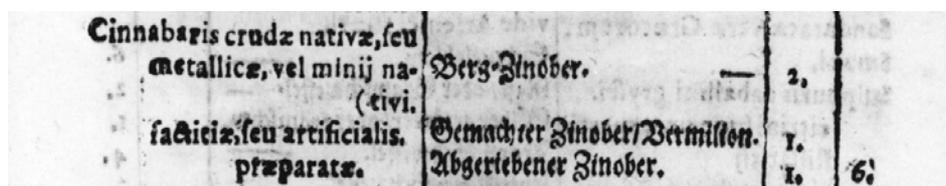


Abb. 3 Ausschnitt aus der Quedlinburger Taxe von 1665 (Photo: Universitätsbibliothek Erlangen-Nürnberg)

## Literatur

- ANDREAS BURMESTER/CHRISTOPH KREKEL/URSULA HALLER: Apothekentaxen als neuer Quellentyp für die Erforschung historischer Künstlermaterialien, in: Gerhard Schulze und Ingo Horn (Hrsg.), Jahrestagung des Arbeitskreises Archäometrie und Denkmalpflege, Dresden 20. – 31. 03. 2000, S. 195–197
- ANDREAS BURMESTER/LAURA RESENBERG: Von Berggrün, Schiefergrün und Steingrün aus Ungarn, in: *Restauro* 109, Heft 3 (2003), S. 180–187
- ANDREAS BURMESTER/CHRISTOPH KREKEL/URSULA HALLER: Pigmenta et Colores: The Artist's Palette in Pharmacy Price Lists, 2005a (im Druck)
- ANDREAS BURMESTER/CHRISTOPH KREKEL/URSULA HALLER: The Munich Taxae Project: The Kolberg Inventory List of 1589, 2005b (im Druck)
- CHRISTOPH KREKEL/ANDREAS BURMESTER: Pharmacy Price-Lists as a New Type of Documentary Source for Research into Historical Artists' Materials: The Münchner Taxenprojekt, in: J. Kirby (Hrsg.), *Dyes in History and Archaeology* 19, Edinburgh 2000, p. 32–36
- CHRISTOPH KREKEL/ANDREAS BURMESTER: Das Münchner Taxenprojekt. Apothekentaxen als neuer Quellentyp für die Erforschung historischer Künstlermaterialien, in: *Restauro* 107, Heft 6 (2001), S. 450–455

<sup>6</sup> BURMESTER/KREKEL/HALLER 2005b.

<sup>7</sup> BURMESTER/RESENBERG 2003.



LAURA RESENBURG

Zinnober – zurück zu den Quellen

*Robt / bemerket die Dapperkeit / den Zorn / S Schamhaftigkeit und Liebe. Robt / stebet zwischen Weiß und Schwarz recht in der mitten / und ist die Helden-Farbe: weil dappere Leute / im Krieg / Blut vergießen / und durch ihr feuriges Gemüte darzu gebeitzet und angefrischet werden. Daber hat die Deutung der Dapperkeit / und der Grausamkeit / wegen des Blutvergießens / des Zornes; der Gerechtigkeit / weil die Bösen ihr eigenes Blut färbet; der Schamhaftigkeit / wegen errötung des Angesichts; der Liebe / weil sie ist eine Flamme des Herzens. Sie glänzet im Edelstein Rubin / und in vielen Blumen / sonderlich in den hochfaerbigen Rosen. Ihr Element ist das Feuer / der Planet Mars / das Alter die Mannheit / die Complexion die Choleriche oder warm=trucken / das Metall Kupfer / und die Jahrzeit der Sommer. Sie wohnet auf der Schoenheit Lippen / und faerbet dieselbe / indem sie sich mit Weiß maenget / und welches wir auch daber Leibfarb / sonst Rosenfarb / nenen.*

JOACHIM VON SANDRART: Teutsche Academie der edlen Bau-, Bild- und Malerei-Künste, Nürnberg 1675–1680

#### Hinweise für den Leser

Im Text ist die zitierte Literatur zugunsten der Übersichtlichkeit lediglich mit Autor und Jahreszahl angegeben. Die Jahreszahl bezieht sich dabei auf die verwendete Ausgabe. Alle Zitate sind in kursiver Schrift gedruckt. Dabei stehen kürzere Zitate im Text in Anführungszeichen, längere Zitate sind eingerückt. In den Zitaten wurde vor oder nach Auslassungszeichen auf die Wiedergabe von Satzzeichen verzichtet. Auf Angaben von historischen Gewichten in den Zitaten oder im Text wird in der Regel nicht näher eingegangen, diesbezüglich dienen die Informationen im Anhang unter „Hinweise zu historischen Gewichten“. Sofern nicht anders angegeben, stammen die Abbildungen von der Autorin.

# Einleitung

## Ziel der Untersuchung

Der Zinnober zählt zu den ältesten Farbmitteln überhaupt. Im europäischen Kulturraum kannten bereits Plinius und Vitruv Zinnober unter der Bezeichnung „*minium*“. Zu dieser Zeit fand er unter anderem in der römischen Wandmalerei Verwendung. Im Mittelalter wurde er dann häufig in der Buchmalerei gebraucht. Bis zum 20. Jahrhundert<sup>1</sup> war Zinnober unter den erhältlichen Pigmenten das einzige mit leuchtend roter Farbigkeit. Die vorliegende Arbeit behandelt Zinnober im Zeitraum vom 16. bis zum Ende des 19. Jahrhunderts, als er weit über Mitteleuropa hinaus in der Kunst als Pigment für polychrome Farbschichten diente.

Das Wissen um die Ursprünge, die Herkunft, die Verfügbarkeit und die Verwendung von Pigmenten wie Zinnober und anderen Künstlermaterialien wird von Restauratoren meist der deutschsprachigen Fachliteratur entnommen (z. B. THOMAS BRACHERT, HERMANN KÜHN), die sich teils wiederum auf bekannte Sekundärquellen (z. B. GETTENS/ROY: *Artists' Pigments*) stützt. Die in diesen Publikationen gespiegelten Informationen entstammen zumeist der letzten Periode der systematischen Erforschung von Maltechniken und Malmaterialien ab Mitte der 1960er Jahre. Prägend für diese Phase ist die Publikation einer Reihe von Artikeln über einzelne Farbmittel in der Fachzeitschrift *Studies in Conservation*. Die Inhalte dieser Reihe sind durch die Veröffentlichung in den Bänden von *Artists' Pigments* und im deutschsprachigen *Reclams Lexikon der künstlerischen Techniken* unersetzliches Fachwissen geworden. Durch ihren Status als Standardliteratur werden diese Publikationen häufig von Restauratoren und Kunsttechnologen zitiert.

Der Informationsgehalt dieser Sekundär- und Tertiärliteratur zu Pigmenten entspricht nicht immer den heutigen Ansprüchen. Bei näherer Betrachtung wird deutlich, daß die neuzeitliche Quellenforschung über Farbmittel nicht ausreichend abgedeckt ist. Aktuellere Veröffentlichungen beschränken sich meist auf die Beschreibung von Nachweisen und Analyseergebnissen oder befassen sich ausschnitthaft mit einzelnen historischen Primärquellen.

Aus dieser Situation resultiert der Anspruch, die Forschung zu Künstlermaterialien voranzutreiben und bisher kaum berücksichtigte historische Primärquellen zu erschließen, um sie in über-greifender Zusammenschau darzustellen. Aus Sicht der modernen Pigmentforschung ist es ein Desiderat, diese Primärquellen als Grundlage für neue Erkenntnisse und Informationen auszuwerten.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, durch die Verwendung bislang wenig berücksichtigter Quellen und Quellentypen, Karten und Abbildungen einen neuen Zugang zu einem so zentralen Künstlerpigment wie dem Zinnober zu ermöglichen. Ausgehend von der vorhandenen Literatur stehen dabei Ergänzungen des allgemein bekannten Wissens durch das Auswerten der Quellen im Vordergrund. Ferner sollen Handelsstrukturen von Pigmenten und Malermaterialien am Beispiel des Zinnobers untersucht werden.

„*Munich has been a centre for painting materials research since early in the nineteenth century.*“<sup>2</sup> Die Erforschung von Malmaterialien, schon lange in München von zahlreichen Persönlichkeiten praktiziert, erlebt in den letzten Jahren eine Renaissance. Seit einiger Zeit werden historische Apothekentaxen – ausgehend vom Doerner Institut, München – im so genannten Münchner Taxenprojekt ausgewertet, um dadurch aus zahlreichen Taxen wichtige Fakten zu Künstlermaterialien für die kunsttechnologische Forschung verfügbar zu machen. Wie am Beispiel des Pigmentes Berggrün bereits dargelegt<sup>3</sup>, zeigen sich in den Taxen variierende Preise gleicher Waren je nach Jahr und Region. Manchmal endet die Zulieferung bzw. Verfügbarkeit von einzelnen Produkten gar abrupt. Die Auswirkungen im Handel (Preise/Verfügbarkeit) begründen sich durch eine Reihe von Faktoren: Angefangen bei der Verfügbarkeit von Rohmaterialien über die Qualität der Transportwege sowie der Fälligkeit von Zöllen und Steuern und der Höhe der Kosten für Personal (Packer und Geleitsherren).

Der Preis und die Verfügbarkeit bedingten letztendlich die Häufigkeit und Menge der Verwendung von Künstlermaterialien. Durch die systematische Untersuchung historischer Primärquellen auf der einen Seite, und die Analyse von in Kunstwerken verwendeten Materialien auf der anderen Seite, ergeben sich wertvolle Erkenntnisse für die Pigmentforschung. Die identifizierten Pigmente können nach Herkunft präzisiert, und die Verwendung von bestimmten Materialien begründet bzw. ausgeschlossen werden. In diesem Zusammenhang werden am Beispiel des Zinnobers Handelsplätze und Handelswege in Mitteleuropa untersucht, um den

---

1 Die industrielle Herstellung des chemisch stabileren Cadmiumrots setzte sich erst im Jahr 1910 durch.

2 Zitat aus: MILLER 1998.

3 BURMESTER/RESENBERG 2003.

historischen Vertrieb vom Bergwerk bis zum Verbraucher nachvollziehen zu können. Zur Veranschaulichung werden historische Karten, Stiche und Pläne in die Betrachtung einbezogen.

Die Gliederung stellt dem Leser die Entwicklung des Zinnober von der Entstehung in der Natur bis zur Verwendung im Gemälde dar. Die vorliegende Untersuchung stützt sich auf historische Quellen aus verschiedenen Fachgebieten. Die Bildung von Bergzinnober, die Lokalisierung der Lagerstätten und die Herstellung von synthetischem Zinnober können anhand von Literatur aus Bergbau, Mineralogie, Chemie und Manufakturwesen reproduziert werden. Der Handel und Transport erschließt sich durch die Auswertung von Handelsbüchern, Messekatalogen, Reiseliteratur und Karten. Der Endverkauf an den Künstler läßt sich durch historische Lexika, Materialkammern und Apothekentaxen rekonstruieren. Schließlich wird die Verwendung von Zinnober als Farbmittel in der Staffeleimalerei an Hand von kunsttechnologischen Quellen untersucht. Die hier genannten unterschiedlichen Quellentypen liefern hier übergreifende, breit gefächerte Informationen, die in einem umfassenden Bezug zu zueinander stehen, und bislang in einem solchen Zusammenhang nicht dargestellt wurden.

Der Schwerpunkt der hier bearbeiteten Quellen liegt auf dem 17. und 18. Jahrhundert. Die Konzentration auf diese Zeit resultiert aus der Beobachtung, daß die Autoren seit Begründung der Technologie als Wissenschaft, die Sachverhalte ausführlicher beschreiben und daher aussagekräftigeres Material für historisch-technologische Untersuchung und Auswertung liefern. Kennzeichnend für Quellen dieser Zeit ist das Bedürfnis der Autoren nach wissenschaftlicher Information und das Bestreben, naturwissenschaftlich erprobte Erkenntnisse und Erfahrungen zu vermitteln.

## Forschungsstand

Im 20. Jahrhundert haben sich Autoren in monographischen Arbeiten mehrfach mit dem Pigment Zinnober befaßt. Zu Beginn des Jahrhunderts erschien eine Reihe von Publikationen in den Technischen Mitteilungen für Malerei, etwa von A. W. KEIM, der die „*Eigenschaften und die Verwendbarkeit des Zinnober*“ thematisiert.<sup>4</sup> In diesem Zusammenhang publizierte auch G. BALKENHUS seinen Vortrag von 1911 über „*Zinnober, seine Herstellung und sein Gebrauch in der Malerei der letzten acht Jahrhunderte*“.<sup>5</sup> Eine ausführliche Untersuchung der Etymologie veröffentlichte H. TRILLICH in den Technischen Mitteilungen für Malerei in „*Wort- und Werkgeschichtliches vom Zinnober*“.<sup>6</sup> Auch O. BREITSCHEDEL trägt in seinem Artikel „*Ueber Zinnober*“ unter anderem zur Erforschung der Etymologie des Wortes Zinnober bei.<sup>7</sup> A. EIBNER hatte durch seine naturwissenschaftlichen Studien eine neue Herstellungsmethode für lichtechten Zinnober entwickelt, die er in der Zeitschrift vorstellte.<sup>8</sup>

D. V. THOMPSON hat im Jahr 1933 eine ersten Forschungen über synthetischem Zinnober publiziert, die auf historischen Quellen basiert.<sup>9</sup> Er untersucht in seinem Artikel „*Artificial vermilion in the middle ages*“ mittelalterliche Quellen zur Herstellung von synthetischem Zinnober.

Eine fundierte Übersicht über Herstellungsverfahren und Eigenschaften des Zinnober hat W. MANN in der Zeitschrift der Farben-Chemiker im Jahr 1937 veröffentlicht.<sup>10</sup>

Von großer Bedeutung ist das von A. F. E. SCHENDEL in Studies in Conservation publizierte holländische Manuskript, das sich zur dortigen Zinnoberfabrikation äußert. Das Manuskript des Amsterdamer Farbenhändlers Willem Pekstok, der Ende des 17. Jahrhunderts auch Zinnober in einer kleinen Fabrik für den Verkauf herstellte, ist in holländischer Originalsprache und in englischer Übersetzung vorgestellt. Es ist eine der frühesten bekannten Quellen, die Fabrikgeheimnisse der Zinnoberherstellung in Amsterdam behandelt.<sup>11</sup>

Auch T. MILDNER hat ein Zinnoberrezept aus dem historischen Handbuch „*Der wohl-erfahrene Künstler*“ von 1724 publiziert.<sup>12</sup>

Unter den aktuelleren monographischen Publikationen ist „*Vermilion and Cinnabar*“ von R. GETTENS, R. FELLER und W. CHASE die bekannteste und wesentlicher Bestandteil des Fachwissens nicht nur im englischsprachigen Raum. Behandelt werden neben der Nomenklatur,

---

4 KEIM 1912.

5 BALKENHUS 1911.

6 TRILLICH 1924.

7 BREITSCHEDEL 1912.

8 EIBNER 1914.

9 THOMPSON 1933.

10 MANN 1937.

11 SCHENDEL 1972.

12 MILDNER 1960.

die physikalischen, chemischen und optischen Eigenschaften von Zinnober, sowie dessen Geschichte und Verwendung.

Bei den Angaben zur Verwendung von Zinnober beziehen sich die Autoren vor allem auf antike (Vitruv: Zinnober auf Wänden in Pompeji) und chinesische Quellen (Chêng Tê-k'un: Zinnober auf Orakelknochen der Shang Dynastie und als Konservierungsmittel in Gräbern der Shang- und Chou Zeit) und weisen auf die Bedeutung des Zinnobers in der chinesischen Alchimie hin.

Im Kapitel über die Herstellung durch trockene Verfahren werden frühe Quellen genannt, die Rezepte zur Zinnoberherstellung enthalten (Lucca-Manuskript, Alchimist Geber, Mappae Clavicula). Danach wird, auf dem von SCHENDEL 1972 publizierten Manuskript des Farbenhändlers Pekstok basierend, das Verfahren der holländischen Zinnoberproduktion näher beschrieben. Im Anschluß daran weisen die Autoren nochmals auf den chinesischen Ursprung der Herstellungsmethode hin und nennen als Beleg für diese Tatsache ein chinesisches technologisches Manuskript des 17. Jahrhunderts (T'ien-kung K'ai-wu), das ein Rezept für das trockene Verfahren zur Herstellung von Zinnober beinhalten soll.

Bei den knappen Ausführungen über nasse Verfahren wird auf zwei ältere Publikationen verwiesen: Zum einen auf H. KOPP 1843–1847<sup>13</sup>, der den Autoren zufolge die erste Quelle mit der Angabe eines nassen Verfahrens von G. SCHULTZ 1687 anführt. Zum anderen verweisen sie auf der Publikation von F. ROSE 1916<sup>14</sup>, der die Entdeckung nasser Verfahren auf das 20. Jahrhundert datiert. Im westlichen Raum seien die nassen Verfahren am weitesten verbreitet und würden auch heute noch für die synthetische Herstellung von Zinnober angewendet.

Für die Vorbereitung dieser Arbeit am interessantesten war der Artikel von FELICITAS und THOMAS BRACHERT, in dem anhand von kunsttechnologischen Quellen vor allem die Herstellungsverfahren und Eigenschaften, aber auch Synonyme von Zinnober behandelt werden.<sup>15</sup> Dieser Artikel ist ein wichtiger erster Beitrag für die Zusammenstellung und Bewertung mittelalterlicher und neuzeitlicher Quellenliteratur zu Zinnober, zumal im Anhang die aus den Quellen entnommenen Rezepte abgedruckt sind. Die Publikation ist als wegweisend für die vorliegende Arbeit anzusehen, die sich in der Untersuchung historischer Quellen nicht nur auf kunsttechnologische Literatur beschränkt. Denn eine systematische Auswertung neuzeitlicher gedruckter deutschsprachiger Quellenliteratur, die über die kunsttechnische Literatur hinausgeht, wurde im Zusammenhang mit Zinnober bislang noch nicht publiziert.

## Thematische Eingrenzung

Die Arbeit bietet einen Überblick über das untersuchte neuzeitliche, gedruckte Quellenmaterial. In diesem Rahmen konnte jedoch nur eine begrenzte Menge an historischen Schriften ausgewertet werden, daher kann kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben werden.<sup>16</sup>

In der untersuchten Zeitspanne sind jedoch die wesentlichen und häufigsten Herstellungsmethoden für Zinnober behandelt. Orientierung für die beschriebenen Sachverhalte waren Quellen des 16. bis 19. Jahrhunderts. Einzelne moderne Verfahren, etwa das elektrolytische Verfahren für die Zinnoberherstellung, sind in dieser Arbeit nicht berücksichtigt. Auch kompliziertere Variationen der hier thematisierten Verfahren werden nicht immer im Einzelnen beschrieben. Hier sei beispielsweise die Möglichkeit erwähnt, neben reinem Quecksilber verschiedene Quecksilberpräparate als Ausgangsmaterialien für die Zinnoberherstellung zu verwenden. Diese Quecksilberpräparate werden hier lediglich unter den nassen Verfahren erwähnt, sie können aber auch bei trockenen Verfahren eingesetzt werden. Die Einschränkung der Untersuchung auf den Zeitraum vor 1900 schließt nicht aus, daß einzelne modernere Verfahren vermutlich schon vor dem 20. Jahrhundert bekannt waren, auch wenn sie hier nicht erwähnt wurden.

Bezüglich der Angaben zu optischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften, sowie Analysenverfahren und Nachweisen von Zinnober wird auf die Publikation „*Vermilion and Cinnabar*“, von R. GETTENS, R. FELLER und W. CHASE aus dem Jahr 1967 (zweite Auflage in Artists' Pigments 1993) verwiesen.

Die Angaben und Zutaten vieler historischer Rezepte entsprechen nicht den heute bekannten idealen Verhältnissen für die Herstellung. Bei Beschreibungen von Herstellungsverfahren für Zinnober wurden die Quellen zitiert, jedoch konnten einzelne Zutaten nicht immer eindeutig einer

---

13 KOPP 1847, zitiert nach: GETTENS/FELLER/CHASE 1993.

14 ROSE 1916, zitiert nach: GETTENS/FELLER/CHASE 1993.

15 BRACHERT 1980.

16 Publikationen von wissenschaftlichen Forschungsanstalten des 17. und 18. Jahrhunderts, wie zum Beispiel die der *Academiae naturae curiosum*, der späteren Leopoldinisch-Carolinischen Akademie, deren Gründung im Jahr 1652 in Schweinfurt erfolgte, bieten vermutlich noch eine Fülle von Informationen, die bisher nicht systematisch ausgewertet wurden.

Funktion bei der chemischen Reaktion zugeordnet werden. Bei der Beurteilung solcher Zutaten muß berücksichtigt werden, daß gerade in vorwissenschaftlicher Zeit bestimmte Beimengungen oft eine übergeordnete, symbolische und nur insofern funktionale Bedeutung hatten, daß sie eine bestimmte Eigenschaft auf das herzustellende Material übertragen sollten.

Untersuchungen zum Schwärzen von Zinnober wurden 2001 von M. SPRING und R. GROUT<sup>17</sup> und im Jahr 2000 von R. GROUT und A. BURNSTOCK<sup>18</sup> publiziert. Das Phänomen des Schwärzens von Zinnober und andere Alterungserscheinungen werden in dieser Arbeit nicht thematisiert.

Da Zinnober bis zum 20. Jahrhundert das einzig erhältliche leuchtend rote Pigment war, fand er entsprechend häufig Verwendung. Daher wird auf die Nennung von Kunstwerken verzichtet, in denen Zinnober gebraucht wurde. Die Ausführungen über Zinnober in kunsttechnologischen Quellen beziehen sich auf die Verwendung von Zinnober in der Malerei. Angaben zur Nutzung des Pigments für Tinten, für Siegellack oder in der Medizin sind ausgeklammert.

## Terminologie

Die Begriffsverwirrung durch die Bezeichnung des Zinnobers als „*Minium*“ oder „*vermiculo*“ war seit Ende des Mittelalters praktisch nicht mehr relevant. Eine ausführliche Untersuchung der Etymologie des Wortes Zinnober hat H. TRILLICH in den Technischen Mitteilungen für Malerei publiziert, auf die in diesem Zusammenhang verwiesen sei.<sup>19</sup> Mindestens seit dem 16. Jahrhundert sind die Begriffe für Zinnober relativ einfach für den heutigen Leser zu verstehen. In nahezu allen Quellen seit dieser Zeit wurde zwischen natürlichem Bergzinnober (*Cinnabaris nativa*, *Cinnabaris montana*) und synthetisch hergestelltem Zinnober (*Cinnabaris artificiale*, *Cinnabaris factitia*) unterschieden.

Der Bergzinnober ist das in der Natur vorkommende Quecksilbersulfid (Cinnabarit, HgS), auch Merkurblende oder Quecksilberblende genannt. Neben dem Cinnabarit kommt in der Natur die schwarze Modifikation des Quecksilbersulfids vor (Metacinnabarit, HgS, oder Quecksilbermoor). Bergzinnober wurde in den Apothekentaxen mit der Suffix „*nativ*“ oder „*nativ. verae*“ oder „*nativa*“ bezeichnet. Neben der Unterscheidung der Qualität durch Bezeichnungen finden sich Verweise auf die Orte der Vorkommen. Hier sei die Bezeichnung „*Cinnabaris Carinthiaca*“ für den Zinnober aus Kärnten genannt, bzw. „*nativa Transsylvanica*“ oder „*hungar*“ für transsylvanischen oder ungarischen Zinnober. WALLERIUS 1750 nennt in seiner Schrift einige lateinische Begriffe für „*Cinnober. Hydrargyrum sulphure mineralisatum, minera rubra. Cinnabaris ... Bergzinnober. Cinnabaris striata figurae incertae*“.<sup>20</sup> Bei LEMERY 1721 werden die wichtigsten Bezeichnungen für Bergzinnober und synthetischen Zinnober genannt:

*Es giebet zwey Arten Zinnober, einen natürlichen, lateinisch Cinnabaris mineralis, frantzösisch, Cinabre mineral, deutsch, mineralischer oder natürlich gewachsener Zinnober genannt, und einen durch Kunst bereiteten, welcher auf lateinisch Cinnabaris factitia, frantzösisch, Cinabre artificiel, deutsch, durch Kunst bereiteter Zinnober, oder nur schlecht weg Cinnabaris, Cinabre, Zinnober genennet wird.*<sup>21</sup>

BASSE 1582 erwähnt in seinen Frankfurter Messekatalog die wesentlichsten Zinnobersorten, die dort, wie an anderen Orten gehandelt wurden. Unter dem Gliederungspunkt „*Von den Metallen / Minern / Erden vnd von andern dingern die man aus der Erden grebt*“ listet er die einzelnen Zinnobersorten auf. Die Qualität der einzelnen Sorten steigert sich dabei von oben nach unten. Der „*Cinnabaris metallica*“, im Zitat in der obersten Reihe, wurde lediglich als Erz für die Quecksilberherstellung verwendet. BASSE nennt 1582:

*Cinnabaris metallica, miltos, ammion, Cinnabaris fossilis, Cinnabrium metallicum, Cinnabarium natuum, Minium natuum, Bergzinnober, Cinnabaris factitia, Cinnabrium artificiale, Zinober, Cinnabaris factitia praeparata, Bereyter Zinober oder Vermilion*<sup>22</sup>

„*Cinnabaris factitia, Cinnabrium artificiale, Zinober*“ konnte synthetischer Zinnober entweder in Kuchen, Stücken, oder gemahlen sein. Die ungemahlene, großen Zinnoberkuchen können in den Quellen auch als Zinnoberbrote („*nach Pratt*“), oder Stückzinnober bezeichnet sein. Der „*Cinnabaris factitia praeparata, Bereyter Zinober oder Vermilion*“ ist ein durch Mahlen und Schlämmen vergüteter Zinnober.

17 SPRING/GROUT 2001.

18 GROUT/BURNSTOCK 2000.

19 TRILLICH 1924.

20 WALLERIUS 1750, S. 285.

21 LEMERY 1721, Sp. 313.

22 BASSE 1582.

Die Bezeichnung „*Vermilion*“ wird in den Quellen immer für pulverförmigen, gemahlene Zinnober verwendet. Meist war der „*Vermilion*“ nicht nur gemahlen, sondern mit Lösungsmitteln, hauptsächlich mit Wasser, raffiniert. Dieser gemahlene und raffinierte Zinnober wird in den Quellen häufig als „*präparirter künstlicher Zinnober (Cinnabaris factitia praeparata)*“ bezeichnet.<sup>23</sup>

Johann Christian Kundmanns,  
der Weisheit und Arzneykunst Doctors in Breslau,  
wie auch der kaiserl. Akademie der Naturforscher  
Adjuncts,

**Sammlung**  
von  
natur- und künstlichen Sachen,  
auch Münzen,  
welche  
dieses 1753 Jahr den 9ten Junimonats und folgende  
Tage Vor- und Nachmittags von 9. 12. und 2. 6.  
in  
dem Kundmannischen Hause auf der Hirschbrücke  
durch öffentliche Feilbiethung vor baar und edictmäßiges  
Geld verkauft werden soll.

Nebst einem Verzeichnisse vortrefflicher Malereyen,  
welche man von der Hand, und einem Catalogo nützlicher  
Medicinisch-Physikalischer Bücher, welche man durch  
die Auction verkaufen will.

---

Breslau,  
bey Johann Jacob Korn,  
Buchhändler.

Abb. 1 Zahlreiche Zinnobersorten im Auktionskatalog von KUNDMANN 1753

Grosses vollständiges

# UNIVERSAL LEXICON

Aller Wissenschaften und Künste,  
Welche bißhero durch menschlichen Verstand und Wiß  
erfunden und verbessert worden,

*Biblio:* Darinnen so wohl die Geographisch-Politische  
*Abt:*  
Beschreibung des Erd-Kreyßes, nach allen Monarchien,  
Kaiserthümern, Königreichen, Fürstenthümern, Republicken, freyen Herr-  
schaften, Ländern, Städten, See-Häfen, Festungen, Schloßern, Flecken, Aemtern, Klöstern, Ge-  
bürgen, Pässen, Wäldern, Meeren, Seen, Inseln, Flüssen, und Canälen; samt der natürlichen Abhandlung  
von dem Reich der Natur, nach allen himmlischen, luftigen, feurigen, wässerigen und irdischen Körpern, und allen  
hierinnen befindlichen Gestirnen, Planeten, Thieren, Pflanzen, Metallen, Mineralien,  
Salzen und Steinen zc.

*Bibli.* 1735  
Als auch eine ausführliche historisch-Genealogische Nachricht von den Durchlauchten  
und berühmtesten Geschlechtern in der Welt,  
Dem Leben und Thaten der Kaiser, Könige, Churfürsten  
und Fürsten, grosser Helben, Staats-Minister, Kriegs-Obersten zu  
Wasser und zu Lande, den vornehmsten geist- und weltlichen  
Ritter-Orden zc.

Ingleichen von allen Staats-Kriegs-Rechts-Policy und Haushaltungs-  
Geschäften des Adlichen und bürgerlichen Standes, der Kauffmannschaft, Handtierungen,  
Künste und Gewerbe, ihren Innungen, Zünften und Gebräuchen, Schiffahrten, Jagden,  
Fischereyen, Berg-Wein-Acker-Bau und Viehzucht zc.

Wie nicht weniger die völlige Vorstellung aller in den Kirchen-Geschichten berühmten  
Alt-Väter, Propheten, Apostel, Päbste, Cardinäle, Bischöffe, Prälaten und  
Gottes-Gelehrten, wei auch Concilien, Synoden, Orden, Wallfahrten, Verfolgungen der Kirchen,  
Martyrer, Heiligen, Sectirer und Keser aller Zeiten und Länder,

Endlich auch ein vollkommener Inbegriff der allergelehrtesten Männer, berühmter Universitäten  
Academien, Societäten und der von ihnen gemachten Entdeckungen, fernde der Mythologie, Alterthümer, Münz-Wissenschaft, Philosophie, Mathematic, Theologie, Jurisprudenz und Medicin, wie auch aller freyen und mechanischen Künste, samt der Erklärung aller  
darinnen vorkommenden Kunst-Wörter u. s. f. enthalten ist.

Nebst einer Vorrede, von der Einrichtung dieses mühsamen und grossen Wercks

**Joh. Pet. von Ludewig, Jcti,**  
Königl. Preussischen geheimden und Magdeburg. Regierungs- und Consistorial-Raths, Cancellers bey der Vaiverität, und der  
Juristen-Facultät Praesidis Ordinarii, Erb- und Gerichts-Herrn auf Zundorf, Prenz und Gatterstädt.

Mit Hoher Potentaten allergnädigsten Privilegiis.

---

Erster Band. A. — Am.

---

Halle und Leipzig,  
Verlegt Johann Heinrich Zedler,  
Anno 1732.

Abb. 2 Titellblatt des ersten Bandes von JOHANN HEINRICH ZEDLER: „Grosses vollständiges Universal Lexicon aller Wissenschaften und Künste ...“ (64 Bände, Halle/Leipzig 1732 – 1754, Photo: Bayerische Staatsbibliothek München)

# Natürlicher Zinnober

## Eigenschaften und Gewinnung von Bergzinnober

Der Bergzinnober wird in historischen Quellen fast immer vor dem synthetischen Zinnober beschrieben. Er ist deshalb zuerst genannt, weil er als „Ursprung“ des synthetischen bewertet wurde, nicht etwa weil seine Verwendung oder die verfügbare Menge größer gewesen wäre. Im Gegenteil, schon seit dem 16. Jahrhundert war der Anteil von synthetisch hergestellten Zinnobersorten im Handel umfangreicher als der von natürlichem Bergzinnober. Auf die Seltenheit von qualitativem Bergzinnober weisen einige Autoren hin. In den folgenden Kapiteln werden die Entstehung, die Eigenschaften und die Gewinnung des Bergzinnobers dargestellt. Danach stehen die einzelnen Regionen mit Zinnobervorkommen und Quecksilberbergbau im Vordergrund.

## Bildung von Zinnober in der Natur

Die Zinnobervorkommen in der Natur sind an bestimmte geologische Gegebenheiten gebunden. Sie treten vermehrt an Störungsbereichen der Erdkruste, so genannten Zerrüttungszonen auf. Dies sind zum Beispiel ehemalige Vulkangebiete oder Regionen, wo aus dem Erdinneren heiße Dämpfe oder Quellen austreten. Durch den Transport gasförmigen Quecksilbers aus der Tiefe in oberflächennahe Bereiche kann sich dort in Kombination mit Schwefel langfristig Bergzinnober bilden. Dieser findet sich dann als Ausfüllung von Klüften, auf Schichtfugen oder als Brekzienkitt.

Die uns heute geläufige Entstehung von Zinnober war bereits POMET 1717<sup>24</sup> bekannt. Der Enzyklopädist JOHANN HEINRICH ZEDLER 1732–1754 zitiert POMET mit den Worten:

*Der natürliche Zinnober wird durch das unterirdische Feuer, fast eben auf die Weise, wie der durch die Kunst bereitet, ausgeföhret oder sublimiret. Die weil er aber unterm Sublimiren mit Erde, auf die er getroffen, sich vermischt, deßhalb ist er weder so schwer, noch so rein und schön, hält auch nicht so viel Queck=Silber, als der durch die Kunst bereitet.*<sup>25</sup>

Wie ZEDLER feststellt, verläuft die Sublimation von Zinnober durch das „unterirdische Feuer“ in der Natur ähnlich der künstlichen Herstellung, wobei Bergzinnober weder so rein, noch so schön wie der synthetische Zinnober sei. Neben der unterirdischen Sublimation, die mit relativ hoher Temperatur verbunden ist, kann die Bildung von Bergzinnober auch durch Erstarren eines Schmelzflusses, oder durch Ausscheidung aus einer Flüssigkeit erfolgen. Er bildet sich hierbei aus niedrigthermalen Lösungen (unter 100° C). Diese Art der Entstehung erwähnt FERBER 1774 für Idria. FERBER war schwedischer Mineraloge und Bergbauspezialist, der auf einer Reise durch die Umgebung von Idria die erste exakte geologische Beschreibung der dortigen Zinnobervorkommen mit der zitierten Quelle publiziert hatte. Von anderen „Oertern“ weggespülter Zinnober würde in Idria in Spalten zwischen Schiefer und Kalkgesteinen kristallisieren:

*Wenn sich in den Kalksteinskeilen, die zuweilen in dem Schiefergange, wo er am mächtigsten ist, einschleiben, Klüfte finden, sintert der von den andern Oertern abgewaschene Zinnober da zusammen, und bildet figurirte Zinnobercrystallen, z.B. blättrigen und würflichten Zinnober (Cinnabaris tessularis).<sup>26</sup>*

BEROLDINGEN 1788 berichtet über das „Nachwachsen des Zinnobers an den Wänden des Altenmannes“ in der „Pfalz“. Als „Alter Mann“ wurde in der montanistischen Terminologie ein aufgelassener, nicht mehr in Betrieb stehender Schacht in einem Bergwerk bezeichnet. BEROLDINGEN schreibt die Bildung von Zinnober, der dort stellenweise die Wände überzog, „eber dem Wasser, als dem Feuer“ zu.<sup>27</sup> Auch hier wird die Bildung von Zinnober durch die Ausscheidung aus einer Flüssigkeit beschrieben.

*Ich vermuthe, also, daß diese neuere ... Darstellung des Zinnobers an den Wänden des Altenmannes, den, aus den Ablösungen hervorträpfelnden, mit mulmichten<sup>28</sup> Zinnober verunreinigtem Wasser zuzuschreiben sei.<sup>29</sup>*

24 POMET 1717, Sp. 664.

25 ZEDLER, Bd. 6 (1733), Sp. 74.

26 FERBER 1774, S. 12.

27 BEROLDINGEN 1788, S. 179.

28 „mulmicht“ ist bei LINNÉ 1778, S. 55: „Mürbe ... mulmichter Zinnober“.

29 BEROLDINGEN 1788, S. 181.

Die mit kristallinem Bergzinner überzogenen Wände aufgelassener Gruben in Idria erwähnt auch BREITKOPF 1778:

*... in allen Gegenden der Gruben, wo es Wasser giebt oder einmal gegeben hat, sehr leicht und gewiß die Krystallen entstehen können; wie denn die Erfahrung schon satzsam bewiesen hat, daß, wenn man zu einem aufgelassenen und eine Zeitlang versetzten Ort wiederhingekommen, man den tauben Berg mit Krystallen von Zinner überdeckt gefunden, wie ich dergleichen Stücke in meiner Sammlung aufweisen kann.<sup>30</sup>*

### Merkmale von Bergzinner

Der natürliche Bergzinner ist ein aus den Elementen Quecksilber Hg und Schwefel S zusammengesetztes Quecksilber(II)sulfid (HgS). Zinner besitzt eine Dichte von 8,0 bis 8,2 g/cm<sup>3</sup>. In einigen historischen Quellen wird er bereits als „*schwer*“ bezeichnet. Heute ist bekannt, daß Zinner aufgrund seiner hohen Dichte unter allen bekannten Pigmenten das schwerste ist. Das Gewicht und der damit verbundene hohe Quecksilberanteil galten neben der kräftig roten Farbigeit als ein wichtiges Qualitätsmerkmal für Zinner, wie LEMERY 1721 ausführte:

*Man muß denjenigen erwählen, welcher am schwersten, und am reinsten, ganz roth und glänzend ist: dann, je höher er an Farbe ist, je mehr Quecksilber hält er in sich.<sup>31</sup>*

Wie MINEROPHILUS 1743 erwähnt, ist das Gewicht und der Rotton des Zinner von der Lagerstätte und den dort typisch auftretenden Begleitmineralien abhängig:

*Nach der Art des Landes fällt auch der Zinner und zwar zuweilen nicht nur schön roth, sondern auch recht schwer [aus].<sup>32</sup>*

Seine Farbe variiert von cochenille- bis scharlachrot, kann auch braunrot bis grau erscheinen. Sehr genau beschreibt ESTNER 1799 die verschiedenen Farben des Bergzinner:

*Er ist von dunkel und licht koschenillrother Farbe, die nicht selten auf der einen Seite in die bleygraue und auf der andern in die licht braunrothe, auch in die karminrothe übergeht, oder sich der einen und der andern nähert. Zuweilen kommt er auch von karmesin-blut- und fleischrother Farbe vor, oder von einer Farbe, die zwischen einer und der andern dieser angegebenen Farben das Mittel hält.<sup>33</sup>*

POMET 1717 bezeichnet den Bergzinner als „*rothes, schwer und glänzendes Gestein*“<sup>34</sup>, bei SCHROEDER 1693 wird er „*eine mineralisch steinverdende rothe Erde genannt*.“<sup>35</sup> Er ist in der Natur als derbes, hartes Zinnererz oder erdiges Erz in Anflug und puderigen Massen zu finden. Desweiteren kann er in verschieden geformten Kristallen und groben Mineralaggregaten vorkommen. Bergzinner kann daher als matter Stein, als Granulat, als Pulver, oder als glänzender transparenter Kristall bzw. als Kristallaggregat erscheinen wie ESTNER 1799 erwähnt:

*Der derbe Zinner ist theils glänzend, theils stark glänzend, theils wenig glänzend und wechselt nach der Verschiedenheit seines Gewebes durch das Schimmernde bis ins Matte ab. Der krystallisierte ist äußerlich stark glänzend auch nur glänzend, innerlich geht er aus dem stark glänzenden bis in das Schimmernde über, und ist von Demantglanze, der sich zuweilen dem Metallischen und auch Glasglanze nähert.<sup>36</sup>*

Der kristallisierte Zinner kann blätterige, körnige, faserige, tafelförmige und pyramidale Formen bilden. FERBER 1774 beschreibt verschiedene Kristallisationsformen von Zinner aus Idria. Bergzinner aus Idria konnte ihm zufolge „*körnicht, würflicht-blättrich und verschiedentlich krystallisiert*“ vorkommen.<sup>37</sup> Wie die meisten anderen Autoren, unterscheidet auch BREITKOPF 1778 zwischen derbem und kristallisiertem Zinner: „*Ich werde zuerst den ungestalten (derben) und sodann den krystallisirten beschreiben.*“<sup>38</sup>

Eine wesentlich detailliertere Beschreibung der mineralogischen Charakteristika von Bergzinner bietet ESTNER 1799. Er erwähnt auch die Tatsache, daß der Zinner häufig „*als dünne Rinde, auf- und in seinen Steinarten eingewachsen*“ vorkommt:

*Man findet ihn derb, grob, klein, fein und sehr fein eingesprengt, als Überzug, angeflogen, aderig, fleckig, dendritisch, in Geschieben, zerfressen, in Drusenhäutchen; diese letztere sind zuweilen kleinblasig, ganz kleintranbig und unvollkommen büschelförmig, meistens fleckweise, oder als dünne Rinde, auf- und in seinen Steinarten eingewachsen, und belieben theils aus ganz kleinen zerfressenen, theils und meistens aus*

30 BREITKOPF 1778, S. 131.

31 LEMERY 1721, Sp. 313.

32 MINEROPHILUS 1743, S. 614.

33 ESTNER 1799, S. 290 f.

34 POMET 1717, Sp. 661.

35 SCHROEDER 1693, S. 659.

36 ESTNER 1799, S. 295.

37 FERBER 1774, S. 18.

38 BREITKOPF 1778, S. 113.

*unbestimmbaren so aneinander gewachsenen Krystallen, daß sie gleichsam eine zusammen geflossene Krystallrinde bilden, an welcher man durch das Vergrößerungsglas nur spiegelige treppenartige zusammen gehäuften Flächen, seltener bestimmbare Krystalle findet.*<sup>39</sup>

Nach der Mohs'schen Skala besitzt Zinnober eine Ritzhärte von 2 und etwas darüber. Sein Bruch ist muschelig bis uneben oder splitterig, was auch ESTNER 1799 beschreibt.

*Sein Bruch zeigt selten ein splitteriges meistens aber ein theils vollkommen, theils unvollkommen blätteriges Gewebe.*<sup>40</sup>

### Zinnoberpulver aus der Natur

In der Natur kommt Zinnober unter anderem als Sand bzw. als Staub vor, der zu Pigment verarbeitet wurde. Der pulverförmige Überzug von Zinnober liegt dabei auf anderen Gesteinsarten. Da hier das rote Quecksilbersulfid keine großen Kristalle ausgebildet hat, erscheint der Zinnober als Pulver oder Staub. LE PILEUR D'APLIGNY 1781 schreibt darüber:

*[Bergzinnober] findet man in den Quecksilberbergwerken in der Gestalt eines rothen Sandes, den man durch öfteres waschen reiniget, worauf man solchen mit Weingeist und Urin abreibt und trocken werden läßt.*<sup>41</sup>

Den pulverförmigen Zinnober, der im Inneren des Gesteins vorkommen kann, kennt auch POMET 1717, der ihn als natürlichen „Vermillon“ bezeichnet. Der Begriff Vermillon wird normalerweise für gemahlene oder raffinierte synthetischen Zinnober verwendet.

*Gantz in der Mitten [des Gesteins] sticket der Vermillon, als ein hellglänzendes Pulver.*<sup>42</sup>

MUCHA 1780 bezeichnet diesen Zinnoberstaub als „Cinnabaris pulveratura“, der sich als Ausfüllung von Spalten im Kalkstein als Staub finden könne:

*Staubiger, Cinnabaris pulveratura. Wohnt zwischen den kleinen Spalten der Kalksteine, und wenn die Kluft eröffnet wird, fällt er als ein Staub heraus.*<sup>43</sup>

Dieser Zinnober wurde vermutlich deshalb in den Quellen genauer beschrieben, weil er, wie heute bekannt ist, mehr Quecksilber enthält als größere Zinnoberstufen. Ein hoher Quecksilbergehalt wird in vielen Quellen als ein wichtiges Qualitätsmerkmal von Zinnober bezeichnet.

### Qualität, Verunreinigungen und Begleitminerale von Bergzinnober

Völlig reiner Bergzinnober ist selten, denn er ist je nach Lagerstätte mehr oder weniger mit unterschiedlichen Arten von taubem Gestein vermischt bzw. verunreinigt, wie auch MUCHA 1780 erwähnt:

*Keiner Zinnober Cinnabaris nativa, pura. ist von keiner beträchtlichen Menge, nimmt zu seiner Grundlage bald einen Thon, bald einen Kalkstein, gar selten aber einen andern mit Erdarten gemengten Zinnober.*<sup>44</sup>

Die von MUCHA genannten Vorkommen von Zinnober auf Ton und Kalkstein beziehen sich auf Idria, doch sind sie auch in anderen Lagerstätten zu finden. Auch in kristallinem Schiefer oder Quarz eingebettet kommen Zinnoberadern in der Natur vor. Möglich ist auch, daß Zinnober die Hohlräume von Sandsteinen, Quarziten und Konglomeraten oder Klüfte im Kalkstein und Dolomit füllt. Er kommt häufig in silikatischen Tuffen und Adern vor. Die Zinnoberschichten liegen meist relativ dicht unter der Erdoberfläche. MINEROPHILUS 1743 kennt verschiedene Qualitäten von Zinnober, die sich nach der Herkunft von bestimmten Lagerstätten unterscheiden. Die diversen Sorten differenziert er nach den Anteilen von Begleitmineralen – am häufigsten treten solche als Quarz, Schiefer und Gold auf:

*Die eine ist sehr gut und besteht aus lauter Granis, oder Körnern, wie der zu Crennitz und Schemnitz, und hat keinen Quartz; die andere hingegen besteht in mittelmäßigen Stücken, und hat ihren Quartz und Kieß noch bey sich; der Böhmische liegt in schiefriqten Gesteine. Nach der Art des Landes fällt auch der Zinnober und zwar zuweilen nicht nur schön roth, sondern auch recht schwer und goldreich, der aber gar kostbar ist.*<sup>45</sup>

39 ESTNER 1799, S. 291.

40 ESTNER 1799, S. 295.

41 LE PILEUR D'APLIGNY 1781, S. 25.

42 POMET 1717, S. 663–664.

43 MUCHA 1780, S. 62.

44 MUCHA 1780, S. 62.

45 MINEROPHILUS 1743, S. 615.

Eisenhaltige Verunreinigungen von Zinnober („eisenschüssigen Zinnober“) aus der Pfalz werden in den Quellen häufiger genannt, etwa bei BEROLDINGEN 1788.

Eine gute Qualität, ohne Verunreinigungen durch Quarz, hat laut HELLOWIG 1718 der Bergzinnober „in granis“. Dieser Bergzinnober wurde durch Zerkleinern von Erzstücken hergestellt und von vielen Autoren als hochwertige Sorte bezeichnet:

*Berg=Zinnober / davon ist eine Art gar fein / und bestehet in Granis oder Körnlein / hat auch keinen Quarz.*<sup>46</sup>

Auch ZEDLER 1732–1754 unterscheidet die Zinnobersorten nach Verunreinigungsgrad und Herkunft. Er verweist darauf, daß folgende Sorten Bergzinnober von den „Materialisten“ angeboten würden: Steinig, oder pur in Körnern oder Granis.

*... nachdem er viel oder wenig steinichtes und hart ungeschlachtetes Wesen führet, wird er vor besser oder schlimmer gehalten; wie man denn bey denen Materialisten verschiedene Sorten findet, entweder steinicht, oder pur, in Körnern oder Granis, welcher letztere so schlechterdings kan gestossen und gerieben werden, da der erstere vieler Reinigung bedarf.*<sup>47</sup>

Wegen der aufwendigen Reinigungsverfahren empfiehlt POMET 1717 möglichst reinen Bergzinnober zu verwenden, „welcher hoch an Farbe, und so glänzend und ohne Gestein, als immer möglich sey.“<sup>48</sup> Um unreinen Zinnober von taubem Gestein zu reinigen, nennt HACQUET 1777 die Reinigung durch das Waschen mit Salpetersäure, wodurch sich wohl das taube Gestein entfernen ließ.

*Wenn man auf fein gestoßenes Pulver von diesem Erz eine wohl zubereitete Salpetersäure gießt, so sondert sich bald der Zinnober von den erdichten Theilen ab: aber man muß sie zu rechter Zeit wegnehmen, damit sich nicht auch der Zinnober auflöse. Wenn durch gute Handgriffe dies weniger kostbar gemacht würde; so könnte man der Sublimation entübriget seyn.*<sup>49</sup>

## Gewinnung von Bergzinnober

Das rote Cinnabarit (HgS) ist das wichtigste Erz für die Quecksilbergewinnung. Deswegen steht die Gewinnung von Bergzinnober hauptsächlich im Zusammenhang mit dem Quecksilberbergbau. MOLDENHAWER 1829 beschreibt diese Tatsache für den Zinnober aus Idria:

*In Idria benutzt man besonders den Zinnober und das Quecksilbererz zur Gewinnung des Quecksilbers...*<sup>50</sup>

Neben der Förderung des Bergzinnobers im Quecksilberbau konnte und kann er in Regionen mit Zinnobervorkommen als Lesefund einfach in der Erde oder in Bächen gesammelt werden. In reiner Form kann der Zinnober ohne weitere Vergütung verkauft werden. Die Gewinnung beinhaltet dann lediglich das Finden und Auslesen der „guten Stücke“ und erfordert keine aufwendigen technischen Einrichtungen. Das Waschen und Reinigen von anhaftenden Gesteinsresten wurde an Bächen und Flüssen der Umgebung vorgenommen (Abb. 3). BRUCKMANN 1727 beschreibt dies am Beispiel des Ortes „Sclana“ in der heutigen Slowakei. Hier war das Sammeln von Zinnoberstücken offenbar ein Nebenverdienst zahlreicher Bauernfamilien.

*An den Bächen siehet man täglich viel Bauren mit ihren Weibern und Kindern / welche Gruben dabey graben / und die Erd und Leim waschen; andere reinigen den Sand der Bäche in Mollen<sup>51</sup> / und finden unter solchem den allerschönsten und reinesten Zinnober / so pellucide und durchsichtig als ein Rubin, öfters Körner als Bohnen groß ... Es finden auch die Bauren auf den Aeckern hin und wieder zuzeiten den Cinnob. in granis Nester= oder Putzen=weise / öfters in zimlichen grossen Stücken ...*<sup>52</sup>

Einzelne Zinnoberstücke in dieser Region wogen bis zu einem halben Pfund, wie ZEDLER 1732–1754 erwähnt: „... oft ein Korn oder Stückgen etliche Loth bis zu einem halben Pfunde wieget ...“.<sup>53</sup> Er präzisiert auch die Angaben von BRUCKMANN 1727 über das Zinnobersammeln in Sclana, indem er von kleinen Schachteln aus Baumrinde berichtet, die die Sammler am Gürtel trugen. In diesen Behältern

46 HELLOWIG 1718, S. 720.

47 ZEDLER, Bd. 3 (1733), Sp. 1310–1311.

48 POMET 1717, Sp. 663.

49 HACQUET 1777, S. 74.

50 MOLDENHAWER 1829, S. 18.

51 JACOBSON 1783, Bd. 3, S. 99: „Mulde, Molde, Mulle, ein länglichtes, ausgehölttes, und am Boden rundes hölzernes Gefäß, welches nach seinem unterschiedlichen Gebrauch von verschiedener Größe ist, auch Beynamen erhält; so hat man Wasch= Back= Fleischmulden, u.a.m. Das Holz aus den Pappeln ist sonderlich gut, Mulden daraus zu machen, und werden solche, gemeinlich von den Landleuten, die sich darauf legen, verfertigt.“ oder bei KRÜNTZ 1772–1858, Bd. 93, S. 40: „Moll, Molle, eine vorn mit Eisen beschlagene Schanfel, worin die Stiel umgewandt oder einwärts gebogen steht, womit man den Schlamm aus den Gräben bringt.“

52 BRUCKMANN 1727, S. 260.

53 ZEDLER, Bd. 62 (1749), Sp. 960.



Abb. 3 Waschen der Erze am Fluß, in: AGRICOLA 1557, Buch 8, Abbildung S. CCIXVI

konnten sie den eingesammelten Zinnober aufbewahren und transportieren.

*... und waschen solchen so lange, bis sie ein Körnchen Zinnober finden, dieses stecken sie so gleich in eine von Baumrinde gemachte Schachtel, welche ein jeder an der Seite hangen hat.*<sup>54</sup>

Über die Fundstelle in Sclana und die hervorragende Qualität des in den dortigen Flüssen und Bächen gewaschenen Zinnobers äußert sich ZEDLER 1732–1754:

*Die allerbeste und feinste Sorte aber ist diejenige, welche an und aus den Bächen gewaschen wird ... andere waschen den Sand und Steinlein in den Bächen, und finden eben dergleichen Zinnober. Diese Sorte ist nun die allerschönste, in Körnlein, die aber selten gros fallen ...*<sup>55</sup>

Funde von größeren, reinen Zinnoberstufen waren auch in dieser Zeit wohl eher eine Ausnahme und nur in wenigen Regionen möglich. Üblicherweise wurde der Zinnober, wie im Quecksilberbergbau, aus der Erde gegraben, grob zerkleinert und dann gereinigt.<sup>56</sup> BRUCKMANN 1727 beschreibt die Reinigung des Zinnobers von dem „Sand und Schlam“

*... [der] auf gewissen darzu gemachten plan-Heerden / welche mit Leinwand belegt sind / gewaschen wird / da der Berg und Unart mit dem Wasser weggehet / der Cinnober aber / wegen seiner Schwere / auf der Leinwand liegen bleibet.*<sup>57</sup>

Dann wurden die Zinnoberstücke in kleinen „Mollen vollends rein“ gewaschen.<sup>58</sup> Waren einzelne Stücke größer oder schöner, so konnten sie aussortiert und als Bergzinnober an Maler, Mediziner oder Mineraliensammler verkauft werden. Das Sortieren und Zerkleinern der verschiedenen großen Zinnoberstücke beschreibt JUSTI 1758:

*Diejenigen Stufen, worinnen reiner und derber Zinnober zu ersehen ist, werden sorgfältig ausgeschieden ... Man pochet sie gröblich, schlemmet dieselben, und lieset die kleinsten Zinnoberstückgen sorgfältig aus; und daraus entsteht der Cinnabaris natiuus in granulis; größere Zinnoberstücken aber werden auf der Scheidebank ausgeschieden, und heißen Cinnabaris natiuus, oder Bergzinnober.*<sup>59</sup>

54 ZEDLER, Bd. 62 (1749), Sp. 960.

55 ZEDLER, Bd. 62 (1749), Sp. 960.

56 BRUCKMANN 1727, S. 260.

57 BRUCKMANN 1727, S. 260 f.

58 Vgl. Fußnote 51.

59 JUSTI 1758, S. 504.

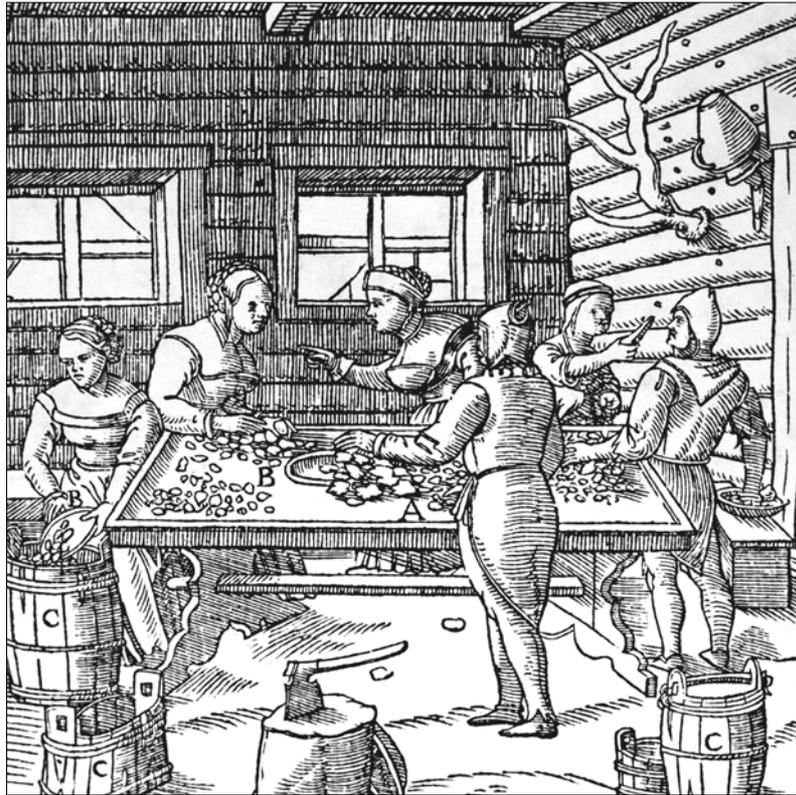


Abb. 4 Scheiden der Erze, in: AGRICOLA 1557, Buch 8, Abbildung S. CCXV

Nach dem groben Pochen und Schlämmen konnte das Bergzinnergranulat (*Cinnabaris nativus in granis*) von den größeren Bergzinnerstufen (*Cinnabaris nativus*) geschieden werden (Abb. 4).

## Zinnobervorkommen und Quecksilberbergwerke in Europa

### Allgemeines über den Zinnerbergbau

Wie bereits erwähnt, war die Gewinnung von Bergzinner hauptsächlich an den Quecksilberbergbau gekoppelt. LEMERY 1721 weist, wie viele andere Autoren, auf diese Tatsache hin:

*Der natürliche wird ganz und gar vollkommen bereitet, in den Quecksilberschachten, wie rothe, schwer und glänzende Steine, in Spanien, in Hungarn, in Teutschland, in Franckreich und an vielen andern Orten noch mehr in der Welt gefunden.<sup>60</sup>*

Bergbau und Hüttenindustrie, Erz- und Metallhandel wurden seit dem Mittelalter immer bedeutendere Wirtschaftsfaktoren. Deutsche Persönlichkeiten waren in der Entwicklung neuer Hüttentechniken zu dieser Zeit führend. Das zeitgenössische Wissen fand durch die Publikation von wichtigen Hüttenbüchern wie die „Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen“ von GEORG AGRICOLA (1556) weite Verbreitung. Nicht nur in der Technik und Herstellung, auch im Handel mit Metallen hatten deutsche Handelshäuser hauptsächlich im 16. Jahrhundert eine herausragende Funktion.

Die wichtigen und ertragreichen Geschäfte mit Bergbauprodukten hingen mit Krediten zusammen, die reiche Händler den Habsburger Kaisern Maximilian I. und Karl V. gewährt hatten. Die meisten dieser Kredite wurden durch Schürfrechte in den Bergwerken und Handelsrechte an den Metallen abgesichert. Zum Beispiel wurden Quecksilber und Zinner aus Idria im heutigen Slowenien und aus Almadén in Spanien fast das ganze 16. Jahrhundert hindurch von deutschen Erzhändlern, darunter die Fugger, Paumgartner, Höchstetter, Welser und anderen abgebaut und in den

<sup>60</sup> LEMERY 1721, Sp. 313.

Welthandel gebracht. Neben dem Handel mit den Rohherzen und Metallen gewann zunehmend auch der Handel mit aus Metallen hergestellten Waren, wie Waffen und Schmuck, oder metallhaltigen Produkten wie Zinnober, an Bedeutung. Auch über die Grenzen des Heiligen Römischen Reiches Deutscher Nation hinaus betätigten sich deutsche Handelshäuser mehr oder weniger erfolgreich im Bergbau und Erzhandel, zum Beispiel die Welser im Bergbau der spanischen Kolonien in Mittelamerika. Bergbau ist eine kapitalintensive Unternehmung, wodurch fast ausschließlich einflußreiche Personen als Gewerken<sup>61</sup> und Händler auftreten, die damit mit ihrem Vermögen spekulierten. Bis zum 30jährigen Krieg jedoch hatten die oberdeutschen Händler ihre bedeutende Funktion mehr oder weniger verloren und die Landesherren versuchten zunehmend das lohnende Geschäft in ihre Hände zu bekommen.

Aus zeitgenössischen Pacht- und Kaufverträgen wird deutlich, daß Quecksilber und Zinnober als gemeinsames Handelsgut verwaltet und verkauft wurden. Es war also sowohl die Gewinnung als auch der Handel des Zinnobers an das Quecksilber gekoppelt. Da Quecksilber immer als Rohstoff für die synthetische Herstellung des Zinnobers benötigt wird, war die Versorgung der Zinnoberfabriken mit Rohstoffen auch von der günstigen Lage der Quecksilberbergwerke abhängig. Die Zusammengehörigkeit von Quecksilber und Zinnober wird in den Verträgen zwischen der Handelsfamilie der Paumgartner und dem Bergwerk in Idria deutlich. Im Vertrag vom 1. Mai 1537 wird der „Abschlag der Summa des Quecksilber- und Zinnoberkaufes“ thematisiert und im am 18. August 1543 wird Hans P.[aumgartner] zugesichert, „Quecksilber und Zinnober um 80 000 fl. rh. in dem kauf und prezjo, wie im werkevertrag steht ... zu libern.“<sup>62</sup> Dies ist eine seltene historische Quelle, die Zinnober explizit benennt, denn er war im Verhältnis zu Quecksilber von geringerer wirtschaftlicher Bedeutung und wurde daher häufig nicht erwähnt.

Bei nahezu jedem Bergwerk äußerten sich politische Verhältnisse, Wechsel von territorialen Verwaltungen und ständiger Mangel an Kapital in extremen Schwankungen der Produktionszahlen. Oft waren einzelne Bergwerke über viele Jahre stillgelegt, bevor ein finanzstarker Investor den Abbau wieder in Betrieb nehmen konnte. Diese Verhältnisse erfordern in der vorliegenden Arbeit eine ausführliche Chronologie der für die Zinnoberproduktion relevanten Quecksilberbergwerke, damit Ursachen für die Schwankungen der Produktionszahlen und der Verfügbarkeit erörtert werden können.

Im Folgenden werden die bedeutenderen historisch bekannten Zinnobervorkommen Mitteleuropas ab etwa 1500 untersucht. Außer Almadén in Spanien, das wegen seiner großen Bedeutung in diesem Zusammenhang mit aufgenommen wurde, werden hier nur Vorkommen innerhalb der Grenzen des Deutschen Reiches des 16. Jahrhunderts und des Habsburger Reiches<sup>63</sup> des 18. Jahrhunderts behandelt. Für die Auswahl der beschriebenen Bergwerke und Vorkommen waren die historischen Quellen ausschlaggebend. Wurde ein Vorkommen in den ausgewerteten Quellen mehrfach genannt, so ist es auch im Text aufgeführt. Doch trotz der Chronologie der einzelnen Bergwerke muß immer berücksichtigt werden, daß Bergzinnober zu allen Zeiten in diesen Regionen auch in geringem Ausmaß als Nebenverdienst von Bauern gesammelt und in den Handel gebracht wurde. ZEDLER 1732–1754 nennt einige Lagerstätten und berichtet, daß die Fundorte von Bergzinnober an rot gefärbtem Schnee erkennbar seien:

*... er findet sich häufig in Spanien, wie auch an verschiedenen Orten in Franckreich und Teutschland, als zu Altzey in der Pfalz, bey Marburg in Hessen, in Ungarn und in andern Orten, wo zu Winters=Zeit der Schnee roth wird.*<sup>64</sup>

Vor 1500 bestritt hauptsächlich Almadén in Spanien die Versorgung mit Zinnober und Quecksilber in Europa. Aber auch in Mitteldeutschland, in der „Pfalz“ gab es mehrere Zinnoberlagerstätten, die mindestens schon seit der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts abgebaut wurden. Etwa ab 1500 wurde das bedeutende Quecksilberbergwerk in Idria in Betrieb genommen, das bereits Anfang des 16. Jahrhunderts unter der Konkurrenz der Quecksilbergruben von Oberschönbach in Böhmen zu leiden hatte. Auf Dauer konnte sich neben Almadén nur Idria behaupten, denn die dortigen Vorkommen waren reich und das Quecksilberbergwerk wurde durch politische Aktivitäten der Herrscher immer wieder unterstützt.

Als seit Ende des 17. Jahrhunderts der Bergbau in Transsylvanien (Siebenbürgen) unter der Herrschaft der Habsburger stand, konnte auch hier mit der Hilfe von österreichischem Personal die Produktion gesteigert werden. Zuvor wurden die dortigen, wie auch die böhmischen Erträge im Bergbau als Konkurrenz für Idria bewertet. Daher war der Export von der österreichischen Regierung stark reglementiert bzw. zeitweise völlig verboten.

61 Gewerken waren Anteilsbesitzer von Bergwerken.

62 MÜLLER 1955, S. 88, 94, 97 und 290.

63 Siebenbürgen (heute Rumänien) war ab 1683 als Teil des Habsburger Reiches unabhängige Provinz und unterstand der österreichischen Zentralverwaltung in Wien.

64 ZEDLER, Bd. 3 (1733), Sp. 1311.



Abb. 5 Die hier ausführlicher beschriebenen Zinnoberlagerstätten in Europa, Karte: WEILAND 1833, Nr. 3

Auf Abbildung 5 sind die wichtigsten der beschriebenen Zinnoberlagerstätten mit Quecksilberbergwerken markiert. Bei den Beschreibungen der einzelnen Vorkommen im Text sind häufige historische Bezeichnungen in Anführungszeichen gedruckt.

### Almadén, Spanien

Almadén liegt etwa 100 km nördlich von Cordoba im Gebirge (Abb. 5, 6). Die Quecksilbergruben in Almadén wurden bereits in der Antike und in der maurischen Zeit ausgebeutet. Einen Hinweis darauf gibt der Ortsname Almadén, denn „*al-madin*“ ist die arabische Bezeichnung für Bergwerk. Eigentlich waren die Gruben Anfang des 16. Jahrhunderts in Besitz der spanischen Ritterorden, doch hatte die spanische Krone die Verfügungsgewalt.

Mit Beginn der Regierungszeit des späteren Kaisers Karl V.<sup>65</sup> in Spanien im Jahr 1516 festigten sich die Handelsbeziehungen zwischen Spanien und den deutschen Unternehmerfamilien. Die Fugger bestritten den Hauptteil des Finanzbedarfs von Karl V., der nicht nur König von Spanien, sondern auch von den Niederlanden (mit dem so wichtigen Umschlagplatz Antwerpen), Kaiser des Reichs und Herrscher der entdeckten und eroberten Gebiete Amerikas war. Anton Fugger war, neben Genueser Bürgern, einer der Hauptbankiers Karls V. Daher konnte er das Recht erwerben, während mehrerer Pachtperioden den Quecksilberbergbau und Handel des Bergwerks in Almadén zu bestreiten. Dies bedeutete, daß die Fugger den Handel und den Grubenbau auf eigene Kosten betrieben und, abgesehen von einer Abgabe an Karl V., auch große Gewinne damit erzielten.

Insgesamt hatte das Augsburger Handelshaus der Fugger in den Jahren von 1525 bis 1645, also länger als ein Jahrhundert, die führende Rolle im Quecksilberbergbau und Handel von Almadén. Ab 1. Januar 1525 bis vermutlich 29. September 1527 verpachtete Karl V. erstmals die Quecksilbergruben gemeinsam mit anderen Betrieben an die Fugger. Danach wollte die Handelsfamilie der Höchstetter die Pacht übernehmen, ihr Versuch eine Monopolstellung zu übernehmen scheiterte jedoch. Ab 1528 trat neben den Fuggern auch die Handelsfamilie der Welser in Almadén als Pächter in Erscheinung. Ab dem Jahr 1538 waren die Fugger wieder alleinige Pächter der Gruben.

<sup>65</sup> Karl I. wurde im Jahr 1516 König von Spanien, Neapel-Sizilien und den burgundischen Niederlanden gekrönt. Kaiser wurde er als Karl V. erst im Jahr 1519 (er regierte bis 1556), nachdem Kaiser Maximilian I. verstorben war.

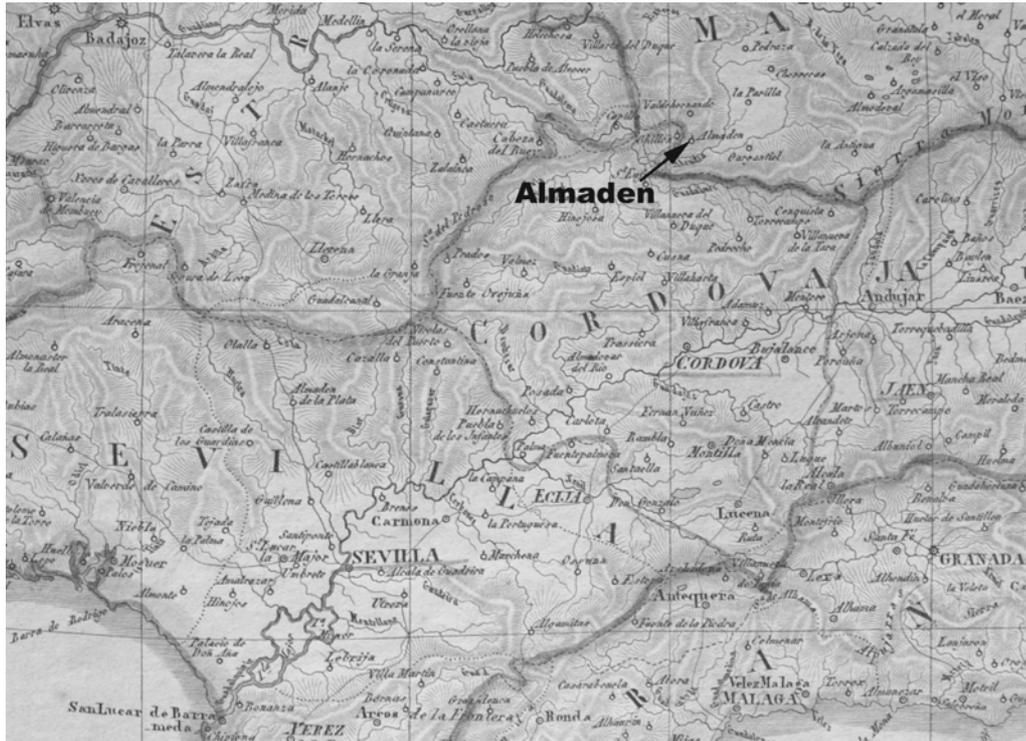


Abb. 6 Zinnoberlagerstätte in Almadén in Spanien, Karte: WEILAND 1830, Nr. 31

Nach einem Grubenbrand im Jahr 1550 wurde wohl bis 1555 kein Zinnobber mehr gewonnen. Doch fünf Jahre danach begann der große Aufschwung, da in den amerikanischen Kolonien Spaniens ein großer Bedarf an Quecksilber für das Amalgamierungsverfahren entstand. Dabei konnte durch das Amalgamationsverhalten des Quecksilbers die Gewinnung von Edelmetallen wie Gold und Silber erleichtert werden. Um die Jahre 1554/1555 wurde es zuerst in Mexiko bei der Silbergewinnung eingeführt, ab 1570 auch in Peru.<sup>66</sup>

In den Jahren 1562/1563 kam es zur Wiederaufnahme der Pacht der Quecksilbergruben durch die Fugger. Der Vertrag beinhaltete die Lieferung von mindestens 1000 Zentner Quecksilber pro Jahr an die spanische Krone, also an Philipp II., der das alleinige Bezugsrecht hatte. Der Vertrag war der erste von acht aufeinander folgenden Zehnjahresverträgen zwischen dem spanischen König und dem Augsburger Handelshaus. Die Fugger hatten so über weitere 80 Jahre die Quecksilbergruben in ihren Händen. Während dieser Pachtzeit verstanden es die Fugger, die Quecksilberproduktion um das Dreifache zu steigern. Zwischen 1595 und 1614 sandten die Fugger im Jahresdurchschnitt 2928 Quintalen (= 134,7 t) nach Sevilla, von wo das Quecksilber nach Amerika verschifft wurde. Ab 1635 sank die Kapazität Almadéns stetig und erreichte 1643 mit 1063 Quintalen (= 69,1 t) den tiefsten Stand seit 1597. Ab dem Jahr 1645 zogen sich die Fugger aus dem spanischen Quecksilberbergbau zurück. Seitdem übernahm das spanische Königshaus selbst das Quecksilberbergwerk in Almadén und verpachtete es nach 1645 an die Handelsfamilie der Rothschilds in London.

Über die Verhältnisse der Gruben in Almadén am Ende des 18. Jahrhunderts gibt HOPPENSACK 1796 ausführliche Nachrichten. In Almadén schied man, wie in anderen Bergwerken auch, Bergzinnobber von anderen Gesteinen. Die beste Sorte, von HOPPENSACK 1796 als „derber Zinnobber“ bezeichnet, wurde in der Zinnobberfabrik („Bermellon- und Sigellackfabrik“) in Sevilla vergütet:

*Die Erze, so wie solche von jeder Grube angeliefert werden, separirt man daselbst in verschiedene Klassen. Nämlich in die erste, den derben Zinnobber, der nie verschmolzen, sondern nach Sevilla zu der Bermellon- und Sigellackfabrik roh geschafft wird, bewahrt man in einem besondern Magazin ...<sup>67</sup>*

66 Der Verbrauch von Quecksilber für dieses Verfahren war relativ hoch – es kamen auf 10 kg gewonnenes Silber zwischen 14 und 17 kg Quecksilber, wobei aber ein Teil des Quecksilbers wieder verwendet werden konnte.

67 HOPPENSACK 1796, S. 110.

HOPPENSACK 1796 äußert sich auch über die jährliche Menge an reinem, derben Zinnober, die in einer Zinnoberfabrik in Sevilla verarbeitet wurde:

*... wo der reine derbe Zinnober, welche alle Jahre roh nach Sevilla zur dasigen Vermellon= und Sigellackfabrik geliefert wird, und sich jährlich auf 60 Centner belünft.*<sup>68</sup>

Auf welche Art der Zinnober aus Sevilla hergestellt oder vergütet wurde, bleibt leider unbekannt. Die Qualität des spanischen Bergzinnobers, lobt jedoch nicht nur POMET 1717, der berichtet, daß dieser „*der beste und schätzbarste*“ sei.<sup>69</sup> Die Aussage ZEDLERS 1732–1754 zur guten Qualität des spanischen Bergzinnobers kennen wir schon aus anderen Quellen. Bemerkenswert ist jedoch, daß er den „*Ungarischen*“ als Alternative vorschlägt, falls der spanische Zinnober nicht zu erhalten wäre. Aus dieser Formulierung wird ersichtlich, daß der spanische Zinnober nicht immer und überall erhältlich war und zu den weniger verbreiteten Sorten im Handel gehörte.

*Der beste ist der wahrhafte Spanische Berg=Zinnober, welcher an der Farbe hoch und schön glänzend ist, auch nicht zu viel steinichtes hat. Sollte aber derselbe nicht zu haben seyn, kan man auch sonsten einen sauberen und absonderlich den Ungarischen, so eine Gold=artichte Natur hat, brauchen.*<sup>70</sup>

Die Seltenheit des spanischen Zinnobers auf ausländischen Märkten resultierte daraus, daß die spanische Regierung den Export des dort erbeuteten Zinnobers und Quecksilbers untersagt hatte. Denn der Bedarf für die Edelmetallgewinnung in Südamerika war derart hoch, daß die Spanier sogar zusätzlich ausländisches Quecksilber einführen mußten. Dies erwähnt auch LUDOVICI 1742:

*In Spanien wird das beste Quecksilber gefunden ... Ist aber selten und übel zu haben, indem der König von Spanien verboten, solches in andere Königreiche zu führen, außer nach Indien, allwo er zu Scheidung und Reinigung des Goldes und Silbers gebraucht wird.*<sup>71</sup>

Die Förderung von Zinnobererzen im reichsten und bedeutendsten Vorkommen Europas wurde durchgehend bis zum Jahr 2002 weitergeführt.

## „Pfalz“ und Zweibrücken, Deutschland

Die „pfälzischen“<sup>72</sup> Zinnobervorkommen entstammen einer subvulkanischen Lagerstätte, die etwa 50 km lang und 10 km breit ist. BEROLDINGEN 1788 stellt diese Tatsache auf seiner Reise durch die Gegend fest:

*Kurz, die ganze gedachte Quecksilber=Gegend umgebende, weiter entlegene Gebürge, zeigen hinlängliche Spuren oder Ueberreste von ehemals Feuerspeienden, nun erloschenen Vulkanen.*<sup>73</sup>

Die Region wird im Norden vom Hunsrück, im Osten durch den Rhein und im Süden durch den Pfälzer Wald begrenzt und erstreckt sich entlang der nordöstlichen Linie von Neunkirchen an der Saar bis Oppenheim am Rhein (Abb. 5, 7). Historisch setzte sich die Region aus dem Herzogtum Zweibrücken und der Grafschaft Sponheim, dem Gebiet der Kurpfalz und anderen kleinen, wie etwa den nassauischen Herrschaften zusammen, die weitgehend selbständig verwaltet waren.

In diesem, auch als „Pfälzer Sattel“ bekannten, Gebiet finden sich verstreut zahlreiche Zinnobervorkommen, die in den Quellen mit den jeweiligen Grubennamen bezeichnet sind. Trotz der verschiedenen Namen und häufiger Zugehörigkeit zu unterschiedlichen Herrschaften lagen die Gruben, mit einer maximalen Distanz von 50 km, relativ nahe beieinander. SCHULZE 1820 beschreibt die Tatsache, daß in der Gegend um den Potzberg viele kleine Gruben oft nur für kurze Zeit ausgebeutet wurden:

*Die Zahl der Versuche auf dieses Metall ... ist am Potzberge groß gewesen, denn überall trifft man davon Spuren. Mehrere davon sind unter besonderem Namen zur Förderung gekommen, aber bei allem Glück, womit sie aufblühten, war ihr Leben nur von kurzer Dauer.*<sup>74</sup>

68 HOPPENSACK 1796, S. 156.

69 POMET 1717, Sp. 661.

70 ZEDLER, Bd. 3 (1733), Sp. 1311.

71 LUDOVICI 1742, Bd. 2, Sp. 1007.

72 MARTIN 1978, S. 160: „Noch zu Zeiten der Zugehörigkeit der später bayerischen zum Departement Mont Tonnerre verstand man unter „Pfalz“ lediglich kurpfälzisches, oder einer pfälzischen Nebenlinie gehöriges Territorium. Niemand wäre auf die Idee gekommen, etwa die nassauischen Lande um Kichheim als „pfälzisch“ zu bezeichnen. Zur Vermeidung von Irrtümern beim Leser sollte man daher konsequenterweise bei historischen Ausarbeitungen, die sich auf das linksrheinische Gebiet vor der Schaffung des bayerischen Verwaltungsbezirks „Rheinpfalz“ beziehen, die Worte „Pfalz“ und „pfälzisch“ in „setzen.“

73 BEROLDINGEN 1788, S. 11.

74 SCHULZE 1820, S. 38 f.

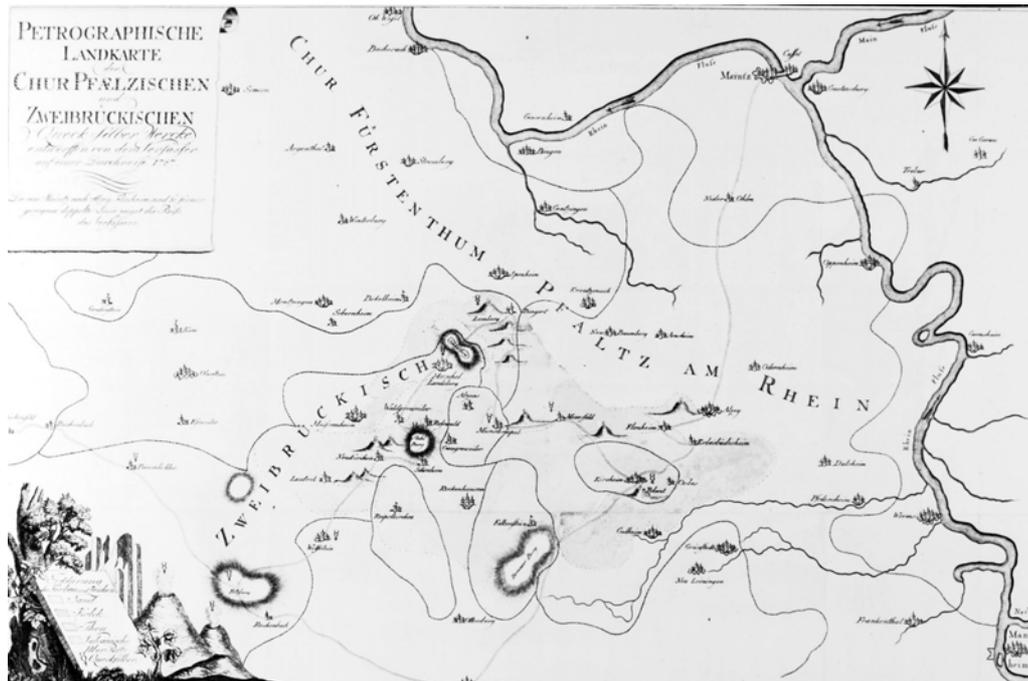


Abb. 7 „Petrographische Landkarte der Chur Pfälzischen und Zweibrückischen Quecksilber Wercke“, Karte: BEROLDINGEN 1788, S. 192 (Photo: Bayerische Staatsbibliothek München)

ESTNER 1799 benennt bei der Auflistung der Quecksilberlagerstätten in „Zweybrücken“ unter anderem die Gruben bei Obermoschel „Moschellandsberg, Stahlberg, Waldgreweiler“.<sup>75</sup> Die betrachteten Quellen erwähnen darüber hinaus zahlreiche weitere Gruben. FERBER 1776 nennt in seinen „Bergmännischen Nachrichten“ die Orte der einzelnen Zinnoberguben,<sup>76</sup> auf die nicht im Einzelnen eingegangen wird. Neben den oben genannten, waren die Gruben von Lemberg, Stahlberg, Landsberg, Mörsfeld, Wolfstein und Baumholder von größerer Bedeutung, wobei das Bergwerk in Mörsfeld zu den ältesten und bedeutendsten Quecksilberbergwerken Deutschlands zählte.

Sicher begann die Zinnobergewinnung auch hier anfänglich als Nebenerwerb einheimischer Bauern. Bergzinnoberstücke konnten als Lesefunde gewonnen werden, wie zuvor am Beispiel Scalnas erwähnt. Diese Gewinnungsmethoden sind heute nur noch ansatzweise aus historischen Quellen zu belegen – etwa für Altzheim oder Alzey in der „Unter=Pfalz“, worüber BRUCKMANN 1727 berichtet, daß dort „Cinnabaris nativa“ gegraben würde:

*Altzey, Altzheim, ein Amt / darin Amethysten und viel Cinnabaris nativa gegraben werden.<sup>77</sup>*

Daß sich in der Stadt Alzey lediglich der Sitz des kurpfälzischen Oberamtes und damit der Verwaltung der Bergbaubetriebe befand, dort aber keine bergbaulichen Versuche unternommen wurden, wird aus der Sekundärliteratur bekannt.<sup>78</sup>

Vermutlich war die „pfälzische“ Region im 15. Jahrhundert, bevor das große Bergwerk in Idria gegründet wurde, eines der Hauptgebiete für Zinnobergewinnung und Quecksilberproduktion in Mitteleuropa. Möglicherweise deckte die Region zu dieser Zeit den Bedarf an Zinnober und Quecksilber für Deutschland sogar ab. Denn daneben existierte zur gleichen Zeit nur das weit entfernte Bergwerk in Almadén in Spanien.

<sup>75</sup> ESTNER 1799, S. 290.

<sup>76</sup> FERBER 1776, nennt auf seiner Reise durch „Zweybrücken, Pfalz, Grumbach und einen Theil der Nassauischen Länder“ auf den Seiten 21, 25, 35, 47, 50, 61, 63, 68, 70, 76 die dortigen Quecksilberwerke. Er erwähnt die ehemaligen Abbaugebiete in „Zweybrücken“ wo die „größtentheils aufgelassenen Quecksilbergruben in der Gegend von Esweiler, Baumholder, Wolffersweiler.“ und die „Quecksilber=Bergwerke zu Obermoschel oder Moschel Landsberg“ auch „Stahlberg und Limberg“ lagen. Auch in diesem Gebiet lag die Grafschaft „Sponheim“ mit den „Zinnoberwerk bei Werbach“. In den „Chur=Pfälzischen Länderen“ benennt er das „Oberamt Alzey. Quecksilberbergwerke zu Moersfeld, Spitzberg, Carlsglück, Grind“. Ferner berichtet er von dem „Fürstenthum und Oberamt Lautern“ und den dortigen „Quecksilberbergwerke zu Wolfstein, Kazbach“. „In dem Fürstenthum Veldenz“ kennt FERBER 1776 die „Quecksilbergrube zu Pfotzberg“. „In der Rhein=Grafschaft zum Stein oder Gaugreweiler“ benennt er das „Quecksilber=Bergwerk zu Münster Appel“.

<sup>77</sup> BRUCKMANN 1727, S. 79.

<sup>78</sup> MARTIN 1778, S. 160.

Mindestens seit der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts kann die Förderung von Zinnober im organisierten Bergbau nachgewiesen werden. Der erste urkundliche Nachweis für den Bergbau bei Mörsfeld geht auf das Jahr 1403 zurück. Da für Quecksilber Bergbaufreiheit bestand, wurde der Bergbau weder vom Landesherren noch vom König dirigiert. Diese Tatsache erschwert die exakte Erfassung der historischen Abbauvorhaben. Doch können für alle „pfälzischen“ Quecksilbergruben drei Abbauperioden eingegrenzt werden – vom 15. bis zum 16. Jahrhundert, dann das 18. und beginnende 19. Jahrhundert und schließlich eine kurze Periode in den 30er Jahren des 20. Jahrhunderts.<sup>79</sup>

Eine der Gruben befand sich am Lemberg bei Bad Kreuznach, einem 420 Meter hohen Porphyrykegel, wo seit 1438 Zinnoberbergbau betrieben wurde. In diesem Jahr hatte der Pfalzgraf Stephan die Bergwerke an den Frankfurter Bürger Wolff Blumen verpachtet. Auch FERBER 1776 beschreibt „*Limberg oder Lemberg*“, wo sich „*eine Quecksilbergrube bey Bingert*“ befände.<sup>80</sup> ESTNER 1799 berichtet, „*Dunkelrotber Zinnober*“ könne in „*Wolfstein, Mörsfeld*“ gefunden werden.<sup>81</sup> Wie BEROLDINGEN 1788 beschreibt, wurde überall in diesem Gebirge eisenhaltiger Zinnober gefördert. Die Erwähnung des relativ hohen Eisengehalt des „pfälzischen“ Zinnobers ist in den Quellen noch mehrmals zu finden.

*Das Ganze des Gebürs ist durch unzählige Klüfte zerspalten, die man fast überall mit sehr eisenschüssigen geringhaltigen Zinnober angefüllt, oder auch in engeren Klüften mit kristallinische schuppichten Zinnober ausgefüllt findet.*<sup>82</sup>

Zu Beginn des 16. Jahrhunderts förderten die „pfälzischen“ Gruben nur relativ wenig Zinnober. Zu dieser Zeit konnten aber noch reiche Klüfterze mit geringem Aufwand ausgebeutet werden. In der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts engagierte sich Pfalzgraf Wolfgang, der von 1532 bis 1569 regierte, verstärkt für den Zinnoberbergbau. Er ließ bei Zweibrücken an der Naab ein Quecksilberbergwerk errichten und verpachtete es dem Augsburger Kaufmann Thomas Freihaimer und dessen „Mitverwandten“.<sup>83</sup> Zu dieser Zeit begann sich der dortige Bergbau zu stabilisieren. Erfahrene Bergleute aus anderen Regionen wurden zur Verbesserung der Techniken geholt. Zudem erließ Pfalzgraf Wolfgang im Jahr 1560 eine neue Bergordnung, die eine Rechtsgrundlage für dieses Gebiet schuf. Doch wegen der geringen Erträge, der häufigen Wassereinbrüche und der Schwierigkeiten in der personellen Organisation verfielen die Bergwerke langsam nach dem Tod Wolfgangs im Jahr 1569. Trotz der Schaffung einer neuen Bergordnung durch seinen Nachfolger Johann I. im Jahr 1590 konnte der Verfall der Gruben nicht aufgehalten werden. Während der folgenden Jahre und im 30-jährigen Krieg ruhte der Pfälzer Quecksilberbergbau. Im Jahr „*1631 besichtigte eine Kommission die aufgelassenen Gruben*“.<sup>84</sup> Zwar wurde zehn Jahre später versucht den Bergbau in der Rheinpfalz wieder zu aktivieren, doch erst etwa hundert Jahre danach (1727) wurde er wieder aufgenommen. Die Erträge der Quecksilberbergwerke konnten im Verlauf des 18. Jahrhunderts deutlich gesteigert werden. BRUCKMANN 1727 berichtet, man würde in Zweibrücken goldhaltigen Zinnober graben,<sup>85</sup> wobei die Gewinnungsmethode „*graben*“ auch in Zeiten praktiziert werden konnte, in denen der reguläre Bergbau eingestellt war.

Offenbar exportierten die Pfälzer im 18. Jahrhundert auch große Mengen des dort gewonnenen Quecksilbers nach Holland. WEBER 1787 erwähnt dies im Zusammenhang mit der Beschreibung des Versuchs, die Zinnoberproduktion in Österreich ansässig zu machen und den daraus resultierenden Folgen für den Monopolstatus der Holländer.

*Nun folgt weiter, daß, wenn die Holländer das große Quantum Quecksilber, daß sie jährlich in Zinnober verwandelten, nicht mehr den Pfälzern abnehmen können, wie sie es auch gewiß nicht mehr können ... Am besten würde es seyn, wenn der Regent von der Pfalz und derjenige von Zweibrücken nach dem Beispiele des Kaisers eine Zinnoberfabrik anlegen ließen; dadurch würden sie immer das Quecksilber, das daselbst gewonnen wird, nicht nur verschleiffen, sondern auch in demjenigen Preise erhalten, den es in den k.k. Gewerken und Niederlagen hat.*<sup>86</sup>

Zeitweise produzierte man in der Pfalz sogar mehr Quecksilber als in dem bedeutenden Quecksilberbergwerk in Idria. Doch Ende des 18. Jahrhunderts waren die reichsten Zinnobervorkommen in der Pfalz wohl erschöpft, was aus der Äußerung von BREITKOPF 1778 ersichtlich wird:

---

79 Vgl. SCHMIDT 1984, S. 119.

80 FERBER 1776, S. 48.

81 ESTNER 1799, S. 297.

82 BEROLDINGEN 1788, S. 42.

83 Vgl. VALENTINITSCH 1981, S. 15.

84 Zitat aus: SCHMIDT 1984, S. 123.

85 BRUCKMANN 1727, S. 79. „*Die Unter=Pfalz; ... Zweybrücken, Ducatus Bipontinus, ein Herzogthum / darin ... gräbet man Goldhaltigen Cinnober ...*“

86 WEBER 1787, S. 59.

*Allein da [in der Pfalz], wie gesagt, die Erze daselbst weder die Bestandtheile haben, noch so reich sind, als die hiesigen [in Idria], so wurde man bald eines besseren überführt ...*<sup>87</sup>

Auch FERBER 1776 beschreibt die immer weiter sinkenden Erträge zu dieser Zeit in den dortigen Gruben.

*Die jährlich abnehmende Menge des Quecksilbers, welches zu Moschel, am Stahlberg, und bey allen übrigen Zweibrückischen Mercurialwerken gewonnen wird, scheint den gegenwärtigen Verfall dieser, so wie der meisten Bergwerke anderer Länder, in Vergleich der vorigen Zeiten, zu beweisen ... Aber bey den Zweibrückischen Quecksilberwerken, so alt sie auch sind, scheinen diese Ursachen bis jetzt weniger wirkend zu seyn, als vielleicht ein schwächerer Betrieb des Bergbaus in Vergleich der vorigen Zeiten ...*<sup>88</sup>

Durch die Nennung der jährlichen Produktionszahlen, der „Ausbeute der Zweibrückischen Quecksilberwerke“ von FERBER 1776, werden die Dimensionen der Abbaumengen „pfälzer“ Bergwerke konkretisiert. Deutlich wird, daß die Förderungsmengen seit den 60er Jahren des 18. Jahrhunderts von Jahr zu Jahr abnahmen.

*In älteren Zeiten soll der Erzengel allein 2300 Pfund Quecksilber im Quartale geliefert haben, welches nachher bis auf 1800 Pf., 1600 Pf. Und im Jahr 1768 bis auf ungefähr 1000 Pf. im Quartale abgenommen hat. Man versicherte mir, daß die Ausbeute der sämtlichen Zweibrückischen Quecksilberwerke in den nachfolgenden Jahren folgende gewesen sey: 1765: 43000 Pf. Quecksilber, 1766: 40000; 1767: 41000; 1768: 30000; 1769 soll man nicht so hoch gekommen seyn.*<sup>89</sup>

Bis zum Jahr 1820 hatten sich die Verhältnisse in den Gruben immer weiter verschlechtert. Die Erze wurden immer ärmer und die Preise im Handel sanken wegen der großen Produktionsmengen der Bergwerke von Idria und Almadén. Im Jahr 1845 wurden die ersten Quecksilbergruben in Kalifornien in Betrieb genommen. Doch schon mit dem Jahr 1830 endete die Förderung von Zinnobererzen in weiten Teilen der Pfalz, wobei der Abbau am Potzberg in geringem Umfang noch bis 1865 andauerte.<sup>90</sup> Zwar wurden um 1930 Versuche zu Wiederaufnahme des Zinnoberbergbaus unternommen und 1935 die Gewerkschaft „Moschellandsberg, Pfälzischer Quecksilberbergbau und Hüttenbetrieb“ gegründet, doch musste er wegen der zu geringen Ausbeute 1942 endgültig eingestellt werden. Ein Bergwerk von größerer Bedeutung waren die Gruben von Obermoschel.

#### Landsberg bei Obermoschel, „Moschellandsberg“

Der Quecksilberbergbau in Landsberg<sup>91</sup> bei Obermoschel wurde erstmals 1419 urkundlich erwähnt. In den Jahren um 1442 verpachtete Graf Friedrich III. von Zweibrücken-Veldenz das Schürfrecht an den Quecksilbergruben gegen einen jährlichen Zehnt.<sup>92</sup> GMELIN 1783 berichtet, der Bergbau in Obermoschel bestehe seit Ende des 15. Jahrhunderts. Zuerst war die Abbaumenge gering, doch ab der Mitte des folgenden Jahrhunderts konnte sie gesteigert werden:

*Wann man auch aus den Alten erweisen kann, daß der tiefe Lazarusstollen am Schloßberge zu Obermoschel schon 1491 angefangen worden, so läßt sich doch nicht vermuthen, daß das ganze Bergwerk vor der Mitte des fünfzehenden Jahrhunderts erschürft worden ist.*<sup>93</sup>

Auch BRUCKMANN 1727 ist die Quecksilbergewinnung von Landsberg bekannt, er erwähnt sogar, dort würde „viel Mercurius“ gewonnen werden: „Die Unter=Pfaltz ... Landsberg, ein Amt in Westerreich oder Austrasia gelegen / wo viel Mercurius gegraben wird.“<sup>94</sup>

#### Marburg, „Marpurg an der Lahn“, Hessen

Durch BRUCKMANN 1727 wird bei Marburg in Hessen eine Lagerstätte von Bergzinnober greifbar: „Hessen ... Marpurg, eine Stadt / wo Cinnabaris nativa gegraben wird.“<sup>95</sup> Auch MINEROPHILUS 1743 kennt die dortige Fundstelle von Bergzinnober: „Er wird entweder rein gefunden ... in Hessen bey Marpurg ...“<sup>96</sup>

87 BREITKOPF 1778, Bd. 2, S. XIX.

88 FERBER 1776, S. 48.

89 FERBER 1776, S. 49.

90 Vgl. FUCHS 1966, S. 31.

91 Vgl. FUCHS 1966, S. 30.

92 Vgl. SCHLUNDT 1984, S. 184.

93 GMELIN 1783, S. 213.

94 BRUCKMANN 1727, S. 79.

95 BRUCKMANN 1727, S. 96.

96 MINEROPHILUS 1743, 614.

## Idria, heute Slowenien

“Ydria, Hydria, Herzogtum: Krain, Crayn, Crain“

Idria liegt knapp 50 km nordöstlich von Triest, abgelegen zwischen den Julischen Alpen und dem Ternovener Wald im Gebirge (Abb. 8). In Idria befanden sich die größten und ergiebigsten Zinnobervorkommen Mitteleuropas.

Der Beginn des Abbaus der dortigen Erze wird heute von H. VALENTINITSCH<sup>97</sup> auf das Jahr 1493 datiert, wobei BRUCKMANN 1727 das Jahr 1497 als erstes Abbaudatum annimmt. Weiter schreibt er über Idria, es hätte „*unerschöpfliche Zinnober und Quecksilber=Bergwerke*“:

*Hydria, Ydria, Idria, ein Städtgen / hat in ihrem Revier unerschöpfliche Zinnober und Quecksilber =Bergwerke / welche anno 1497. von einem Bauren ungefebr entdeckt worden / es arbeiten täglich über 400. Leute darin ...*<sup>98</sup>

Die erste gedruckte Quelle, die das Quecksilberbergwerk in Idria ausführlicher beschreibt, ist das Handelsbuch des LORENZ MEDER, das im Jahr 1558 erschienen ist. Seit den Jahren 1508/09 war Idria dem habsburgischen Machtbereich angegliedert. Zwar kam es im Krieg gegen Venedig zu Streitigkeiten um Idria, doch wurde die Bergstadt schließlich wieder durch die Habsburger besetzt, was FERBER 1774 erwähnt:

*1510 ward Idria von der Republik Venedig durch Waffen erobert; aber bald darauf von dem Kayser Maximilian dem Ersten denen Venetianern weggenommen.*<sup>99</sup>

Danach enteignete Maximilian I. die venezianischen Bergwerksanteile und vergab sie an seine Günstlinge. Von Anfang an wurde das Bergwerk verpachtet, denn die Landesherrn verfügten weder über das nötige Kapital noch über die Vertriebsorganisation. Die Organisation und förderliche Zollbefreiungen besaßen große Handelsfamilien, die so den Handel mit Quecksilberprodukten übernehmen konnten. In den Jahren 1519 bis 1525 hatte die Handelsgesellschaft von Hans Pflügel (Salzburg) und Wilhelm Neumann (Villach) das Quecksilberhandelsmonopol für Idria. Wilhelm Neumann war zu dieser Zeit der bedeutendste Gewerke in Idria. Seit 1525 (mit dem Tod Pflügels) lag der Quecksilberhandel von Idria bei der mächtigen Augsburger Firma Ambrosius und Hans Höchstetter und Verwandte. Die Firma Höchstetter hatte am 1. Januar 1525 einen Vertrag mit Erzherzog Ferdinand I. und den Gewerken von Idria geschlossen. Somit war der Handel bis zum Jahr 1575 von süddeutschen Handelsgesellschaften bestimmt.

Da die Höchstetter Erzherzog Ferdinand I. Kredite gewährten, verbot er im Gegenzug den Transport von „*fremdem*“ Quecksilber durch seine Erblände und erklärte den idrianischen Quecksilberhandel zum Monopol der Augsburger Firma Höchstetter. Durch das Monopol griff er massiv in den Handel mit idrianischem Quecksilber ein und räumte den Höchstettern Bezugs- und Verkaufsrecht ein. Ferdinand I. konnte sowohl durch die Vergabe des Handelsmonopols als auch aus den Abgaben der Gewerken beträchtliche Einkünfte erzielen. Bis 1528 stieg die Produktion, doch reduzierte sie sich wieder stark durch den finanziellen Zusammenbruch der Firma Höchstetter in den Jahren nach 1530.

Zu dieser Zeit wurde Quecksilber nach der bei AGRICOLA beschriebenen Art „*per descensum*“<sup>100</sup> gewonnen, wobei es aus dem Zinnober in je zwei übereinander gestürzten irdenen Gefäßen im offenen Feuer destilliert wurde. Im Jahr 1537 wurde dann durch eine landesfürstliche Genehmigung der Bau einer festen Quecksilberbrennhütte und einer Zinnoberhütte „*auf der Lent*“ bewilligt.<sup>101</sup> Seit dem 1. August 1539 existierten Kaufverträge zwischen Hans Paumgartner, Erzherzog Ferdinand I.<sup>102</sup> und den Gewerken von Idria. Vorgesehen war darin jeweils, welche Mengen an Quecksilber und Zinnober abzunehmen wären. In einem Vertrag von Radstatt vom 18. August 1543 sagen die Gewerken zu, Quecksilber und Zinnober im Wert von 80 000 rheinischen Gulden zu liefern.

*Hans P. Quecksilber und Zinnober um 80 000 fl.rb. in dem kauf und prezio, wie im werkevertrag steht, aus gegenwärtigem vorrat, so zum teil zu kaufmannsgut gemacht, und dann an allem ärzt, das gewonnen ist in cästen, balden und alles am tag, dergleichen alles, das in grueben gewonnen ist und alles, das bis auf 1. Nov. gewonnen und erpaut werden mag, zu libern.*<sup>103</sup>

97 VALENTINITSCH 1981, S. 18.

98 BRUCKMANN 1727, S. 64.

99 FERBER 1774, S. 64.

100 AGRICOLA 1556, S. 370 f.

101 Vgl. LANGER 1881, S. 23.

102 Erzherzog Ferdinand, wurde nach dem Abdanken Karls V. im Jahr 1556 zum Kaiser Ferdinand I. gekrönt (1564 †).

103 MÜLLER 1955, S. 94.



Abb. 8 Zinnoberbergwerk in Idria und das kleine Zinnobervorkommen von St. Veit, Karte: PINKERTON 1810

Daß der Handel der Paumgartner zunehmend von Mißerfolg gekennzeichnet war, kann aus einem „Abrautbrief“ aus dem Jahr 1549 ersehen werden. Die Paumgartner hatten unverkäufliche Vorräte von Quecksilber und Zinnober, sowie Schulden in den großen Handelsstädten wie Venedig, Lyon und Augsburg angehäuft.

*Und nachdem aber an solcher handlung noch ain namhafter vorrat an quecksilber, zinnober, auch schulden in Venedig, Leon auch etwas an zinnober und quecksilber hie in Augspurg vorhanden.*<sup>104</sup>

Lorenz Meder macht Mitte des 16. Jahrhunderts in seinem Handelsbuch Angaben zur jährlichen Produktion von Idria, allerdings ohne Angabe des Jahres. Er berichtet von 1500 bis 2000 Zentner Quecksilber und 600 bis 800 Zentner Zinnober, die in Idria pro Jahr produziert würden.<sup>105</sup> Wie auch in Spanien, gab es ab der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts einen Aufschwung verursacht durch den großen Bedarf an Quecksilber für die Edelmetallgewinnung seit der Einführung des Amalgamierungsverfahrens in den amerikanischen Kolonien Spaniens (um 1554/55 in Mexiko bei der Silbergewinnung eingeführt; 1570 in Peru).

Im Jahr 1575 wurde das Quecksilberbergwerk „verstaatlicht“, es gelangte also in den Besitz des innerösterreichischen Landesfürsten Erzherzog Karl II.<sup>106</sup> Er ließ die Betriebsanlagen umbauen und erhöhte die Wochenlöhne der Knappen. Durch die Veränderungen in der Verwaltung wurde das vorher gewerkschaftlich organisierte Bergwerk nun von landesfürstlichen Beamten geführt. Das Vordringen des Osmanischen Reiches und die religiös-politischen Auseinandersetzungen zwischen dem katholischen Landesfürsten und den mehrheitlich protestantisch gesinnten innerösterreichischen Ständen erschwerten die Bedingungen für den Zinnoberabbau.

Erzherzog Karl II. erließ am 6. April 1580 in Graz eine „New aufgerichtete Ordnung für das Perckwerch Idria“, die das Bergbaureservat auf Quecksilber für Idria begründete. Diese Regelung schloß jeden privaten Bergbau in diesem Gebiet aus und garantierte die Monopolstellung Idrias. Die durch die Herrscher unterstützte Monopolstellung Idrias verhinderte, daß langfristig andere Quecksilbergruben abgebaut wurden. Doch auch hier führten häufige Wassereinbrüche und die Konjunkturschwankungen am Quecksilbermarkt gegen Ende des 16. Jahrhunderts zu großen Schwierigkeiten im Bergbaubetrieb.

Seit dem Beginn des 17. Jahrhunderts konnte ein neuer Aufschwung eingeleitet werden, der zu einer Hochkonjunktur in den Jahren 1620 bis etwa 1646 führte. Doch durch den sinkenden Bedarf an Quecksilber in den spanischen Kolonien gelangten die Inhaber des Quecksilberhandels in

104 MÜLLER 1955, S. 290.

105 KELLENBENZ 1974, S. 43.

106 Erzherzog Karl II. regierte in den Jahren 1564 bis 1590.

Bedrängnis. Denn nach wie vor mußte die gleiche Menge dem Bergwerk abgenommen werden, die Ware konnte aber nicht nach Spanien exportiert werden, was zu einem Vorratsüberschuss und damit zum Preisverfall führte. Erst zwei Jahre später reagierte die Bergwerksdirektion mit der Halbierung der Produktionszahlen. Es folgte eine jahrelange Stagnation, die erst mit der Übernahme des Quecksilberhandels durch den Landesherr und Kaiser Leopold I.<sup>107</sup> im Jahr 1659 überwunden werden konnte. Daß das Bergwerk durch den Landesherrn „bestritten“ wurde, der dort einen „Verweser“ für die Organisation eingesetzt hatte, erfahren wir von VALVASOR 1689:

*Ist aber völlig und unmittelbar / der I.O. Hof=Cammer auf Grätz unterworfen. Gebört also heutiges Tages / dem Lands=Fürsten selbst / nemlich dem Römischen Keyser: von dem es auch bestritten / und ein Verweser allda gehalten wird ...*<sup>108</sup>

Bis zum Ende des 17. Jahrhundert wurden die Erze mit der Hand sortiert, gesiebt und gewaschen. Erst 1696 wurde durch den Verweser Johann Friedrich Stampfer von Walchenberg<sup>109</sup> in Idria ein Pochwerk gebaut, um die geförderten Erzstücke zu zerkleinern. Zu weiteren Verbesserungen der Einrichtungen für Pochen, Waschen und Schlämmen kam es im Jahr 1736. Im 18. Jahrhundert waren die bisher ausgebeuteten Schächte erschöpft, doch man fand zahlreiche weitere Gruben, in denen nun Zinnober gefördert werden konnte.

Ein enormer Aufschwung erfolgte mit dem Bergwerksvorstand Anton Hauptmann im Jahr 1747. Zu dieser Zeit wurde das Bergwerk in Idria von der „K.K. Hofkammer in Wien“ verwaltet, was auch FERBER 1774 erwähnt: „Das Oberbergamt zu Idria steht unmittelbar unter der K.K. Hofkammer in Wien“.<sup>110</sup> In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts stand Idria dann in der Weltproduktion von Quecksilber und Zinnober nach Almadén an zweiter Stelle, worauf auch BREITKOPF 1778 hinweist.

*Denn erstens ist bis jetzt außer Almada in Spanien nirgends ein solches Erz, noch eine so ergiebige Grube, als die zu Hydria ist, vorhanden ... Ich glaube, kein Werk in der Welt, Almada ausgenommen, hat mehr in einem Jahr gegeben als Hydria.*<sup>111</sup>

In den Quellen finden sich noch weitere Hinweise auf die hervorragende Stellung Idrias, etwa bei HERMANN 1781, der den Wert des Quecksilberbergwerkes in Idria auf über „hundert Millionen Kaisergulden“ schätzt:

*Keine Provinz in Deutschland hat einen reichern Schatz an Quecksilber, als Krain; und der Werth desselben beträgt, seit der Entstehung des Bergwerks zu Idria, ganz gewis hundert Millionen Kaisergulden, wo nicht mehr.*<sup>112</sup>

Noch Ende des 18. Jahrhunderts wurde Quecksilber aus Idria in großen Mengen nach Spanien exportiert. Es existiert ein Vertrag aus dem Jahr 1785 zwischen der österreichischen Regierung und Spanien. Darin wurde Österreich für sechs Jahre verpflichtet jährlich mindestens 4480 metrische Zentner (= 224 t) dorthin zu liefern. Dieser Vertrag wurde, mit der Erhöhung der Lieferungen auf 5600 metrische Zentner (= 280 t), im Jahr 1791 auf weitere sechs Jahre verlängert, so daß die Lieferungen nach Spanien nachweisbar bis zum Jahr 1797 erfolgten.<sup>113</sup> Zu dieser Zeit konnte auch immer noch reiner Bergzinnober in Idria gefunden werden, wie ESTNER 1799 belegt.<sup>114</sup> Doch durch den ausgedehnten Export nach Spanien wurden die reichsten Erze von Idria schnell abgebaut, wie VILLEFOSSE 1822 ausführt:

*Der früher abgeschlossene Contract, durch welchen man verpflichtet war, jährlich 10000 Ctr. nach Triest zu liefern, hat sehr nachteilige Folgen gehabt. Die reichsten und besten Mittel sind dadurch abgebaut worden ...*<sup>115</sup>

Während der französischen Kriege (in den Jahren 1797 bis 1798 und 1805) war Idria von den Franzosen besetzt. Im Jahr 1809 gelangte es durch Kaiser Napoleon im Zusammenhang mit der Gründung des Königreichs Illyrien in französischen Besitz. Dieser Status dauerte bis zum 1. Oktober 1813, als Idria wieder österreichisch wurde. Ab dem Jahr 1867 kam es erneut zu einem Aufschwung, da durch verbesserte Technik nun auch ärmere Zinnobererze verhüttet werden konnten.<sup>116</sup> Der Bergbau wurde bis in die 1990er Jahre mit geringeren Erträgen weitergeführt.

107 Leopold I., Kaiser von 1658 bis 1705 †.

108 VALVASOR 1689, S. 378.

109 Vgl. LANGER 1881, S. 23.

110 FERBER 1774 A, S. 62.

111 BREITKOPF 1778, Bd. 2, S. XIX.

112 HERMANN 1781, Bd. 2, S. 92.

113 Vgl. LIPOLD 1881, S. 37.

114 ESTNER 1799, S. 297.

115 VILLEFOSSE 1822, S. 225.

116 Vgl. LIPOLD 1881, S. 92.

## Ostrog, Neumärktel (Herzogtum Krain)

„*Ostroga in den Karawanken*“

Die Ausbeutung der Gruben in Ostrog im 18. Jahrhundert dauerte nur wenige Jahre. Das Vorkommen ist hier angeführt, da die Qualität des dortigen Zinnober von zeitgenössischen Autoren besonders gelobt wurde, etwa von HERMANN 1781:

*Vor einigen Jahren hat man auch zu Neumärktel in Krain schönen natürlichen Zinnober entdeckt; er hat sich aber wieder bald ausgeschnitten.*<sup>117</sup>

BREITKOPF 1778 gibt Preise des dort gewonnenen Bergzinnober<sup>118</sup> an, was belegt, daß er auch weiter gehandelt wurde. Er präzisiert desweiteren die geographische Lage von Ostrog nahe des Berges „*Pokunzha*“: „*Der eigentliche Namen des Vorgebirgs, worinn man den Bau betrieb, ist Ostrog, und es hängt an dem Berg Pokunzha an.*“<sup>119</sup>

Auch FERBER 1774 erwähnt die Zinnobergruben am Berg Ostrog in Oberkrain und weist darauf hin, daß sie, ebenso wie Idria, unter der Aufsicht der „*K.K. Hofkammer in Wien*“ stünden: „*... vor einigen Jahren neu eröffneten Zinnobergruben des Berges Ostroga in Obercrayn ...*“<sup>120</sup> BREITKOPF 1778 berichtet, man hätte die Vorkommen im Jahr 1762 entdeckt und hebt die Qualität des dort gefundenen Zinnober hervor:

*Unweit von diesem Orte entdeckte man im Jahre 1762 unter der Dammerde den schönsten reinen gewachsenen Zinnober, oft mit dem weißesten Spathe durchsetzt; den größten Zinnoberkeil fand man unter den Wurzeln eines Buchenbaums, wo dann die ganze Entdeckung dieses nicht lang dauernden Bergwerkes geschehen ist.*<sup>121</sup>

Weiter führt BREITKOPF 1778 an, daß man das dortige Bergwerk schon im Jahr 1772, wegen zu geringer Erträge wieder einstellen mußte.

*Der Bau wurde, wie gesagt, von dem Bergamte Idria betrieben; allein die Unkosten haben immer die Ausbeute überstiegen, und das Zinnobererz hat sich auch zuletzt, wie gesagt, ganz abgeschnitten, und zwar so, daß man gar nicht mehr hat erbeuten können. Es hat also der hof vor 5 Jahren, das ist, im Jahre 1772, als ich noch beim Bergwerksdepartement war, den Bau gänzlich eingestellt.*<sup>122</sup>

Offenbar hatte man den Bergbau vom 19. Jahrhundert wieder reaktiviert, doch dann seit dem Jahr 1902 endgültig aufgegeben, wie WAAGEN 1919 feststellt.

*In Neumärktel in den Karawanken, im Zinnoberbergbau zu St. Anna wurden noch im Jahr 1902 4,6 Tonnen Quecksilber gewonnen, danach wurde das Bergwerk eingestellt.*<sup>123</sup>

## Crewals bei St. Veit (nahe Klagenfurt)

BROWN 1750 erwähnt bei der Beschreibung seiner Reise durch Europa im Jahr 1672, daß er einige Dinge geschenkt bekommen hätte, darunter eine Bergzinnoberstufe aus „*Crewals*“. In den Quellen finden sich Angaben das Vorkommen liege im Wald bei Cre; zwei Meilen von St. Veit in der „*Herrschaft Oostervitz*“:

Das Vorkommen wurde, laut BROWN 1750, von einem Jäger etwa um das Jahr 1640 entdeckt. Als der Mann an einem Bach im Wald trinken wollte, sah er, „*daß der Strom voll Cinnober gewesen*“ sei.

*... ein reich schön Stück von natürlichem oder Berg=Cinnober / so man in dem Crewals gefunden / welches ein Holtz ist bey Cre / zwo Teutsche Meilen von St. Veit gelegen in der Herrlichkeit von Oostervitz; darinnen man dergleichen eine grosse Menge gefunden vor den Herren Standach: denn als derselbe etwan von dreissig Jahren und mehr in diesem Walde auf der Jagt gewesen / und bey habendem Durst trincken wollen aus einem kleinen Fließlein / so von der Spitze des Berges herab laufft / hat derselbe gespüret / daß der Strom voll Cinnober gewesen: denselben aber hat man nach der Zeit so fleissig zusammen geklaubet / daß ohne arbeiten und nachgraben dessen wenig mehr gefunden wird.*<sup>124</sup>

Die Lage von St. Veit kann aus dem Verlauf der von BROWN 1750 gewählten Reiseroute rekonstruiert werden. „*Von Villach kam ich ... nach Klagenfurt ... nach St. Veit.*“<sup>125</sup> Heute wird der Ort St. Veit an der Glan genannt, er befindet sich etwa 10 km nördlich von Klagenfurt (Abb. 8).

117 HERMANN 1781, Bd. 2, S. 92.

118 BREITKOPF 1778, Bd. 1, S. 31.

119 BREITKOPF 1778, Bd. 1, S. 31.

120 FERBER 1774 A, S. 62.

121 BREITKOPF 1778, Bd. 1, S. 31.

122 BREITKOPF 1778, Bd. 1, S. 31.

123 WAAGEN 1919, S. 237.

124 BROWN 1750, S. 217 f.

125 BROWN 1750, S. 217.

## Stockenboi, Paternion (Kärnten)

„*Stockenwoy, Stockenboy*“

Die Zinnoberlagerstätte im Buchholzgraben nahe Stockenboi am Berg Wiederschwing, etwa 30 km nordwestlich von Villach in Kärnten, wurde etwa seit 1650 abgebaut. Wie bei vielen Vorkommen war auch hier der Bergbau starken Schwankungen unterworfen und wurde zwischenzeitlich immer wieder unterbrochen. ESTNER 1799 erwähnt das Vorkommen von „*Dunkelrothe[m] Zinnober*“ in „*Kärntben Stockenboy im Gerichte Paternion*“.<sup>126</sup> BRUCKMANN 1727 lobt den Zinnober aus Stockenboi. Gegenstände, wie Tabackdosen oder Knäufe für Stöcke könne aus ihm gefertigt werden Er berichtet, die Bewohner würden lediglich Quecksilber daraus gewinnen, doch gibt er an einer anderen Stelle Preise für den Bergzinnober von dort an.

*Stockenwoy, ein Dorff / 4. Meilen von Villach, wo der beste Cinnabaris nativa, aus welchem man allerhand Arbeit / als Tobacks=Dosen / Messer=Schaalen / Knöpfe auf die Stöcke ec. schleiffen und polieren kann / welches keine einzige andere minera Cinnabaris, so bißher bekandt gewesen / leiden will / bricht; die Einwohner dieses Dorffs machen bloß Quecksilber daraus.*<sup>127</sup>

Noch zu Beginn des 20. Jahrhunderts ist die Lagerstätte von Stockenboi in der Literatur erwähnt, zum Beispiel schreibt WAAGEN 1919 über den „*Buchholzgraben bei Stockenboi ... in Oberkärnten nordwestlich von Villach.*“<sup>128</sup>

## Böhmen

Als Abbaugbiet für Zinnober wird „*Böhmen*“ relativ häufig in den Quellen genannt. Schon im 16. Jahrhundert ist Zinnobergewinnung in Böhmen nachweisbar. JUGEL berichtet 1744 über den besonders schönen Bergzinnober aus Böhmen: „*Cinabris Nativa, Berg=Cinaber ... bricht sonderlich schön in Böhmen.*“<sup>129</sup> Wie häufiger, kam er dort in Schiefer eingesprengt vor, was MINEROPHILUS 1743 feststellt: „*... der Böhmische liegt in schiefrigten Gestein ...*“<sup>130</sup>

Die Schwierigkeiten der böhmischen Bergbaugebiete lagen darin, daß die strenge Monopolpolitik der österreichischen Habsburger, in deren Besitz sich das Bergwerk von Idria befand, den Abbau und vor allem den Export von böhmischem Quecksilber und Zinnober schon seit Mitte des 16. Jahrhunderts stark beschränkten. Zu Beginn des 17. Jahrhunderts war dort, wie in vielen mitteleuropäischen Regionen, die Bergbauaktivität stark rückläufig. Ursachen waren die böhmischen Unruhen und dann natürlich der 30jährige Krieg, was auch PEITHNER 1780 erwähnt:

*Da nun mit Eingang des siebzehnten [Jahrhunderts] die böhmischen Unruhen, und mit denselben der dreißigjährige Krieg entstanden, wodurch alle Bergwerke im Königreich [Böhmen] vollends in Abfall gerathen, so ist auch von dieser Zeit an kein weiterer bergmännischer Versuch mehr in diesen Gebürgen [am Silberberg] geschehen. Und so mußte, mit der verloren gegangenen eigentlichen Känntniß dieser so edlen Gebürge, auch der davon noch übrig gebliebene gemeine Ruf vollends verschwinden.*<sup>131</sup>

## Oberschönbach bei Eger<sup>132</sup>

„*Oberschönbach (Horní Luby), Schönbach, Schompach im Saazer Kreis*“

Die ehemaligen Zinnobergruben von Oberschönbach liegen in der Nähe des gleichnamigen Baches, etwa 20 km nördlich von Eger (Abb. 9). Der Quecksilberbergbau in Oberschönbach war seit den 20er Jahren des 16. Jahrhunderts kurzzeitig von großer Bedeutung und ist heute kaum mehr bekannt. Das Bergwerk wurde um 1520 auf den Besitzungen der Grafen von Schlick von finanzstarken Nürnberger Kaufleuten errichtet. Die Grafen selbst konnten das Kapital für die Errichtung der Anlagen nicht aufbringen, daher verpachteten sie den Bergbaubetrieb. Da aber das Quecksilber kein Edelmetall ist, waren sie als Grundherren im Besitz der Regalien und des einträglichen Bergzehnts. Einer dieser Kaufleute war der Nürnberger Bürger Niklas Wickel, der sich im Jahr 1523 mit 69,5 Kuxen<sup>133</sup>, einer gewinnversprechenden Kapitalanlage, am Bergwerk be-

126 ESTNER 1799, S. 297.

127 BRUCKMANN 1727, S. 62.

128 WAAGEN 1919, S. 237.

129 JUGEL 1744, S. 32.

130 MINEROPHILUS 1743, S. 614.

131 PEITHNER 1780, S. 9.

132 Vgl. KLIER 1967, S. 82 bis 106 und SCHREINER 1997, S. 421 bis 424.

133 Als Kux wurde ein Anteilschein an einem Bergwerk bezeichnet, sie sind Vorläufer der heutigen Aktien und mit diesen vergleichbar.



Abb. 9 Oberschönbach (Horní Luby), Böhmen, Karte: DELAROCHE 1782

teilt hatte.<sup>134</sup> Schon zu dieser Zeit wurden die Erträge des Quecksilberbergwerkes in Oberschönbach als preisdrückende Konkurrenz für die Monopolstellung der Gruben von Idria angesehen. Die mächtige Augsburger Handelsfamilie der Höchstetter, die den Handel mit Quecksilber und Zinnober von Idria regelte, setzte im Jahr 1526 sogar durch, daß Erzherzog Ferdinand die Durchfuhr von Quecksilber und Zinnober aus Böhmen durch seine Erblände verbot. Im Jahr 1528 kam es zu Verhandlungen der Firma Höchstetter mit Wickel, die bedingten, daß innerhalb von fünf Jahren in Oberschönbach nicht mehr als 800 Zentner produziert werden durften. Zudem versuchten die Höchstetter durch das Unterbieten von Mindestpreisen auf den internationalen Handelsmärkten, das Monopol weiter für sich zu beanspruchen.

Weitere Produktionszahlen des Bergwerkes lassen sich aus einem Kaufvertrag aus dem Jahr 1534 erschließen. Der Vertrag zwischen dem Nürnberger Hans Steber und den Grafen Schlick legte fest, daß jährlich 50 Meiler (= 300 Nürnberger Zentner) Quecksilber und Zinnober abgenommen werden mußten. Daraus läßt sich vermuten, daß diese Menge etwa der dortigen Jahresproduktion entsprach. Die aktiven Kräfte des dortigen Bergwerkes waren wohl immer Nürnberger Kaufleute. Seit Ende des 16. Jahrhunderts finden sich weniger zeitgenössische Quellen zu dem Oberschönbacher Quecksilberbergbau. Die historischen Vorkommen waren zwar BRUCKMANN 1727 noch bekannt, aber zu seiner Zeit sicher nicht mehr in Betrieb.

*Schoenbach, bey Adorff und Eger gelegen / war vormahls der Zinnober= und Quecksilber=Bergwercke wegen sehr berühmmt.*<sup>135</sup>

Auch STERNBERG 1836 kennt das „Quecksilber-Bergwerk in Oberschönbach“ noch.<sup>136</sup> Wie er berichtet auch GMELIN 1783, daß der Bergbau in Oberschönbach schon seit dem letzten Drittel des 16. Jahrhunderts („K. Rudolph II.“) nicht mehr im besten Zustand und zu seiner Zeit außer Betrieb gewesen sei.

*Allein schon unter K. Rudolph II. stund es mit dem Bergbau zu Schönbach nicht zum besten, und heut zu Tage liegt er, so wie in den übrigen Gegenden Böhmens, in welchen man noch Spuren eines ehemaligen Baus auf Quecksilber antrifft.*<sup>137</sup>

Da sich keine späteren Nachrichten über das Zinnoberbergwerk finden, kann das letzte Drittel des 16. Jahrhunderts als Ende des Oberschönbacher Bergbaues angesehen werden. Im Rahmen dieser Arbeit konnten die ehemaligen Gruben von Oberschönbach besichtigt werden. Noch heute zeigen die teils starken Erdsenkungen im Gelände die Verläufe der ehemaligen Stollen und deren Mundlöcher (Eingänge). Eine Lageskizze, die sich nach einer Vorlage des 16. Jahrhunderts richtet,

134 Niklas Wickel ist Auftraggeber des Kruzifixus von Veit Stoß in St. Sebald in Nürnberg, unter dem er begraben wurde.

135 BRUCKMANN 1727, S. 202.

136 STERNBERG 1836, S. 310.

137 GMELIN 1783, S. 136.

findet sich in der Publikation Heimatkreis Eger<sup>138</sup>. Zinnober trat hier hauptsächlich zusammen mit Quarz und Glimmerschiefer auf.

### Beraun und Heiligenberg

*„Beraun (Beroun) und Heiligenberg (Svatá), südwestlich von Hudlitz“*

Etwa 35 km südwestlich von Prag entfernt befinden sich die ehemaligen Quecksilbergruben von Svatá, nahe Hudlitz (Abb. 5, 10). Die dortige Bergbauaktivität geht bis zum Anfang des 16. Jahrhunderts zurück. Und bereits seit dem Jahr 1526 ist der Konkurrenzkampf zwischen den Betreibern der Gruben am Heiligenberg (Svatá Hora) bei Pžibram und denen des Bergwerkes in Idria in den Quellen faßbar.<sup>139</sup> Dieser Umstand führte immer wieder dazu, daß die Erzeugung und Ausfuhr der dortigen Quecksilberprodukte verboten wurden. Doch letztlich waren die dort produzierten Mengen so gering, daß Ferdinand I. im Jahr 1548 sogar eine Zehntfreiheit für 10 Jahre bewilligte. Seit dem Jahr 1550 war die Grube in Svatá wegen eines Überfalls mit wüster Zerstörung für zehn Jahre geschlossen. Die Versuche zur Reaktivierung blieben mehr oder weniger erfolglos. Im Jahr 1569 erfolgte dann auf kaiserlichen Befehl die Schließung der Gruben. Erneut aufkeimende Versuche ab dem Jahr 1608 machte der Ausbruch des 30jährigen Krieges zunichte. Spätere Nachrichten über den Bergbau bei Svatá gibt es erst wieder nach 1685, doch im Jahr 1689 wurden die Gruben schon wieder geschlossen. Im Jahr 1690 förderte man in den Gruben lediglich sehr geringe Mengen an Zinnober.

Seit Beginn des 18. Jahrhunderts wurde dort an verschiedenen Stellen nach neuen Zinnoberlagerstätten gesucht, was dazu führte, daß man in den Jahren 1715 bis 1729 die Bergwerke bei Svatá wieder in Betrieb nahm. Die Blütezeit der Gruben begann dann ab 1738 und dauerte bis in die 60er Jahre des 18. Jahrhunderts. Die Quecksilberbergwerke in der Umgebung von Beraun, die bis Anfang des 19. Jahrhunderts betrieben wurden, erwähnt BRUCKMANN 1727:

*Der Berauner oder Podwerther-Creis ... Berau, Beraun, eine Stadt / hat Quecksilber=Bergwerke.<sup>140</sup>*

### Hořovice

*„Komárov (Cammerau) und Hořowitz (Hořovice), Saaßer-Kreis, das edle Gebürg bei Horžowiz, Kommarow und Swata“*

Zu dem oben beschriebenen Gebiet von Beraun und Heiligenberg gehört auch die etwa 45 km südwestlich von Prag liegenden Zinnoberlagerstätte von Hořovice, in den Quellen meist „Horowitz“ oder „Horžowiz“ geschrieben (Abb. 5, 10). PEITHNER 1780 äußert sich über die reichen Erzvorkommen in der Region:

*Das edle Gebürg bei Horžowiz, Kommarow und Swata ist mit Gold, Silber, Eisen, und insbesondere mit Quecksilber angefüllt.<sup>141</sup>*

Der Zinnober wurde hier gemeinsam mit Eisenerzen zu Tage gefördert. Den Giftberg mit den dortigen Zinnobergruben südlich von Hořowitz erwähnt ESTNER 1799. Er berichtet, daß „Dunkelrother Zinnober“ in „Böhmen zu Giftberg auf der Herrschaft Horowitz“<sup>142</sup> gefunden würde. BRUCKMANN 1727 bezeichnet die häufigen Zinnobererze aus der Gegend von „Komarow“ als „nicht gut“, da sie mit Eisen verunreinigt wären:

*Komarow, Cameraw, Camerana, ein Flecken / hat viel Zinnober und Quecksilber=Ertz / welches aber / weil es sehr mit Eisen vermischt / nicht gut ist.<sup>143</sup>*

In dieser Gegend kennt FERBER 1774 die „ehemaligen Quecksilbergruben zu Pirgliz und Wesseriz“, die aber im letzten Drittel des 18. Jahrhundert bereits „aufgelassen worden“ waren. Er schreibt weiter, daß alle ehemaligen böhmischen Quecksilbergruben zu seiner Zeit bereits stillgelegt waren. Als Ursache für den Niedergang bezeichnet er den „Reichthum der Idrianischen Gruben“, die schon mehrfach genannte Monopolstellung des Bergwerkes in Idria.

*... mögen ehemals wohl noch mehrere Quecksilber=Bergwerke in Böhmen gangbar gewesen seyn zu der Zeit, da die Gold=Wäscherey noch in starken Schwung war ... Daß heut zu Tage kein einziges Quecksilber=Bergwerk mehr in Böhmen betrieben wird, mag wohl zum großen Theil der Reichthum der*

138 SCHREINER 1997, S. 421.

139 Vgl. URBAN 1964, S. 19.

140 BRUCKMANN 1727, S. 201.

141 PEITHNER 1780, S. 141.

142 ESTNER 1799, S. 297.

143 BRUCKMANN 1727, S. 202.



Abb. 10 „Beraun“ (Beroun), „Heiligenberg“ (Svatá Hora) und „Horowitz“ (Hořovice), Karte: CARY 1801

*Idrianischen Gruben, und die daraus folgende freywillige Vernachlässigung aller übrigen Quellen diese Halb=Metalles verursachen, damit der Abgang und der Preis desselben an diesem Orte nicht falle.*<sup>144</sup>

Trotz der Beendigung des organisierten Bergbaus wurde dort weiterhin Zinnober in kleinen Mengen gewonnen, der als unverarbeitetes Erz verkauft wurde, wie PEITHNER 1780 erwähnt:

*... es wird aber zur Zeit außer den Eisenhämmern kein Bergbau mehr daselbst betrieben. Indes wird das wenig gewonnene Zinnobererzt nur roh, ohne Ausbringung des Quecksilbers, in kleiner Quantität verkauft.*<sup>145</sup>

Auch Anfang des 19. Jahrhunderts konnte in Hořowitz noch in geringem Umfang Zinnober gefunden werden, was auch STERNBERG 1836 angibt:

*Zinnober wird aber noch heutigen Tages, aber in geringer Menge auf dem Eisenbergwerke am Giftberg auf der Herrschaft Hořowitz ... gefunden.*<sup>146</sup>

Das Ende der Gewinnung von Zinnober in Hořowitz wurde von KATZER 1902 auf das Jahr 1857 datiert, die Gruben von Svatá waren ihm zufolge noch bis in die 70er Jahre des 19. Jahrhunderts in Betrieb: *„Theils wurde er als Farbe verkauft, theils zu Quecksilber aufbereitet, das letztmal im J. 1857.“*<sup>147</sup>

## „Ungarn“, heutige Slowakei

Der „ungarische“ Zinnober war eine beliebte Sorte. Er findet sich in den Apothekentaxen zum Beispiel als „Cinnabari hungar.“ Auch ZEDLER 1732–1754 hebt die Qualität des „Ungarischen, so eine Gold=artige Natur hat“<sup>148</sup> hervor, weshalb dieser statt des seltenen spanischen Bergzinnobers verwendet werden könne. SCHROEDER 1693 ist sogar der Ansicht, der ungarische Zinnober sei der beste und verweist auf eine Fundstelle nahe der Stadt „Gremis“ dem späteren Kremnitz:

*Der Zinnober / der viel Mercur. und Schwefel bey sich hat / ist der beste / und dieser ist der Ungarische ... Der bey der Stadt Gremis gefunden wird / wird dem andern vorgezogen.*<sup>149</sup>

## Kremnitz, Schemnitz (Niederungarn)

„Kremnitz (Kremnica), Schemnitz (Banska Stiavnica), Cremnitz, Kreams, Gremis“

Das Bergbaugbiet von Kremnitz und Schemnitz liegt etwa 100 km nordöstlich von Breslau. Diese Orte in „Niederungarn“ gehörten einer der wichtigsten Montanregionen Mitteleuropas an (Abb. 5, 10). Vor allem wurden Metallerze, wie Blei-, Silber-, Kupfer- und Golderze dort abgebaut. Doch auch Mineralien kommen hier häufig vor. Die Zinnobervorkommen sind vulkanischen Ur-

144 FERBER 1774 B, S. 18.

145 PEITHNER 1780, S. 141.

146 STERNBERG 1836, S. 310.

147 KATZER 1902, S. 852.

148 ZEDLER, Bd. 3 (1733), Sp. 1311.

149 SCHROEDER 1693, S. 659.



Abb. 11 „Kremnitz“ (Kremnica) und „Schemnitz“ (Banska Stiavnica), Karte: WEILAND 1830

sprungs und finden sich vor allem im Basalt. Auch ESTNER 1799 weiß, daß in „Niederungarn: Schemnitz, Kremnitz“, „Dunkelrother Zinnober“ gefunden werden könne.<sup>150</sup> BRUCKMANN 1730 erwähnt explizit den „Cinnabaris nativa“ aus Kremnitz, der in den Goldgruben gefunden würde:

... des Ungarischen / absonderlich der bey meiner Vater=Stadt Kremnitz in denen Goldgruben gefunden wird / habe ich mich ehemals bedienet ...<sup>151</sup>

Wie ZEDLER 1732–1754 und andere Autoren, hebt auch MINEROPHILUS 1743 die gute Qualität des dortigen Bergzinnobers hervor, da er keinen Quarz enthalte: „Die eine ist sehr gut und besteht aus lauter Granis, oder Körnern, wie der zu Cremnitz und Schemnitz, und hat keinen Quarz.“<sup>152</sup> Durch einen Katalog der „öffentlichen Feilbiethung“ von KUNDMANN 1753 ist die Verfügbarkeit des Zinnobers aus Schemnitz nachweisbar (Abb. 1, S. 19). Zum Beispiel bot man „Eine reichhaltige Zinnoberstufe, mit kleinen glänzenden Spitzten, von Schemnitz“ oder „Eine goldhaltige, mit Quarz eingesprengte Zinnoberstufe von Cremnitz in Ungarn“ zum Verkauf an.<sup>153</sup>

### Niederslana (Oberungarn)

„Niederslana (Nižná Slaná), Szlana, Sclana oder Slana (Slowakische Karpaten), zwischen Rosenau=Rožňava und Dobšiná, heutige Slowakei“

Eine Grube des dortigen Abbaus war der Trojičná Stollen in der Nähe von Nižná Slaná. BRUCKMANN 1727 berichtet ausführlich „Von den Bergwerken in Ungern“. Wie schon im Kapitel zur Gewinnung des Bergzinnobers dargelegt, beschreibt er das Waschen des Zinnobers durch Bauern an den Flüssen der Umgebung. „Sclana, ein Dorff / 1. Meile von Rosenau, wo die Zinnober= und Quecksilber=Gruben sind.“<sup>154</sup> FICHTEL 1791<sup>155</sup> schreibt über „... die Zinnobererze zu Glana ...“, was vermutlich der gleiche Ort wie Szlana in ZIPSER 1817 ist:

Szlana, ober- und nieder (ungr. Felső und Alsó Sajó) zwey ungrische Dörfer im Gömörer Komitate, zwischen Tobschau und Rosenau ... gediegen Quecksilber in Szlana ... Zinnober licht- und dunkelrother, mit Amalgam, Kupferkies und gediegenem Quecksilber, in Nieder-Szlana. Zinnober dunkelrother, derb und krystall. ... Szlowenka, ein Dorf mit Schmelzhütten und Eisenhämmern zwischen Göllnitz und Krompach im Zipser Komitate. Zinnober dunkelrother, mit Schwefelkies und Spatbeisenstein in einer quarzigen oder hornsteinartigen Bergart.<sup>156</sup>

Über den Quarzgehalt des Zinnobers aus der Gegend um „Rosenau“ berichtet FERBER 1780:

„Von dem dortigen Zinnober sind mit Stufen zu Gesicht gekommen, daran die Gangart quarzig war.“<sup>157</sup>

150 ESTNER 1799, S. 297.

151 BRUCKMANN 1730, S. 972.

152 MINEROPHILUS, 1743, S. 614.

153 KUNDMANN 1753, S. 402.

154 BRUCKMANN 1727, S. 245.

155 FICHTEL 1791, S. 57.

156 ZIPSER 1817, S. 395 f.

157 FERBER 1780, S. 260 f.

## Transsylvanien, Siebenbürgen, Rumänien

### Zlatna

*„Zlatna, Zalatna, Zalatbna, Klein-Schlatten, Schlatten“*

Im Siebenbürgischen Apuzenengebirge, das sich innerhalb des Karpatenbogens befindet, kommt neben anderen Mineralien auch Bergzinnobers vor (Abb. 5, 12). Auch dieses Gebirge wies Vulkantätigkeiten auf. *„In den zwey Gebürge Baboja und Dombrova bey Zalatna“*, kamen wie FICHTEL 1780 erwähnt, *„Quecksilber und Zinnobers“* vor.<sup>158</sup> Der Berg Dumbrava liegt nahe Zlatna bei Izovrul Ampoiului, im Ompolytal. Seit der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts erlangte das Zinnobersabbaugebiet um Zlatna zeitweilig eine größere Bedeutung. Doch hauptsächlich die dortigen Goldvorkommen, die schon von den Römern abgebaut wurden, waren interessant. Auf diese deutet auch der Name „Zlatna“, was im slawischen Sprachgebrauch eine Abwandlung der Bezeichnung „Zláto“ für Gold ist.

Die Erträge des Zinnobersbergbaus waren zu allen Zeiten verhältnismäßig starken Schwankungen unterworfen, da Siebenbürgen ein *„Spielball zwischen den beiden Großmächten Habsburg und Osmanisches Reich wurde“*.<sup>159</sup> Daher sahen die Inhaber des idrianischen Quecksilberhandelsmonopols die dortige Produktion als eine, ihr Monopol bedrohende, Konkurrenz an. Sie beschwerten sich zum Beispiel im Jahr 1572, daß Nürnberger Kaufleute ungehindert siebenbürgisches Quecksilber über habsburgisches Gebiet nach Süddeutschland gebracht hätten. Zwangsläufig wurden Quecksilber und Zinnobers aus Siebenbürgen dann häufig als Schmuggelgut auf die europäischen Märkte gebracht. Diese Situation änderte sich erst, als Ende des 17. Jahrhunderts das Fürstentum Siebenbürgen<sup>160</sup> durch Eroberung in das Habsburger Reich integriert wurde. Im Zuge dessen gingen sämtliche Bergbaugengebiete Siebenbürgens in den Besitz Kaiser Leopolds I. über.<sup>161</sup> Dies wirkte sich auf den Zustand und die Verwaltung in den Gruben generell positiv aus, da kaiserliche Unterstützung im Form von Bergbaupersonal und Geldern gewährt wurde. Zudem waren die Erträge der Bergwerke seitdem nicht mehr beschränkt. In der Apothekentaxe von Berlin aus dem Jahr 1698 erscheint erstmals *„Cinnab. Nativae Transylvan.“* als Ware, später ähnlich *„Transylv.“* oder *„Transs.“* in den Taxen von Berlin 1713, Breslau 1744 und Brandenburg 1758.<sup>162</sup>

Auch von BORN 1774 erfahren wir von dem Zinnobers aus *„Zalatbna“*, wo ihm zufolge auch *„Sublimat aus diesem Zinnobers verfertigt“* würde.<sup>163</sup> In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts standen in der Umgebung von *„Zalatbna“* zwei Quecksilberbergwerke in Betrieb. Eines lag in der Nähe von Dumbrava, das andere im *„Babojer Gebürge“*, wie BORN 1774 berichtet.

*Die zwey Quecksilber-Werke bey Zalatbna aber, darf ich nicht unangemerkt vorbeigeben lassen. Das eine ist eine Stunde davon gegen Mitternacht bey Dumbrava gelegen ... Das zweyte ist gegen Mittag im Babojer Gebürge.*<sup>164</sup>

BORN 1774 berichtet auch von Zinnobersgewinnung nahe der alten Quecksilbergruben, aus dem durch Zlatna fließenden Fluß *„Ampoi“*:

*Auf eine ähnliche Art wird aus dem durch Zalatbna fließenden Ampoi-Flusse, bey den alten Quecksilbergruben, Zinnobers gewaschen.*<sup>165</sup>

Darüber hinaus könnten in anderen fließenden Gewässer Siebenbürgens neben Gold auch Zinnobersstücke von bis zu einem halben Pfund Gewicht gefunden werden, wie BRUCKMANN 1730 beschreibt.

*Einige Bäche und kleine Flüsse [in Siebenbürgen] aus welchen der Cinnab. Nativa und auch gediegen Gold gewaschen wird / da zuzeiten Stücke halb lb. schwer gefunden werden ...*<sup>166</sup>

In der früheren Ausgabe von BRUCKMANN 1727 wird die hervorragende Qualität des dortigen Bergzinnobers hervorgehoben:

158 FICHTEL 1780, S. 158.

159 SLOTTA/WOLLMAN/DORDEA 1999, Bd. 1, S. 38.

160 Beginnend mit dem Leopoldinischen Diplom im Jahr 1691, endgültig 1699, wurde es als Fürstentum Siebenbürgen mit Österreich verbunden.

161 SLOTTA/WOLLMAN/DORDEA 1999, Bd. 1, S. 39.

162 BURMESTER/HALLER/KREKEL, in vorliegender Publikation S. 9ff.

163 BORN 1774, S. 118.

164 BORN 1774, S. 117.

165 BORN 1774, S. 135.

166 BRUCKMANN 1730, S. 269.



Abb. 12 Zinnobervorkommen in „Zalathna“ (Zlatna), Karte: ARROWSMITH 1844

*Transylvania, ein grosses Fürstenthum in Europa, [... Mineralien] Cinnabaris lota in pulvere. Cinnabaris in granis. Cinnabaris in granis pellucida, wie ein Rubin. Cinnabaris nativa in granis purissima splendens, ist der allerschönste / so dato bekannt / hält Gold / 1 lb. gilt in loco 8. Gulden.<sup>167</sup>*

BORN 1774 berichtet, „Der Zinnober – Cinnabaris ... – bricht hier Gangweise in Quarz oder Spath, zwischen tonichtem schwarzen Schiefer und Sandstein.“<sup>168</sup> Desweiteren weist BORN 1774 darauf hin, daß der Bergbau zu seiner Zeit nur noch in eingeschränktem Maße, nämlich in „Babojá“ betrieben würde. Aus den „alten Zechen“ würden die „Wallachen“ die restlichen Zinnoberrote fördern.

*An beyden Orten mögen die Alten vielen Zinnober erzeugt haben. Itzt wühlen meistens in den alten Zechen die Wallachen die noch übrig gelassenen Erze heraus. Zu Baboja sind aber einige Gewerkschaften zusammen getreten, um dort einen regelmäßigen Bau vorzurichten.<sup>169</sup>*

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts waren die Vorkommen in Zlatna weitgehend erschöpft. Die jährlich Ausbeute des Quecksilberbergwerkes betrug lediglich noch 40 Zentner, wie VILLEFOSSÉ 1822 feststellt:

*... Die Quecksilber=Production zu Zalathna in Siebenbürgen beläuft sich jetzt nur auf 40 Centner jährlich.<sup>170</sup>*

## Italien

Die in der neueren Literatur immer wieder erwähnte Quecksilberlagerstätte des Monte Amiata in Norditalien (Toskana) hatten zwar schon die Etrusker ausgebeutet, doch fand hier vermutlich bis zum Jahr 1846 kaum weiterer Abbau von Zinnobererzen statt. Die Lagerstätte von Abbadia di San Salvatore am Monte Amiata wird in den untersuchten Quellen lediglich bei LINNÉ 1778 genannt: „Im Großherzogthum Florenz am Berge di S. Fiora, vormämlich bey Abbadia di S. Salvatore“.<sup>171</sup> Falls dort zu dieser Zeit Zinnober in größeren Mengen abgebaut wurde, ist zu vermuten, daß er in Venedig, dem Zentrum für Kunst und Handel, weiter verarbeitet oder verkauft wurde. Vermutlich aus diesem Grund nennen die ausgewerteten Quellen die Lagerstätte nicht.

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts wurde dort wieder in größerem Umfang Bergbau betrieben. Daher spielt diese Lagerstätte für den zu untersuchenden Zeitraum kaum eine Rolle, während diese Region nach der Wiedereröffnung 1897 hinter Almadén zur zweitgrößten Produktionsstätte Europas wurde.

167 BRUCKMANN 1727, S. 269.

168 BORN 1774, S. 117.

169 BORN 1774, S. 118.

170 VILLEFOSSÉ 1822, S. 225.

171 LINNÉ 1778, S. 50.

## Synthetischer Zinnober

Die synthetisch hergestellten Zinnobersorten hatten einen weit größeren Anteil als Künstlerpigment im Handel, als bisher angenommen. Der natürliche Zinnober war für den Bedarf nicht ausreichend und daher entsprechend teuer. JUSTI 1758 bezeichnet die ungenügende Menge des Bergzinnobers und dessen hohen Preis als Ursachen für die häufige Verwendung von synthetisch hergestelltem Zinnober.

*Allein weder der in granulis, noch der ordentliche Bergzinnober werden in so großer Menge gefunden, daß sie zu dem ... Gebrauch zureichend seyn könnten. Dieses zeigt sein ungleich höherer Preiß vor dem gemachten Zinnober.*<sup>172</sup>

Neben dem hohen Preis von Bergzinnober war auch seine Aufbereitung und Reinigung aufwendiger, wobei er danach trotzdem eine weniger kräftige Farbigkeit aufwies als synthetischer Zinnober. Als Folge der hohen Preise gaben Händler häufig synthetischen für den teureren Bergzinnober aus, was sich in der Überschrift „Was statt des gewachsenen Zinnobers gegeben wird“ bei DOSSIE 1760 zeigt. Daneben macht er aber auch auf die identischen Eigenschaften der beiden Zinnobersorten aufmerksam.

*Da der gewachsene Zinnober ziemlich hoch im Preise steht, so wird der gemachte, welcher ihm überaus ähnlich ist, wenn er mit viel Schwefel gemacht wird, öfters an seine Seite gesetzt. Wohl beyde so wohl der gewachsene als gemachter Zinnober wirklich einerley, und nichts weiter als eine Verbindung des Quecksilbers und Schwefels sind, und auch bey den mancherley Verhältnissen in verschiedenen Stücken nicht zu entdecken ist, wenn einer für den andern gegeben wird ...*<sup>173</sup>

Ähnlich weist ANONYMUS 1792 in dem „Praktischen Handbuch für Künstler“ darauf hin, daß bei Händlern als Bergzinnober verkauftes Pigment wohl häufig synthetischer Zinnober gewesen sei, denn „Der natürliche Zinnober ist sehr rar und theuer“.<sup>174</sup> Am deutlichsten formuliert KRÜNITZ 1772–1858, daß die synthetischen Zinnobersorten den überwiegenden Anteil im Handel darstellten:

*Bei weitem der meiste Zinnober ist jedoch entweder ganz künstlich bereitet oder wenigstens durch Reinigung des natürlichen Zinnobers mittelst Sublimation gewonnen.*<sup>175</sup>

In der Graphik (Abb. 13) sind sämtliche hier behandelten Herstellungsmethoden für Zinnober dargestellt. Die einzelnen Verfahren werden im Text näher beschrieben. Aus den historischen Quellen stammende Termini sind kursiv gedruckt.

### Synthetischer Zinnober aus Zinnobererzen

Zur Aufbereitung und Reinigung von unreinem Bergzinnober werden drei Verfahren beschrieben. Bei allen sind die Elemente Quecksilber und Schwefel bereits im Ausgangsstoff Quecksilbersulfid enthalten. Durch eine Sublimation kann das Quecksilbersulfid gereinigt oder vollständig in die rote Modifikation des Quecksilbersulfids umgesetzt werden.

In dem zuvor genannten Zitat von KRÜNITZ, wird die „Reinigung des natürlichen Zinnobers mittelst Sublimation“ erwähnt. Hierbei handelt es sich um eine Vergütungsmethode von Bergzinnober, doch tatsächlich muß dieses Verfahren als synthetische Herstellung bewertet werden. Denn selbst wenn dem verwendeten Zinnobererz keine weiteren Zutaten beigegeben werden, verdampft der Zinnober bei der Sublimation aus dem Gestein, schlägt sich dann am oberen Abschluß (Deckel) des Sublimiergefäßes nieder und kondensiert dort am kühlfesten Punkt.

### Reinigung von Bergzinnober durch Sublimation / synthetischer Zinnober aus Erzschiele

Nur der reinste Bergzinnober konnte durch mechanische Verfahren wie Waschen, Pochen und Schlämmen aufbereitet werden. War er stärker mit taubem Gestein durchsetzt, so wurde er, wie der synthetische Zinnober, sublimiert. Diese Methode war schon seit der Antike gebräuchlich. Durch die Sublimation verdampft der Zinnober und die steinigigen und erdigen Verunreinigungen

172 JUSTI 1758, S. 505.

173 DOSSIE 1760, S. 309.

174 ANONYMUS 1792, Bd. 1, S. 42.

175 KRÜNITZ, Bd. 241 (1858), S. 470.

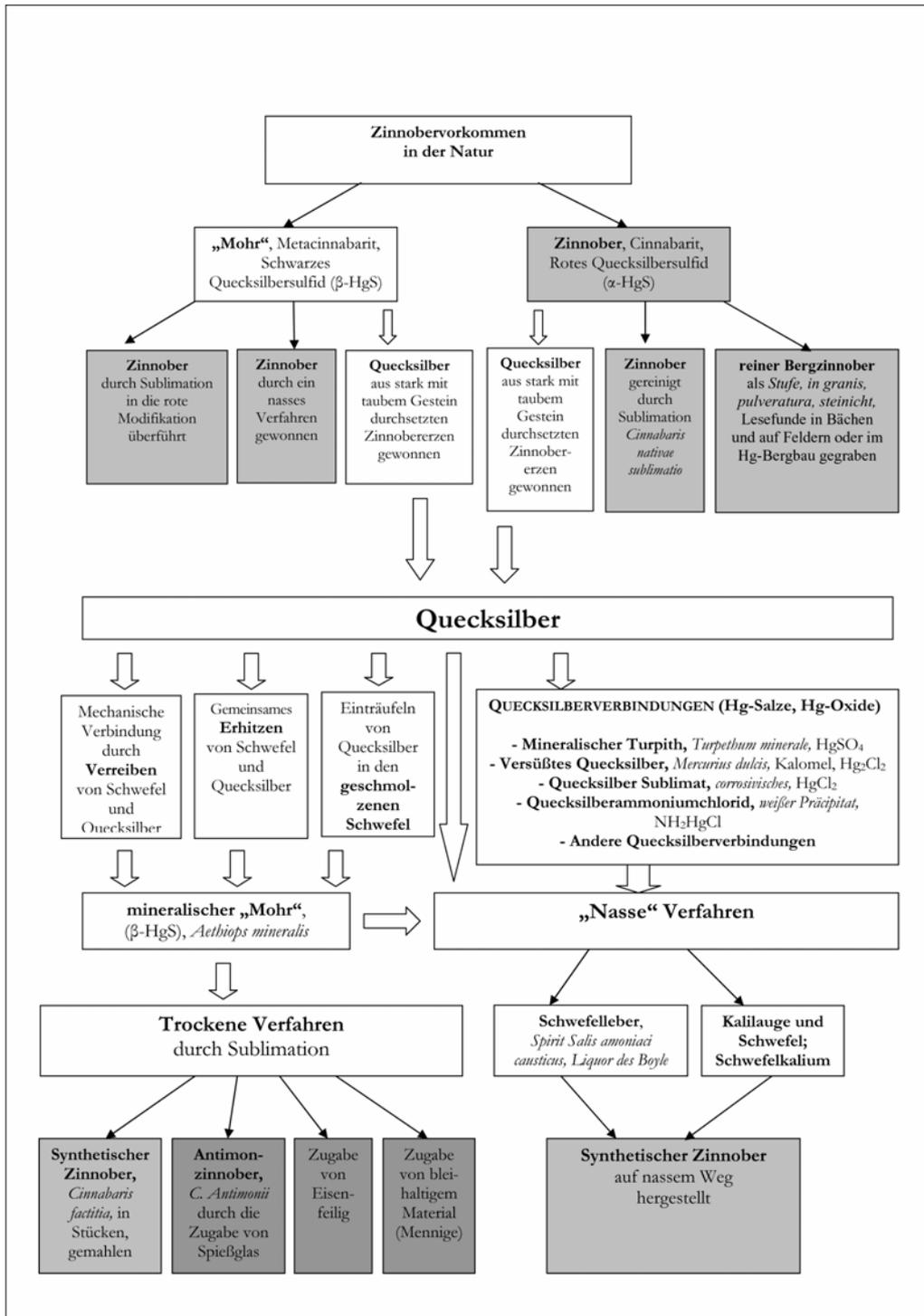


Abb. 13 Schema zur Entstehung der beschriebenen Zinnobersorten (grau unterlegt: Zinnober)

bleiben am Retortenboden zurück. ZEDLER 1732–1754 beschreibt das Verfahren und bezeichnet den durch Sublimation gereinigten Zinnober als „*Cinnabaris nativae Sublimatio*“:

*Nimm von einem Steine oder Miner, darinne Berg=Zinnober ist, so viel beliebig, schmeisse ihn in Stücken und thue ihn in einem ziemlich starcken Schmelztiegel ... und gib gelind Feuer ... man auch 3 bis 4 Stunden anhält; hernach aber ... darinne befindlichen Zinnober rausnimmt.*<sup>176</sup>

176 ZEDLER, Bd. 6 (1733), Sp. 77.

Bei der Verwendung von unreinen Zinnobererzen für die Herstellung von synthetischem Zinnober konnte der energieaufwendige Verhüttungsprozess für das Quecksilber eingespart werden, denn die für die Bildung von Zinnober benötigten Elemente Quecksilber und Schwefel sind bereits in den (HgS)-Erzen enthalten. Auch JUSTI 1758 weiß, „*dass man in keinem Europäischen Lande so thöricht seyn würde, aus guten brauchbaren Zinnober Quecksilber zu machen, das ist eine Arbeit vorzunehmen, wobey ohne die Kosten mehr als die Hälfte Schade ist.*“<sup>177</sup>

Wie HACQUET 1777 ausführt, konnte aus den unreinen roten Zinnobererzen in Idria durch die Sublimation ein „schöner“ Zinnober hergestellt werden.<sup>178</sup> War die natürliche Zusammensetzung der Zinnobererze für das Gelingen des Zinnobers nicht ideal, so konnte vor der Sublimation nach Bedarf entweder Schwefel oder Quecksilber zugegeben werden. BREITKOPF 1778 nennt Vorteile bei der Sublimation der Zinnobererze oder des „Erzschlich“:

*... Indessen scheint es mir immer thunlich zu seyn, wenn man im Werke aus dem reinen Erzschlich Zinnober bereiten wollte, wo man also den Zusatz von Schwefel zum Theil ersparen würde, indem er hier schon im Schlich enthalten ist, da hingegen andere ihn zum Quecksilber erst zusetzen müssen.*<sup>179</sup>

Aus noch stärker verunreinigten Zinnobererzen wurde Quecksilber ausgeschmolzen, wie JUSTI 1758 beschreibt. Das Quecksilber konnte dann, unter anderem als Rohstoff für die Herstellung von synthetischem Zinnober verwendet werden.

*Man macht in der That aus Minern, die Zinnober in sich haben, Quecksilber; aber der Zinnober ist allenthalben mit so viel Steinen und Erden untermischt, daß daraus nicht der geringste Zinnober ausgeschieden werden kann.*<sup>180</sup>

#### Nutzung von natürlichem schwarzen Metacinnabarit

Das in Idria vorkommende schwarze Quecksilbersulfid ( $\beta$ -HgS, Metacinnabarit, „Mohr“) wurde laut HACQUET 1777 durch einen bzw. zwei Sublimationsvorgänge in roten Zinnober umgewandelt. Dabei könne die Qualität weiter verbessert werden, indem Schwefel beigemischt würde.

*Dieses schwarze Mergelsteinige Quecksilbererz kann man, wie die folgende, als einen unreinen Zinnober ansehen, oder als einen halb verwandelten Mohrenkopf ... Denn man setze der Sublimation aus, welches [Erz] man will; so bekommt man allezeit einen schönen und reinen Zinnober, und um so viel schöner, wenn man die Sublimation einmal wiederholt, und noch Schwefel binzusetzt.*<sup>181</sup>

#### Nutzung von Rückständen aus der Quecksilberverhüttung

Auch Reste von Zinnobererzen, die nach der Quecksilberverhüttung in den Retorten verblieben, wurden für die Zinnoberherstellung verwendet. MEDER beschreibt in seinem, im Jahr 1558 veröffentlichten Band die Verwendung des „Bodensatzes“, der nach dem Ausschmelzen des Quecksilbers in den Retorten verblieb, zur Herstellung von Zinnober. Dabei konnten laut MEDER aus 4 Zentner Rückstand bis zu 3 Zentner Zinnober gewonnen werden.

*Und das ertzt auß der gruben kompt, darf es nichts, dann das mans in krügen brennet ... das Quecksilber herauß treyft, und bleybt inwendig anligen an den krügen ein haufen, ist rot, darauß macht man zinober. Und auß 4 c° [Zentner] solcher farb, macht man 3 c° [Zentner] zinober.*<sup>182</sup>

#### Qualität, Merkmale und Verfälschung von synthetischem Zinnober

Der synthetische Zinnober wurde in den Quellen generell als „*Nachahmung des natürlichen*“ bezeichnet und in Aussehen und Eigenschaften dem natürlichen gleichend angesehen. Zum Beispiel beschreibt WALLERIUS 1750 den synthetischen Zinnober mit den Worten:

*Wird von wol vermischtem und sublimirtem Schwefel und Quecksilber gemacht; ist an Farbe und Eigenschaften dem natürlichen Cinnober gänzlich gleich; inwendig aber strahllich.*<sup>183</sup>

177 JUSTI 1758, S. 504.

178 HACQUET 1777, S. 74.

179 BREITKOPF 1778, Bd. 2, S. 154.

180 JUSTI 1758, S. 504.

181 HACQUET 1777, S. 72.

182 KELLENBENZ, 1974, S. 43 und S. 217.

Es war also bekannt, daß der synthetische Zinnober dem natürlichen in der Zusammensetzung und in den Eigenschaften identisch ist. Mit dem Hinweis auf die dem natürlichen gleichenden Eigenschaften wurde der synthetische Zinnober in den Quellen für den maltechnischen und anderen Gebrauch legitimiert. LE PILEUR D'APLIGNY 1781 stellt den synthetischen Zinnober als zum „malen eben so gut“ geeignet dar wie den Bergzinnober:

... Gestalt einer rothen gestreiften und schweren Materie, die vollkommen dem natürlichen Zinnober gleich siehet und zum malen eben so gut gebraucht werden kann.<sup>184</sup>

Die Eigenschaft aus nadeligen Kristallen zusammengesetzt zu sein, ist für einige Autoren ausschlaggebend für die Qualität von synthetischem Zinnober. So gibt etwa POMET 1717 den Hinweis, man solle „diesen Zinnober aufsuchen, welcher feine schöne Spitzen oder Striche hat“.<sup>185</sup> Ähnlich äußert sich ZEDLER 1732–1754 über hochwertigen synthetischen Zinnober, er müsse „feine lange schöne reine Spiesse und Streiffen haben“.<sup>186</sup> In anderen Quellen ist wiederum der Hinweis zu finden, die Strahlen oder Nadeln des Zinnobers seien von keiner Bedeutung für die Qualität, da der Zinnober zum Gebrauch pulverisiert werden müsse. Als weiteres Qualitätsmerkmal von synthetischem Zinnober wurde in den Quellen häufiger sein hohes Gewicht genannt. ZEDLER 1732–1754 empfiehlt Stücke auszuwählen, „die sehr gewichtig und glänzend sind“.<sup>187</sup> Auch andere Autoren, wie FERBER 1778<sup>188</sup> erklären, daß synthetischer Zinnober um so schöner sei, je höher sein Quecksilbergehalt wäre. DEMACHY 1784 formuliert dies mit den Worten:

Man weiß auch, daß der künstliche Zinnober desto schöner ist, je kleiner das Verhältniß des Schwefels, welches man mit dem Quecksilber vereinigt hat ...<sup>189</sup>

ZEDLER 1732–1754 erwähnt bei der Beschreibung von Bergzinnober, daß der synthetische Zinnober mehr Quecksilber als der Bergzinnober enthielte:

... ist er [der Bergzinnober] weder so schwer, noch so rein und schön, hält auch nicht so viel Queck=Silber, als der durch die Kunst bereitete.<sup>190</sup>

Der synthetische Zinnober in „Steinen oder Stücken“ muß eine dunkle, braunrote Tönung haben, da er durch die feine Körnung nach dem Reiben heller erscheint. ZEDLER 1732–1754 erwähnt, er solle „von schöner hoher braun rothen Farbe seyn ...“<sup>191</sup> Auch POMET 1717 gibt an, der synthetische Zinnober solle „so hoch als möglich, an der Farbe“ sein.<sup>192</sup> Der Vermillon, also der „praeparierte Zinnober“ sollte, laut ZEDLER 1732–1754 „gantz zarte, trucken und nicht erdicht“ sein.<sup>193</sup>



Abb. 14 Titelblatt FERBER 1778, mit der Beschreibung von Verfahren zur Zinnoberherstellung in den „Nachrichten von einigen chymischen Fabriken“

- 183 WALLERIUS 1750, S. 557.  
 184 LE PILEUR D'APLIGNY, 1781, S. 26.  
 185 POMET 1717, Sp. 665.  
 186 ZEDLER, Bd. 6 (1733), Sp. 74.  
 187 ZEDLER, Bd. 6 (1733), Sp. 74.  
 188 FERBER 1778, S. 339.  
 189 DEMACHY 1784, S. 136.  
 190 ZEDLER, Bd. 6 (1733), Sp. 73.  
 191 ZEDLER, Bd. 6 (1733), Sp. 74.  
 192 POMET 1717, Sp. 665.  
 193 ZEDLER, Bd. 6 (1733), Sp. 74.

## Merkmale von „nassem“ Zinnober

Der durch nasse Verfahren gewonnene Zinnober besitzt generell feinere und regelmäßige Partikel als der durch trockene hergestellte. Dabei ist die Feinheit der Partikel von der Intensität des Schüttelprozesses bei der Herstellung abhängig, wie ANONYMUS 1820 beschreibt:

*Je fleißiger dieses [Schütteln] bewerkstelligt wird, desto gleichförmiger wird das geschwefelte Quecksilber zertheilt, und um so schöner und feiner wird hernach der Zinnober, da im entgegengesetzten Falle der entstehende Zinnober oft braune Materie (krystallisirten Zinnober) enthält.<sup>194</sup>*

Ein weiteres Merkmal ist seine kräftigere Farbigekeit im Gegensatz zu sublimiertem Zinnober. Aufgrund der Farbintensität wurden diese Sorten auch teurer gehandelt, was die von BERSCH 1890 angegebenen „*Mehrkosten der Fabrikation*“ dann wohl deckte.<sup>195</sup> Auch KRÜNITZ 1772–1858 erwähnt:

*Im Allgemeinen zeichnet sich der auf nassem Wege dargestellte Zinnober durch Tiefe und Feuer vor dem auf trockenem Wege dargestellten aus.<sup>196</sup>*

Ein erheblicher Vorteil bei der Herstellung des Zinnobers durch nasse Verfahren war, daß durch die Konzentration der Lauge und die Dauer der Einwirkung der Lauge auf die Rohstoffe die Farbigekeit des Endproduktes beeinflusst werden konnte. Daher war es möglich, zahlreiche unterschiedliche Farbnuancen herzustellen. In Idria fertigte man zeitweise bis zu 18 verschiedene Tönungen des Zinnobers, eine Palette von violett bis bräunlichen Tönungen bis hin zu orangenen Farbnuancen.

## Stoffe zur Verfälschung von Zinnober (Streckmittel)

Im Handel wurde der Zinnober wegen seines verhältnismäßig hohen Preises häufig mit anderen roten Pigmenten oder Pulvern gestreckt. Daher geben die Quellen den Hinweis, nur ganzen Zinnober zu kaufen und ihn selbst zu reiben, um so Verfälschungen mit Streckmitteln durch den Händler zu umgehen. Zur Verfälschung und Streckung des Zinnobers äußern sich auch kunsttechnologische Quellen, in denen aber meist nur die Mennige erwähnt wird. Dieses rote Bleioxid wurde tatsächlich am häufigsten verwendet, um den Zinnober zu mischen oder strecken, was zum Beispiel HELLOWIG 1718 erwähnt.

*Der Zinnober wird verfälscht / wenn sie Menge (Minium) unter den gestossenen Zinnober mischen.<sup>197</sup>*

Neben Mennige wurde auch rotes Eisenoxid ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) als Streckmittel für Zinnober genutzt. FERBER 1778 schreibt dem zugegebenen sogenannten „*Eisensafran*“ eine farbvertiefende Wirkung zu:

*Andre Zusätze geschehen nicht allein des Gewinns halber, sondern um die Farbe zu erhöhen. Dahin gehört das Colcothar Vitriol<sup>198</sup> oder Eisensafran, der theils aus England gekauft wird, theils bey der Destillirung des Salpetergeistes mit Vitriol übrig bleibt.<sup>199</sup>*

Im Grunde ist die Verwendung jedes roten Pulvers für die Streckung des Zinnobers möglich. Sicherlich wurden gebrannter Ocker oder Ziegelstaub zugefügt. Bei dem roten Arsensulfid<sup>200</sup> (Realgar) ist der Gebrauch als Streckmittel belegt, zum Beispiel bei TOLOMEI 1869:

*Die schlimmste Verfälschung ist die mit ebenfalls flüchtigen Schwefelarsen, welche sich in der Hitze durch knoblauchartigen Geruch zu erkennen gibt. Der Zinnober ist eben so empfindlich gegen Schwefelwasserstoff, schlechte Luft wie Kremserweiss, mit dem er auch nicht vorteilhaft zu vermischen ist.*

Eine andere „Vergütungsmethode“ ist die Behandlung von Zinnober mit organischen roten Farbstoffen, wie Cochenille und Brasilholz und anderen Stoffen. Etwa WEBER 1787 belegt die Verwendung verschiedener Farbstoffe für die Färbung von blassem Zinnober:

*Safran und Kochmillen, Fernembuk, Brasilholz u. d. gl. sollen dem blassen Zinnober diejenige liebliche Röthe mittheilen, in welcher der holländische Zinnober bisher vor allen andern in der Welt geschimmert hat.<sup>201</sup>*

194 ANONYMUS 1820, S. 40.

195 BERSCH 1890, S. 850.

196 KRÜNITZ, Bd. 241 (1858), S. 472.

197 HELLOWIG 1718, S. 721.

198 Bei Colcothar handelt es sich laut BRACHERT 2001, S. 59 um dunkelrotes Eisenoxid  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

199 FERBER 1778, S. 345.

200 DÖBEREINER 1831, S. 423.

201 WEBER 1787, S. 257.

Bei der roten Färbung stand also eine Verbesserung des Farbtons des Zinnober im Vordergrund. WEBER 1787 bezeichnet die Färbung als „*Verfälschung*“ des Zinnober:

*Man kann zwar mit dergleichen Künsten dem Auge etwas verschaffen, aber ein jeder wird leicht einsehen, daß dergleichen Dinge mehr Verfälschungen, als wirkliche Verbesserungen sind.*<sup>202</sup>

Für die Verwendung von Zinnober als Siegelack ist die Färbung besonders ungeeignet, da die organischen Bestandteile in der Flamme beim Schmelzen des Lacks zu starker Rußbildung führen. WEBER 1787 bezeichnet den gefärbten Zinnober in diesem Zusammenhang als „*mangonisirten Zinnober*“.<sup>203</sup> In einigen Rezepten wurde die Zugabe von Mennige oder Eisenfeilig vor der Sublimation zu dem Mohr erwähnt. Das Gemisch aus Quecksilbermohr und Mennige oder Eisenfeilig wurde dann in einer Retorte wie herkömmlicher Zinnober sublimiert. Einige Autoren beschreiben, daß diese Zutaten eine orangene Tönung verursachen oder den Gewinn der Händler vergrößern. Da die verhältnismäßig schweren und dabei billigen Zutaten wie Blei- oder Eisenprodukte teils in erheblichen Anteilen in Rezepten beigegeben sind, kann von einer bewußten Streckung der Hersteller ausgegangen werden. Eine andere mögliche Funktion kann eine katalytische Wirkung bei der Reaktion von Schwefel und Quecksilber sein. Doch konnten diese Punkte nicht eindeutig geklärt werden. Eine „Projektion“ im Sinne der Alchimie ist die wahrscheinlichste Erklärung. (s.h. Alchimie) – möglicherweise aber ergeben solche Zutaten tatsächlich leuchtendere Tönungen des Zinnober. Alle genannten Zugaben, mit denen der Zinnober gestreckt oder verfälscht wurde, können eine Auswirkung auf das Alterungsverhalten von Zinnoberfarbschichten haben. Diese Faktoren wären bei der Bewertung von Farbveränderungen einzubeziehen.

#### Probe zur Identifizierung von reinem Zinnober

Als Probe reinen Zinnober zu identifizieren findet sich in einigen Quellen die Beschreibung, Zinnober auf einem Blech über glühenden Kohlen zu erhitzen. Die Glühprobe beschreiben BOLTZ VON RUFFACH (1549), DER CURIOSSE SCHREIBER (1695) und PICTORIUS (1713, 1728 oder 1730). Alle Autoren geben in fast gleichem Wortlaut an, daß der Zinnober rein – „*gerecht und gut*“ – sei, wenn dabei gelber Dampf von ihm ausgehe. Seit der Mitte des 18. Jahrhunderts wird die Beschreibung dieser nicht funktionierenden Probe meist durch die Nennung von physikalischen Qualitätsmerkmalen abgelöst.

#### Allgemeines über die synthetische Herstellung von Zinnober

Im Mittelalter war die Zinnoberherstellung nur vereinzelt bekannt und wurde hauptsächlich von Alchimisten in geringem Umfang praktiziert. Mindestens seit der Neuzeit jedoch wurde der Zinnober in vielen Teilen Europas in kleinen Manufakturen produziert.

Das älteste und einfachste Verfahren zur synthetischen Herstellung von Zinnober ist die gemeinsame Sublimation von Quecksilber und Schwefel. Möglicherweise reicht die Anwendung dieser synthetischen Herstellungsmethode in China sogar bis ins dritte Jahrhundert nach Christus zurück.<sup>204</sup> Die Herstellung besteht dabei im wesentlichen aus zwei Vorgängen: Zuerst wird das schwarze Schwefelquecksilber (HgS, mineralischer Mohr, Aethiops mineralis<sup>205</sup>) hergestellt. Als zweiter Prozeß folgt die Sublimation. Bei dieser wird der Feststoff, also das schwarze Quecksilbersulfid (HgS) bei einer Temperatur von über 500° C verdampft, um sich dann als Feststoff Zinnober (HgS) wieder niederzuschlagen.

In allen untersuchten kunsttechnologischen Quellen ist dieses – als trockenes Verfahren bezeichnete – mit Abstand das am häufigsten genannte. Der Ursprung dieses Rezepttyps liegt in der Alchimie und zielte darauf, das Quecksilber zum alchimistischen Gebrauch zu „verfestigen“, wobei das Erreichen eines roten Farbtons erwünscht war.<sup>206</sup>

#### Rezepttypen für die Herstellung von synthetischem Zinnober

In der Publikation von THOMPSON 1933 sind einige frühmittelalterliche Rezepte zur Zinnoberherstellung enthalten, auf die hier nicht eingegangen wird.<sup>207</sup> Desweiteren haben auch

---

202 WEBER 1787, S. 257.

203 WEBER 1787, S. 257.

204 Vgl. THOMPSON 1933, S. 63.

205 Von lat. *Aethiops* = der Äthiopier, Mohr.

206 Vgl. GMELIN 1960, S. 64.

207 THOMPSON 1933.

FELICITAS und THOMAS BRACHERT<sup>208</sup> unter anderem die in früheren Manuskripten enthaltenen Rezepte zur synthetischen Herstellung von Zinnober behandelt. Da diese Quellen nicht dem untersuchten Zeitraum entstammen, sei auf ihre Publikation verwiesen. Sie enthält Rezepte für die Zinnoberherstellung seit der Zeit Demokrits, der wohl erstmals ein Rezept zur synthetischen Herstellung angab. Es ist offensichtlich, daß in nahezu allen diesen frühen Quellen mehr oder weniger das gleiche Rezept, manchmal auch erweitert durch leicht abgewandelte Versionen, wiedergegeben wurde. Die Prägung dieser formelhaften, aus der Alchimie stammenden Rezepte, läßt sich bis ins 18. Jahrhundert in den untersuchten Quellen nachvollziehen. Daher können derartige Rezepte zu einem Typus zusammengefaßt werden. Andererseits gibt es Rezepte, die von den Naturwissenschaften geprägte Beschreibungen der Verfahren zur Zinnoberherstellung liefern. Diese finden sich vereinzelt auch schon deutlich vor den allgemeinen aufklärerischen Tendenzen Ende des 18. Jahrhunderts. Bei diesem Typus sind neue Entwicklungen der Forschung zu erkennen. Rezepte dieser Gattung sind für die vorliegende Untersuchung von weit größerem Interesse als die nur beispielhaft thematisierten „alchimistischen“ Rezepte.

### Von der Alchimie geprägte Rezepte

Die in kunsttechnischen Quellen enthaltenen Zinnoberrezepte zeigen deutlich den Ursprung in der alchimistischen Tradition. Erstaunlicherweise hat sich dieser sehr einfache Rezepttyp in fast allen maltechnischen Quellen bis weit ins 18. Jahrhundert hinein erhalten. Auch in Hausbüchern, Wunderbüchern, in Kunstbüchern und anderen Quellengattungen ist im Grunde immer das gleiche Rezept wiedergegeben. In der Alchimie<sup>209</sup> waren Untersuchungen zu Metallen und ihren Verbindungen ein Hauptthema. Daß die Herstellung von Zinnober über das Mittelalter hinaus fester Bestandteil der Tätigkeit von Alchimisten war, belegt zum Beispiel SCHURTZ 1673 mit der Aussage „*Den Cinober bereyten die Alchimisten ...*“.<sup>210</sup> Um diese Art von Rezepten verständlich zu machen und die Verwendung bestimmter Zutaten begründen zu können, werden die Hauptaxiome der Alchimie hier kurz erläutert.

Ausgehend von Aristoteles entwickelten sich die grundlegenden Theorien der Alchimie. Nach Meinung der Alchimisten ist jeder Stoff aus den vier Elementen Erde, Feuer, Luft und Wasser zusammengesetzt. Abhängig von der Kombination und dem Verhältnis der einzelnen Elemente ist demnach jeder Stoff bestimmt. Neben den Elementen ist auch die Verteilung der vier Eigenschaften heiß, kalt, feucht und trocken für die Erscheinungsform des Stoffes verantwortlich. Die Rezepte von Alchimisten, oder solche, die von der Alchimie geprägt sind, spiegeln deshalb Angaben über alchimistische Theorien des Materials.

In der alchimistischen Tradition werden die Kräfte der Elemente durch ein symbolisches Zahlenverhältnis ausgedrückt. Dies ist in der Vorstellung eines nach Zahlenverhältnissen geordneten Universums begründet. Daher sind Rezepte für Elixiere und Stoffe nach zahlensymbolischen Gesichtspunkten zusammengestellt. Die Anwendung der Zahlen begründet sich dabei nicht auf die quantitative Analyse, sondern ist bezeichnend für verschiedene Theorien der Alchimie. Bei Zinnober entsprach die Verbindung von Quecksilber und Schwefel im Verhältnis zwei zu eins einer ausgewogenen Proportion der Elemente Wasser und Feuer und einer ausgewogenen Verteilung der zugehörigen Eigenschaften feucht sowie naß und trocken und heiß.<sup>211</sup>

Generell nimmt Zinnober (HgS) in der Alchimie eine zentrale Stellung ein. Denn bereits Aristoteles begründet die Ansicht, alle Metalle und Mineralien seien aus zwei „Ausdünstungen“ der Erde zusammengesetzt: Dem „erdigen Rauch“ und dem „wäßrigen Dunst“. In der Alchimie wurden diese „Ausdünstungen“ Schwefel und Quecksilber gleichgesetzt. Schwefel war in der aristotelischen Vier-Elemente-Theorie dem Element Feuer zugeordnet, Quecksilber dem Element Wasser. Die Mischung dieser beiden Stoffe hatte, als „*Philosophische Universal-Substanz*“<sup>212</sup> oder „Stein der Weisen“ eine besondere Bedeutung, da man nach Meinung der Alchimisten damit unedle Metalle in Gold transformieren könne. Auch der, durch alchimistische Transmutation beeinflusste Glaube, Mineralien und Metalle würden, wie Pflanzen, durch einen „Steinsamen“ in der Erde hervorgebracht, hielt sich bis ins 18. Jahrhundert, wie wir im Bezug auf Zinnober auch von ZEDLER 1732–1754 erfahren. Zudem erwähnt er die zwei „Ausdünstungen“ der Erde:

[Bergzinnober] *bestehet aus einem rothen, schweren und glänzendem Stein, welcher gleichsam von der Natur selbst aus denen mercurialischen und schwefelichten Dünsten, welche durch das unterirdische Feuer sublimiret sind, mit dem Stein=Saamen zusammen gesetzt und gezeuget worden ...*<sup>213</sup>

208 BRACHERT 1980.

209 LUDOVICI, Bd. 1, Sp. 168: „*Alchymia, deutsch Scheide=Kunst*“.

210 SCHURTZ 1673, S. 24.

211 Vgl. BUCKLOW 1999, S. 142 f.

212 BECHER 1656, S. 71.

213 ZEDLER, Bd. 3 (1733), Sp. 1310.



Abb. 15 „Die Materia des Philosophischen Steines“, in: AGRICOLA 1531

Wegen der Geheimhaltung alchemistischer Erkenntnisse wurde in Rezepten, neben der Verwendung von Symbolen für einzelne Stoffe, auch eine symbolische Sprache verwendet. Viele dieser Rezepte wirken mystisch und trugen wenig zur Entwicklung bei. Da bei diesen Rezepten im Laufe der Jahrhunderte kaum eine Veränderung erkennbar ist, bleibt auch der Informationsgehalt dieser Quellen für die Untersuchung relativ gering. Die bisher von verschiedenen Autoren ausführlich untersuchten maltechnischen Quellen bis zum 18. Jahrhundert enthalten meist Rezepte dieser Art. Daher können aus dieser Quellengattung kaum neue Erkenntnisse gewonnen werden.

#### Bewertung weiterer Zutaten durch die Alchimie

Neben den für die Zinnoberherstellung benötigten Stoffen Quecksilber und Schwefel sind in Rezepten aller Zeiten teilweise weitere Zutaten angegeben. Bei einigen dieser Stoffe ist zu berücksichtigen, daß ihnen eine durch die Alchimie geprägte Eigenschaft zugesprochen wurde. Bei der Angabe von Salz in Zinnoberrezepten kann dies durch die Beeinflussung der Alchimie verursacht sein. Denn im 16. Jahrhundert erweiterte Paracelsus die Grundlagen der Alchimie, indem er zu Quecksilber und Schwefel, als dritte Komponente Salz einführte. Das Salz diente in der alchemistischen Anschauung zur Verfestigung, als Körper einer Substanz und hatte als dritte Zutat auch eine Bedeutung für die magische „Dreiheit“ des erhaltenen Stoffes. Die Meinung, aus Quecksilber, Schwefel und Salzen könnten andere Metalle gebildet werden – die Transmutation – gibt zum Beispiel JABLONSKI 1767 wieder:

*Es [das Quecksilber] wird für die Mutter aller der übrigen Metalle gehalten, welche daraus, nach dem Unterschiede der Vermischung, mit dem metallischen Salze und Schwefel, nebst dem unterschiedlichen Einflusse der himmlischen Kräfte, nach ihren verschiedenen besondern Arten, erwachsen und erzeuget werden sollen.*<sup>214</sup>

Eine weitere, für die Bewertung historischer Rezepte wichtige alchemistische Ansicht, ist die „Projektion“. Sie ist eine von zwölf alchemistischen Methoden, die zur Herstellung von Stoffen angewendet wurden, zu welchen auch die „Sublimation“ gehört. Mit der „Projektion“ können durch die Zugabe eines bestimmten Stoffes dessen Eigenschaften auf die zu transmutierende (herzustellende) Substanz übertragen werden. Durch diese Praxis lassen sich Zugaben von bestimmten Stoffen in Rezepten erklären, auch wenn sie heute als sinnlos erscheinen. Bei Zutaten mit roter Eigenfarbe kann daher die „Projektion“ als symbolische Bedeutung die Zutat im Zinnoberrezept begründen. Denn durch die Beigabe von „Rot“ als Zutat sollte es symbolisch auf die herzustellende Substanz übertragen werden. Neben den genannten Ursachen für die Verwendung von heute unverständlichen Zutaten muß auch die Tatsache berücksichtigt werden, daß sich Termini von Stoffen im Laufe der Zeit veränderten und zudem eventuell uralte Übersetzungsfehler das Bild verunklären.

214 JABLONSKI 1767, Bd. 2, S. 1122.

## Von den Naturwissenschaften geprägte Rezepte

Der zweite Rezepttypus basiert auf damals neuen und aktuellen naturwissenschaftlichen Untersuchungen. Mit Beginn der empirischen Chemie im Verlauf des 17. und der Begründung der Technologie als Wissenschaft im 18. Jahrhundert verdichten sich in den Quellen die exakten, durch naturwissenschaftliche Versuche bestätigten Rezepte für die Zinnoberherstellung. Hier spiegelt sich deutlich die rationale Haltung bei der Erforschung chemischer Reaktionen im Gegensatz zu alchemistischen Rezepten. In dieser Gattung können wiederum Rezepte für die Herstellung kleiner Mengen von solchen für die fabrikmäßige Herstellung unterschieden werden. Auch HOCHHEIMER 1792 differenziert zwischen dem idealen Verfahren für kleine Versuche und dem für Fabriken.<sup>215</sup>

Die Publikationen von Experimenten und Forschungsergebnissen von Naturwissenschaftlern oder naturwissenschaftlich interessierten Personen sind für die Rekonstruktion historischer Herstellungspraxen ergiebig, denn Techniken und Verfahren werden auf anschauliche Weise und unter Angabe der exakten Mengenverhältnisse der einzelnen Stoffe beschrieben. Die Gedankengänge der Autoren sind formuliert und für den heutigen Leser nachvollziehbar. Ein kurzes Zitat von BONZ 1785 verdeutlicht das Ziel der Forscher:

*Nicht sowohl diese Beschreibung allein, als viel mehr die Lust, die Natur des Zinnober kennen zu lernen, bewog mich, eine Anzahl Versuche darüber anzustellen.*<sup>216</sup>

Selten sind diese chemisch-naturwissenschaftlich geprägten Rezepte schon zu Beginn des 17. Jahrhunderts zu finden. Die Vorrede von SUCHTEN 1604 belegt seine aufklärerische Intention:

*Also habe ich als ein Liebhaber dieser Geheimnisse bey mir beschlossen / meine einfaltige Erfahrung ... durch diesen Bericht dem günstigen treuhertigen Leser ... mit zutheilen ... ich habe allein diesen meinen Bericht darumb vorgestalt / darmit gleichwol ein jedermann sehen / vnd selbst in der Wahrheit erfahren möchte ... damit andre Junge anfabende Discipuli auch verstehen ...*<sup>217</sup>

Mit dieser Art von Veröffentlichungen beabsichtigte man den teils noch geheimen alchemistischen Traditionen einen naturwissenschaftlichen, durch Experimente gesicherten Boden zu schaffen. Zuvor war das Wissen von Alchimisten und Fabrikanten („Künstlern“) größtenteils geheim gehalten worden. Nur vereinzelt finden sich ausführliche Beschreibungen der Herstellungsprozesse in Quellen, wie in dem Ende des 17. Jahrhunderts verfaßten Manuskript des Amsterdamer Farbenherstellers PEKSTOK, die genauere Angaben zu den Verfahren bei der Zinnoberproduktion enthalten.<sup>218</sup> Dieses Manuskript kann als verlässliche Quelle bewertet werden, da es als Handschrift in der Entstehungszeit nur einem sehr eingeschränkten Personenkreis bekannt gewesen sein dürfte.

Nicht nur die Geheimnisse um die idealen Techniken, sondern auch die mangelnde Kommunikation zwischen forschenden Chemikern und den Herstellern stand der Entwicklung und Verbesserung von Verfahren im Wege, was HOCHHEIMER 1792 in seiner „Vorrede“ treffend formuliert. Dabei erwähnt er auch die in dieser Arbeit ausgewerteten Publikationen des LORENZ CRELL, der als Herausgeber mehrerer Reihen zu Erkenntnissen der Forschung in der Chemie und anderen Naturwissenschaften im Deutschland des späten 18. Jahrhunderts eine herausragende Stellung einnahm. Zahlreiche Naturforscher dieser Zeit konnten ihre Forschungen in seinen Heften publizieren.

Diese Publikationen spiegeln jedoch aufgrund der oben genannten mangelnden Kommunikation nicht immer den Stand der zeitgenössischen Praxis. Häufig waren die Zinnoberfabriken bis ins 19. Jahrhundert noch rückständig in der Technik. Zum Beispiel wurden die nassen Verfahren zur Zinnoberherstellung erst Ende des 19. Jahrhunderts in Idria eingeführt. Die Erforschung der Verfahren durch Chemiker erfolgte aber bereits seit Mitte des 18. Jahrhunderts. HOCHHEIMER 1792 beschreibt dieses Problem in seiner „Vorrede“:

*Bey den großen Fortschritten, welche die Chemie in den neuern Zeiten — vorzüglich durch das Institut des Herrn Bergrath Crells — gemacht hat, hat neben einer Menge anderer Künste, auch die Kunst Farben zu bereiten, ungemein viel gewonnen; nur ists Schade, daß die eigentlichen Chemisten, welche eine brauchbare Farbe, öfters blos zufällig, erfunden haben, sich mit Verfertigung derselben zum allgemeinen Gebrauch selten abgeben, und daß diejenige, welche Neigung und Gelegenheit hätten, von dergleichen Erfindungen Gebrauch zu machen, die Schriften, worinn derselben gedacht wird nicht zu Gesichte bekommen, mithin manche schöne Erfindung so viel als nicht erfunden ist.*<sup>219</sup>

215 HOCHHEIMER 1792, S. 57.

216 BONZ 1785, S. 112.

217 SUCHTEN 1604, S. 12.

218 SCHENDEL 1972, S. 70–92.

219 HOCHHEIMER 1792, Vorrede (ohne Seitenzahl).



Abb. 16 Titelblatt von JUSTI 1758, Verfahren zur Zinnoberherstellung in Fabriken beschrieben

### Quantitative Zusammensetzung von Quecksilber und Schwefel

In Zinnober (HgS) sind die Elemente Schwefel und Quecksilber zu gleichen Atomanteilen enthalten. Da Quecksilber ein Atomgewicht von 200,59 und Schwefel eines von 32,064 besitzt, ergibt sich daraus im Zinnober ein Massenverhältnis von 6,25 Teilen Quecksilber zu einem Teil Schwefel. Dies entspricht einem Anteil von 84 % Quecksilber und 16 % Schwefel. Die Mengenangaben von Quecksilber und Schwefel in den Rezepten schwanken jedoch in verschiedenen Quellen erheblich, wie auch WIEGLEB 1781 feststellt:

*Das Verhältnis findet man in den Lehrbüchern sehr verschieden angegeben, keines ist aber davon richtiger, als dasjenige, das sich auf die Zerlegung des Zinnobers gründet.<sup>220</sup>*

Die quantitative Zusammensetzung des Zinnobers aus 6,25 Teilen Quecksilber und einem Teil Schwefel wies erstmals der Forscher J. S. CARL<sup>221</sup> zu Beginn des 18. Jahrhunderts nach. WALLERIUS äußert sich dann 1750 über die Zusammensetzung von [Berg-], „Cinnober“ aus sechs „oder mehr“ Teilen Quecksilber und dem „siebenten Teil“ Schwefel.<sup>222</sup> Die Zusammensetzung des Stoffes Zinnober muß aber nicht mit den idealen Verhältnissen der Rohstoffe für die synthetische Herstellung übereinstimmen. JUSTI stellte 1758 zum Beispiel fest, daß durch das Verhältnis von Quecksilber und Schwefel wie 6 zu 1, der erhaltene Zinnober in einer „geringere[n] Menge“ in nicht „genugsamer Schönheit“ hergestellt werden konnte.<sup>223</sup> Dieser Versuch belegt also, daß das durch den stöchiometrischen Ansatz bestimmte Verhältnis bei der synthetischen Herstellung nicht zu den besten Ergebnissen führt. Tatsächlich ist es sogar von Vorteil, wenn ein Überschuß an Schwefel vorhanden ist, da auf diese Weise ein größerer Verlust an Quecksilber während der Sublimation vermeidbar ist. Denn die zu große Schwefelmenge garantiert, daß sich das gesamte Quecksilber vor der Sublimation völlig zu Quecksilbersulfid verbindet und so bei der großen Hitze während der Sublimation nur im eingeschränkten Maße verdampft.

Die in den frühen Rezepten angegebenen Anteile von Quecksilber und Schwefel im Verhältnis 2 zu 1 für die synthetische Herstellung beziehen sich jedoch auf alchemistische Magie und nicht auf das ideale Verhältnis bei der tatsächlichen Herstellung. Im 17. Jahrhundert wurde in den

220 WIEGLEB 1781, S. 469.

221 ACAD. CAESAREO-LEOPOLINAE NATURAE CURIOSUM EPHEMERIDES 1712, S. 397 und 403, in: HINTZE 1904, S. 671.

222 WALLERIUS 1750, S. 285.

223 JUSTI 1758, S. 506.

untersuchten Quellen häufiger das Verhältnis von Quecksilber zu Schwefel mit 3 zu 1 angegeben, wie bei SCHROEDER 1693, der in dem Rezept „*Wie nun der Cinnober zu machen*“ anführt, daß „*gemeinen Schwefel ein Pfund*“ und „*drey Pfund Quecksilber*“ zu verwenden seien.<sup>224</sup>

Zwei wichtige Faktoren für schwankende Mengenangaben in Zinnoberrezepten wurden bereits genannt: Einerseits war die quantitative Zusammensetzung des Zinnobers lange nicht bekannt und andererseits waren Ansichten und Theorien über Stoffe und deren Eigenschaften bis ins 18. Jahrhundert von der Alchimie geprägt. Als dritter Faktor bei der Bewertung von Mengenangaben in historischen Rezepten muß berücksichtigt werden, daß die Rohstoffe nie ganz rein zu Verfügung standen. Wenn in bestimmten Regionen lediglich verunreinigter Schwefel erhältlich war, so konnte sich dies in der Angabe größerer Mengen Schwefel im Rezept äußern. Dieser Umstand wurde durch JUSTI 1758, der sich am Rande auch mit dem Problem der quantitativen Zusammensetzung von Zinnober befaßte, sogar ausdrücklich formuliert:

*Die Ursache ist wohl ohne Zweifel, weil auch der beste gemeine Schwefel noch allemal viele erdichte Theilgen bey sich hat, die sich entweder gar nicht mit aufsublimiren, wie denn allemal einiger ob zwar nicht beträchtlicher Bodensatz bleibt ...*<sup>225</sup>

JUSTI 1758 weist darauf hin, daß aus diesem Grund bei der synthetischen Herstellung mehr Schwefel vonnöten sei als nur der siebte Teil. Laut ihm sei das am besten geeignete Verhältnis für die Zinnoberherstellung neun Teile Quecksilber zu zwei Teilen Schwefel (4,5 zu 1):

*Man muß also allemal mehr Schwefel nehmen, als sich die Proportion eines schönen Zinnobers durch die chemische Auseinandersetzung zeigt. Aber wie viel mehr zu nehmen ist, darinne trifft man in den Büchern, die von dem Zinnobermachen gehandelt haben, eine große Verschiedenheit an. Die meisten schreiben vor, man soll zwey Theile Quecksilber gegen einen Theil Schwefel zusammen setzen. Aber das ist offenbar zu viel ... Auch diejenigen nehmen noch zu viel Schwefel, welche drey Theile Quecksilber gegen einen Theil Schwefel erwähnen. Wenn man einen schönen gelben Schwefel hat; so ist die beste Proportion, daß man neun Theile Quecksilber gegen zwey Theile Schwefel zusammen setzet. Ist aber der Schwefel nur weißlich, oder grünlich gelb; so muß man vier Theile Quecksilber gegen einen Theils Schwefel erwähnen.*<sup>226</sup>

Nicht nur die Qualität der Rohstoffe, sondern auch die Qualität der Herstellungsgeräte wirkt sich auf die Mengenangaben in Zinnoberrezepten aus. Zum Beispiel kam es bei der Zinnoberherstellung durch die hohe Temperatur bei der Sublimation durch das Verdampfen des Quecksilbers häufig zu großen Verlusten. Die schrecklich anschauliche Äußerung von WEBER 1787 über die Zinnoberfabrik des Herrn Kornbek verdeutlicht dies:

*Ich sah seine Fabrik, und fand sie recht schön; denn alle Wände darin waren versilbert; das ist mit Quecksilber, das von dem Kessel ausgeflogen war; so überzogen, daß man ganze Hände davon abstreifen konnte.*<sup>227</sup>

In der Literatur des 20. Jahrhunderts findet sich meist die Angabe von 84 Gewichtsteilen Quecksilber und 16 Gewichtsteilen Schwefel (5,25 zu 1), wie zum Beispiel bei MANN 1937: „*Das günstigste Verhältnis ist 84 Gwt. Quecksilber und 16 Gwt. Schwefel.*“<sup>228</sup> Das gleiche Verhältnis wurde bei der Zinnoberherstellung in Idria angewendet, was BALKENHUS 1911 erwähnt. Dort mischte man Quecksilber und Schwefelpulver (5,25 zu 1) in Rollfässern.

## Trockene Verfahren zur Herstellung kleiner Mengen Zinnober

### Herstellung von „Quecksilbermohr“

Der erste Schritt für die Herstellung von synthetischem Zinnober ist die Verbindung der beiden Elemente Quecksilber und Schwefel zu schwarzem Quecksilbersulfid, dem sogenannten Quecksilbermohr (schwarzes HgS, Aetiops mineralis). In maltechnischen Quellen werden meist zwei ähnliche Methoden genannt, bei denen die Rohstoffe durch Erhitzen verbunden werden: Entweder wurden beide Rohstoffe durch gemeinsames Erhitzen in einem offenen, meist irdenen Gefäß („*Tiegel*“) geschmolzen, oder es wurde zuerst der Schwefel geschmolzen und danach das Quecksilber langsam zuzugeben. Auch die Angabe, das Quecksilber hierbei durch ein sauberes

224 SCHROEDER 1693, S. 621.

225 JUSTI 1758, S. 506.

226 JUSTI 1758, S. 506.

227 WEBER 1787, S. 48.

228 MANN 1937, S. 372.

Leder zu pressen, damit es gereinigt würde, findet sich in den Quellen.<sup>229</sup> ZEDLER 1732–1754 beschreibt das Schmelzen des Schwefels und die anschließende Zugabe von Quecksilber:

*... lasset den Schwefel in einem irdenen Geschirr fließen, rühret mit einem eisernen Draht oder einem hölzernen Spatel den Mercurium nach und nach hinein, biß man davon nichts mehr siebet.*<sup>230</sup>

Durch das Schmelzen der Rohstoffe bei diesen Methoden entstand der Quecksilbermohr in Form einer relativ harten schwarzen Masse. WIEGLEB 1781 berichtet, der so erhaltene Mohr sei schwer zu pulverisieren.<sup>231</sup> Um die nachfolgende Sublimation zu ermöglichen, mußte der Mohr jedoch zerkleinert werden, wie PFEIFFER 1780 erwähnt: „... da denn nach dem Erkalten ... das Gemenge zu einem zarten Pulver zerrieben werden muß.“<sup>232</sup>

Schon Theophilus war offenbar bekannt, daß die Verbindung von Quecksilber und Schwefel auch rein mechanisch durch gemeinsames Reiben im erwärmten Mörser, erzielt werden konnte. Bei dieser Methode lag der Mohr schon pulverförmig vor und mußte für die nachfolgende Sublimation nicht erst gerieben werden. JUSTI 1758<sup>233</sup> erwähnt den so entstandenen „*Aethiops mineralis*“, wie auch WIEGLEB 1781:

*Wenn Quecksilber und Schwefel ... so lange in einem serpentinenen Mörser gerieben werden, bis keine Spur von Quecksilber zu finden ist, so bekommt das daraus entstehende Pulver den Nahmen, mineralischer Mohr.*<sup>234</sup>

Die mechanische Herstellung des Mohrs konnte bei der Verwendung eines Mörsers bis zu sechs Stunden dauern, wie BONZ 1785 berichtet:

*Vier Unzen Quecksilber, zwei Unzen Schwefelblumen, kalt bis zur Auslöschung in einem marmornen Mörser gerieben, erfordert sechs Stunden Zeit.*<sup>235</sup>

Auch DOSSIE 1760 schreibt, die mechanische Herstellung des Mohrs bereite „*Mühe*“, weil man habe „*so lange zu reiben, bis sie sich vereinigt haben*“.<sup>236</sup> Die Bildung des Quecksilbermohrs kann aber auch auf nassem Weg durch die Einwirkung von Schwefelwasserstoff auf Quecksilber und seine Oxide erzielt werden.

#### Sublimationsgefäße für kleine Mengen

Aus dem zerkleinerten Mohr wird dann durch Sublimation in einem birnenförmigen Gefäß aus Keramik oder Glas synthetischer Zinnober hergestellt. ANONYMUS 1792 beschreibt für die Sublimation ein „*länglich gläsernes Gefäß, oder einen Sublimirkolben, dessen Oberfläche man sorgfältig mit Feuerlehm überzogen*“<sup>237</sup> hat, entweder eine Phiole oder eine Retorte (Abb. 17, 18). Der „*Feuerlehm*“, häufig auch „*Luto sapientiae*“ genannt, ist eine Masse aus Lehm, Ton, Haaren und Leim, die aufgetragen wurde, damit die Retorte im offenen Feuer nicht zerspringen konnte. In den Quellen werden die Gefäße meist als „*beschlagene Sublimir-Gefäße*“<sup>238</sup> bezeichnet.

Für die Sublimation ist eine Temperatur von mindestens 500° C erforderlich. DOSSIE 1760 erwähnt, daß die Sublimation daher nur im offenen Feuer funktioniere:

*Diese Sublimation muß in einem ... Kolben geschehen, der im offenen Feuer hängt, weil die Hitze, welche man in der Sandkapelle geben kann, hierzu nicht hinreichend ist.*<sup>239</sup>

Um das Gefäß mit der unteren Hälfte direkt ins Feuer hängen zu können, wurde von DOSSIE 1760 das Anbringen eines Randes aus Feuerlehm an das Gefäß empfohlen:

*Als denn muß man einen länglichten gläsernen Kolben in Vorrath haben, der über und über mit Feuerleim beschlagen, und davon ringsherum ein Rand angeklebt ist, damit er auf so eine Art hängen kann, daß die eine Helfte inwendig im Ofen dem Feuer ausgesetzt ist.*<sup>240</sup>

229 PICTORIUS o. J., S. 44.

230 ZEDLER, Bd. 6 (1733), Sp. 77.

231 WIEGLEB 1781, S. 469: „... es läßt sich aber hernach die Masse nicht gut pulverisieren.“

232 PFEIFFER 1780, S. 402.

233 JUSTI 1758, S. 507: „... man reibt den vorher gröblich zerstoßenen Schwefel in einem großen steinernen Mörser unter das fließende Quecksilber, und fährt damit so lange fort, bis die Materie durchaus schwärzlich ist, und nicht das geringste kleine Kügelchen von lebendigen Quecksilber mehr zu erkennen ist; da denn ein sogenannter Aethiops mineralis entstanden ist.“

234 WIEGLEB 1781, S. 469.

235 BONZ 1785, S. 112.

236 DOSSIE 1760, S. 216.

237 ANONYMUS 1792, S. 37.

238 HELLWIG 1718, S. 500.

239 DOSSIE 1760, S. 218.

240 DOSSIE 1760, S. 219.

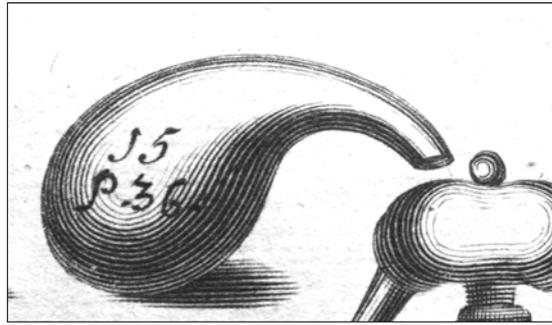


Abb. 17 Phiole, in: SCHROEDER 1693

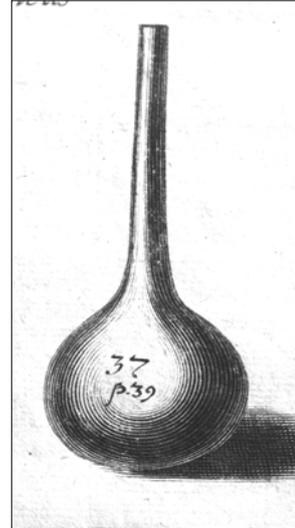


Abb. 18 Retorte, in: SCHROEDER 1693

Als Abdeckung der Gefäße wurden entweder Ziegelscherben, wie DOSSIE 1760 erwähnt,<sup>241</sup> oder dünne Metallbleche<sup>242</sup> verwendet, die mit Leim an dem Gefäß befestigt waren. ANONYMUS 1695 erwähnt, daß der Deckel des „Geschirrs“ glasiert war.<sup>243</sup> Der sublimierte Zinnober kondensiert dann als Kristallkruste an der Abdeckung und im Inneren der Sublimationsgefäße. „Es erhob sich aller Zinnober, so daß man in der Retorte den leeren Boden erblickte.“<sup>244</sup>

#### Rezeptbeispiele für das trockene Verfahren

In dem Werk „*Rechter Gebrauch (der) Alchimeit*“ 1531<sup>245</sup> finden sich zwei Rezepte zur Zinnoberherstellung. Die Ausgangsmaterialien sind in beiden Rezepten ein Teil Schwefel und zwei Teile Quecksilber. Beide Rezepte beginnen gleich: In einem offenen Tiegel wird Schwefel geschmolzen, danach das Quecksilber eingerührt „*biß hart würt*“. Beim ersten Rezept wird auf die Öffnung des Kruges ein Metallblech mit „*luto sapentiae*“ verklebt. Da sich nur der untere Teil des Sublimationsgefäßes im Feuer befindet, schlägt sich am Blech die größte Menge Zinnober nieder, weil es, außerhalb des Feuers liegend, die kühlste Stelle während der Sublimation bleibt. Das zweite Rezept nennt ein Glas, das „*einn hals habe einr spannen lang*“ und dessen obere Öffnung während der Sublimation völlig mit „*luto sapentiae*“ verschlossen wird. Der Sublimationsvorgang dauert etwa einen Arbeitstag: „*biß aff den abent / biß du siebest einn roten rauch*“. In diesem Rezept soll das erkaltete Glas zerbrochen werden, um den fertigen Zinnober zu entnehmen.

Rezepte von diesem Typus finden sich in der Neuzeit in zahlreichen kunsttechnischen Quellen. Zum Beispiel entspricht bei BOLTZ VON RUFFACH 1549 das erste Zinnoberrezept dem oben genannten Typ mit einem Blech, das auf die obere Öffnung des Gefäßes befestigt wird. Doch soll dort ein „*ysen*“ Draht in ein Loch in der Mitte des Bleches gesteckt, mit Leim befestigt werden, damit man „*allemal rieren*“ konnte.<sup>246</sup>

Grundsätzlich werden in solchen Rezepten zur Zinnoberherstellung zwei Teile Quecksilber und ein Teil Schwefel zu Quecksilbermohr vermischt und dann in zerkleinerter Form sublimiert. Die Angaben in Rezepten für die Zinnoberherstellung sind in frühneuzeitlichen Quellenschriften nur knapp und in einer formelhaften Sprache ohne weitere Anmerkungen angeführt – etwa bei FALLOPIO 1616:

*Den Zinober zu machen. Nimb gepülverten Schwefel / setze denselbigen mit Quecksilber in einem verglästn Schmelz Tiegel / verlutiere ihn wol mit Leimen / ... / setze ihn also auf ein Kohlfewer da keinen Rauch hat / biß du siebest / daß er anfangt zu glühen / nimb ihn als denn von Feuer / laß ihn kalt werden / so findest du guten Zinober darin.*<sup>247</sup>

241 DOSSIE 1760, S. 220: „... lege ein Stück von einem zerbrochenen Ziegel auf die Mündung des Glases.“

242 ANONYMUS 1531, S. VI verso.

243 DER CURIOSSE SCHREIBER 1695, Viertes Capitel, 2. Buch.

244 BONZ 1785, S. 114.

245 ANONYMUS 1531, S. VI verso. Das gleiche Rezept wiederholt sich in: Kunstbüchlin / gerechten gründtlichen gebrauchs aller kunstbaren Werckleut, Frankfurt / Main 1549, S. 19.

246 BOLTZ VON RUFFACH 1549, S. 59.

247 FALLOPIO 1616, S. 222.

## Antimonzinnober / Spießglaszinnober

Die Bezeichnung „*Antimonzinnober, Cinnabaris Antimonii*“ – auch häufig „*Spießglaszinnober*“ – taucht in den Quellen immer wieder auf, etwa bei HOFFMANN 1689 „*Cinnabari Antimonii Germanico idiomate exprimitur Zinnober des Spießglases.*“<sup>248</sup> „Antimonzinnober“ enthält immer das in der Natur vorkommende Antimonsulfid ( $\text{Sb}_2\text{S}_3$ ), das „*Spießglas*“ genannt wurde. Die Auswertung der Quellen ist jedoch aufwendig, da verschiedenste antimonhaltige Stoffe als „Antimonzinnober“ bezeichnet werden. Die einzelnen Arten von „Antimonzinnober (*Cinnabaris antimonii*)“ können daher nur durch die Inhaltsstoffe und Herstellungsverfahren unterschieden werden. Vor dem 19. Jahrhundert kommen zwei Verfahren für die Herstellung von „Antimonzinnober“ in Betracht.

### Eigenschaften von Antimonzinnober

JUSTI äußert sich 1758 zu der ausgeprägten und kräftigen Farbigkeit des Spießglaszinnober. Er vermutet, daß bei der Zinnoberherstellung in Holland „*robes Spießglas, oder dessen König*“ zugesetzt würde.

*Das robe Spießglas hat einen viel reineren Schwefel in sich, der zu einer vortrefflich rothen Farbe viel beiträgt, wie man an dem Spießglaszinnober sieht, der so schön an Farbe gemacht werden kann, als es bey dem ordentlichen Zinnober niemals möglich ist.*<sup>249</sup>

BONZ bemerkt 1785, daß der von ihm hergestellte synthetische Zinnober „*strablich und an Rötthe dem besten Spießglaszinnober gleich*“<sup>250</sup> sei. Durch diese Bemerkung ist anzunehmen, daß der von BONZ erwähnte Spießglaszinnober generell den herkömmlichen Zinnober in der Farbigkeit übertraf. Bemerkenswert ist, daß HALLE 1794<sup>251</sup> über Spießglaszinnober aus Quecksilbersublimat und Spießglas das Gegenteil behauptet, nämlich daß dieser „*blässer, schlechter, und demobngeachtet doch noch theurer*“ sei.

### Antimonzinnober aus Quecksilbersulfid und Antimonsulfid

Bei der älteren Methode werden dem Quecksilbermohr (HgS) vor der Sublimation einige Unzen Antimonsulfid ( $\text{Sb}_2\text{S}_3$ ), mitunter auch andere Stoffe, zugegeben. Eines der frühesten Rezepte dieses „Antimonzinnobers“ gibt VALENTINUS 1604 an. Zunächst wird der Mohr durch Einträufeln von Quecksilber in geschmolzenen Schwefel hergestellt. Zum zerkleinerten Mohr sollen dann „*Spießglas*“<sup>252</sup>, *rothes arsenicum*<sup>253</sup>, *crocum Martis*<sup>254</sup> und *Ziegelmehl*<sup>255</sup> beigegeben werden.

*Nimm Schwefel ... ein halb Pfund Quecksilber ... reib darunter vier Untz Spießglaz / vier Untz rothen arsenicum, crocum Martis zwey Untz / und Ziegelmehl acht Untze ... und sublimir sie ... so wirst du Rubinen bekommen in solcher Sublimation.*<sup>255</sup>

Auch bei PIGANUM 1713 verwendet für die Herstellung von Antimonzinnober eine relativ große Menge Antimonsulfid. Laut PIGANUM solle ein Teil aus Quecksilber mit Schwefel sublimiertem Zinnober mit einem Teil „*Antimonii*“ erneut sublimiert werden.

*Nimm Mercuri 1 Pfund / Schwefel 6 Loth. / daraus mach einen Zinober / den sublimir vor sich hin / zwey Stunden mit milder Hitze ... wie schwer er wiegt / so schwer Antimonii darunter gerieben / und sublimirs abermal dadurch. Dann nimm frischen Antimonium klein gerieben durcheinander / und sublimirs aber durch / laß erkalten / stoß den Zinober in kleine Stücklein.*<sup>256</sup>

Das Antimonsulfid konnte den Schwefel als Zutat auch völlig ersetzen, was zum Beispiel THON 1829 beschreibt. Er berichtet, der Antimonzinnober sei „*vom gewöhnlichen Zinnober nicht verschieden*“.

*Wird bei der Mischung statt des Schwefel, Spießglanz angewendet, so erhält man Spießglanz=Zinnober (Cinnabris antimonii), welcher vom gewöhnlichen Zinnober nicht verschieden ist.*<sup>257</sup>

248 HOFFMANN 1689, S. 7.

249 JUSTI 1758, S. 511.

250 BONZ 1785, S. 114.

251 HALLE 1794, S. 80: „*Doch der Zinnober aus dem ätzenden Quecksilbersublimat und Spießglase ist an sich blässer, schlechter, und demobngeachtet doch noch theurer.*“

252 „*Spießglas*“, auch als „*Antimon*“ bezeichnet ist Antimonsulfid  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  (selten auch  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ).

253 LUDOVICI, Bd. 1, 1741, Sp. 268: „*Arsenic (rother)*, lat. *Arsenicum rubrum* ... auch rother Schwefel, Feuer=Schwefel und roth Operment genennet wird.“, ist rotes  $\text{As}_4\text{S}_4$ .

254 „*Crocus Martis*“, auch bekannt als „*Colcothar*“, heute Eisenoxid  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

255 VALENTINUS 1604, S. 205–206.

256 PIGANUM 1713, S. 430.

257 THON 1829, Bd. 2, S. 2109 f.

## Antimonzinner aus Quecksilberchlorid und Antimonsulfid

Bei einer anderen Art für die Herstellung von „Antimonzinner“ sind die Ausgangsstoffe Quecksilberchlorid, sogenanntes „*corrosivisches Sublimat*“ oder „*sublimiertes Quecksilber*“ ( $\text{HgCl}_2$ ) und Antimonsulfid, „*Antimon*“ ( $\text{Sb}_2\text{S}_3$ ). Diese Stoffe wurden vermischt und daraus durch Sublimation Antimonzinner produziert. POMET 1717 beschreibt ihn so:

*Diese Materie aber ist anderes nichts, als Antimonium und corrosivischer Sublimat<sup>258</sup>, die man mit einander vermischt, und in einen Retorte gethan hat ... das durch die Gewalt des Feuers hervorgetrieben wird, ist eine röthlichte Materie, wie kleine Spieslein, und dem mineralischen Zinner gantz gleich, denn eben deswegen ist sie also genennet worden.<sup>259</sup>*

Dieser Antimonzinner wurde häufig in der Medizin verwendet. Alchimisten schrieben Antimon eine anregende und heilende Wirkung zu. KLAPROTH 1810 behauptet jedoch, der „*Spießglanzzinner unterscheidet sich in der Zusammensetzung von dem ... Zinner nicht, sondern nur in der Bereitung*“.<sup>260</sup> CRÖKER 1736 gibt ein sehr ausführliches Rezept für Antimonzinner an. Bemerkenswert ist, daß der Autor einer maltechnischen Quelle den Gebrauch dieses Antimonzinner für die Medizin erwähnt und trotzdem das ganze Rezept wiedergibt.<sup>261</sup>

## Antimonzinner heute

In der neueren Literatur<sup>262</sup> wird das als „*Antimonzinner*“ bezeichnete Pigment mit rotem Antimonoxidsulfid  $2 \text{Sb}_2\text{S}_3 \cdot \text{Sb}_2\text{O}_3$ <sup>263</sup> gleichgesetzt. Bei ZERR/RÜBENKAMP 1930 findet sich die vermutlich richtige Summenformel  $\text{Sb}_6\text{S}_6\text{O}_3$ . Die erstmalige Herstellung dieses Antimonzinner erfolgte wohl im Jahr 1842. Daher kann ausgeschlossen werden, daß es sich in den hier ausgewerteten Quellen um dieses modernere Pigment handelt. Auch bei nassen Verfahren konnte ein Prozent Antimonsulfid zugegeben werden. Aufschlußreich ist die Bemerkung in KRÜNITZ 1772–1858, die Verwendung von Antimon bei dem nassen Verfahren mit Schwefelkalilösung („*Schwefelleber*“) könne den als farbtintensiv bekannten chinesischen Zinner ersetzen.

*Wehrle ... gelangte ... dazu, ein gleich schönes Präparat zu erhalten, welches nach ihm den chinesischen Zinner entbehrlich macht: man sublimirt einen, nach der gewöhnlichen Methode erhaltenen, Zinner nimmt 1 Prozent Schwefelantimon, was man so erhält, mischt das geschlämmte Pulver mit Schwefelkaliumlösung dann sorgfältig mit Wasser, und degirirt es dann mit Salzsäure. Nach dem Trocknen hat es eine dem chinesischen Zinner ganz gleiche Farbe. Durch Abänderung der Menge des zugesetzten Schwefelantimons kann man die Farbe nuancieren, 1 Prozent scheint aber am vortheilhaftesten zu sein.<sup>264</sup>*

## Bewertung von Antimonsulfid („Spießglas“) als Zutat

Antimon wird mindestens seit dem frühen 17. Jahrhundert als Zutat für Zinnerrezepte genannt. Dies beruht teilweise auf der alchimistischen Ansicht, das „*Antimon*“ ( $\text{Sb}_2\text{S}_3$ ) gehe aus den Grundelementen Quecksilber und Schwefel hervor, wie SUCHTEN 1604 in seiner Schrift über das Antimon lehrt.<sup>265</sup> Neben Quecksilber und Schwefel nahm auch Antimon eine Stellung als „*Ursubstanz*“ in der alchimistischen Anschauung ein. Abgesehen von der alchimistischen Tradition hatte Spießglas möglicherweise Auswirkungen auf den erhaltenen Zinner. Die Angabe von einem Prozent Antimonsulfid im Zinner läßt auf eine katalytische Wirkung schließen. Da Antimon bei der Sublimation teilweise verdampft wird, ist eine geringfügige Veränderung des Molekülgitters im Zinner anzunehmen. Diese Veränderung kann sich auch auf die Farbigekeit auswirken. LUDOVICI 1741 erwähnt die Tatsache, daß sich Quecksilber und Schwefel bei der Sublimation „*gantz sublimiret*“, das Spießglas aber „*nur zum Theil*“ verdampft werden könne.

*So werden auch durch solche Arbeit [Sublimation] etliche Leiber gantz sublimiret, gleichwie der Schwefel und Mercurius, andre aber nur zu Theil, als das Spießglas ... und dergleichen.<sup>266</sup>*

258 „*Corrosivisches Sublimat*“ ist  $\text{HgCl}_2$ ; „*Antimon*“ ist  $\text{Sb}_2\text{S}_3$ .

259 POMET 1717, Sp. 739.

260 KLAPROTH 1810, S. 764 f.

261 CRÖKER 1736, S. 95–96.

262 Vergleiche z. B. KÜHN, HERMANN: Farbmaterialeien, in: Reclams Lexikon der künstlerischen Techniken, Bd. 1, S. 23.

263 Nach freundlichem Hinweis von Frau Dr. Heike Stege (Doerner Institut) ist diese Verbindung vermutlich nicht rot, richtiger wäre die bei ZERR/RÜBENKAMP 1930, S. 591 angegebene Summenformel  $\text{Sb}_6\text{S}_6\text{O}_3$ .

264 KRÜNITZ 1772–1858, Bd. 241 (1858), S. 473.

265 SUCHTEN 1604, S. 24.

266 LUDOVICI 1742, Bd. 4, Sp. 418.

## Trockenes Verfahren unter Einsatz von Soda

Bei ANONYMUS 1695 findet sich, wie bei PICTORIUS, unter anderen Zinnoberrezepten auch die Angabe eines Verfahrens unter Zuhilfenahme von Soda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Aus heutiger Sicht kann diese Zutat unter dem Gesichtspunkt der von Paracelsus begründeten drei Prinzipien der Stoffe im Zinnober (Quecksilber, Schwefel und Salz) verstanden werden. Eine Beschleunigung der Reaktion durch die alkalische Soda ist jedoch denkbar.

*Nimm ein Pfund Quecksilber, zwey Loth Schwefel, sechs Loth von der Sodä oder Aschen, welche die Barbierer zu gebrauchen pflegen, pulverisire die Asche mit dem Schwefel, vermische es mit Quecksilber ... so findest du den Zinnober fertig.*<sup>267</sup>

## Trockenes Verfahren unter Einsatz von Eisenfeilig

Seit Beginn des 18. Jahrhunderts finden sich gehäuft Zinnoberrezepturen, in denen zu Quecksilber und Schwefel vor der Sublimation Eisenfeilspäne zugesetzt werden sollen, etwa in HELLOWIG 1702:

*Der Zinober ist zweyerley: Der eine wird auff folgende Art bereitet: Mische Quecksilber 1 Pfund / gemeinen Schwefel 4 Untzen / gefeilt Eisen 2. Untzen / durch reiben wohl untereinander / sublimire sie zusammen / giebt einen schönen / Cinabarim.*<sup>268</sup>

Bemerkenswert ist, daß KRÄUTERMANN 1717 den mit Eisenfeilig hergestellten Zinnober als „Mabler=Zinnober“ bezeichnet:

*Der Zinnober / so gemacht wird / und man Mahler=Zinnober nennet / (factitia Cinnabaris) wird folgender Art aus dem Quecksilber bereitet: Man nehme Quecksilber gemeinen lbj. gemeinen Schwefel 4 Untzen / gefeilt Eisen 2 Untzen / diese reibe wohl unter einander / sublimire sie zusammen / giebt einen schönen Zinnober. Man braucht ihn zur Mahlerey / in Oel= und Wasser=Farben.*<sup>269</sup>

## Trockenes Verfahren unter Einsatz von Mennige

In anderen Rezepten ist die Zugabe des roten Bleioxids Mennige ( $\text{Pb}_3\text{O}_4$ ) vor der Sublimation genannt. Dabei sollte den Quellen zufolge der Bleianteil der Mennige eine Funktion bei der Bindung überschüssigen Schwefels während der Reaktion übernehmen. BONZ 1785 erklärt jedoch die Wirkungslosigkeit von Mennige:

*... es kann also die Mennig zur Absorbzjon des Schwefels um so weniger nutzen, da derselben bei starkem Feuer der geraubte Schwefel wieder entrissen wird.*

DOLLFUSS 1787 praktiziert in seinen Versuchen „über die Bereitungsart des Zinnobers“ unter anderem ein Verfahren, bei welchem vor der Sublimation zu den Rohstoffen auch Mennige beigegeben wird. Er stellt jedoch fest, daß die Qualität des erhaltenen Zinnobers nicht ausgezeichnet war und zweifelt darüber hinaus an der Wirksamkeit des Bleianteils in der Mennige für die Bindung von überschüssigem Schwefel.

*Nun rieb ich ... 2 Unzen Schwefel mit 4 Unzen Quecksilber zu einem vollkommenen Mohr, ohne solches zu wärmen, setzte solchem 2 Quentchen 24 Gran Menig zu, sublimirte nun dieses in einem Retörtgen.*<sup>270</sup>

DEMACHY 1784 zitiert RITTER VON W.<sup>271</sup>, der die Wirkung von Blei in Mennige oder in anderen Bleiprodukten (etwa „gefeilt, gekörntes, oder verkalktes Blei“) als Verursacher der leuchtenden Farbe des holländischen Zinnobers bezeichnet:

*Man wird sich vielleicht wundern, daß die Holländer zu ihrem Mohr Blei setzen, um dadurch einen schönen Zinober zu bekommen. Dies ist die Ursache davon. Man weiß, daß der künstliche Zinober desto schöner ist, je kleiner die Menge Schwefel ist, die man mit dem Quecksilber verbunden hat. Man muß also suchen, sie zu vermindern, und hierzu ist kein besseres Mittel, als Blei, welches in dem hier angewandten Verhältnisse sich des überflüssigen Schwefels (kaum 1 Pfund Schwefel wird von 5 Pfunden Blei verschluckt!) bemächtigt, und vielleicht zur Schönheit des Zinobers beiträgt ...*<sup>272</sup>

267 PICTORIUS o. J. (1713, 1728 oder 1730), S. 47.

268 HELLOWIG 1702, S. 36.

269 KRÄUTERMANN 1717, S. 96.

270 DOLLFUSS 1787, S. 193.

271 RITTER VON W., zitiert nach: DEMACHY 1784, S. 141: „Man bringt ihn auf die Windmühle, wo er trocken zerrieben wird.“

272 DEMACHY 1784, S. 141.

## Herstellung durch trockene Verfahren in Zinnoberfabriken

Der synthetische Zinnober wurde mindestens seit der Neuzeit zumeist in kleineren Fabriken hergestellt. Diese konnten durch Berichte in historischen Quellen vereinzelt lokalisiert werden. Häufig waren die Zinnoberfabriken nicht an ein Quecksilberbergwerk gekoppelt. Als wichtige Standortfaktoren für Zinnoberfabriken galten die Verfügbarkeit von Brennmaterial für die Befuerung der Öfen und die Qualität der Transportwege für die Versorgung mit Rohstoffen und den Abtransport des Zinnobers. Daher war die Nähe zu großen Handelsstädten die günstigste Voraussetzung für die Zinnoberherstellung, denn nur hier waren die Verfügbarkeit von Materialien und der Transport ohne größere Schwierigkeiten zu bewerkstelligen. In der frühen Zeit hatte Venedig eine wichtige Funktion als Zentrum für Kunst und Manufaktur. Ab Anfang des 17. Jahrhunderts setzte sich zuerst in und um Amsterdam die fabrikmäßige Herstellung von Pigmenten wie Zinnober durch. Bedingt durch den 30jährigen Krieg waren die Verhältnisse in den anderen Ländern schlecht, so daß sich Holland wirtschaftlich behaupten konnte.

Im 18. Jahrhundert finden sich dann in gedruckten Quellen häufiger die Beschreibungen von Rezepten mit entsprechend großen Mengen und Gefäßen für die Herstellung von Zinnober. Hier sind vorrangig die Texte von FERBER 1778, der eine Zinnoberfabrik in Holland besuchte und von WEBER 1781, der Versuche in seiner Zinnoberfabrik nahe Wien beschrieb, von Interesse. Jedoch ist bei diesen Quellen zu berücksichtigen, daß es sich um gedruckte Werke handelt, deren Inhalte relativ große Verbreitung fanden und daher „Farbikgeheimnisse“ möglicherweise nicht beschrieben wurden. In diesem Teil der Untersuchung wird die generelle Einrichtung einer Zinnoberfabrik in der Reihenfolge der einzelnen Herstellungsprozesse beschrieben. Auf die einzelnen Fabriken wird in der Abhandlung der jeweiligen Orte eingegangen.

## Gefäße für die Herstellung des Quecksilbermohrs in Zinnoberfabriken

Wie beschrieben, wird bei der Zinnoberherstellung zuerst der Quecksilbermohr (HgS), also die schwarze Verbindung von Quecksilber und Schwefel, hergestellt. Dabei können die Rohstoffe Quecksilber und Schwefel entweder zusammen erhitzt, oder durch mechanische Vermischung verbunden werden.

### Herstellung des Quecksilbermohrs durch gemeinsames Erhitzen

Da diese Methode für die Herstellung des Quecksilbermohrs hauptsächlich in Holland praktiziert wurde, findet sich in der Literatur häufig die Bezeichnung „holländisches Verfahren“. RÜCKERT 1789 beschreibt das Verfahren zur Bereitung des Quecksilbermohrs in Amsterdam:

*In einem eisernen glatt polirten flachen Kessel, welcher die Gestalt einer Schokoladenmaschine hat; also höchstens 1 Schub tief, und 2 ½ Schub weit ist; wird in richtig abgewogener dem Gefäße angemessener Menge, 150 Pf. gemeiner Schwefel mit 1080 Pf. guten unverfälschtem Quecksilber, bey gelindem Feuer nach und nach zu mineralischem Mohr gemacht.*<sup>273</sup>

Nach Herstellung des Mohrs muß die erhaltene heiße Masse zuerst abgekühlt und gemahlen werden, bevor sie weiter verarbeitet werden kann. HOCHHEIMER 1792 erwähnt, daß man den noch heißen Quecksilbermohr in der „Brandischen Fabrik zu Amsterdam“ auf eisernen Platten ausgoß, damit er schnell auskühlte:

*Wenn sich beyde Materien wohl mit einander verbunden haben, so wird die schwarze Masse, die nun mineralischer Mohr genennet wird auf eiserne Platten ausgegossen, die an einem offenen Orte in die Erde eingelegt sind.*<sup>274</sup>

### Herstellung des Quecksilbermohrs durch mechanische Verbindung der Rohstoffe

Wie erwähnt, ist es möglich, den Quecksilbermohr durch eine mechanische Verbindung von Quecksilber und Schwefel herzustellen. Da der Quecksilbermohr dann nicht als harte, erkaltete Schmelze, sondern als schwarzes Pulver vorliegt, war dieses Verfahren gut für die fabrikmäßige Herstellung geeignet, da das Zerkleinern so eingespart werden konnte. In der Zinnoberfabrik in

---

273 RÜCKERT 1789, S. 302.

274 HOCHHEIMER 1792, S. 58 f.

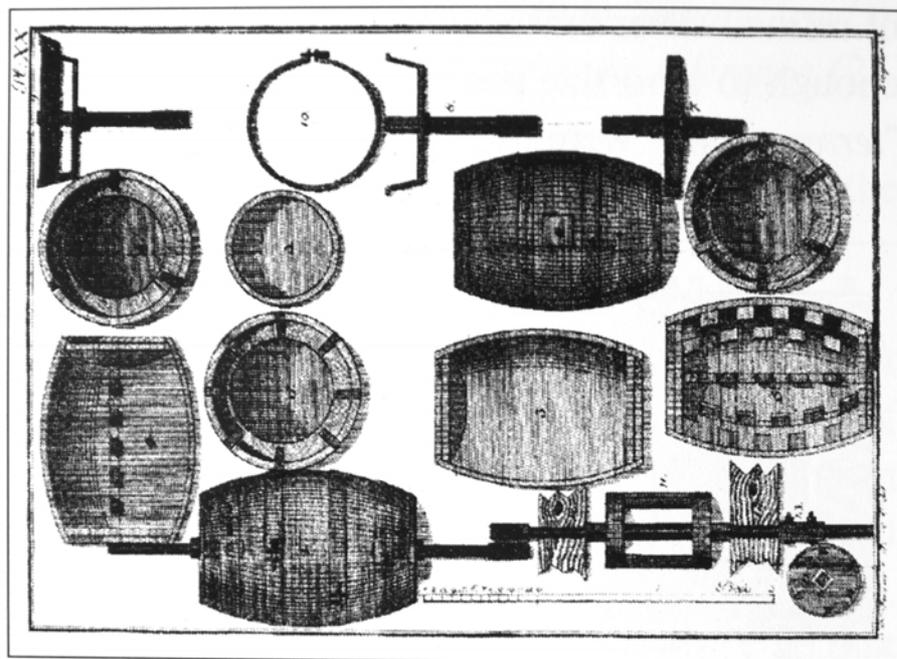


Abb. 19 Rollfässer in Idria, BORN 1788

Idria wurde diese Methode etwa seit dem Jahr 1780 angewendet. Die Rohstoffe mußten dabei im richtigen Mengenverhältnis in kleine Fässer gegeben werden, die dann durch Wasserkraft in eine rotierende Bewegung gebracht wurden. Im Inneren der kleinen Holzfässer waren kleine Leisten montiert, die dafür sorgten, daß die Masse gut gemischt wurde.

#### Vorbereitung des Mohrs für die Sublimation (Abfüllen in Fläschchen)

Für eine schnelle Sublimation wurde immer nur eine relativ kleine Menge des Quecksilbermohrs in das erhitzte Sublimationsgefäß eingefüllt. Die geringe Menge verdampfte dann relativ schnell. Danach konnten nach und nach die nächsten Portionen eingetragen werden. Als Vorbereitung für die Sublimation füllte man den Quecksilbermohr in einzelnen Portionen in tönernen Gefäße ab, wie RÜCKERT 1789 beschreibt:

*Der also bereitete Mohr wird hierauf in soweit zerrieben, daß er in kleine thönerne Fläschgen, welche ohngefähr 24 Unzen Wasser halten, bequem gebracht und auch wieder ausgeleeret werden kann.*<sup>275</sup>

Die „Kleinen irdenen Handkrucken“ mit dem eingefüllten Quecksilbermohr konnten dann „nachher von Zeit zu Zeit“ in das heiße Sublimiergefäß ausgeleert werden, wie FERBER 1778 erwähnt.<sup>276</sup>

#### Sublimationsgefäße in Zinnoberfabriken

War der Mohr in Portionen vorbereitet, konnten die großen Sublimiergefäße erhitzt werden. Die Gefäße hatten ein relativ großes Fassungsvermögen, was auch JUSTI 1758 beschreibt:

*Wo man den Zinnober in großer Menge verfertigt, bedient man sich großer irdener Gefäße, davon jedes einige Centner fassen kann ...*<sup>277</sup>

Die Verwendung der entsprechend stabilen Sublimationsgefäße war ein wichtiger Faktor für die erfolgreiche Herstellung von Zinnober „im Großen“, wie BONZ 1785 belegt.

275 RÜCKERT 1789, S. 303.

276 FERBER 1778, S. 340.

277 JUSTI 1758, S. 508.

*Liebhaber also, die den Zinnober ins Große zu verfertigen gedenken, müssen Sorge tragen, gleich den Amsterdammern sich tüchtige irdene Gefäße zu verschaffen, die den Feuersgrad aushalten, ohne Gefahr des Zerspringens eine Menge Materie auf einmal sublimiren lassen.<sup>278</sup>*

In den meisten Fabriken waren die Gefäße aus Keramik gefertigt. Aus Idria ist bekannt, daß man sich dort gußeiserner Behälter für die Sublimation bediente.

### Sublimationsgefäße aus Keramik

Bei Gefäßen aus Keramik ist die Stabilität von großer Bedeutung, denn reißen sie während der Sublimation, so „darf man davon gehen, und lieber sein Quecksilber verlieren als sein Leben“, warnt WEBER 1787.<sup>279</sup> Auch POMET 1717 macht die richtige Keramikzusammensetzung für das Gelingen der Zinnobers verantwortlich, denn falls eines der Gefäße im Feuer bersten sollte, wäre der Verlust gewaltig.

*Das gantze Geheimniß diesen Zinober zu bereiten, bestehet einzig und allein in der Vermisch= und Zurichtung der Erde, daraus die Gefässe oder Töpfe zur Zinoberbereitung verfertiget werden: denn wenn ein solches Gefäß, wegen der Menge, die sie darinne bereiten zerbersten sollte, würde es ihnen grossen Schaden bringen, ja sie stünden in Gefahr alles miteinander zu verliehren.<sup>280</sup>*

Trotzdem waren die großen tönernen Gefäße der „Brandischen Fabrik zu Amsterdam“ laut RÜCKERT 1789 dünnwandig und leicht.

*Nach Verhältniß ihrer Größe sind sie sehr leicht, sehr dünne gearbeitet, und haben eine grauweise Farbe.<sup>281</sup>*

Detaillierter als die meisten anderen Autoren beschreibt FERBER 1778 die Gefäße, welche in Amsterdam zur Sublimation von Zinnober verwendet wurden.

*Die Sublimirkruken sind aus weissem feuerfestem Pfeifenthon gemacht, ungefähr zwey schwedische Ellen hoch, von elliptischer Gestalt, mit einer weiten Oeffnung, deren Rand ganz glatt und horizontal seyn muß, auf daß die Mündung mit einer glatten Eisenplatte während dem Sublimiren genau bedeckt werden könne. Diese Kruken sind inwendig mit gewöhnlicher Töpferglasur von Silberglätte<sup>282</sup> überzogen ...<sup>283</sup>*

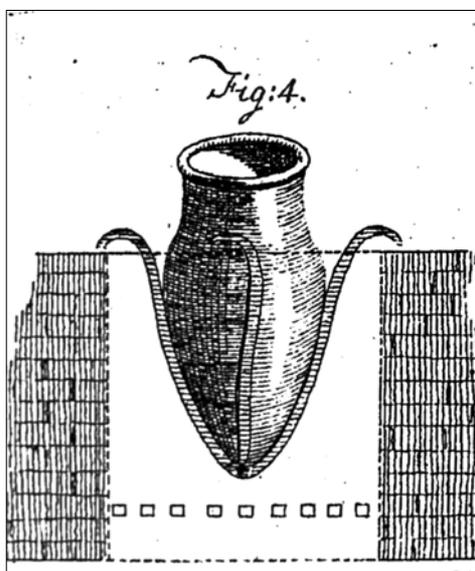


Abb. 20 Gefäß aus Keramik, FERBER 1778

278 BONZ 1785, S. 115.

279 WEBER 1787, S. 51.

280 POMET 1717, Sp. 666.

281 RÜCKERT 1789, S. 303.

282 Die Glasur aus Silberglätte (PbO) sorgte dafür, daß sich der im Inneren sublimierte Zinnober leichter von der Gefäßwand lösen ließ.

283 FERBER 1778, S. 340.

Auch PFEIFFER 1780 gibt an, daß die großen irdenen Gefäße „von aussen mit Lehm zu beschlagen“<sup>284</sup> seien, um sie vor dem Zerspringen im Feuer zu schützen. FERBER 1778 gibt präzise Auskunft über die Zusammensetzung der Schutzschicht für die Sublimiergefäße. Sie wurde zweischichtig aufgetragen und bestand aus einer Mischung von Pfeifenton und Schafwolle mit einer Zwischenschicht Eisenfeilg.<sup>285</sup> Am häufigsten werden Sublimationsgefäße aus Ton beschrieben. Vor allem in den holländischen Zinnoberfabriken herrschten diese Gefäße vor. Wenn sich der fertig sublimierte Zinnober nicht leicht entfernen ließ, so war es möglich, die irdenen Gefäße nach dem Auskühlen – das konnte bis zu einer Woche dauern – zu zerschlagen.



Abb. 21 Sublimationsgefäß aus Gußeisen in Idria 2004



Abb. 22 Vorlagen aus Keramik in Idria 2004

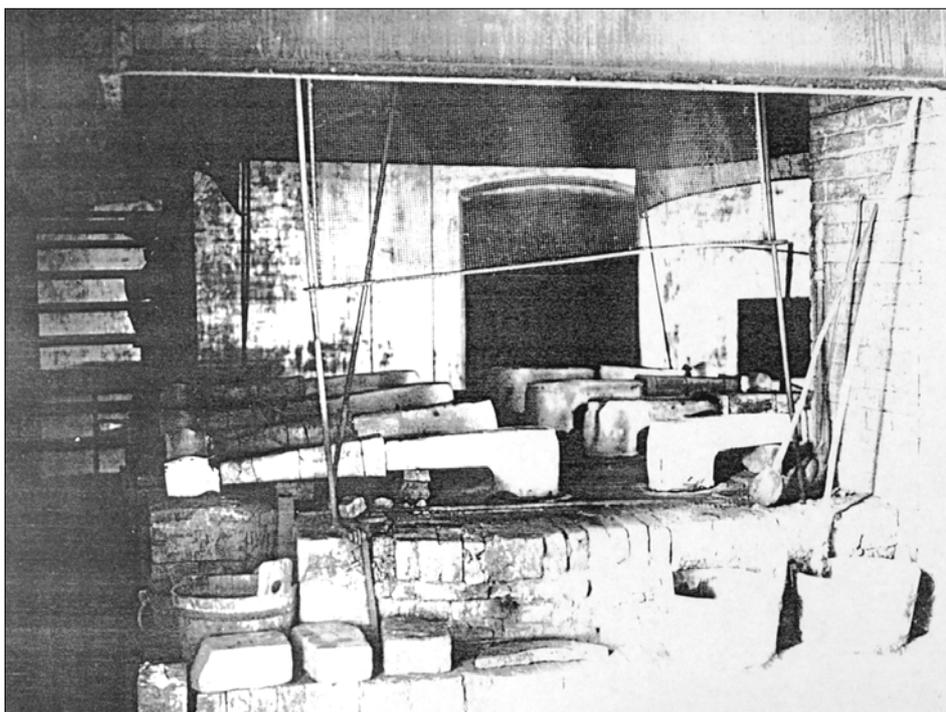


Abb. 23 Zinnoberofen mit gußeisernen Gefäßen und tönernen Vorlagen (Idria 1897), KAVČIČ 1996, S. 14

### Sublimationsgefäße aus Gußeisen

Hauptsächlich bei den Beschreibungen von Zinnoberfabriken in Österreich werden kugelige, gußeiserne Sublimationsgefäße für die Zinnoberherstellung erwähnt (Abb. 21). WEBER 1787 berichtet: „Das Sublimationsgefäß bestund aus einem großen Kessel von gegossenen Eisen, über welchen ein Dekel

284 PFEIFFER 1780, S. 403.

285 FERBER 1778, S. 340.

von eben diesem Metall eingekerbt war.<sup>286</sup> In Idria wurden die Öffnungen dieser Gefäße während der Sublimation mit tönernen, pfeifenförmigen Vorlagen bedeckt, in denen sich der Zinnober in dicken Kristallkrusten anlegen konnte (Abb. 22, 23). Um die Sublimation zu beschleunigen, wurden sie während der Sublimation mit nassen Lappen gekühlt. Wie auch bei den Keramikgefäßen für die Sublimation konnten die tönernen Vorlagen zerschlagen werden, wenn der Zinnober nicht einfach zu entfernen war. Die Gefäße konnten auch mit Metallplatten, oder mit blechernen Destillationshelmen und tönernen Vorlagen für die Aufnahme des sublimierten Zinnobers ausgestattet gewesen sein.

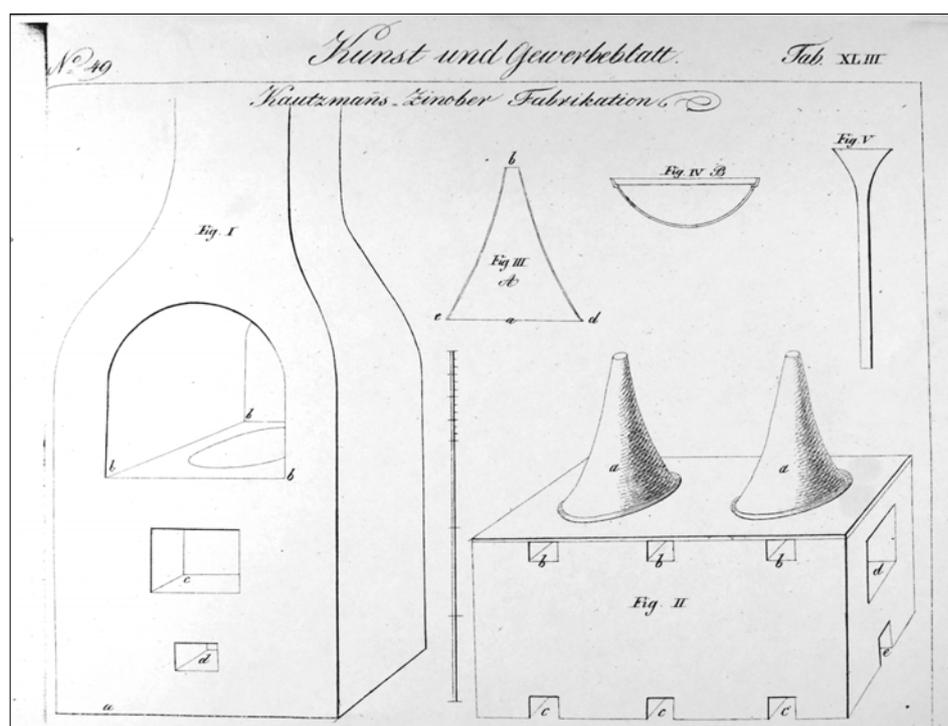


Abb. 24 Zinnoberherstellung in Zweibrücken: halbkugelförmige Blechschalen mit kegelförmigen Blechhelmen zur Aufnahme des sublimierten Zinnobers, in: KAUTZMANN 1830

## Öfen und Brennmaterial

FERBER 1778 erwähnt, in der holländischen Fabrik würde ein „Windofen“<sup>287</sup> für die Zinnoberherstellung verwendet werden. Von größerer Bedeutung als die Art des Ofens ist die adäquate Befestigung der Sublimationsgefäße. Damit die für die Sublimation benötigte Temperatur erreicht werden kann, muß der untere Teil des Gefäßes direkt in der Flamme hängen. Da die Sublimation des Zinnober umso besser funktioniert, je niedriger die Temperatur im oberen Teils des Gefäßes ist, sollte sich das obere Ende des Gefäßes außerhalb des Feuers befinden. FERBER 1778 beschreibt die Montage der Gefäße in einem korbartigen Gestell aus Metallstäben, das in den Ofen eingehängt wurde.

*Eine solche Sublimirkrucke wird nun in einen gewöhnlichen Windofen eingesetzt, und ruhet auf drey unten zusammenhängenden, nach der Rundung der Kruke gebogenen eisernen Stangen, so, daß die Hälfte ihres Körpers im Ofen steht, und unmittelbar dem Feuer bloß gegeben ist, die andre Hälfte über dem Ofen empor raget, wie die 4te Figur vorstellet.*<sup>288</sup>

Die Sublimationsgefäße waren auf diese Art zu zwei Dritteln innerhalb des Ofens eingelassen, wie RÜCKERT 1789 angibt:

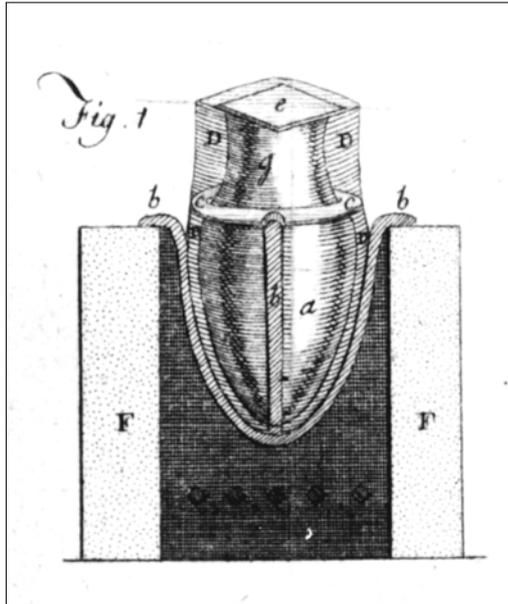
*Die Sublimiröfen sind also gebauet, daß das Feuer einen Spielraum von einigen Zollen um die Gefäße erhält; die Flamme umgibt also zu 2/3 der Höhe die Sublimationsgefäße.*<sup>289</sup>

286 WEBER 1787, S. 43.

287 FERBER 1778, S. 341.

288 FERBER 1778, S. 341.

289 RÜCKERT 1789, S. 306.



Beschreibung in DEMACHY 1784:

„Die achte Tafel. Die erste Abbildung nach Farben, die Sublimationsmethode des Zinobers bei den Holländern im Jahre 1768.

F, der Ofen, auf dessen Obertheile die umgebogenen Spitzgen der drei

b,b,b eisernen Stäbe ruhen, die sich unten vereinigen, um den

a, Bauch des Sublimirtopfs nebst seinem

D, Beschlage zu umfassen und empor zu halten.

C, der breite eiserne Ring, der den

D dicken Beschlage des

g, Halses an der Sublimirkruke unterstützt

e, die eiserne Platte, die genau auf die Oefnung der Kruke passt, und woran sich der Zinober legt.“

Abb. 25 Montage der Gefäße im Ofen, in: DEMACHY 1784, Tab. VIII, Fig. 1

Der über den Ofen herausragende Teil des Gefäßes wurde, wie FERBER 1778 schildert, zur Kühlung mit einer Kittmasse aus „Pfeijenthon, Wolle und Eisenfeil“ zylinderförmig bestrichen, „der dazu dient, den obern Theil des Sublimiergefäßes während der Arbeit zur Beförderung der Sublimation kalt zu halten.“<sup>290</sup> Der zylinderförmige Rand ist in Figur 5 von FERBER 1778 dargestellt.

Da die Sublimation größerer Mengen mehrere Tage dauerte, musste das Feuer so lange „regirt“ werden. Im 16. und 17. Jahrhundert konnte die benötigte Temperatur von über 500° C hauptsächlich mit Holzkohle als Brennmaterial erreicht werden.<sup>291</sup> Da aber Holz in bestimmten Regionen nicht ausreichend vorhanden und daher entsprechend teuer war, setzte sich im Laufe der Zeit Torf<sup>292</sup> als Brennstoff durch. Bei KRÜNITZ 1805 erfahren wir, daß Torf im Vergleich zu guter Holzkohle fast den halben Preis kostete.<sup>293</sup>

Die Verwendung von Torf für die Feuerung der Sublimieröfen begann vermutlich schon vor dem 18. Jahrhundert. In der Umgebung von Amsterdam, wo sich zu Beginn des 17. Jahrhunderts viele (Zinnober)-Fabriken niederzulassen begannen, war die Versorgung mit Brennholz schlecht. Torf wurde jedoch in dieser sumpfigen Region in großen Mengen gestochen und war für viele Prozesse ein gebräuchlicher Brennstoff. HALLE 1794 beziffert den Bedarf an Torf für die Herstellung von Zinnober: drei Zinnoberöfen sollten in 48 Stunden 113 „Tonnen“<sup>294</sup> Torf verbrauchen.

*Die drey Zinnoberöfen verbrauchen in acht und vierzig Stunden hundert dreyzehn Tonnen Torf.*<sup>295</sup>

In Idria wurde im späten 19. Jahrhundert die Verwendung von Braunkohle als Brennmaterial für die Befuerung der Öfen eingeführt.

## Sublimation von Zinnober

Wenn die Sublimiergefäße in den Öfen fast bis zum Glühen gebracht waren, konnten die Gefäße in kleinen Portionen mit Quecksilbermohr befüllt werden. Bei der Sublimation wird der Quecksilbermohr verdampft, um als Feststoff Zinnober zu kondensieren. RÜCKERT 1789 erläutert in seiner Beschreibung das Einfüllen der kleinen Gefäße mit Quecksilbermohr mit der anschließenden Flammenbildung:

<sup>290</sup> FERBER 1778, S. 341.

<sup>291</sup> Vgl. AGRICOLA 1961, S. 189: Für das Probieren der Erze und das „Verschmelzen im großen“ werde Kohle statt Holz als Brennstoff benutzt.

<sup>292</sup> Der Heizwert von Torf liegt bei 3000 bis 4000 kcal pro Kilogramm.

<sup>293</sup> KRÜNITZ 1805, S. 36.

<sup>294</sup> Die beschriebene Gewichtseinheit „Tonne“ konnte für diese Zeit nicht bestimmt werden.

<sup>295</sup> HALLE 1794, S. 80.

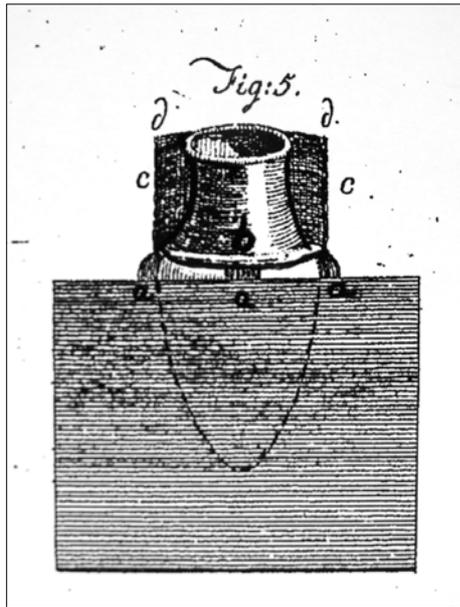


Abb. 26 Sublimationsgefäß, in: FERBER 1778

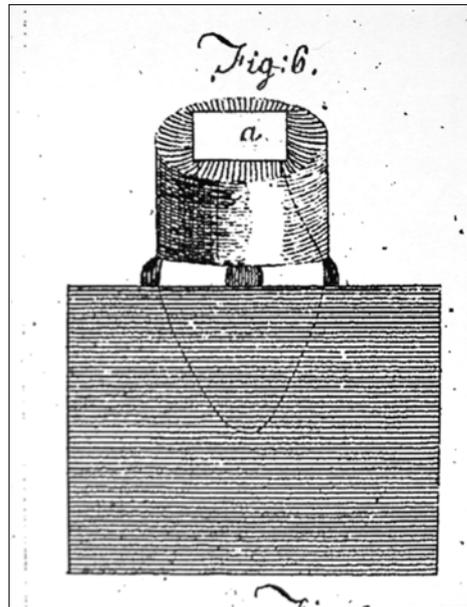


Abb. 27 Sublimationsgefäß, in: FERBER 1778

*Wenn nun, wie oben gesagt, die Töpfe glien, so leeret man in einen derselben, zuerst ein Fläschgen, in der Folge aber 2 bis 3 aus: ... Das Eingetragene entzündet sich hierauf, und die Flamme steigt nicht selten 4 bis 6 Schuh hoch über die Gefäße heraus.<sup>296</sup>*

Gewöhnlich entstand beim Eintragen des Mohrs in das glühende Gefäß kurzzeitig eine Stichflamme, weil sich der im Mohr enthaltene Schwefel entzündete. War die Flamme erloschen, konnte die Platte, der Helm oder andere Hohlkörper, an denen der Zinnober kondensieren sollte, oben über dem Gefäß und dem Zylinder befestigt werden:

*Alsdann legt man eine glatte oder ebene und sehr genau schließende vierseitige eiserne Platte a Fig. 6 über die Oeffnung der Kruke, wodurch die Flamme ausgelöscht wird, und die Sublimation des Zinnober anfängt.<sup>297</sup>*

Die Temperatur bei der Sublimation mußte genau kontrolliert werden, denn war sie zu gering, so verflüchtigte sich entweder Schwefel oder Quecksilber und ein ideales Gelingen des Zinnobers war nicht mehr möglich. Aus diesem Grund gibt JUSTI 1758 den Hinweis, man solle die Temperatur des Feuers von Anfang an so hoch halten, wie es die Gefäße ohne zu zerspringen vertragen könnten:

*... daß man gleich Anfangs das Feuer so sehr verstärket, als es das Gefäß ohne zu zerspringen, vertragen kann. Unterläßt man dieses, und giebt Anfangs eine geraume Zeit ein gelindes Feuer; so wird ein guter Theil Schwefel vor sich allein aufsteigen. Denn der Zinnober erfordert ein sehr starkes Feuer, wenn er aufsublimiren soll.<sup>298</sup>*

### Zinnoberbrote / Zinnoberkuchen

Durch die Sublimation kristallisierte der kondensiert Zinnober unter anderem an der Abdeckung des Sublimiergefäßes bzw. der Vorlage als dem kältesten Punkt. Wenn sich genug Zinnober niedergeschlagen hatte, konnten die mit den sog. „Zinnoberkuchen“ oder „Zinnoberbrotten“ belegten Vorlagen abgenommen werden. Das Abheben des Zinnobers, der sich auf den Metallplatten „angesetzt“ hatte, schildert FERBER 1778:

296 RÜCKERT 1789, S. 304.

297 FERBER 1778, S. 342.

298 JUSTI 1758, S. 508.

*Der Zinnober legt sich an der ... inwendigen Seite der eisernen Platte ... als an dem kältesten Orte, an, und wenn die Arbeiter urtheilen, daß ein genug dicker Kuchen sich angesetzt habe, hebt man die ganze Platte mit einer eisernen Zange behutsam ab ...*<sup>299</sup>

Die Zinnoberkuchen waren teilweise sehr groß und wegen des hohen spezifischen Gewichts von Quecksilbersulfid auch ausgesprochen schwer. Die Größe und das Gewicht der Kuchen schwankte aber je nach Fabrik, denn die Größe bedingte sich durch den Durchmesser der Öffnung des Sublimiergefäßes, der Menge der Rohmaterialien und der Dauer der Sublimation. Da sich die Quellen auf verschiedene Fabriken beziehen, variieren auch die jeweiligen Gewichtsangaben der Kuchen. So beschreibt POMET 1717, daß die Holländer „*Stücken zu drey bis vier hundert Pfunden bereiten können; und dieses ohne sonderbare Mühe*“.<sup>300</sup> Da RÜCKERT 1789 die Größe der eisernen Platten mit „*einem Schuh im Quadrat*“<sup>301</sup> angibt, waren die erhaltenen Zinnoberkuchen etwas kleiner als 30 cm im Durchmesser. DEMACHY 1784 äußert sich über die 80 bis 90 Pfund schweren Zinnoberbrote einer anderen, nicht näher bezeichneten Fabrik, die sich jedoch nicht in Holland befand:

*Nun läßt man es erkalten, und nimmt die Deckel, mit dem sublimirten Zinnober beladen, hinweg ... Dann findet man jeden Deckel mit einem runden Brode angefüllt, welches so dick ist, als der Deckel Tiefe hat, und in 3 Lagen deutlich abgetheilt, am Gewichte 80 bis 90 Pfund schwer.*<sup>302</sup>

ZEDLER 1732–1754 zitiert POMET 1717 mit der Angabe des Gewichts der Kuchen von „*3. bis 4. Centner*“:

*Daß die Kuchen oder Stücker, darinne der gemachte Zinnober aus Holland gebracht wird, Schicht=weiß an einander hangen, und nachmahls 3. bis 4. Centner wiegen.*<sup>303</sup>

Die erwähnten drei oder mehr Schichten im Kuchen bildeten sich hierbei durch mehrmalige Zugabe kleinerer Mengen von Quecksilbermoor. War ein Sublimationsgefäß erhitzt, wurde darin mehrmals in einigen Stunden Zinnober sublimiert.

*Jede vierte und fünfte Stunde ... schüttet man aus den kleinen Fläschchen frischen Moor hinzu, bis endlich der ganze Satz sublimiert ist. Hierdurch erhalten die Brode verschiedene Schichten oder Lagen ...*<sup>304</sup>

In der Beschreibung von DEMACHY 1784 wird deutlich, daß die Schichtungen unter anderem durch unterschiedliche Größen der Kristalle des Zinnobers entstehen, denn der Kuchen,

*... scheint wenigstens von 3 Arten Nadeln zusammengesetzt zu seyn, welches andeutet, daß man mit einem und eben demselben Gefäße mehrere Sublimationen angestellt hat, ehe das Produkt erhalten wird.*<sup>305</sup>

Die Zinnoberbrote wurden entweder als Ganzes gehandelt oder zu gemahlenem sogenannten Vermillon weiter verarbeitet, wie FERBER 1778 erwähnt:

*Die Zinnober=Kuchen ... schlägt und bricht man los, und hebt sie so zum Verschicken oder Zermahlen auf ...*<sup>306</sup>

Als Bezeichnungen für die Zinnoberbrote finden sich in den Quellen am häufigsten: „*Zinnober=Kuchen, rober Zinnober, gantzzer Cinnober, Brodte des Zinnobers*“.<sup>307</sup> POMET 1717 bezeichnet diesen als „*wie ein Stein zubereiteter Zinnober*“<sup>307</sup>, FERBER 1778 verwendet den Begriff „*rober Zinnober*“:

*... daß die runden Kuchen oder Brode des Zinnobers, in welcher Gestalt der rohe Zinnober gewöhnlich verschickt wird ...*<sup>308</sup>

Die ganzen Kuchen oder Brote entsprechen vermutlich dem in Apothekentaxen als „*cinnabaris crudi*“<sup>309</sup> bezeichneten Zinnober. ZEDLER 1732–1754 benennt die Kuchen mit „*gantzen Cinnober, welchen wie gesagt die Holländer an grossen Stücken schicken*“.<sup>310</sup> Schon im Handelsbuch von Lorenz Meder um 1558 findet sich die Angabe, in Antwerpen würde das Handelsgut „*Zinnober nach Pratt [Brot] zu 150 Pfund*“ gewogen.<sup>311</sup> Diese Handelsware war sicher ein solcher Zinnoberkuchen. Es

299 FERBER 1778, S. 342–343.

300 POMET 1717, Sp. 665.

301 RÜCKERT 1789, S. 304: „... so bedeckt man der Töpfe Mündung mit einem 1 Schuh im Quadrat großen und 1 ½ Zoll dicken eisernen Plättgen, welches sehr gut anschließet.“

302 DEMACHY 1784, S. 137.

303 ZEDLER, Bd. 6 (1733), Sp. 74.

304 HOCHHEIMER 1792, S. 63.

305 DEMACHY 1784, S. 136.

306 FERBER 1778, S. 343.

307 POMET 1717, Sp. 666.

308 FERBER 1778, S. 343.

309 Von lat. *crudus*, *a, um* = roh.

310 ZEDLER, Bd. 6 (1733), Sp. 74.

311 KELLENBENZ 1974, S. 36.

sei aber darauf hingewiesen, daß synthetischer Zinnober aus China mit Alaun und Leimwasser zu ähnlichen Kuchen geformt wurde.

Zinnober sublimierte aber nicht ausschließlich als Kuchen an der oberen Abdeckung. In geringem Umfang legte er sich auch im Inneren des Gefäßes an. Um den dort entstandenen Zinnober zu entnehmen, mußten teils die abgekühlten irdenen Gefäße zerschlagen werden, wie HOCHHEIMER 1792 beschreibt:

*Wenn hierauf alles erkaltet ist, so nimmt man die Töpfe aus dem Ofen, schlägt sie entzwey und sammelt den innwendig noch ansitzenden Zinnober.<sup>312</sup>*

Ähnlich schildert auch RÜCKERT 1789 das Zerbrechen der Sublimationsgefäße:

*Nachdem alles erkaltet, werden die Gefäße sammt dem Kranz, der das Zerbersten verbindert, herausgezogen und zerschlagen. Man findet in 1 Topfe jederzeit 400 Pf., in 3 Töpfen also 1200 Pf. Zinnober.<sup>313</sup>*

### Mahlen von synthetischem Zinnober

Ein wichtiger Arbeitsschritt für die Herstellung von feinem Zinnoberpigment ist das Mahlen, dem DOSSIE 1760 eine ausschlaggebende Wirkung auf die Intensität der Farbigkeit und Qualität zuschreibt:

*Der Mahlerzinnober muß so fein gerieben werden, als möglich ist: denn es trägt so wohl zu seiner schönen Farbe, als zu seinen andern Vorzügen nichts so viel bey, als die Feinheit des Pulvers.<sup>314</sup>*

Der in Holland hergestellte so genannte Stückzinnober – also ganzer Zinnober – wurde, wie FERBER 1778 beschreibt, in „der Mühle zu Sardam“ zu Zinnoberpigment gemahlen:

*Zu dem Ende war ein Pochwerk, und ein bey verschiedenen Pulvermühlen sonst gebräuchliches Mahlwerk mit einem circelförmigen, auf der Kante, auf einem horizontalliegenden runden Stein herum geriebenen Läufer, errichtet.<sup>315</sup>*

Laut FERBER 1778 wurde der Zinnober in der Zinnobermühle in Sardam in drei verschiedenen Feinheitsgraden, nämlich „grogen, feinen und suprafeinen eingetheilt“ und gemahlen.<sup>316</sup> Die Windmühlen um Amsterdam verarbeiteten neben Zinnober auch andere „Farbwaaren ... in Menge“, darüber hinaus Importprodukte, wie etwa Kaffee, den FERBER 1778 erwähnt:

*Ueberhaupt giebt es zu Sardam eine fast unendliche Menge von Windmühlen allerley Art, worauf verschiedene Farbwaaren ... in Menge zerrieben werden. Man benutzet die Lage dieses Orts und die Kraft der Winde auf eine nachahmungswürdige Art zu allerley Bereitungen.<sup>317</sup>*

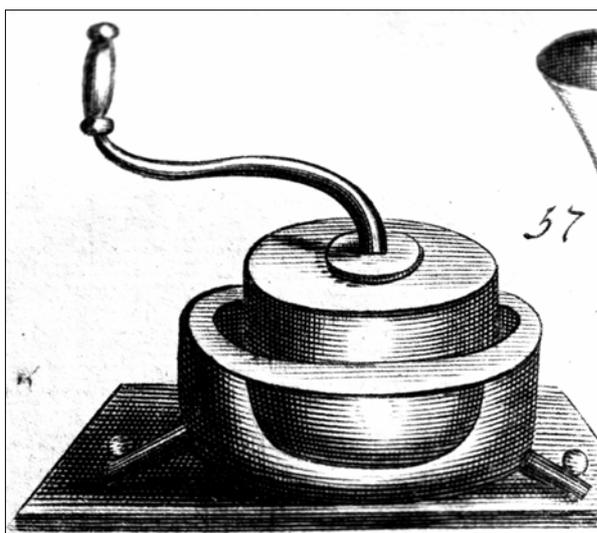


Abb. 28 Handmühle, in: SCHROEDER 1693

312 HOCHHEIMER 1792, S. 63.

313 RÜCKERT 1789, S. 305.

314 DOSSIE 1760, S. 220.

315 FERBER 1778, S. 346.

316 FERBER 1778, S. 344.

317 FERBER 1778, S. 347.



Abb. 29 Windmühle, in: DENIS DIDEROT: Encyclopédie ou Dictionnaire universel Raisonné des Connoissances Humaines, Planches, Tome I, Yverdon M. DCC. LXXV (1775), Tafel 13

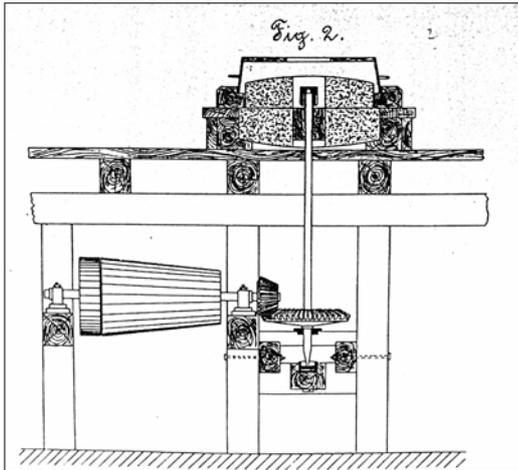


Abb. 30 Konstruktion der Mechanik der Mhlsteine in Idria 1897, in: KAVI 1996, S. 100



Abb. 31 Gestapelte Mhlsteine in Idrias ehemaliger Zinnoberfabrik, Idria 2004

Das richtige Mahlen von Zinnober ist von groer Bedeutung, da die Korngre des Pigments einen wichtigen Faktor fr die endgltige Tnung darstellt. KAUZMANN 1831, der ber seine Zinnoberfabrik berichtet, stellt fest, die Beschaffenheit der Mhlsteine sei wesentlich fr die Qualitt des Produkts:

*Da bey dieser Operation, sehr wesentlich viel auf die Beschaffenheit der Mhlsteine ankommt, ist berflssig weiter zu erwhnen.*<sup>318</sup>

In Idria wurden die Zinnobermhlen nicht mit Wind, sondern mit Wasserkraft betrieben. Hier fanden, laut BREITKOPF 1789, Mhlsteine aus feinkrnigem Granit Verwendung:

*Die Mahlung des Zinnobers geschieht auf dem nassen Weg auf Mhlsteinen vom feinkrnigen Granit ...*<sup>319</sup>

Wie DEMACHY 1784 erlutert, wurde der Zinnober dabei mit Wasser geschlmmt:

*Dann schlemmen sie ihn mit vielem Wasser, und nehmen nach und nach immer das feinere und feinere Pulver hinweg, welches von einer Schnen Rthe ist, und unter dem Namen Vermillon in den Handel kmmt.*<sup>320</sup>

Die bisher beschriebenen Mhlen waren fr das Mahlen groer Mengen von Zinnober gebruchlich. Der feinste Zinnober kann aber nur durch das Reiben mit dem Lufer auf dem Reibstein erhalten werden, wie unter anderem auch DOSSIE 1760 feststellt:

*Er kann aber mit dem Lufer und Reibesteine viel feiner oder klrer gemacht werden, als mit der Mhle.*<sup>321</sup>

Die feine Mahlung des Zinnobers mit Wasser auf dem Reibstein war entscheidend fr den „Glanz“ und die „Gte“ des Zinnobers, wie ANONYMUS 1792 berichtet:

*Diesem sublimirten Theil lvigire man nunmehr so fein, als es mglich ist, weil eben hiervon sein Glanz und seine Gte abhngt.*<sup>322</sup>

Kleine Handmhlen (Abb. 28), die meist aus Stahl gefertigt waren, wurden zum Mahlen kleinerer Mengen verwendet. DEMACHY 1784 vergleicht die in Holland verwendeten „Vermillonmhlen“ mit denen, welche die Fayencemacher zur Zerkleinerung der Schmelzfritten gebrauchten:

*Sie zermahlen den Zinnober in Mhlen, die denen gleichkommen, welcher sich die Fayencemacher zur Zerreibung ihrer Schmelzfritten bedienen. Diese nennen sie Vermillonmhlen.*<sup>323</sup>

Da durch das Mahlen teils erhebliche Unterschiede in der Farbigkeit des Zinnobers erzielt werden konnten, beschreibt WEBER 1787:

318 KAUZMANN 1831, Sp. 651.

319 BREITKOPF 1789, Bd. IV, S. 63.

320 DEMACHY 1784, S. 83.

321 DOSSIE 1760, S. 220.

322 ANONYMUS 1792, S. 37.

323 DEMACHY 1784, S. 139.

... ein kleiner Umstand bei dem Mahlen des Zinnober kann einen solchen Unterschied der Farbe, sowohl nach dem Aeußerlichen als nach dem Innerlichen hervor bringen, daß, wer es nicht gesehen hat, es nicht glauben wird und kann.<sup>324</sup>

### Raffination und Vergütung von gemahlenem Zinnober

Der als „Vermillon“ bezeichnete Zinnober war stets eine gemahlene und durch verschiedene Techniken vergütete Zinnobersorte. In den Quellen findet sich zum Beispiel bei POMET 1717 die Bezeichnung Vermillon für mit Wasser oder Seewasser geriebenem Zinnober:

*Was den Vermillon betrifft, derselbe ist nichts anders, als solcher wie ein Stein zubereiteter Zinober, der mit gemeinem Wasser oder aber mit Seewasser abgerieben worden.*<sup>325</sup>

Bei MARPERGER 1708 steht die Bezeichnung „Vermillon“ im Zusammenhang mit flüssigen Raffinationsmethoden mit Hilfe von Urin oder „*Spiritu Vini*“, also Alkohol:

*Nächst den ganzen Zinnober welchen uns die Holländer in grossen Stücken schicken / kommt auch der von ihnen zerstoßene / und entweder mit Urin oder Spiritu Vini praeparirte Vermillon.*<sup>326</sup>

Generell wurde der Zinnober nach dem Mahlen gereinigt, um Verunreinigungen oder ungebundenen, „*freien Schwefel*“ zu lösen und zu entfernen. Dieser Prozeß konnte entweder in Zinnoberfabriken oder in Mühlen vorgenommen werden. Da im Handel neben dem „Vermillon“ auch ganzer Zinnober, also Stückzinnober erhältlich war, konnte dieser Vorgang auch vom Maler selbst durchgeführt werden. In einigen kunsttechnologischen Quellen sind Hinweise zum Reiben des Zinnober zum Beispiel mit „*Knabenharn*“ enthalten, was dem Verfahren der Raffination mit Laugen entspricht. In Zinnoberfabriken wurde meist Pottasche ( $K_2CO_3$ ) als Lauge für die Raffination verwendet, seltener nennen die Quellen auch Kalilauge (KOH). Der gemahlene Zinnober wurde gemeinsam mit der Lauge in großen Kesseln erhitzt. Wenn die Verunreinigungen gelöst waren, wurde die überstehende Flüssigkeit abgossen und der im Zinnober enthaltene Rückstand mit Wasser ausgewaschen. Dieser Prozeß konnte einen Zeitraum von mehreren Tagen in Anspruch nehmen. BREITKOPF 1789 erklärt, der Zinnober verliere beim Mahlen seine Farbigkeit und wird blasser, da ihm dadurch etwas Schwefel entzogen würdem – tatsächlich hat die Änderung der Farbigkeit mit der Korngröße des Pigments zu tun.

*Da der Zinnober bey dem Mahlen einen Theil seines Phlogiston, oder wie die Manipulanten zu sagen pflegen, seinen Schwefel verlieret, und also dadurch blasser wird, so hat man auch wieder dagegen Mittel angewendet, solchen bey dem Mahlen zu ersetzen, um seine hohe Farbe zu erhalten.*<sup>327</sup>

Von BREITKOPF 1789 erfahren wir weiter, daß man deshalb „*flüssige Schwefelleber*“<sup>328</sup> während dem Mahlen zugab, um Schwefel zuzuführen und so zur Verbesserung der roten Farbigkeit beizutragen. Nach dem Mahlen wurde die restliche Lösung mit Wasser ausgewaschen:

*... welches Mittel aber durch das Auslaugen des Zinnober wieder abgesondert wird, und nicht das geringste Fremdartige dabey bleibt ... sie brauchen die flüssige Schwefelleber dazu ...*<sup>329</sup>

Schwefelleber bewirkt die Umsetzung von restlichem Quecksilber und Schwefel zu Zinnober. Der „*Geschmack*“ des so vergüteten Zinnober war ein Hilfsmittel, die Reinheit zu erkennen:

*... welches ein Fehler wäre, wenn man solches durch den Geschmack an dem Kaufmannsgute noch merkte, wie der Verfasser vorgiebt bemerket zu haben.*<sup>330</sup>

Offenbar konnte die Farbigkeit des Zinnober neben Schwefelleber auch mit Salpetersäure ( $HNO_3$ ) verbessert werden, was ANONYMUS 1824 als Praxis der holländischen Fabriken angibt:

*Man nennt den feinsten Zinnober Vermillon, dessen Rötbe in Holland dadurch erhöbet wird, daß man ihn mit Salpetersäure zusammenreibt.*<sup>331</sup>

Auf eine weitere Vergütungsmethode des Zinnober weist WEBER 1787 hin: Zinnober könne durch die Wirkung der „*Luft*“, also durch eine Art Oxidation, glänzender gemacht werden:

*Noch muß ich dieses erinnern – daß der Zinnober eine Farbe ist, worauf Luft und Wasser eine Wirkung haben. Diese zwei Elemente können eine Veränderung der Farbe hervor bringen. Lasse man z. B. den*

324 WEBER 1787, S. 252.

325 POMET 1717, Sp. 666.

326 MARPERGER 1708, S. 142.

327 BREITKOPF 1789, Bd. IV; S. 63 f.

328 Schwefelleber ist Kaliumsulfid,  $K_2S_5$ .

329 BREITKOPF 1789, Bd. IV, S. 64.

330 BREITKOPF 1789, Bd. IV, S. 64.

331 ANONYMUS 1824, S. 41.

*Zinnober lange an der freien Luft liegen, doch so daß keine Unreinigkeiten dazu kommen können; so wird man finden, daß er glänzender wird.*<sup>332</sup>

Vor allem aber „Wasser“ mit verschiedenen Zusätzen, wie Gips, Kochsalz, Alaun oder Vitriol konnte, laut WEBER 1787, erhebliche Unterschiede in der Farbigkeit des Zinnobers bewirken:

*Das Wasser kann noch mehr Veränderungen bei dieser Farbe machen; selbst das Regenwasser macht nicht gleiche Nuances. Ein Wasser das Gips, Kochsalz, Alaun, Vitriol u. dgl. in sich enthält, wird immer eine andere Erscheinung von Farbe hervorbringen.*<sup>333</sup>

Die Vergütung des Zinnobers beinhaltete also die „Wirkung der Luft“ über einen längeren Zeitraum und die Behandlung mit „Wasser“, das Zusätze wie Gips, Kochsalz, Alaun oder Vitriol enthielt. WEBER 1787 hatte im Zusammenhang mit seiner Zinnoberfabrik, wie er sagt, „hundert verschiedene Zusätze bei dem gemahlten Zinnober versucht, und gewiß mehr als 10 Abfälle der Farbe gesehen, von einem und eben demselben Stückchen sublimierten Zinnober.“<sup>334</sup> Folglich waren erhebliche Unterschiede durch raffinierende Zusätze zu erzielen.

### „Nasse“ Verfahren

Neben den bisher behandelten trockenen Verfahren existieren einige sogenannte „nasse“ Verfahren (siehe Graphik zur Herstellung, S. 46). Bei diesen wird aus quecksilberhaltigen und schwefelhaltigen Ausgangsstoffen mit Lösungsmitteln synthetischer Zinnober hergestellt. Da nicht Wasser, sondern andere Lösungsmittel angewendet werden, ist die Bezeichnung „nasses“ Verfahren etwas irreführend. Sie wird jedoch auch hier verwendet, da sie in der Literatur gängig ist.

Als Ausgangsstoffe für nasse Verfahren konnten neben reinem Quecksilber auch seine Oxide und Salze verwendet werden. Die häufigsten sind: „Weißer Präzipitat“ (Quecksilberammoniumchlorid  $\text{ClHgN}_2\text{H}_2$ ); „Corrosivisches (ätzendes) Quecksilbersublimat“ (Quecksilberchlorid  $\text{HgCl}_2$ ); „versüßtes Quecksilber – Mercurius dulcis, Kalomet“ (Quecksilberchlorür  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ), „Mineralischer Turpith – Turpethum Minerale“ (Quecksilbersulfat  $\text{HgSO}_4$ ). Diese Quecksilberpräparate verbinden sich mit schwefelhaltigen Lösungsmitteln durch leichtes Erwärmen, Schütteln und „Digerieren“, also lösen, in einem Kolben. Durch eine Fällungsreaktion bildet sich dann ein Niederschlag von rotem Quecksilbersulfid ( $\text{HgS}$ , Zinnober).

Die für die Herstellung auf nassem Weg benötigten meist schwefelhaltigen Reagenzien sind Schwefelalkalien, wie Schwefelammonium oder Schwefelleberlösung<sup>335</sup>. Der in den Quellen als „flüchtige Schwefelleber“ bezeichnete Stoff ist eine kalziumhaltige, alkalische Sulfidlösung. Desweiteren wurden Kaliumsulfide, -polysulfide, -sulfate oder -thiosulfate als schwefelhaltige Lösungsmittel für nasse Verfahren verwendet. Während der Reaktion verbindet sich das Quecksilber der Quecksilberverbindung mit dem Schwefel der Schwefelverbindung zu Zinnober  $\text{HgS}$ . Die vereinfachte Reaktionsgleichung für die Bildung von Zinnober durch nasse Verfahren aus Quecksilber- und Schwefelverbindungen verläuft nach:



In den Quellen finden wir die Formulierung der Bildung von Zinnober ( $\text{HgS}$ , Quecksilbersulfid) aus Quecksilberverbindungen und Schwefelverbindungen explizit bei WIEGLEB 1771. Er beschreibt, daß bei dieser Art von Verfahren „Mercurius und Schwefel vorhanden [sind], und sich aus ihren gegenseitigen Verbindungen lösmachen ... sich zusammen verbinden konnten [und] ein Zinnober werden“<sup>336</sup> könnten. WIEGLEB 1771 bemerkt bei der Beschreibung eines nassen Verfahrens, daß sich die Farbe der Ausgangsstoffe innerhalb eines Tages

*... in eine Zinnoberrotte verkehret, und also auf eine belustigende Art ein Mittel abgiebet, den Zinnober ohne Feuer zu machen.*<sup>337</sup>

Das bei Temperaturen zwischen 40 und 60° C erhaltene Fällungsprodukt Zinnober enthält ungebundenen Schwefel und Verunreinigungen, die durch Waschen mit Lösungen (Kalilauge, Salpetersäure) und anschließendes Filtrieren entfernt wurden. Der durch nasse Verfahren

332 WEBER 1787, S. 255.

333 WEBER 1787, S. 255.

334 WEBER 1787, S. 256.

335 BRACHERT 2001, S. 226: Schwefelleber, auch Hepar sulfuris ( $\text{K}_2\text{S}$ ).

336 WIEGLEB 1771, S. 40.

337 WIEGLEB 1771, S. 37.

hergestellte Zinnober liegt am Ende der Reaktion bereits als rotes Pulver vor und muß nicht gemahlen werden. Dies war eine große Kostenersparnis und ein Vorteil der durch nasse Verfahren hergestellten Zinnobersorten, wie HERMBSTÄDT 1809 formuliert:

*... da sie einfacher und weniger kostspielig als die vorher beschriebene, auf dem trockenen Wege veranstaltete Zubereitung ist, derselben vorgezogen zu werden verdient.*<sup>338</sup>

Außerdem wurden für die nassen Verfahren keine Öfen und kein Brennmaterial benötigt, wie BERSCH 1890 erwähnt:

*... man braucht zur Darstellung des Präparates ... keinerlei besondere Vorrichtung: ein Apparat zur Darstellung des Schwefelammoniums und eine Anzahl von Glasgefäßen ist Alles, dessen man hier bedarf.*<sup>339</sup>

Da die nassen Verfahren in Deutschland entwickelt und später dort auch näher erforscht wurden, ist in der Literatur unter anderem die Bezeichnung „*Deutsches Verfahren*“ gebräuchlich. Schon seit Ende des 17. Jahrhundert versuchte man in Deutschland die Anwendung nasser Verfahren zu perfektionieren – anfangs jedoch ohne großen Erfolg, wie JABLONSKI 1748 erwähnt:

*Teutschland, woselbst man auch an dem geriebenen Zinnober arbeitet, so aber mehrentheils mislinget.*<sup>340</sup>

Der „*geriebener*“ Zinnober bezeichnet hier den schon pulverförmig vorliegenden Zinnober bei nassen Verfahren. Erst seit Beginn des 19. Jahrhunderts war die Entwicklung dieser Verfahren so weit ausgereift, daß sie sich verbreiteten. In der Zinnoberfabrik in Idria wurden ab Ende des 19. Jahrhunderts gußeiserne Schüttelgefäße für die Herstellung Verfahren eingeführt. Sie konnten auf einer durch Wasserkraft betriebenen Schaukel in eine schüttelnde Bewegung gebracht werden (Abb. 32, 33).



Abb. 32 Schüttelgefäß für die Herstellung von nassem Zinnober aus dem 19. Jahrhundert in Idria, Heimatmuseum Idria 2004

---

338 HERMBSTÄDT 1809, S. 332.

339 BERSCH 1890, S. 852.

340 JABLONSKI 1748, Bd. 2, S. 1441.

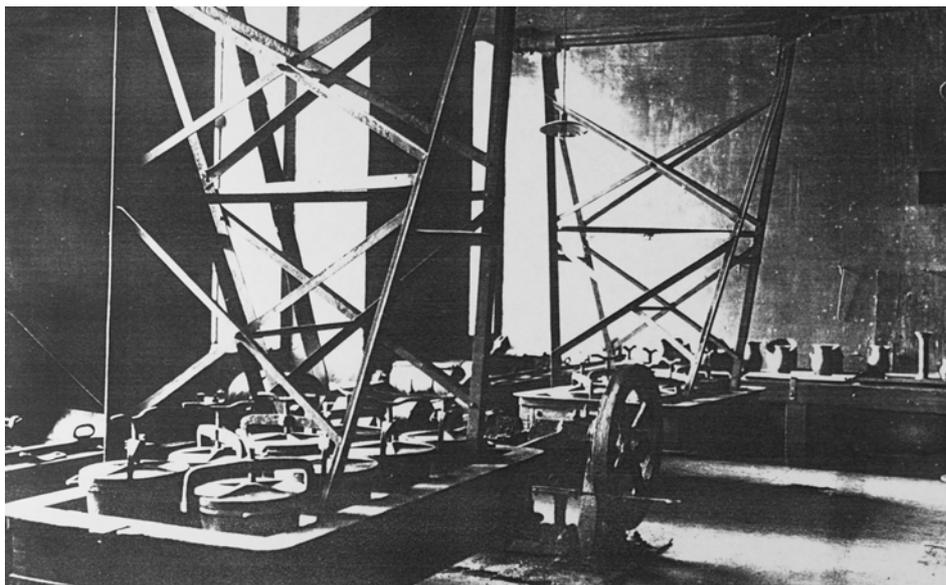


Abb. 33 Schüttelapparat in Idria 1897, in: KAVČIČ 1996, S. 16

### Nasses Verfahren mit Quecksilber und Ammoniumpolysulfid

In der Literatur wird stets das Rezept, das 1687 von SCHULTZ<sup>341</sup> publiziert wurde, als erste Beschreibung eines nassen Verfahrens bezeichnet. Im Rezept wird beschrieben, daß sich aus „flüchtiger Schwefelleber“ und Quecksilber bei geringer Temperatur durch leichtes Schütteln Zinnober bildet. Bei SCHULTZ 1687 wird die „flüchtige Schwefelleber“ als „*Tinctura Sulphuris volatilis*“ bezeichnet. Die Zusammensetzung dieses alkalischen, schwefelhaltigen Lösungsmittels erfahren wir von ZEDLER 1732–1754, der es als „*Spiritus Sulphureus Fumans*“<sup>342</sup> bezeichnet:

*... er ist aber nichts anderes, als ein mit Schwefel beschwängelter Salmiac=Geist ... eigentlich eine zarte und flüchtige Auflösung des Schwefels in einem flüchtigen Alkali ... Zu Verfertigung dieses Geistes hat der erste Urheber Beguin ... vier Theile Schwefel, zwey Theile Kalck, und einen Theil Salmiac verordnet.*<sup>343</sup>

Der ungelöschte Kalk stellt dabei die alkalische Komponente der Lösung dar. Im Jahr 1722 wurde dieses Verfahren nochmals von FRIEDRICH HOFFMANN publiziert. Auch in kunsttechnischen Quellen, etwa bei LE PILEUR 1781, wird diese Methode beschrieben. Er kennt die Herstellungsmethode Zinnober aus „*1/2 Drachma reinem Quecksilber*“ und der von ihm „*Tinctur des volatilischen Schwefels*“ genannten „flüchtigen Schwefelleber“. Die „*Tinctur des volatilischen Schwefels*“ sollte aus Kalk, Salmiak und „*Schwefelblumen*“ bestehen, die mit Wasser destilliert wurden.<sup>344</sup>

*Gießet auf ... Quecksilber anderthalb Unzen von der Tinctur des volatilischen Schwefels oder dem durchdringenden Liquor des Boyle ... Wenn es hierauf wohl verstopft worden, so müsset ihr das Quecksilber in die allerkleinste Kügelgen zu verwandeln suchen, und zu diesem Ende aller Tage zum öftern herumschütteln. Anfänglich wird es schwarz werden, wenn man aber mit dem schütteln fortfährt, und es wechselweise in eine gelinde Wärme setzet und digeriren lässt, so wird es sich endlich in Zinnober verwandeln unter der Gestalt eines sehr rothen Pulvers.*<sup>345</sup>

Das Verfahren mit flüchtiger Schwefelleber „*spiritu fumanto sulphurato Beguini*“ kann auch, wie WIEGLEB 1771 erstmals beschreibt, mit pulverisiertem Quecksilbersublimat „*Mercurius sublimatus*“ (HgO) als quecksilberhaltigem Ausgangsstoff durchgeführt werden:

*Wenn man etwas pulverisierten Mercurius sublimatus mit drey bis viermal so viel von dem spiritu fumanto sulphurato Beguini vermischt wird ... sich nach und nach verändert, und binnen vier und zwanzig Stunden in eine Zinnoberrothe verkehret ...*<sup>346</sup>

341 SCHULTZ 1687, S. 322.

342 ZEDLER, Bd. 39 (1744), Sp. 233: „*Spiritus Sulphureus Fumans, Rauchender und schwefelichter Geist ... der sonst auch Tinctura Sulphuris Volatilis, oder Spiritus Salis ammoniaci Sulphureus genennet wird.*“

343 ZEDLER, Bd. 39 (1744), Sp. 233.

344 LE PILEUR 1781, S. 28.

345 LE PILEUR 1781, S. 26–27.

346 WIEGLEB 1771, S. 37.

## Nasses Verfahren mit Kalilauge

Ein weiteres nasses Verfahren erfolgt mit Kalilauge (KOH), die zusammen mit Quecksilber und Schwefel unter der Einwirkung von Wärme zur Bildung von Zinnober führt. Diese Herstellungsmethode wurde erstmals 1797 von Kirchoff entwickelt und Anfang des 19. Jahrhunderts von C. F. BUCHOLZ untersucht und verbessert. Publiziert wurden seine Forschungsergebnisse unter anderem in CRELLS Chemischen Annalen. BUCHOLZ verwendete für das von ihm praktizierte nasse Verfahren Quecksilber, Schwefel und Kalilauge als Ausgangsstoffe.<sup>347</sup> Die „*Kaliauflösung, welche die Hälfte an trockenem reinem Kali enthält*“,<sup>348</sup> beschreibt er zuvor. Aus diesen Stoffen wurde, wie der Autor angibt, „*durch 4stündiges Schütteln und 12stündiges Digeriren der schönste Zinnober gebildet*.“<sup>349</sup>

Auch ANONYMUS 1820 bezieht sich bei seinen Ausführungen „*Von der Zinnoberbereitung auf nassem Wege*“ auf die Versuche von BUCHOLZ:

*Vier Theile Quecksilber werden mit einem Theil gepulverten Schwefel und 3 Theilen reinem Kali in 6 Theilen Wasser aufgelöst, in einem geräumigen zu verschließenden Gefäße ... fast bis zum Sieden erhitzt, und bey dieser Temperatur 3 bis 4 Stunden erhalten, während welcher Zeit man das Gefäß mit dem Gemenge unaufhörlich schütteln muß.*<sup>350</sup>

Wenn sich die Materialien vermischt hatten, sollte man sie an einen warmen Ort stellen und gelegentlich schütteln, wobei sich in weniger als 24 Stunden Zinnober bildete:

*Ist die Verwandlung des Quecksilbers in geschwefeltes Quecksilber vollendet, so kann man die Masse an einen mäßig warmen Ort stellen, und sie von Zeit zu Zeit umschütteln. Nach 12 bis 24 Stunden geht die schwarze Masse aus dem Schwarzen ins Braune, aus diesem ins Braunrothe, und endlich ins schönste Zinnoberroth über.*

Wenn die leuchtend rote Farbe des Zinnobers erreicht war, berichtet ANONYMUS 1820, wurde durch Zugeben von Wasser ein schwarzer Niederschlag hergestellt, der dann durch „*concentrirte Schwefelkaliauflösung*“ aufgelöst und wieder durch Wasser gefällt wurde.

*Ist dieser Zeitpunkt da, so befreye man den Zinnober durch Filtriren von dieser geschwefelten quecksilberhaltigen Schwefelkalilauge. Den davon befreyten Zinnober bringe man wieder in das Arbeitsgefäß zurück, und schütte noch ein Gemische von 1 Theil Kalilauge und 15 bis 20 Theilen Wasser hinzu.*<sup>351</sup>

Zuerst wurde der Zinnober in Lauge, danach noch in Wasser gewaschen, „*bis zur gänzlichen Entfernung des Schwefelgeruchs*“<sup>352</sup>. Nicht nur der Geruch, sondern auch nicht völlig zu Zinnober gebildete schwarze Partikel von Quecksilbersulfid wurden bei diesem Prozeß in Zinnober umgesetzt, wie KLAPROTH 1810 berichtet:

*Durch nochmaliges Kochen des erhaltenen Zinnobers mit Aetzlauge, wird das schwarze schwefelhaltige Quecksilber hinweggenommen, und dann fällt die Farbe des Zinnobers so schön aus, als sie durch irgend eine andere Verfabrungsart erhalten werden kann.*<sup>353</sup>

Zum Schluß wurde der erhaltene Zinnober, laut ANONYMUS 1820, zum Trocknen unter Umrühren einige Minuten erhitzt:

*Der ... Zinnober wird nun wohl getrocknet, um ihm den größtmöglichen Glanz zu verschaffen, in irdene oder porzellanene Geschirre unter fleißigem Umrühren, aber nie bis zum Verdampfen, fünf bis sechs Minuten erhitzt.*<sup>354</sup>

Eine andere Methode, die auf der Verwendung von kalihaltigen Lösungsmitteln beruht, wurde von DÖBEREINER 1831 näher beschrieben. Dabei wird von metallischem Quecksilber und einer Lösung von (fünffach) Schwefelkalium<sup>355</sup> ausgegangen. Der erhaltenen Zinnober wurde mit konzentrierter Kalilauge ausgewaschen. Dieses Verfahren fand in der Zinnoberfabrik in Idria ab Ende des 19. Jahrhunderts breitere Anwendung. Wie KRÜNTZ 1772–1858 berichtet, ebenso in der „*Fabrik von Fikentscher zu Redwitz*“.<sup>356</sup>

347 BUCHOLZ 1802, S. 32: „1 Unze laufendes Quecksilber, 2 Drachmen gepulverten Schwefel und 1 ½ Unzen von der Kalilauge.“

348 BUCHOLZ 1802, S. 28.

349 BUCHOLZ 1802, S. 32.

350 ANONYMUS 1820, S. 40.

351 ANONYMUS 1820, S. 41.

352 ANONYMUS 1820, S. 41.

353 KLAPROTH 1810, S. 760.

354 ANONYMUS 1820, S. 42.

355 Lösung aus fünffach Schwefelkalium wurde auch konzentrierte Schwefelleber (K<sub>2</sub>S<sub>5</sub>, Kaliumpentasulfid) genannt.

356 KRÜNTZ, Bd. 241 (1858), S. 471.

## Nasses Verfahren mit schwarzem Metacinnabarit als Ausgangsstoff

Neben den rein nassen Verfahren tauchen seit dem 18. Jahrhundert in Quellen auch Rezepte auf, bei denen nasse und trockene Verfahren miteinander kombiniert wurden. Dabei konnte der Quecksilbermohr entweder trocken durch mechanisches Verreiben hergestellt werden und dann auf nassem Weg in Zinnober umgewandelt werden, oder der Mohr wurde durch Schmelzen von Schwefel und Einträufeln von Quecksilber hergestellt. Dieser wird dann durch die Einwirkung von Alkalien langsam in Zinnober umwandelt.

In den Quellen wird auch das in der Natur vorkommende schwarze Metacinnabarit („mineralischer Mohr“) als Ausgangsstoff genannt, das dann durch die Reaktion mit Chemikalien zu rotem Zinnober werden konnte. BREITKOPF 1778 erwähnt dies nach der Beschreibung unterschiedlicher Zinnobererze:

*Die letztern sind mehr ein Mohr oder Aethiops mineralis als Zinnober, indessen kann man auf nassem Weg, doch nicht nach wieglebscher Art, aus allen hydriener Erzen einen Zinnober erhalten.<sup>357</sup>*

Bei einem weiteren Verfahren wurde der durch gemeinsames Erhitzen hergestellte Mohr mit Salpetersäure in die Wärme gestellt und, wieder getrocknet, sublimiert. Letzteres Verfahren ist nach MARTIN benannt und in ANONYMUS 1820 publiziert.<sup>358</sup>

## Raffination des auf nassem Weg hergestellten Zinnobers

Bei den auf nassem Weg hergestellten Zinnobersorten ist die Reinigung des Endproduktes von großer Wichtigkeit, da die Mischung von Reagenzien und Zinnober so lange weiter reagiert, bis der Zinnober von der Lösung getrennt wird. Die Farbigekeit änderte sich dabei von gelben bis hin zu bräunlichen Farbtönen. So konnte der erwünschte Farbton des Zinnobers abgewartet werden. Damit sich der Farbton nicht weiter verändert, muß das Lösungsmittel dann rasch entfernt werden. Rückstände werden in den Quellen und heute, als verantwortlich für das Schwärzen von Zinnober angesehen.

## Historische Produktionsstätten für synthetischen Zinnober (Zinnoberfabriken)

### Bewertung historischer Beschreibungen von Zinnoberfabriken

Da die Holländer mit der Zinnoberproduktion große Erfolge hatten, finden sich in Quellen des 18. Jahrhunderts sehr häufig Beschreibungen holländischer Zinnoberfabriken. Wie aber HOCHHEIMER richtig feststellt, hat man:

*... mehrere Beschreibungen von ihren Zinnoberfabriken, sie weichen aber in verschiedenen Punkten voneinander ab, theils weil nicht in allen Fabriken die Behandlungsart eben dieselbe ist, indem in einigen reiner, in andern aber verfälschter Zinnober gemacht wird, theils aber auch, weil man aus der Bereitung des Zinnobers ein Geheimniß macht, und es daher schwer ist, sich von allen dabey vorkommenden Umständen genau zu unterrichten.<sup>359</sup>*

Auch HALLE 1794 weist auf die Geheimhaltung der Techniken in den holländischen Zinnoberfabriken hin, die als Gesellschaft verwaltet würden:

*Diese befindet sich in den Händen einer geschlossenen Gesellschaft, welche das Geheimniß gegen alle Fremde und einländische Kundschafter mit dem strengsten Mißtrauen bewacht.<sup>360</sup>*

Die Beschreibung der holländischen Fabrik von FERBER 1778, der als interessierter Ausländer die Fabrik besuchte, sollte daher kritisch bewertet werden: „... was ich in Amsterdam entweder selbst gesehen oder von andern zuverlässig erfahren habe, und hier getreu erzählen werde.“<sup>361</sup> Es wird zwar berichtet, daß die Holländer viele Herstellungsprozesse geheim zu halten versuchten, Ferber zweifelte aber nicht an dem, was ihm vorgeführt wurde. Modernste Betriebe, in denen erfolgreiche Verfahren (etwa spezielle Zutaten beim Mahlen) angewendet wurden, sah ein ausländischer „Spion“ wohl kaum. Möglich ist, daß ihm eine Fabrik präsentiert wurde, in der nach nicht vollständig ausgereiften Methoden Zinnober hergestellt wurde. Auch JUSTI 1758 erwähnt die Geheimnisse um die Verfahren der holländischen Zinnoberfabriken:

357 BREITKOPF 1778, Bd. 2, S. 126.

358 ANONYMUS 1820, S. 64.

359 HOCHHEIMER 1792, S. 57 f.

360 HALLE 1794, S. 80.

361 FERBER 1778, S. 339.

*Allein ist es dem obngeachtet sehr wahrscheinlich, daß man in denen Zinnoberfabriken in Holland und Engelland noch andre Zusätze dabey gebrauchet; weil man in diesen Fabriken sehr Geheimniß voll verfähret, und keinen Fremden, ja nicht einmal denen geringen Arbeitern ihre Mischung wissen läßt.<sup>362</sup>*

Es kann angenommen werden, daß bei der Zinnoberherstellung in Holland schon zur Zeit der Beschreibung Ferbers spezielle Techniken angewendet wurden – und dadurch Produkte von hoher Farbigkeit und günstigem Preis hergestellt werden konnten.

### Synthetischer Zinnober aus Idria

Das Brennverfahren bei der Herstellung von Zinnober war dem bei der Quecksilbergewinnung sehr ähnlich, erfolgte aber in Idria vermutlich schon in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts in eigenen Öfen. Von POPPE 1847 erfahren wir, daß Zinnoberfabriken als „Zinnoberhütten“ bezeichnet wurden:

*... später entstanden Zinnoberhütten, worin der als Malerfarbe so nützliche Zinnober aus Quecksilber und Schwefel verfertigt wurde.<sup>363</sup>*

Wie bereits erwähnt, machte Lorenz Meder bereits um 1558 Angaben zur Verwendung des bei der Quecksilberherstellung in den Tonkrügen verbliebenen „Bodensatzes“ zur Herstellung von Zinnober in Idria.<sup>364</sup> Zu dieser Zeit kostete die Herstellung von einem Zentner Zinnober laut Meder 2 fl. (Florin, Gulden). Desweiteren beziffert er die jährliche Produktion eines nicht näher bezeichneten Jahres der Hütten in Idria: So sollen 1500 bis 2000 Zentner Quecksilber, 1000 Zentner „Farbe“ und 600 bis 800 Zentner Zinnober produziert worden sein. Daß in Idria schon Mitte des 16. Jahrhunderts in einer eigenen „Zinnoberhütte“ synthetischer Zinnober hergestellt wurde, zeigt ein Vertrag mit dem Augsburger Handelshaus der Paumgartner, in deren Pacht sich das Bergwerk etwa ab dem Jahr 1539 befand. Im Text des zweiten Vertrages von Radstatt vom 18. August 1543 wird unter anderem die Pacht für die „Zinnoberhütte“ erwähnt:

*Die Zinnoberhütte und alle prantstatt mit aller zugehör ... Sie können erpawen, brennen, verführen, vertreiben, verkaufen und verhandtieren.<sup>365</sup>*

Auch wenn keine genaueren Angaben über die Einrichtung dieser Zinnoberfabrik gemacht werden können, so ist die Herstellung von Zinnober in Idria zu dieser Zeit doch belegbar. So findet sich der Zinnober aus Idria als Handelsgut der Firma Höchstetter auf den Märkten Venedigs, neben dem wesentlich günstigeren Quecksilber. „*etlich quecksilber und zinnober auf Venedig gesandt ... ain meylar [ein Meiler = 6 Nürnberger Zentner]*“ Quecksilber kostete dort 160 Dukaten, ein Meiler Zinnober 220 Dukaten. Als sich im Jahr 1586 eine Kommission in Idria nach dem Stand der Arbeiten erkundigte, gab es an neuen Werksanlagen: Ein mit Wasserkraft betriebenes Sägewerk, eine Zinnoberbrennhütte mit 12 Öfen und eine neu errichtete Quecksilberbrandstatt. Die Mengen der jährlichen Zinnoberproduktion Idrias in den Jahren von 1575 bis 1658 sind in einer Tabelle von VALENTINITSCH 1981<sup>366</sup> wiedergegeben. Darin zeigt sich, daß die Produktionsmenge von Zinnober in den Jahren 1575 bis 1580 etwa 260 Zentner betrug, von 1581 bis 1588 dagegen nur etwa 200 Zentner. Über diese Zahlen kam die Produktion bis zum Jahr 1610 nicht hinaus. Von 1610 bis zum Jahr 1620 wurden um 350 Zentner Zinnober jährlich produziert. Danach ebte die Produktion langsam ab. Laut BREITKOPF 1778 soll die jährliche Produktion der Zinnoberherstellung in Idria im 15. und 16. Jahrhundert zwischen 300 und 600 Centner betragen haben:

*... da man im 15ten und vielleicht auch im 16ten Jahrhundert 3, 4 auch bis 600 Centner Zinnober in einem Jahr erzeugte, wie man noch in den alten Schriften des Ober-Verlacher, wie auch zum Theil, wenn ich nicht irre, in dem hydrianer Archiv sehen kann.<sup>367</sup>*

Seit dem 17. Jahrhundert begannen die Schwierigkeiten bei der Zinnoberherstellung in Idria. Im Verlauf des 30jährigen Krieges begannen die Venezianer und die Holländer die Produktion von synthetischem Zinnober zu beherrschen. Auch BREITKOPF 1778 nennt diese Konkurrenz als Ursache für das Ende der Zinnoberfabrik in Idria:

---

362 JUSTI 1758, S. 509.

363 POPPE 1847, S. 505.

364 KELLENBENZ 1974, S. 43 und S. 217.

365 MÜLLER 1955, S. 97.

366 VALENTINITSCH 1981, S. 456.

367 BREITKOPF 1778, Bd. 2, S. 152.

*Warum man zu Hydria aufgehört hat, künstlichen Zinnober zu machen, mag daher kommen, daß die Venezianer und Holländer durch Verbesserungen diesen Handelszweig an sich gezogen, den sie aber heut zu Tage schon wieder zum Theil verloren haben.*<sup>368</sup>

In den Jahren von 1636 bis 1648 kam die Produktion von Zinnober in Idria erstmals für einige Jahre zum Erliegen, wurde aber von 1649 bis 1652 und 1655/56 wieder in geringem Umfang aufgenommen. Doch ging die ohnehin schon jahrzehntelang rückläufige Nachfrage nach dem in Idria erzeugten Zinnober derart zurück, daß man ab dem Jahr 1657 die Zinnoberproduktion für über hundert Jahre völlig einstellte.<sup>369</sup>

#### Produktionsstopp von 1658 bis 1782

Nachdem man mehr als ein Jahrhundert keinen synthetischen Zinnober mehr in Idria hergestellt hatte, war dort die frühere Produktion völlig in Vergessenheit geraten. BREITKOPF 1778 berichtet, daß er im Bergwerk in Idria nichts von einer ehemaligen Zinnoberproduktion erfahren konnte, jedoch im Archiv von „Obervelach“ einige Akten über die Zinnoberherstellung in Idria fand:

*So lange ich bey dem Bergwerk zu Hydria war, habe ich weder durch schriftliche noch durch mündliche Nachrichten erfahren können, daß jemals vor Alters im Werke Zinnober, oder ein andres künstliches Produkt, aus dem Quecksilber erzeugt worden wäre, und man wußte nichts davon, daß im Archiv zu Obervelach einige Schriften vom Werke sich befänden, noch vielweniger, daß Hydria unter dem dasigen Oberbergamt gestanden habe, wie es sich aus dem Manuscript zeigt, welches Ferber an sich brachte, und doch im Werke selbst ausgefertigt worden ist.*<sup>370</sup>

Statt der Produktion von synthetischem Zinnober in Idria selber, wurde das gewonnene Quecksilber einerseits nach Spanien und von dort weiter nach Südamerika und andererseits nach Holland verkauft. Die Ausfuhr von Quecksilber nach Holland, unter anderem für die Zinnoberherstellung, wurde von zeitgenössischen Autoren, wie von HERMANN 1781, kritisch bewertet. Er argumentiert richtig, daß die für die Herstellung benötigten Rohstoffe in Idria in ausreichender Menge vorhanden wären. Bemerkenswert ist die Feststellung, daß „Einige glauben, es lägen Staatsgeheimnisse zum Grunde“, was darauf hindeutet, daß der Landesherr eine gewisse Menge des in Idria produzierten Quecksilbers gegen Anleihen nach Holland „verpfändet“ hatte.

*Schon viele haben sich gewundert, warum man in Idria, oder sonst wo in den k.k. Ländern, noch keine Zinnoberfabriken angelegt hat, da doch diese Staaten die dazu nöthigen Materialien, nämlich Quecksilber und Schwefel, im Ueberflusse besitzen; die eigentliche Ursache weiß niemand anzugeben. Einige glauben, es lägen Staatsgeheimnisse zum Grunde, und man könnte die Holländer nicht so gerade vor den Kopf stoßen. Inzwischen wurde mir versichert, daß man im fünfzehnten Jahrhunderte wirklich in einer beträchtlichen Menge Zinnober in Idria gemacht habe.*<sup>371</sup>

BREITKOPF 1778 berichtet sogar, daß die gesamte Ausbeute an Quecksilber aus Idria an die Holländer verkauft würde.

*Der ganze Gewinn von Quecksilber ... wird heut zu Tage noch immer an die Holländer gelassen, indem zu Hydria kein einziges künstliches Produkt davon bereitet wird ...*<sup>372</sup>

Vor allem WEBER 1787 kritisiert den Monopolstatus der Holländer bei der Produktion von Zinnober im großen Stil, wodurch andere Länder gezwungen wären, die dort hergestellten Quecksilberpräparate teuer zu erwerben.

*Wer weis nicht? daß die Holländer unter andern Monopoliën auch dasjenige des Zinnobers seit undenklichen Jahren besessen haben. Ausgenommen, daß hie und da in den Apotheken einige Pfunde gemacht wurden, die aber höher zu stehen kamen, als der Zinnober selbst aus Holland erhalten werden kann.*

*Das Schicksal der Deutschen war und ist noch itzt so, wie dasjenige der Spanier. Sie müssen ihre robe Waare – ihren Tabak, ihr Blei, ihr Quecksilber u. s. w. nach Holland senden, und die daraus bereitete Waare ihnen wieder abnehmen.*

*Oesterreich sandte sein Quecksilber ehedem nach Holland für einen mäßigen Preis, und kaufte den Holländern dasselbe in der Gestalt des Zinnobers, des ätzenden Sublimats, und des rothen Präzipitats wieder ab.*<sup>373</sup>

368 BREITKOPF 1778, Bd. 2, S. 153.

369 VALENTINITSCH 1981, S. 98.

370 BREITKOPF 1778, Bd. 2, S. 153.

371 HERMANN 1781, Bd. 2, S. 42.

372 BREITKOPF 1778, Bd. 2, S. 152.

WEBER 1787 beschreibt seine Motivation, die Zinnoberfabrik in den Räumlichkeiten nahe Wien, die zuvor der „Schwabe“ Doktor Kornbek gehörte, weiter zu betreiben. Auch schon vorher gab es immer wieder Vorstöße, Zinnober in Idria zu produzieren. Zum Beispiel wollte Baron Richtenfels im Jahr 1726 verschiedene Quecksilberpräparate in Idria herstellen, da aber seine Produkte keinen Absatz fanden, endete seine Versuche bald wieder, wie BREITKOPF 1778 berichtet.

*Im Jahr 1726 kam ein gewisser Baron Richtenfels nach Hydria, welcher die Erlaubniß von Wien hatte, Zinnober, Sublimat, Präcipitat, und eine Mercurium antimoniale zu machen. Dieser Laborant wollte dafür den ganzen Jahresnutzen vom Werke haben. Da aber seine Bereitungen keinen Abgang fanden, so wurde er auch ohne fernere Versuche von Werk verabschiedet. So meldeten sich auch vor 6 Jahren ein Paar venezianische Weiber, welche ihre Männer bei der Zinnoberfabrik verloren hatten, und sich den Zinnober im Werke nach venezianischer Art zu bereiten erboten. Als sie aber ihre Probe anstellten, so fand man den Zinnober nichts besser als denjenigen, den Kornbeck in Wien macht, und so wurden sie mit ihrem Gesuch abgewiesen.<sup>374</sup>*

Die von BREITKOPF 1778 beschriebenen Versuche zur Gründung einer neuen Zinnoberfabrik in Idria finden sich auch in der Publikation der K.K. BERGDIRECTION ZU IDRIA 1881<sup>375</sup>: Versuche zum erneuten Etablieren der Zinnoberherstellung unternahm Christofletti im Jahr 1681, Baron Richtenfels im Jahr 1726 und „Venezianischen Weiber“, die ihre Männer in Zinnoberfabriken verloren hatten, in den Jahren 1740 bis 1741. BREITKOPF 1778 erwähnt die bessere Qualität und niedrigeren Preise der Produkte der Holländer und Venezianer als Ursache für das Aufgeben der Zinnoberfabrik in Idria. Sie hätten den „Handelszweig an sich gezogen“, ihn aber in den 1780er Jahren schon wieder zum „zum Theil verloren“.

*Warum man zu Hydria aufgehöret hat, künstlichen Zinnober zu machen, mag daher kommen, daß die Venezianer und Holländer durch Verbesserungen diesen Handelszweig an sich gezogen, den sie aber heut zu Tage schon wieder zum Theil verloren haben.<sup>376</sup>*

#### Neue Zinnoberfabrik seit 1782

Der Bergbauspezialist Balthasar Hacquet hatte die Produktion von synthetischem Zinnober in Idria dringend empfohlen. Ab dem Jahr 1782 konnte dann in einer neuen Fabrik mit der Zinnoberherstellung begonnen werden. Der Oberbrennmeister der Hütten von Idria, Ignatz von Passetzky, leitete mit dem Holländer Gussig den Betrieb der Fabrik am rechten Ufer der durch Idria fließenden Idriza. Nachweisbar ist die Zinnoberfabrik in Idria auch anhand einer Karte in dem *Natur und Kunst Producten Atlas der Oestereichischen Deutschen Staaten* von 1796<sup>377</sup>, auf der in Idria das graphische Zeichen für eine „Zinnoberfabrik“ abgebildet ist.

Zuerst wurde dort ausschließlich Stückzinnober, also ganzer, sublimierter Zinnober hergestellt. Ab 1785 erfolgte auch die Produktion von gemahlenem „Vermillon“.<sup>378</sup> BREITKOPF 1789 berichtet von den anfänglichen Schwierigkeiten bei der Zinnoberherstellung. Die Sublimation bereite Probleme und gute Mühlsteine und reines Wasser wären schwer erhältlich:

*Der Zinnober, der hier gemacht wird, wird von Anfang, wie alle Sachen in der Welt, nichts weniger als vollkommen. Es fehlte sowohl an der Sublimazion, als an dem Feinreiben, wobey aus Mangel guter Mühlsteine und reinem Wassers er verunreinete wurde; allein dermal ist diesem allen abgeholfen.<sup>379</sup>*

Dieser Mangel schlug sich in der Qualität des erhaltenen Produktes nieder. WEBER 1787 berichtet von blassem, orange farbigem Zinnober aus Idria: „... da hingegen der idrische Zinnober nicht besser scheint, als eine feine Mennige, wovon man des Pfund zu 4 bis 5 Kaisergroschen kauft.“<sup>380</sup> Binnen einiger Jahre konnten die Bedingungen in der Zinnoberfabrik verbessert und hochwertiger Zinnober hergestellt werden. Die Mischung des Quecksilbermohrs in Idria wurde von BREITKOPF 1789 genau beschrieben. Wie oben ausgeführt, nennt auch er die Rollfässer:

*Die Sublimazion geschieht mit einem wohl bereiteten Mohr aus 7 Theil Quecksilber, und 2 Theil, ja auch weniger, Schwefel. Die Bereitung dieses Mohrs geschieht mit sehr fein pulverisirtem Schwefel in 20 kleinen Fässern, wo durch das Wasser die darinn steckenden Sprüdler, oder Quirlen in kurzer Zeit viele Zentner davon bereiten ...<sup>381</sup>*

373 WEBER 1787, S. 41.

374 BREITKOPF 1778, Bd. 2, S. 153.

375 LANGER 1881, S. 32.

376 BREITKOPF 1778, Bd. 2, S. XX.

377 BLUM 1796, Karte Nr. 6.

378 Vgl. LANGER 1881, S. 32.

379 BREITKOPF 1789, Bd. IV, S. 63.

380 WEBER 1787, S. 249.

381 BREITKOPF 1789, Bd. IV, S. 63.

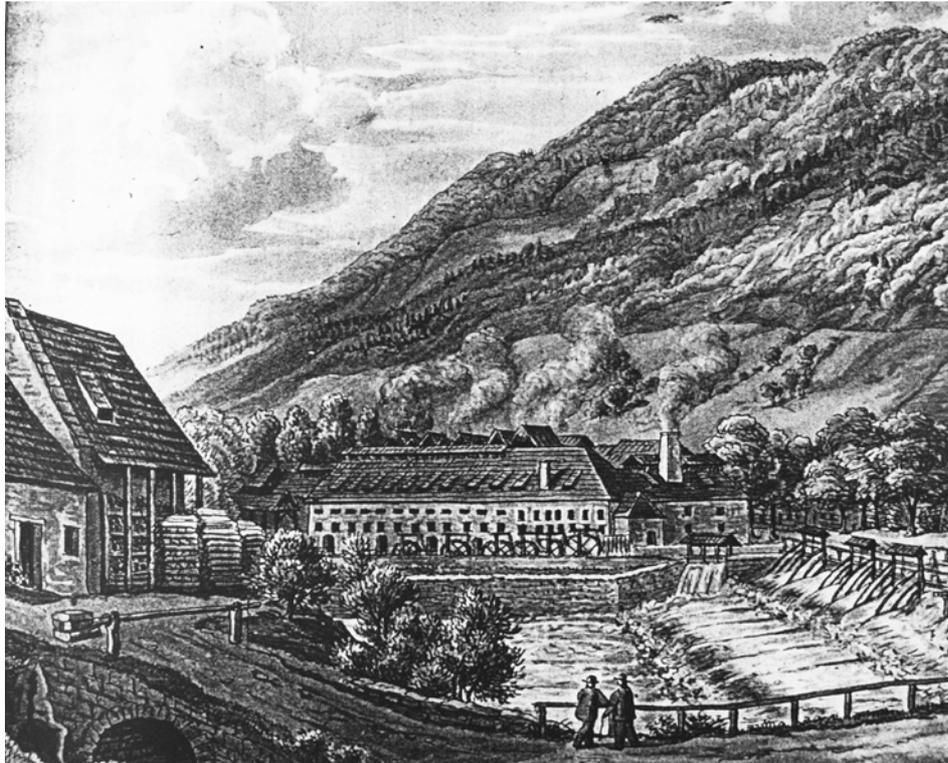


Abb. 34 Zinnoberfabrik in Idria im 19. Jahrhundert, in: KAVČIČ 1996, S. 9

Die Sublimationsgefäße in Idria waren BREITKOPF 1789 zufolge aus Eisen und konnten 75 Pfund Quecksilbermohr aufnehmen. Auf die Gefäße wurden zur Aufnahme des sublimierten Zinnoberstückerne, glasierte, pfeifenförmige Helme (Abb. 21, 22, 23, 24) mit einer Vorlage aufgesetzt:

*... der also zu 75 Pfundweise in eisernen Krügen, welche mit einem Galleerofen liegen, die mit einem von Thon glasierten Helm überdeckt sind, und mit einer Vorlage versehen, sublimirt wird. Da man bey der Sublimazion anfangs alle Methoden versucht hat, so hat es sich gezeigt, daß die von Schriftstellern vorgegebene Methode der Holländer mit eisernen Platten auf die Krüge gelegt, ganz und gar unanwendbar sey, so wie ich selbst auf meine Unkosten damit einen Versuch gemacht habe; denn es muß erstens bey der Sublimazion Luft seyn; und Zweytens in der Ferne etwas Kühle, daß der Zinnober sich anlegen kann.*<sup>382</sup>

Die Verwendung von „Helmern“ in Idria begründet BREITKOPF 1789 also damit, daß er aufgrund seiner eigenen Versuche mit eisernen Platten, wie sie die Holländer benutzten, keinen Erfolg hatte, da sie die Luftzufuhr bei der Sublimation störten.

Eine kurze Beschreibung der Ausstattung der Zinnoberfabrik in Idria ist aus dem Jahr 1881 erhalten.<sup>383</sup> Darin wird berichtet, die Verarbeitung der Zinnobererze erfolge „unterhalb der Stadt, zum grössten Theile am rechten Ufer der Idriza, deren Wasser als Arbeitskraft dient ... Nebstdem befindet sich daselbst auch die Fabrik zur Darstellung von Zinnober auf trockenem Wege“.<sup>384</sup> Die technische Einrichtung der Zinnoberfabrik wurde so aufgelistet:

*1 Schwefelpochwerk; 1 Amalgamirwerk mit 18 Fässchen, beide Apparate durch ein zweipferdekräftiges Wasserrad betrieben; 4 Sublimir-Oefen à 6 Kolben von Gusseisen; 4 Zinnober-Mühlen, jede durch ein Wasserrad von 2,5 Pferdekräften bethätigt; Kesseln und Bottichen zum Kochen und Raffiniren des gemahlten Zinnober; 1 Trockenherd.*<sup>385</sup>

Aus dieser nur stichpunktartigen Beschreibung der Fabrik und aus dem Grundriß aus dem Jahr 1881 können Informationen zur dortigen Herstellungspraxis abgeleitet werden. Die Verwendung von Fässern mit Quirlen zur Herstellung des Quecksilbermohrs im sogenannten „Amalgamirwerk

382 BREITKOPF 1789, Bd. IV, S. 63.

383 LANGER 1881, S. 25–33.

384 LANGER 1881, S. 25.

385 LANGER 1881, S. 32.

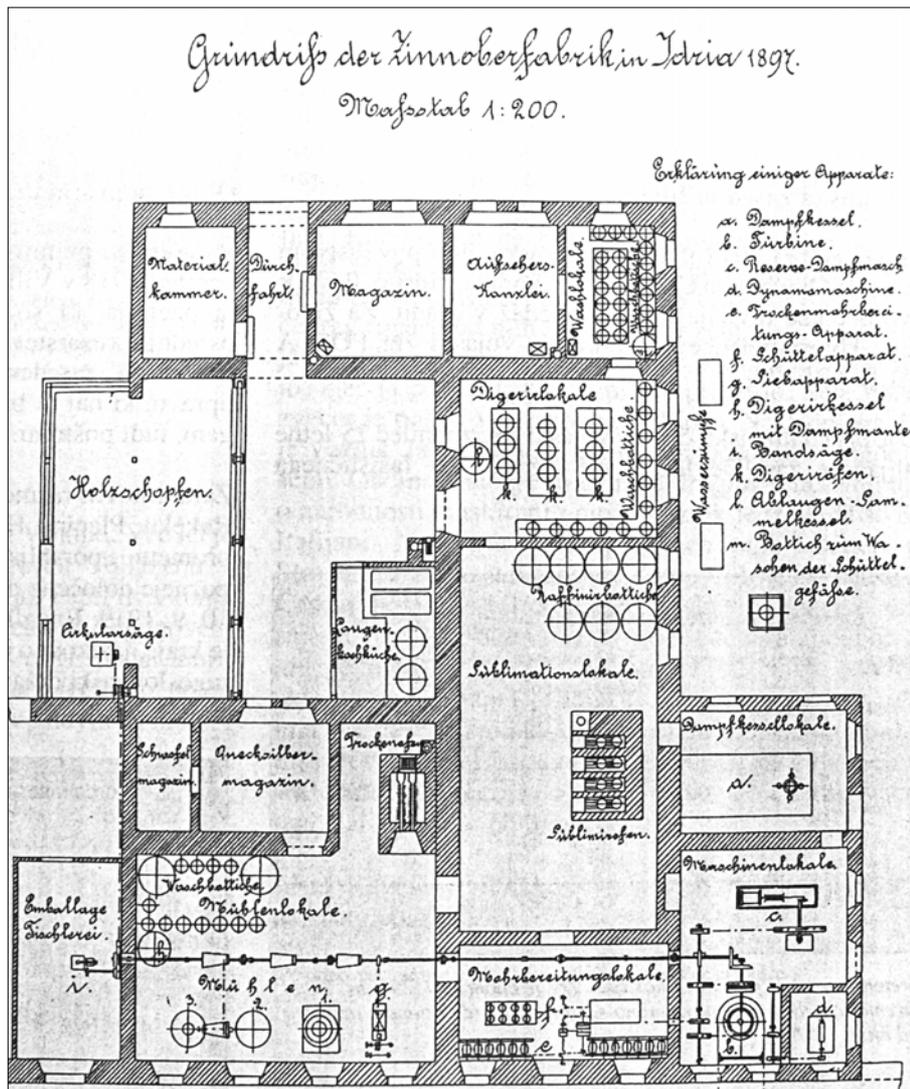


Abb. 35 Grundriß der Zinnoberfabrik in Idria im 19. Jahrhundert, in: KAVČIČ 1996, S. 103

mit 18 Fässchen“ wurde bereits beschrieben. Es waren aber nicht nur die Rührwerke der Fässer durch Wasserkraft betrieben, sondern auch das „Schwefelbochwerk“. Denn für die mechanische Fertigung des Mohrs mußte der Schwefel relativ fein vorliegen.

Die Sublimationsgefäße in Idria waren BREITKOPF 1789 zufolge aus Eisen und konnten 75 Pfund Quecksilbermohr aufnehmen. Auf diese wurden zur Aufnahme des sublimierten Zinnoberstückerne, glasierte, pfeifenförmige Helme (Abb. 22, 23, 24, 36) mit einer Vorlage aufgesetzt:

... der also zu 75 Pfundweise in eisernen Krügen, welche mit einem Galleerofen liegen, die mit einem von Thon glasierten Helm überdeckt sind, und mit einer Vorlage versehen, sublimirt wird. Da man bey der Sublimazion anfangs alle Methoden versucht hat, so hat es sich gezeigt, daß die von Schriftstellern vorgegebene Methode der Holländer mit eisernen Platten auf die Krüge gelegt, ganz und gar unanwendbar sey, so wie ich selbst auf meine Unkosten damit einen Versuch gemacht habe; denn es muß erstens bey der Sublimazion Luft seyn; und Zweytens in der Ferne etwas Kühle, daß der Zinnober sich anlegen kann.<sup>386</sup>

Die Verwendung von „Helm“ in Idria begründet BREITKOPF 1789 also damit, daß er aufgrund seiner eigenen Versuche mit eisernen Platten, wie sie die Holländer benutzten, keinen Erfolg hatte, da sie die Luftzufuhr bei der Sublimation störten (Abb. 35). Nachweisbar ist die Zinnoberfabrik in Idria auch anhand einer Karte in dem *Natur und Kunst Producten Atlas der Oestereichischen Deutschen Staaten* von 1796<sup>387</sup>, auf der in Idria das Zeichen für eine „Zinnoberfabrik“ abgebildet ist.

386 BREITKOPF 1789, Bd. IV, S. 63.

387 BLUM 1796, Karte Nr. 6.

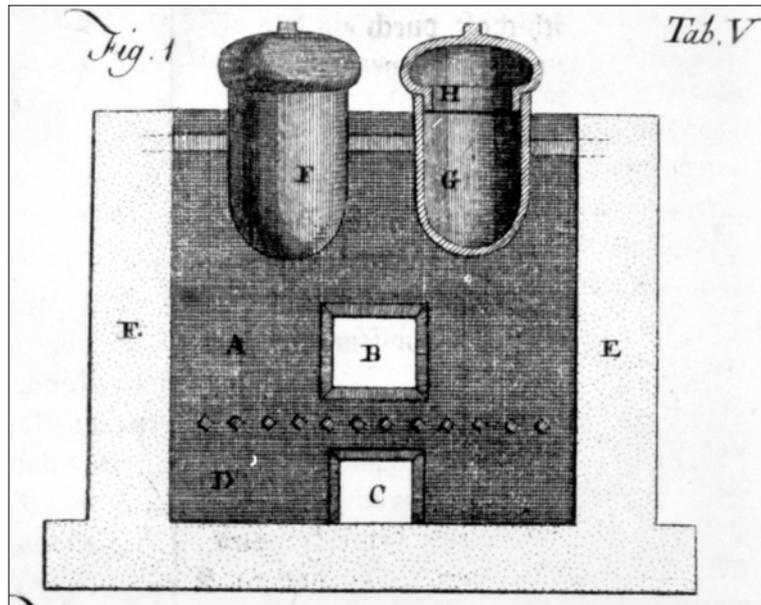


Abb. 36 Sublimationsgefäße mit tönernen Abdeckungen zur Aufnahme von Zinnober, in: DEMACHY 1784

### Herstellung durch nasse Verfahren im 19. Jahrhundert

Erste Versuche zur Herstellung von Zinnober durch nasse Verfahren erfolgten in Idria im Jahr 1838 durch den „Fabriks-Controlor“ Rabitsch. Kurzzeitig kamen größere Mengen dieses Zinnobers – vor allem unter dem Hüttenverwalter M. Glowacki – in den Handel. Da die Produktion aber zu teuer war, wurde sie wieder eingestellt. Erst in der neuen Fabrik (ab 1880 in Betrieb genommen) wurden anfangs drei verschiedene Tönungen von Zinnober auf nassem Weg hergestellt.<sup>388</sup>

### Zinnoberherstellung bis zum 20. Jahrhundert

Die oben zitierte Publikation der K.K. BERGWERKSDIRECTION ZU IDRIA aus dem Jahr 1881 unterteilt die „Darstellung des Zinnobers als Handelswaare“ in folgende einzelnen Herstellungsprozesse:

1. Amalgation, d.i. Darstellung des rohen Mohres;
2. Sublimation, d.i. Darstellung des Stück-Zinnobers;
3. Mahlung des Stück-Zinnobers, Raffinierung und Trocknung des Vermillons.<sup>389</sup>

Für die Herstellung des Quecksilbermohrs wurden 423,36 kg Quecksilber und 80,64 kg „gepochter und gesiebt“ Schwefel (Verhältnis 5,25 zu 1) vermischt. Jedes der oben beschriebenen 18 Fässer enthielt 28 kg dieser Mischung und wurde „durch ein Wasserrad mittels Zahnstangen und Drillingen in eine intermittierend rotierende Bewegung gebracht“ (Abb. 19). Nach fast drei Stunden war der Prozeß der Amalgation abgeschlossen und der fertige Mohr konnte entnommen werden. Für die Sublimation existierten „4 Sublimir-Oefen mit je 6 birnenförmigen, gusseisernen Kolben“, die mit je 58 kg Mohr „beschießt“ wurden. Zuerst bedeckte man die Öffnung der Gefäße mit „lose aufgesetzten Blechhelmen“, dann konnte die Befuerung der Öfen begonnen werden. Danach setzte man die „Thonhelme“ auf die Gefäße und erhitzte das Feuer, wobei nach gut zwei Stunden der „Schwefelüberschuss zum Rohre herausdampf[e]“. Wenn das Feuer dann nochmals verstärkt wurde, erfolgte die Sublimation des Zinnobers „in den thönernen, glasirten Condensations-Apparaten (Vorlage, Helm, Rohr)“, welche nach vier Stunden abgeschlossen war (Abb. 22, 23). Auch das Mahlen des erhaltenen Stückzinnobers erfolgte in der Fabrik: Auf „vier durch ein ... Wasserrad betriebenen Mühlen mit fixem Unter- und beweglichem Oberstein unter Wasserzusatz“. Die „Raffinierung“, das Kochen des Zinnobers in Pottaschelauge, erfolgte so lange, bis sich der Zinnober am Boden der „Raffinir-Bottichen“ abgesetzt hatte. Danach wurde die Lauge abgezogen und der Zinnober mit Wasser ausgewaschen, getrocknet und gesiebt. Für das Trocknen des Pigmentes waren spezielle Trockenöfen in der Fabrik eingerichtet. Der synthetische Zinnober aus Österreich erscheint auf der Preisliste der „Farben-, Bleiweiss- und

388 Vgl. LANGER 1881, S. 32.

389 LANGER 1881, S. 32.

Farbmühlenfabrik“ von Wilhelm Sattler (Schweinfurt) aus dem Jahr 1886, wo „Zinnober, österr. hell oder dunkel“ in Pulver 1 kg für 6 Mark angeboten wurde. Zu dieser Zeit hatte die Produktion von synthetischem Zinnober in Idria große Bedeutung gewonnen, was GEITH 1886 mit der Aussage „Der Hauptsitz der Zinnoberbereitung ist gegenwärtig Oesterreich“.<sup>390</sup> belegt. Auch im 20. Jahrhundert wurde in Idria noch Zinnober hergestellt, wie aus ZERR und RÜBENCAMP 1930 ersichtlich:

... gegenwärtig arbeitet man ... in Idria ... nach dieser Methode (österreichischer Zinnober).<sup>391</sup>

## Synthetischer Zinnober aus Holland

VALENTINITSCH 1981 stellt fest, daß sich „spätestens um 1648 eine Verlagerung des internationalen Quecksilberhandels nach Amsterdam abzuzeichnen begann“.<sup>392</sup> Amsterdam war im Verlauf des Dreißigjährigen Krieges zur führenden Handels- und Finanzmetropole geworden. Durch das daraus resultierende breite Warenangebot begannen sich auch kleinindustrielle Produktionsstätten, unter anderem für Farbmittel, niederzulassen. Im Jahr 1648 war die finanzielle Situation in Idria durch den Rückgang des Quecksilbermarktes schlecht – daher „erzog Kaiser Ferdinand III. den Plan, in den Niederlanden eine Staatsanleihe von 1 Million Gulden aufzunehmen und den Holländern das Bergwerk Idria als Pfand anzubieten, doch blieben die vom Wiener Hof geführten Gespräche ohne Erfolg“.<sup>393</sup> Es darf in diesem Zusammenhang aber die Vermutung angestellt werden, daß ähnliche Vereinbarungen nicht ausschließlich mit Holland, sondern auch mit Spanien getroffen wurden. Durch diese Situation können die jahrzehntelangen Exporte von Quecksilber nach Amsterdam erklärt werden. Auch eine Bemerkung bei BRUCKMANN 1730 deutet auf die zeitweilige Verpfändung der Erträge Idrias an Holland hin.

*Mercurium / von Trieste, als der Niederlage / nach Holland abgeholet / es ist aber eigentlich von Idria ... / welches importante Bergwerk denen Holländern vom Kaiser versetzt worden ist / anitzo aber solls wieder eingelöset seyn.*<sup>394</sup>

Spätestens seit dem Jahr 1659, als Kaiser Leopold I. den Quecksilberhandel in staatlicher Eigenregie übernommen und „Verschleißstellen“ in Amsterdam gegründet hatte, wurde das Quecksilber aus Idria in großem Umfang nach Holland exportiert. Die verfügbaren großen Rohstoffmengen waren die Voraussetzung für die Gründung von Fabriken zur Herstellung von Quecksilberpräparaten und Zinnober. Dies führte dazu, daß Holland in der Produktion von synthetischem Zinnober schnell eine internationale Bedeutung erlangte. Bei CHRISTOPH VIELHEUER 1676 ist bereits von synthetischem Zinnober die Rede, von dem „viel zu Amsterdam gemacht“ werde. Auch POMET 1717, erstmalig 1695 in Paris veröffentlicht, belegt den Monopolstatus der Holländer in der Zinnoberproduktion mit der Angabe:

*Von dem durch Kunst zubereitetem Zinnober. Aller Zinnober, so geriebener als ungeriebener, kommt aus Holland.*<sup>395</sup>

Der synthetische Zinnober aus Holland hatte schon kurz nach seiner Einführung auf den internationalen Märkten einen hervorragenden Ruf. ZEDLER 1732–1754 berichtet, daß aus Idria:

... die Holländer jährlich vor etliche Tonnen Goldes abholen, um theils vermittelst eines Zusatzes von Schwefel, Zinnober davon zumachen, theils auch solches an die Orte zu führen und zu verkauffen, wo man dessen in andern Bergwercken vonnöthen hat.<sup>396</sup>

Die Holländer produzierten neben Zinnober auch andere Quecksilberpräparate, die dann wieder nach Österreich transportiert und dort teuer verkauft wurden – wie FERBER 1774 beschreibt:

*Von dem idrianischen Quecksilber werden vorzüglich in Holland ec nicht nur Zinnober, sondern auch der freßende Sublimat und andere Bereitungen gemacht, die in den Oesterreichischen Staaten zurück gebracht, und da so gut als anderwärts verbraucht werden. Warum bereitet man denn nicht diese Sachen zu Idria selbst, wo man das Quecksilber aus der ersten und uneigennützigigen Hand der Natur hat, und wobin Kochsalz genug aus Oberösterreich gebracht werden könnte? Gesetzt man wisse nicht die Art und die Handgriffe, wodurch die Holländer diese Sachen in Großen bereiten, weil sie auch ihre Fabriken geheim*

390 GEITH 1886, S. 101.

391 ZERR/RÜBENCAMP 1930, S. 578.

392 VALENTINITSCH 1981, S. 356.

393 VALENTINITSCH 1981, S. 346.

394 BRUCKMANN 1730, S. 98.

395 POMET 1717, Sp. 665.

396 ZEDLER, Bd. ???, Sp. 341.

*halten. Man würde es leicht genug erfahren können, und es scheint allen solchen Geheimnissen mit Recht vorbehalten zu seyn, daß sie es nur eine kurze Zeit bleiben.*<sup>397</sup>

Sicher noch bis zum Ende des 18. Jahrhunderts hatten die holländischen Fabriken eine herausragende Position im weltumspannenden Handel mit Zinnober, wie HALLE 1794 belegt:

*Die Zinnoberfabriken in und um Amsterdam versorgen fast die ganze Welt mit dem Zinnoberartikel.*<sup>398</sup>

#### Zusätze im holländischen Zinnober

Weber 1787 weiß, „daß ... die Holländer ihrem gemalnen Zinnober etwas beisetzen“. Beweis dafür wäre der „Geschmack desselben, der dem Gaumen etwas widrig ist, den kein anderer Zinnober hat, und dann die Erfahrung – daß, wenn man den ächten holländischen Zinnober in Stücken auf einem Reibstein fein reibt, dieser fein gemachte Zinnober lange nicht diejenige Farbe erlangt, die den niederländischen auszeichnet. Folglich hängt die Schönheit des gemalnen niederländischen Zinnobers nicht in einer besondern Mischung der Grundstoffe dieser Farbe, noch von einem besondern Vortheil in der Sublimation ab, sondern von einem besondern Zusatz, der entweder gleich unter dem Malen des Zinnobers oder nach demselben angebracht werden kann.“<sup>399</sup>

Wie WEBER 1787 beschreibt, wurde der Zusatz nicht vor der Sublimation sondern beim oder nach dem Mahlen angewendet. Häufig wird in den Quellen wie bei POMET 1717 berichtet, die Holländer würden ihrem gemahlten Zinnober („Vermillon“) sikkativ wirkende Zusätze, wie Blei begeben. Im Gegensatz dazu, würde nämlich der ganze Zinnober sehr langsam trocknen:

*Die Holländer müssen nothwendig Bleyertz und andere trucknende Sachen unter den Vermillon mischen, denn der als eine Stein zubereitete Zinnober, wie ich bereits erinnert habe, trucknet so gar schwerlich, wenn er gerieben wird, welches doch derjenige, den sie allbereit gerieben uns übersenden, nicht thut.*<sup>400</sup>

HELLWIG 1718 vermutet, daß das schnelle Trocknen mit einem Zusatz zusammenhängt:

*... daß sie [die Holländer] etwas drunter mischen / weil ihr Vermillon so gar bald trucknet / da hingegen der rohe Zinnober / wenn er gestossen und angefeuchtet wird / langsam und schwerlich trucknet.*<sup>401</sup>

Auch JUSTI 1758 erwähnt mögliche Zusätze bei holländischem Zinnober:

*Allein ist es dem ohngeachtet sehr wahrscheinlich, daß man in denen Zinnoberfabriken in Holland und Engelland noch andre Zusätze dabey gebraucht; weil man in diesen Fabriken sehr Geheimniß voll verfähret, und keinen Fremden, ja nicht einmal denen geringen Arbeitern ihre Mischung wissen läßt.*<sup>402</sup>

#### Synthetischer Zinnober aus Italien

In Venedig wurde seit dem Hochmittelalter neben anderen Manufakturwaren und Luxusgütern auch synthetischer Zinnober produziert.<sup>403</sup> Das benötigte Quecksilber stammte aus dem Bergwerk in Idria und wurde von dort über Triest auf dem Seeweg nach Venedig transportiert. Der im Cinquecento in Venedig hergestellte Zinnober wurde vorwiegend zu Handelsgut in Italien. Da in Italien kaum Bergzinnober gewonnen wurde, war synthetischer Zinnober dort wohl die vorherrschende Zinnobersorte. Hinweise auf qualitätvollen Zinnober, der in Italien hergestellt wurde, finden sich in den Quellen mehrmals, wie zum Beispiel bei HELLWIG 1718:

*Wiewohl man im Teutschland auch an dem geriebenen / um ihn zu der Schönheit / wie er aus Italien kommt / zu bringen / arbeitet / so aber / mehrentheils mißlinget ...*<sup>404</sup>

In den deutschsprachigen Quellen bleibt es meist bei der Nennung von Italien: In den untersuchten Quellen wurde nie eine italienische Stadt bezeichnet, in welcher Zinnober in größerem Umfang produziert wurde. Dort spielt der italienische Zinnober, jedenfalls als Handelsgut, nur eine untergeordnete Rolle. Einige Zinnoberfabrikanten des 16. Jahrhunderts aus der Umgebung von Venedig nennt KRISCHEL 2002.<sup>405</sup>

397 FERBER 1774 A, S. 54.

398 HALLE 1794, S. 80.

399 WEBER 1787, S. 249.

400 POMET 1717, Sp. 667.

401 HELLWIG 1718, S. 721.

402 JUSTI 1758, S. 509.

403 KRISCHEL 2002, S.103.

404 HELLWIG 1718, S. 720.

405 KRISCHEL 2002, S.103.

## Zinnoberfabrik in Primör (Fiera di Primiero), Südtirol

In der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts genehmigte der „*Pfleger in Promere, herr Sigmund von Wellsperg*“ dem Nürnberger Hans Tegler dort Zinnober aus Oberschönbacher Quecksilber zu brennen. Tegler fuhr im Frühjahr 1526 mit sieben mit Quecksilber beladenen Wagen aus Oberschönbach nach Primör, um sie dort zu Zinnober brennen zu lassen. Dort wurden die Wagenladung von Beamten des Erzherzogs Ferdinand wegen dem Durchfuhrverbot für Böhmisches Quecksilber durch seine Erblände arrestiert. Danach gründete Hans Tegler in Nürnberg eine Zinnoberfabrik in Laufamholz.<sup>406</sup>

## Kleinere Zinnoberfabriken im heutigen Deutschland

### Zinnober-Brennhütte in Laufamholz (Nürnberger Vorort)

Wegen der günstigen Handelsbeziehungen Nürnbergs siedelten sich an der Pegnitz außerhalb der Stadt kleinindustrielle Unternehmen u. a. für die Herstellung von Pigmenten an. Am 27. Juli 1527 bekam Hans Tegler die Erlaubnis zur Errichtung einer Brennhütte „*zum Quecksilber*“ vom Rat der Stadt Nürnberg.<sup>407</sup> In dieser Brennhütte sollte Zinnober aus Quecksilber hergestellt werden. Das Unternehmen war wegen dem Durchfuhrverbot für böhmisches Quecksilber durch die Erblände des Erzherzogs Ferdinand nicht erfolgreich. Tegler fand im Laufe der Zeit zwar Wege, seinen Zinnober von Nürnberg nach Venedig zu schicken, ohne Österreich zu durchqueren, was dem hochverschuldeten Mann trotzdem keinen Erfolg einbringen konnte.<sup>408</sup>

### Zinnoberfabrik in Zweibrücken (um 1831)

Einen genauen Bericht „*Ueber Zinnoberbereitung aus inländischem Quecksilber*“ gibt KAUZMANN 1831. Bei der Beschreibung seiner Fabrik erwähnt er, daß der Zinnober wohl zuvor nicht in Deutschland hergestellt wurde und „*nur ein Gegenstand des Handels ist*“:

... *seit seiner Anwendung bey uns nur ein Gegenstand des Handels ist, in Vaterlande zu besitzen, veranlaßte mich, Untersuchungen damit anzustellen, welche hauptsächlich die Bereitung von Zinnober bezielten.*<sup>409</sup>

Er beschreibt die von ihm verwendeten Gefäße und Öfen für die Herstellung von Zinnober. Der Quecksilbermohr wurde in seiner Fabrik „*in einem flachen, inwendig möglichst glatten eisernen Kessel*“ aus einem Teil Schwefel und sechs Teilen Quecksilber durch gemeinsames Erhitzen hergestellt. Der abgekühlte und zerstoßene Mohr wurde dann in Portionen von 12 Pfund in einem halbkugelförmigen Gefäß mit einem kegelförmigen Deckel zu Zinnober sublimiert. Laut KAUZMANN 1831 wurde Holz für die Befeuerung der Öfen verwendet.<sup>410</sup> Die Sublimation der ersten Portion dauerte sechs bis sieben Stunden. Insgesamt wurden auf jedem der zwei Öfen immer etwa 60 bis 70 Pfund in kleinen Portionen sublimiert. Das Eintragen des Mohrs in das nahezu glühende Sublimationsgefäß wurde dabei mit einem trichterförmigen Tubus vorgenommen, damit die Portion direkt an den heißesten Punkt gebracht werden konnte.

## Zinnoberproduktion außerhalb des heutigen Deutschlands<sup>411</sup>

Der „*Chinesische Zinnober*“ wurde zwar meist auch in China produziert, doch ging die Bezeichnung wegen der dunkelroten Farbigekeit auch generell auf dunkle Zinnobersorten über. In Zusammenhang mit dem in China hergestellten Zinnober sei auf die Publikation „*Chinese Painting Colors*“ von YU FEIAN<sup>412</sup> verwiesen, wo die Produktion und Anwendung chinesischer Zinnobersorten besprochen wird. Der Ort Zhangzhou in der Provinz Fujian war laut FEIAN einer der wichtigsten Produktionsorte für Zinnober. THON 1829 berichtet über chinesischen Zinnober:

*Japan und China bringt man gediegenen Zinnober in Körnern, entweder in Kistchen oder Päckchen von Seidenpapier.*<sup>413</sup>

406 Vgl. KLIJER 1967, S. 90.

407 Nummern der Ratsverlässe, siehe: KLIJER 1967, S. 91, Fußnote 49.

408 Vgl. KLIJER 1967, S. 91.

409 KAUZMANN 1831, Sp. 649.

410 KAUZMANN 1831, Sp. 650.

411 Zinnober wurde und wird außerdem in Kalifornien, Rußland, China und Turkestan sowohl im Bergbau gefördert als auch synthetisch hergestellt.

412 FEIAN YU 1988, S. 4 f.

413 THON 1829, Bd. 2, S. 2111.

## Handel mit Zinnober

### Allgemeines zum Handel mit Quecksilber und Zinnober

Wegen der starken Konjunkturschwankungen im internationalen Handel mit Quecksilber und Zinnober, begründet durch die stark variierenden Produktionszahlen und die Abhängigkeit der wichtigsten Bergwerke voneinander, ist die Untersuchung der Handelsstrukturen sehr vielschichtig und kompliziert. Zudem enthalten historische Quellen nur vereinzelt detaillierte Listen der einzelnen Handelswaren. In vielen Fällen boten die untersuchten historischen Quellen zum Handelsverkehr nur unbefriedigende Nachrichten über den Handel mit Zinnober. Denn neben vielen anderen Produkten, die etwa auf Messen zum Verkauf angeboten wurden, spielten Malmaterialien eine untergeordnete Rolle und sind deshalb meist auch summarisch als „*Farbwaaren*“ oder „*Manufacturwaaren*“ in den Quellen bezeichnet. Wie groß der Anteil der vielen verschiedenen Zinnobersorten an diesen „*Farbwaaren*“ war, mußte in den meisten Fällen ungeklärt bleiben.

### Stellung der Oberdeutschen im Handel mit Metallen und Metallprodukten

Im Nürnberger und Augsburger Warengeschäft bildete im 15. und 16. Jahrhundert der Metallhandel die wichtigste Branche. Im 16. Jahrhundert wurden die ungarischen, österreichischen und deutschen Erzvorkommen fast ausschließlich von süddeutschen Händlern verwaltet. Da die Süddeutschen seit dem ausgehenden Mittelalter als Hauptproduzenten von Erzen, Metallen und Metallwaren in Erscheinung treten, ermöglichte ihnen auch eine herausragende Stellung im Handel innerhalb Europas, in der Levante und mit den portugiesisch-spanischen Kolonien. Durch großzügige Anleihen der Handelsfamilien an die jeweiligen Landesherren konnten sie das Recht auf den Abbau von Erzen und den Betrieb von Bergwerken erwerben.<sup>414</sup> Solche einflußreichen Händler konnten im Metallgeschäft extrem hohe Gewinne erzielen. Daher verdrängte der Vertrieb von Bergbauprodukten im Laufe der Zeit meist das übrige Warengeschäft der Handelsgesellschaften, wie bei den Fuggern oder Welsern, die sich mit der Zeit ausschließlich auf den Metallhandel konzentrierten. Der Begriff Metallhandel beinhaltet dabei nicht nur den Vertrieb von Rohmaterialien, sondern auch die aus den Metallen gefertigten Erzeugnisse. In Zusammenhang mit dem Quecksilberhandel wird auch Zinnober häufig genannt, da er stets gemeinsam mit Quecksilber gehandelt wurde. Wenn Quecksilber und Zinnober aus dem Bergwerk in die nächstgelegene Faktorei (Niederlassung und Lagerhalle der Handelsgesellschaften) transportiert wurden, blieben sie gemeinsames Handelsgut, bis sie auf Messen oder bei Einzelhändlern schließlich separat verkauft wurden.

### Verpackung von Zinnober

Sowohl ganzer, wie auch gemahlener Zinnober wurde in lederne Beutel gepackt, was unter anderem durch COURTIN 1835 für den Transport von Idria überliefert ist. Der Zinnober würde verpackt in „*Fäßchen von 50 Pfund, welche ... lederne Beutel mit 25 Pfunde enthalten; Sie werden Längel genannt*“.<sup>415</sup> In der bereits mehrmals zitierten Publikation der K. K. BERGWERKSDIRECTION ZU IDRIA aus dem Jahr 1881 werden die ledernen Beutel noch konkreter als „*lohgegarbte Schaffelle à 12,5 kg*“ beschrieben. Zudem wird die seltenere Verpackung der Zinnobers in „*Kistchen à 0,5 kg*“ erwähnt, die dann zu größeren Gebinden von 25 und 50 kg exportiert wurden.

*Der weitaus grössere Theil des Zinnobers, sowohl Stück-Zinnober als Vermillon, wird in lohgegarbte Schaffelle à 12,5 kg gepackt, von denen je zwei in ein hölzernes Fäßchen kommen. Nur ein kleiner Theil Vermillon kommt in Kistchen à 0,5 kg, welches wieder in Ueberkisten zu 25 und 50 kg verpackt werden.*<sup>416</sup>

Noch in den 20er Jahren des 20. Jahrhunderts wird die Verpackung des Zinnobers aus Idria in Lederbeuteln bei ERDMANN/KÖNIG 1921 erwähnt:

---

414 Vgl. CHALOUPEK 1984, S. 106.

415 COURTIN 1835, S. 941.

416 LANGER 1881, S. 33.

*Der Zinnober wird zum Beispiel von Idria aus ganz oder gemahlen in zwei Nummern HR (hellrot) und DR (dunkelrot) in Lederbeuteln versendet, welche 14 kg schwer und paarweise in einem Faß (Lügel) verpackt sind.<sup>417</sup>*

Auch in Holland wurde der Zinnober in diesen Beuteln verschickt, wie THON 1829 anführt:

*Man bezieht den holländischen Zinnober aus Amsterdam in ledernen Säckchen oder in eichenen mit Leder ausgeschlagenen Fäßchen; den aus Idria ganz oder gemahlen von der Fabrik selbst, in einem Fäßchen, worin zwei lederne mit den Fabriksiegel gestempelte Beutel à 25 Pfd. befindlich sind...<sup>418</sup>*

## Transport

Von den Bergwerken wurden die Metallprodukte zuerst in die nächste größere Stadt in die Faktorei der jeweiligen Handelsgesellschaft transportiert, um für den Handel in die weiter entfernten Orte vorbereitet zu werden. Nicht nur die großen Handelshäuser wie die Fugger hatten in jeder wichtigen Handelstadt eine Niederlassung und Lagerhalle. In Venedig bestand der sogenannte Fondaco dei Tedesci (das Handelshaus der Deutschen, in dem sämtliche Waren aus Deutschland geprüft, gewogen und verzollt wurden) schon mindestens seit dem Jahr 1228. Teils mußten dort ganze Schiffsladungen zusammengestellt und von Packern beladen werden.

## Transportwege von Almadén

Das Quecksilber und der Zinnober aus Almadén wurden über die Jahrhunderte hauptsächlich über die Faktorei in Sevilla auf den Markt gebracht. Von den Häfen in Cadix oder Sevilla konnten Ziele in Nordeuropa (zuerst Antwerpen, später Amsterdam), Übersee und Nordafrika erreicht werden. Bis zum Ende des 16. Jahrhunderts war Antwerpen der Angelpunkt für spanische und portugiesische Waren (Abb. 36). Von dort gelangten die Waren in die oberdeutschen Städte. Außerdem wurde spanisches Quecksilber und Zinnober um 1530 über die französischen Häfen bis nach Genua und Venedig verschifft, was eine Konkurrenz für die Händler der Bergbauprodukte aus Idria darstellte. Daher forderten diese, daß „*Hispanisch quecksilber und zinnober nit mer gen Venedig gefurt werde*“.<sup>419</sup> Der deutsche Kaufmann Veit Hörll vertrieb Mitte des 16. Jahrhunderts Quecksilber und Zinnober aus Spanien und sandte im Gegenzug dorthin Textilien. Er hatte in einer Flotte 200 Quintal Quecksilber und 100 Quintal Zinnober in die Niederlande gesandt. Ein weiterer Transport auf dieser Route wird in den Quellen im Jahr 1540 faßbar, da „*ein Quecksilbertransport von 150 Tonnen, der von Cádiz nach Antwerpen unterwegs war, durch einen Sturm Verluste*“ erlitt.<sup>420</sup>

Seit Anfang des 17. Jahrhunderts, gefördert durch die Gründung der Bank von Amsterdam (1609), der ersten mitteleuropäischen Girozentrale, begann Amsterdam die Rolle des wichtigsten Handelszentrums zu übernehmen. Auch Hamburg und Frankfurt spielten seit dem 17. Jahrhundert eine Rolle im Handel mit der iberischen Halbinsel.<sup>421</sup>

## Transportwege von Idria

Durch die abgeschiedene Lage Idrias mußten sämtliche Güter über umständliche und beschwerliche Wege transportiert werden. Die Versorgung mit Rohstoffen für Lebenshaltung und Bergwerksbetrieb war von Beginn an schwierig. In der Anfangszeit des Bergwerkes in Idria waren es fast nur Bauern der umliegenden Gebiete, die das Transportwesen besorgten. Sie brachten auf ihren Lasttieren das Quecksilber und den Zinnober bis nach Triest, Villach, Laibach oder Krainburg (Kranj). Gegenfracht waren Lebensmittel und Bedarfsgüter für das Bergwerk. Von Idria führten mehrere Saumwege, schmale und unbefestigte Trittpfade, nach Triest. Die Beförderung von einem „*Saum*“<sup>422</sup> Quecksilber und Zinnober (= 3 Wiener Zentner, 158–170 kg) über den Schwarzen Berg nach Triest dauerte drei bis vier Tage. Trotz der Bedeutung des Quecksilberbergwerkes waren die Wege so schmal, daß man die Lasten nicht mit Fuhrwagen

417 ERDMANN/KÖNIG 1921, S. 285.

418 THON 1829, Bd. 2, S. 2111.

419 Vgl. KLIER 1967, S. 98.

420 KELLENBENZ 1990, Bd. 1, S. 379.

421 Vgl. KELLENBENZ 1954, S. 69.

422 Siehe Anhang zu Maßen und Gewichten, S. 102 f.

sondern nur mit Lasttieren befördern konnte. Erst um die Mitte des 18. Jahrhunderts (1760) wurden die Saumwege nach Idria so ausgebaut, daß sie auch mit Wägen befahrbar waren.<sup>423</sup> In der zweiten Hälfte des 16. und in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts erfolgte der Abtransport des Quecksilbers in zwei Richtungen: Einerseits über Villach und Salzburg in das Reich und die Niederlande und andererseits über Triest auf dem Seeweg nach Venedig, von wo es in die Levante, vor allem aber nach Spanien und von dort weiter nach Amerika verschifft wurde.<sup>424</sup> In diesem Zeitraum wurde idrianisches Quecksilber und Zinnober entweder über Venedig ausgeführt oder über Nürnberg und Antwerpen bis nach Lissabon transportiert. Im 16. Jahrhundert ging ein Teil des idrianischen Quecksilbers in den Vorderen Orient und weiter nach Indien. BROWN erlebte auf seiner Reise im Jahr 1672 die schlechten Wege um Idria und beschreibt die mühsamen Transporte des Quecksilbers und Zinnobers auf Pferden von Idria nach Kremnitz oder in weiter entfernte Länder wie Schweden:

*Wiewol das Ueberbringen gar mühsam ist / weil man es auf Pferden wegführet / also daß zwey kleine Fäßlein auf jedes Pferd geleyet werden; und solcher gestalt verschicket man es gar nach Chremnitz in Ungarn / zu dem Gebrauch in dem Gold=Bergwerck. So gebet auch etwas nach Schweden / und in andere weit abgelegene Länder.<sup>425</sup>*

Schon seit dem 16. Jahrhundert galten „quecksilber, zinnober unnd farb, so im bergwerch Ydria gemacht wirdet“ an den Zollämtern Tarvis in Kärnten in den Tauern als „mout- und aufschlagfrei“.<sup>426</sup> Als steuerbefreites Hofgut konnte Quecksilber und Zinnober innerhalb des Landes frei transportiert werden. Die Einfuhr von „fremdem“ Quecksilber und Zinnober war jedoch durchaus besteuert, wobei der Zoll für Tarvis „quecksilber und zinnober herein“ im Jahr 1686 von Leopold I. auf 1 Pfund zu 1 Kreuzer festgesetzt wurde.<sup>427</sup> Die Verzollung in Villach erfolgte nach der Gewichtseinheit Saum.<sup>428</sup> Bereits MEDER beschreibt um 1558 den Handel mit Quecksilber und Zinnober, das von Österreich kommend nach Antwerpen gehandelt wurden.<sup>429</sup>

Im letzten Drittel des 16. Jahrhunderts verlagerte sich der idrianische Quecksilberhandel von Süddeutschland nach Venedig, wo die Deutschen schon lange mit der Einrichtung des Fondaco dei Tedesci einen festen Standort hatten. In einem deutschsprachigen Zollbuch über die Gebräuche in Venedig aus dem Jahr 1572 werden Angaben zu Zinnober gemacht, „so von den Teutschen dar gebracht wird“. Weiter wird berichtet, daß die „fäßlein Zinnober“ per „schifflon von Driest / gen Venedig“ eingeführt wurden.<sup>430</sup> Venedig war dann für fast 150 Jahre lang bis 1659 ein wichtiger Ausfuhrhafen für idrianisches Quecksilber.

Seit etwa 1620 hatte aber auch Genua eine zentrale Stellung im Handel mit Quecksilber. Idrianisches Quecksilber wurde über viele Jahre via Venedig oder Genua nach Spanien exportiert, unter anderem weil der 30jährige Krieg den Handel mit Süddeutschland unterbrochen hatte. Seit Ende des 16. Jahrhunderts wurden große Mengen Quecksilber aus Idria in die spanischen Kolonien in Südamerika verschifft. Wegen des anhaltenden Bedarfs an Quecksilber für die dortige Silberproduktion kam es in Idria in den Jahren 1620 bis 1646 zu einer Hochkonjunktur. Daß der Großteil nach Südamerika transportiert wurde, erfahren wir auch durch BRUCKMANN 1727:

*Carinthia, ein Ertz=Herzogthum / welches mit Crain, Friaul, Tyrol, Saltzburg und Steyermark grüntzet / hat ... viel Quecksilber / so in die gantze Welt / sonderlich aber in das Spanische West=Indien verfabren wird;<sup>431</sup>*

Diese Transporte nach Südamerika verliefen bis zur Mitte des 17. Jahrhunderts hauptsächlich über Venedig und Genua. Seltener wurde die Ware über den Landweg zu den niederländischen Seehäfen gebracht, was MARX 1709 erwähnt:

*Idria ... von da bringen sie es in das Reich / und kommt meist nacher nach Holland / und andere See=Städte.<sup>432</sup>*

Ab 1659 kam es zur einschneidenden Veränderung der Handelsrouten. Das Quecksilber wurde nun nahezu ausschließlich nach Amsterdam transportiert. Der Seehafen von Triest war von Idria aus relativ nah. Da Kaiser Karl VI., der zugleich auch spanischer König war, Triest und Rijeka im

423 Vgl. ONDERKA 1881, S. 44.

424 Vgl. KELLENBERZ 1981, S. 43.

425 BROWN 1750, S. 209.

426 „Ordnung der Aufleg an der Tärvis im Canall“, Hofkammer Archiv Wien, Herrschaftsakten T2, fol.8–10, 29–31, 1523, zitiert aus: HASSLINGER 1987, S. 130.

427 „Leopold I, Tarif des Oberamtes Tarvis“, Hofkammer Archiv Wien, IÖ. Misc., Mautwesen Fz. 1, fol. 109–141, 1686, zitiert aus: HASSLINGER 1987, S. 142.

428 Siehe Anhang zu historischen Maßen und Gewichten, S. 102 f.

429 KELLENBERZ 1974, S. 39.

430 ANONYMUS 1572, Bl. 26, Bl. 242 verso.

431 BRUCKMANN 1727, S. 61.

432 MARX 1709, S. 255.

Jahr 1719 zu Freihäfen erklären ließ<sup>433</sup>, konnte hauptsächlich Triest für den Export der Quecksilberprodukte Idrias genutzt werden. Bei HALLE 1794 wird berichtet, die holländischen Zinnoberfabriken wären in einer Gesellschaft organisiert, die das Quecksilber über Triest aus Idria importierte.<sup>434</sup> Auch FERBER 1774 erwähnt den Transport über Triest nach Amsterdam, wo der größte Teil an die Kaufleute Verbrugge und Goll verkauft würde:

*Da die K.K. Kupfer=Quecksilber= und Bergwerksadministrations=Haupt=Casse zu Wien das idrianische Bergwerk mit Geld verlegt, so geschieht auch die Verkaufung des Quecksilbers für dessen Rechnung, wovon der grösste Theil an die Herren Verbrugge und Goll zu Amsterdam, und ihren Mitinteressenten verpachtet ist, und über Trieste nach Holland geführt wird.*<sup>435</sup>

Triest hatte seit Beginn des 18. Jahrhunderts nicht nur als Ausfuhrhafen Bedeutung, sondern dort befand sich auch ein „Magazin“ der „k. k. Bergwerksproducten=Verschleiß=Direktion zu Wien“, wie HERMANN 1781 erwähnt:

*Der größte Theil hiervon [der Produktion] wird nach Triest gebracht, alwo die k. k. Bergwerksproducten=Verschleiß=Direktion zu Wien ein eignes Magazin hat; das übrige kommt nach Wien, oder wird in loco verkauft. Hier kostet das Pfund zwey Gulden; die Verschleiß=Direktion vergütet aber jeden Zentner nur mit 110 Gulden.*<sup>436</sup>

Die Organisation des Handels mit Quecksilber und Zinnober aus Idria über mehrere Niederlassungen in der näheren und weiteren Umgebung erläutert auch THON 1829. Er erwähnt, man könne den Zinnober direkt in Idria, in der „Verschleißfactorie“ in Wien oder „... auch aus den Niederlagen zu Triest, Innsbruck, Linz und Prag“<sup>437</sup> beziehen.

## Transportwege von Böhmen

### Oberschönbach

Im beginnenden 16. Jahrhundert wurde aus Oberschönbach stammendes Quecksilber und Zinnober hauptsächlich über Nürnberg im Fernhandel abgesetzt, denn die Nürnberger Kaufleute hatten wegen ihren vielfältigen Zollbefreiungen den Handel mit Oberschönbacher Gütern in ihren Händen. Quecksilber und Zinnober aus Oberschönbach wurden zum Beispiel zu Beginn des 16. Jahrhunderts von dem Handelsmann Hans Tegler erworben und über Nürnberg bis Antwerpen nach Lissabon oder Lyon verkauft. Vor dem Jahr 1528 war Hans Tegler auch regelmäßig auf den Frankfurter Messen anwesend, wo er vermutlich auch das Quecksilber und den Zinnober aus Oberschönbach verkaufte. Allerdings stellte der Handel mit Quecksilber und Zinnober in diesen Städten eine Konkurrenz für die Güter aus Idria dar. Initiiert durch die Händler Idrias gab es zeitweise ein Gebietskartell der einzelnen Handelsgesellschaften. Dadurch war geregelt, welche Handelsstädte mit Quecksilber und Zinnober beliefert werden durften. Hans Tegler etwa war es anfangs untersagt, Venedig mit Quecksilber und Zinnober zu beliefern – sein Gebiet waren die mittel- und westeuropäischen Märkte. Im Jahr 1535 kann dann der Transport von 24 Meiler Quecksilber nach Venedig nachgewiesen werden, was vermuten läßt, daß die Beschränkungen für böhmisches Quecksilber zu dieser Zeit bereits nicht mehr galten.<sup>438</sup>

### Beraun

Die nahe der Stadt Beraun gewonnenen Zinnobererze konnten auf der Mies und der Moldau nach Prag transportiert werden, wie PEITHNER 1780 in anderem Zusammenhang erwähnt:

*... Güter, welche er [der Berauner Kreis] zu versenden hat, und sie können auf der Beraun und Moldau mit vieler Bequemlichkeit nach Prag geschafft werden. An dem ersten Flusse, der auch die Mies genennet wird, liegt die königliche Kreisstadt Beraun ...*<sup>439</sup>

Da Flüsse die einfachsten und billigsten Transportwege darstellten, lagen die meisten böhmischen Bergbaugebiete relativ günstig. Denn von Prag aus konnten Güter auf der Moldau und dann weiter auf der Elbe bis Hamburg transportiert werden. Auch PEITHNER 1780 geht näher auf den Verkehr auf den Flüssen ein:

---

433 Vgl. PICKL 1978, S. 185.

434 HALLE 1794, S. 80.

435 FERBER 1774 A, S.61.

436 HERMANN 1781, Bd. 2, S. 40 f.

437 THON 1829, Bd. 2, S. 2111.

438 Vgl. KLIER 1967, S. 89 f.

439 PEITHNER 1780, S. 137.

*Da aber diese viel Länder durchlaufen, so werden sie auch Strassen von einem in das andere, und dienen nicht nur zur Beförderung der Handlung ... sondern auch insbesondere des Bergwesens ... mit geringen Unkosten ... da die in Böhmen befindlichen Flüsse fast alle im Lande selbst aus verschiedenen metallreichen Gebürgegegenden entspringen ...*<sup>440</sup>

#### Svatá Horá

Aus einer Klage des Zinnober- und Quecksilberkäufers Jorgen Ilsung vom 19. März 1568 ist zu ersehen, daß trotz der Exportverbote böhmisches Quecksilberprodukte im 16. Jahrhundert nach Nürnberg und auch nach Frankfurt transportiert wurden:

*... behaimbische Quecksilber in gueter Anzahl nach Nürnberg, Frankfurth und ander Orthen gefiert und verkaufft worden ... alles zu merklichen Abfall des idrianischen Quecksilber ...*<sup>441</sup>

Wegen der Nähe des Zinnoberbergwerkes zur Elbe konnten die in Böhmen gewonnenen Quecksilberprodukte einfach nach Holland geliefert werden, wodurch sich ein großer Markt erschloß.

#### Transportwege von Transsylvanien, Siebenbürgen

Vor der Zugehörigkeit zum Habsburgerreich im 17. Jahrhundert gelangte das siebenbürgische Quecksilber größtenteils als Schmuggelware über Wien und Süddeutschland, teils legal über Polen in die an der Ostsee gelegenen Hafenstädte, in die Niederlande oder wurde über Dubrovnik in die Levante geführt. Es kam auch über Wien und Nürnberg oder über Danzig und die Hansestädte auf den europäischen Markt.

#### Historische Märkte und Messen

Die Künstler waren generell nicht am Großhandel mit Pigmenten beteiligt, der sich hauptsächlich auf den bekannten Messen abspielte. Die Messen wurden von den Handelsvertretern der einzelnen Bergwerke auch mit Zinnober und Quecksilber beliefert. Dort kauften dann die Händler, darunter auch Apotheker, ihr Warensortiment ein:

*... was andere mit Cargasonen zur See verrichten, solches über Land auf renommirten Messen, und Jahr=Märkten thun.*<sup>442</sup>

In Süddeutschland war Nürnberg der wichtigste Quecksilbermarkt im 16. Jahrhundert. Dorthin gelangten praktisch die gesamten Erträge des böhmischen Zinnobers und Quecksilbers und große Teile der Produktion aus Idria. Weitere Zentren nördlich der Alpen waren Frankfurt und bis zum Ende des 16. Jahrhunderts Antwerpen (später von Amsterdam abgelöst). In Westeuropa sind Lyon und Lissabon zu nennen, während im Osten zeitweilig vor allem Krakau als Umschlagplatz für Quecksilber eine Rolle spielte.

Schon im 16. Jahrhundert war die Messe in Frankfurt am Main, die zu Ostern und im Herbst stattfand, einer der wichtigsten Handelsplätze im heutigen Deutschland. Auch Quecksilber und Zinnober aus der „Pfalz“ wurden hier verkauft, wie durch die Äußerung FERBERS 1776 zu schließen ist:

*Seit 1765 ist alles in den Zweybrückischen Bergwerken gewonnene Quecksilber an Herrn Goll zu Frankfurt am Mayn verpachtet, der das Pfund mit 84 Kreuzern bezahlt.*<sup>443</sup>

Verkehrsgünstig an vielen Handelsstraßen gelegen, entwickelte sich Frankfurt zum Angelpunkt für den Warenverkehr aus allen Richtungen. Noch im 18. Jahrhundert hatte die Stadt ihre wichtige Rolle offensichtlich nicht verloren, denn MARPERGER 1711 berichtet:

*... wollte der Holländer seine Waaren ins Reich, der Italiäner und Ober=Teutsche seine nach Holland haben, so muß es über den Mittel=Ort Franckfurt geschehen ... [viele Nationen] finden daselbst vor alle saisons ihre provision einzukauffen, und ihren Vorrath hingegen wieder zu verkaufen.*<sup>444</sup>

440 PEITHNER 1780, S. 173.

441 Klage des Zinnober- und Quecksilber-All Einkäufers Jorgen Ilsung vom 19. März 1568, in: URBAN 1964, S. 21.

442 MARPERGER, 1711, Vorrede (ohne Seitenzahl).

443 FERBER 1776, S. 49.

444 MARPERGER 1711, S. 56 f.

MARPERGER 1711 listet die guten Verkehrswege von und nach Frankfurt auf den nahegelegenen Flüssen auf:

*Die Frackfurther Meß am Mäyn ... als sie von obern herab den Mäyn=Strom hat ... von unten herauf hat sie den Rhein, und an der Seite die Mosel: die erste führt ihr genugsame Waaren aus Francken=Land zu, indem der Mäyn nicht weit von Bamberg schiffbar wird, und also was von Oesterreich, Bäjern und Frackenland auszugeben hat, ihr gantz commod auf dem Mäyn kan gebracht werden; der Rhein herauf hat sie die Holländische und folglich die Englische und Ostindische, näher aber zu rechnen, die Westphälische ... von dem Obern Rhein aber, und dem bey Mannheim in denselben fallenden Neckar, die Schweitzerische Schwäbische, Pfälzische und Elsaßische Waaren ...*<sup>445</sup>

Auch die Messe in Leipzig hatte eine große Bedeutung für den Handel, wie MARPERGER 1711 erwähnt:

*Den zweyten ... Meß=Ort in Teutschland, haben wir an der Chur=Sächsischen weltberühmten Universität= und Handels=Stadt Leipzig. Dieser mit Ruhm und Segen gecrönte Musen= und Handlungs=Sitz, hält jährlich drey grosse solehne und von unterschiedlichen Käysern hoch privilegirte Messen, als nemlich die Neu=Jahr=Ostern und Michaelis=Meße.*<sup>446</sup>

In Frankreich spielte Lyon als Messestadt und Bankenzentrum eine bedeutende Rolle und wurde von zahlreichen, auch oberdeutschen Kaufleuten, besucht.

## Kauf versus Eigenproduktion

Es kann mit Sicherheit angenommen werden, daß Maler den Zinnober nicht selber herstellten. Die Angabe der Rezepte zur Herstellung von Zinnober in historischen maltechnischen Quellen dienten wohl eher einem allgemeinen Informationsbedürfnis. Denn einige Herstellungsverfahren, wie auch das für Zinnober, waren bekanntermaßen gesundheitsgefährdend oder kompliziert und aufwendig. Gerade der Sublimationsprozess des Zinnobers erforderte spezielle Gefäße und Öfen, die nur Alchimisten und Chemikern zugänglich waren.<sup>447</sup> Zum Beispiel beschreibt ANONYMUS 1792 das Verfahren, fügt aber an, daß es „der Mühe kaum werth“ sei, Zinnober in kleinen Mengen herzustellen, denn:

*Dieser ganze Prozeß ist übrigens, wenn man ihn nicht im großen anstellen will, oder wenn keinen ächten und guten Zinnober erhalten kann, der Mühe kaum werth, besonders weil in Rücksicht des guten Erfolgs, bey einer kleinen Menge, er immer eine mühsame, mit Kosten verbundene und mißliche Sache ist.*<sup>448</sup>

WEBER 1787 erwähnt die Schwierigkeiten bei der Herstellung explizit, da die Sublimation des Zinnobers meist unter Entwicklung starker Explosionen verlief:

*Wer jemals Zinnober gemacht hat, oder hat machen gesehen, wird wissen, daß vom Anfang der Sublimation Explosionen geschehen, die im Stande sind, allen Widerstand zu überwinden, und die schwersten Körper in die Luft zu werfen.*<sup>449</sup>

Wenn es nun in den Quellen heißt, Zinnober würde durch die „Kunst“ hergestellt, wie bei VALENTINI 1704 „Der gemachte Zinnober wird durch die Kunst aus dem Quecksilber und Schwefel gemacht“<sup>450</sup>, so ist die Verwendung des Wortes „Kunst“ im Sinne von künstlich oder synthetisch zu verstehen. Der Produzent dieses künstlichen Stoffes wird dann als „Künstler“ oder Alchimist bezeichnet. Daß der Begriff „Scheidekünstler“ die deutsche Bezeichnung für Alchimist ist, erfahren wir von LUDOVICI 1756, der schreibt: „Alchymia, deutsch Scheide=Kunst“.<sup>451</sup> Die Annahme, der bildende Künstler oder Maler sei bei der Bezeichnung „Künstler“ gemeint, ist daher falsch. Wenn zum Beispiel LINNÉ 1778 in seinem „Natarsystem des Mineralreichs“ über den synthetischen Zinnober feststellt, daß „der Künstler ... ihn häufig und ziemlich glücklich“ nachmacht, so ist hier also die synthetische Herstellung beschrieben, jedoch nicht gemeint, daß der Maler daran beteiligt war.

---

445 MARPERGER 1711, S. 55.

446 MARPERGER 1711, S. 63.

447 Vgl. auch: HARLEY 1970, S. 115.

448 ANONYMUS 1792, S. 38.

449 WEBER 1787, S. 44.

450 VALENTINI 1704, S. 95.

451 LUDOVICI 1756, Bd. 1, Sp. 168.

## Historische Einzelhändler von Zinnober

Seit dem Spätmittelalter waren viele Farbmittel und Künstlermaterialien im Einzelhandel fertig zubereitet für Maler erhältlich. In deutschen Städten war dieser Einzelhändler meist die Apotheke.<sup>452</sup> So erwähnt SCHROEDER 1693 in seiner Schrift „Vollständige und nutzreiche Apotheke“ den Handel mit natürlichem und synthetischem Zinnober in Apotheken dieser Zeit:

*In den Apotheken hat man zweyerley Zinnober=Arten / die eine wird bereitet / der andere wächst.*<sup>453</sup>

Auch die im Münchner Taxenprojekt ausgewerteten Apothekentaxen belegen mit zahlreichen Einträgen zu Zinnober, daß der Apotheker am Zinnoberhandel beteiligt war. Seine Auflistung in der Gruppe „*Pigmenta et colores*“ belegt, daß Zinnober auch als Pigment für Maler gehandelt wurde.<sup>454</sup> Neben Apothekern verkauften schon seit dem Mittelalter „*Materialisten*“ verschiedene Malmaterialien. Sie handelten mit „*Material-Waaren*“, darunter medizinische und hygienische Utensilien und „*Farbwaren*“. MARPERGER 1708 äußert sich über das Sortiment, das „*Colores*“ beinhaltete:

*... der Materialist, so er ein junger Anfänger / der sein Material=Gewölb erstlich eröffnen und etabliren will / findet unter der Rubric von Material-Waaren bis 20erley Genera und Sorten / die er in seiner Handlung benöthiget ist / als (1.) Partes Animalum, (2.) Aromata, (3.) Colores ...*<sup>455</sup>

Neben den fertigen Zubereitungen boten die Händler von „*Material-Waaren*“ auch die für die Herstellung von Zinnober benötigten Rohstoffe, wie zum Beispiel Schwefel, an, was LUDOVICI 1742 erwähnt: „*Der gemachte Schwefel, welcher in Material=Laden geführt wird ...*“<sup>456</sup>

ZEDLER 1732–1754 nennt die Materialisten als Händler verschiedener Zinnobersorten:

*... wie man denn bey denen Materialisten verschiedene Sorten findet, entweder steinicht, oder pur, in Körnern oder Granis ...*<sup>457</sup>

Außer den Apothekern und Materialisten waren auch die Händler von „*Merze / oder Kramerey*“ von Bedeutung für den Pigmenthandel. In dem bereits zitierten deutschsprachigen Zollbuch Venedigs („*Tariffä*“) werden unter dem Oberbegriff der „*Merze / oder Kramerey*“ auch „*Zinober / Quecksilber*“ angeführt.<sup>458</sup> Später kamen die Verkäufer von „*Specereyen*“ auf. COURTIN 1835 bezeichnet unter anderen folgende Güter als „*Spezereien, Materialwaaren: Kaffe, Zucker, Tee, Tabak, Oel, Branntwein, alle Sorten von Gewürzen und verschiedene Farbwaren.*“<sup>459</sup> Alle bisher beschriebenen Händlergruppen – zuerst die Apotheker und Materialisten, dann Specereyhändler – führten Malmaterialien und Pigmente als kleinen Teilbereich ihres oft sehr breiten Warenangebots. Völlig auf Malmaterialien spezialisierte Händler lassen sich zwar vereinzelt seit mindestens 1503 nachweisen, jedoch lediglich in Städten, die für Künstler und die Kunst Bedeutung hatten, wie etwa Venedig.<sup>460</sup>

Erst ab der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts entwickelten sich vor allem in Amsterdam spezialisierte Farbgroßhändler, dort etwa die Firma Pektok, die in einer kleinen Fabrik Pigmente und Künstlermaterialien herstellte.<sup>461</sup> Viele Produkte, darunter auch Zinnober, wurden in Holland auf kostengünstige Weise in großem Umfang produziert und garantierten den wirtschaftlichen Aufschwung der neuen Seemacht. Fast zweihundert Jahre lang war synthetischer Zinnober aus Holland ein wichtiges und weit exportiertes Handelsgut. In Preislisten aus der Mitte des 19. Jahrhunderts, zum Beispiel der Firma Gehe & Comp. in Dresden,<sup>462</sup> finden sich ähnlich zusammengestellte Warengruppen, wie sie früher von Materialisten und Spezereihändlern vertrieben wurden. Der Handel mit „*Droguerie-Waaren und Farben*“ umfaßte „*chemische und phamaceutische Praeparate eigener Fabrikation*“, darunter Rohstoffe („*Rohe Drogen*“) wie Metalle, Salze, Chemikalien, Kräuter, Gewürze, Wurzeln, Samen, Öle und fertig zubereitete Waren („*Farbwaren und Producté*“), hierunter auch Zinnober („*Cinabar. fact. crud.; Cinabar fact. ppt. opt., Cinabar fact. Vermillon opt.*“). Ab dem Jahr 1868 taucht in der Preisliste der Firma Gehe „*Zinnober roth. Idria.*“ auf, wobei es zwei Qualitäten dieses Zinnobers, nämlich einfachen und „*präp.*“ zu kaufen gab. Der „*Vermillon*“, der sicher aus Holland stammte, ist im Jahr 1868 billiger als die schlechte Qualität des Zinnobers aus Idria. Ab dem Jahr 1871 kosten beide etwa das Gleiche. In der Zeit danach wurde der Zinnober aus Idria günstiger. Der außerdem angebotene „*chinesische Zinnober*“ hatte immer den höchsten Preis.

452 LINDGREN 1996, S. 436 und KREKEL/BURMESTER 2001, S. 450 ff.

453 SCHROEDER 1693, S. 659.

454 Vgl. BURMESTER/HALLER/KREKEL 2005 (S. 9 ff.).

455 MARPERGER 1708, Vorrede (ohne Seitenzahlen, [IV]).

456 LUDOVICI 1742, Bd. 4, Sp. 191.

457 ZEDLER, Bd. 3 (1733), Sp. 1311.

458 ANONYMUS 1572, Bl. 26.

459 COURTIN 1835, S. 797–798.

460 KRISCHEL 2002, S. 98 und: MATTHIEW 2002, S. 680.

461 Vgl. The Pektok Manuskript (1692-1695) in: EIKEMA HOMMES 2001, und: SCHENDEL 1972.

462 Firma Gehe & Comp. in Dresden, Preislisten von den Jahren 1846 bis 1882, Bibliothek GMN, Nürnberg.

## Zinnober in maltechnischen Quellen

### Aufbereitung von Zinnober durch den Maler

Die Reinigung von Zinnober in Fabriken wurde bereits unter dem Kapitel über die „Raffination“ behandelt. Den gleichen Zweck verfolgen die Anweisungen kunsttechnologischer Quellen zum Reiben des Zinnobers mit verschiedenen Flüssigkeiten. Da sich die von den Künstlern angewandten Methoden zur Raffination teils erheblich von denen der Zinnoberfabriken unterscheiden, werden hier exemplarisch die entsprechenden Vorschriften zitiert. Von den Zubereitungsarten werden im Folgenden allerdings nur diejenigen behandelt, die sich auf die Verwendung von Zinnober in der Tafelmalerie beziehen. Darüber hinaus wurde er unter anderem für die Buchmalerei verwendet. Hier konnte durch einen aufwendigeren Reibeprozess und Schlammvorgang die erwünschte feinere Körnung erzielt werden. Angaben von Rezepten für „Zinnoberfarbe“ und für die Aufbereitung des Zinnobers als Siegelack oder für den Stoffdruck werden hier nicht untersucht.

Da der fertige „Vermillon“ oft durch Streckmittel verunreinigt war, kauften die Maler lieber ganzen Zinnober. Das Reiben ist der erste Prozess der „Zurichtung“ oder „Zubereitung“ des Zinnobers für den Gebrauch als Farbe. Die Quellen berichten, die Qualität des Zinnobers könne durch eine feinere Körnung noch gesteigert werden. Die feinste Körnung, „ein unfühlbares Pulver“, kann nur auf dem Reibstein mit dem Läufer erzielt werden.

Das Lösen von Verunreinigungen, hauptsächlich durch Schwefel und Quecksilber, konnte an das Reiben gekoppelt sein. ANONYMUS 1753 weist in seinem „Praktischen Handbuch für Künstler“ darauf hin, daß Verunreinigungen für den mangelnden Glanz und Unbeständigkeit des Zinnobers ausschlaggebend wären:

*Weilen der Zinnober aus Mercurio und Schwefel gemacht wird, so muß man ihm die Unreinigkeiten, so er von diesen Mineralien an sich hat, benehmen, weilen solche seinen Glantz verderben, und ihn unbeständig machen. Diese Reinigung nun geschicht folgender Gestalt ...*<sup>463</sup>

### Flüssigkeiten und Zusätze während des Mahlens („Reiben“)

Beim Reiben von Pigmenten mit dem Läufer wird meist ein flüssiges Medium zur Vermeidung von Staubbildung beigegeben, so daß das Pigment als Brei gemahlen wird. BOLTZ VON RUFFACH 1549 erwähnt, den Zinnober mit „ungefelschestem gutem rotem wyn“ und etwas „edlen saffran“ zu reiben.<sup>464</sup> Rotwein und Safran werden auch von PICTORIUS genannt.<sup>465</sup>

Weitaus öfter wird in Quellen Urin genannt, der während des Reibens zur Befeuchtung diene, wie im De Mayerne Manuskript von 1620: „Reibe es zuerst mit Knabenharn, dann getrocknet mit Oel auf der Palette.“<sup>466</sup>

ANONYMUS 1753 nennt neben Urin auch „Brantwein“ (Alkohol) als „Reinigungsmittel“ für den Zinnober. Um eine hellrote Tönung zu erzielen könne zu dem Alkohol Safran gegeben werden:

*Reibt den gepülverten Zinnober mit Kinder=Urin, oder Brantwein, und last ihn am Schatten trucknen. Wollt ihr ihn hellerth machen, und ihm seine Schwärtze benehmen, so thut in den Brantwein oder Urin ein wenig Saffran, und reibt alsdann den Zinnober damit.*<sup>467</sup>

Den Alkohol nennt auch STÖCKEL 1799, damit der Zinnober zu „feiner Arbeit“ verwendbar sei:

*Zu feiner Arbeit wird er erst mit starckem weißen Kornbrandtwein abgerieben und dann wieder getrocknet.*<sup>468</sup>

Im De Mayerne Manuskript von 1620 wird das Trocknen des Zinnobers auf Kreide nach dem Reiben empfohlen: „Zinnober sei vorerst in Wasser gerieben dann zum trucknen auf Kreide gelegt, welche das Wasser aufsangt.“<sup>469</sup> Darüber hinaus findet sich dort auch der Hinweis zur Verwendung von Essig zum Reiben des Zinnobers: „Zinnober [ist] mit Wasser und etwas Essig zuerst [zu reiben, dann zu] trucknen ...“<sup>470</sup>

463 ANONYMUS 1753, S. 114.

464 BOLTZ 1549, S. 125.

465 PICTORIUS o. J., S. 49.

466 BERGER 1901, S. 105.

467 ANONYMUS 1753, S. 114.

468 STÖCKEL 1799, S. 16.

469 BERGER 1901, S. 121.

470 BERGER 1901, S. 251.

Um den Zinnober zum Gebrauch vorzubereiten, gibt PICTORIUS an, „guten weissen Weinstein“<sup>471</sup> als Zugabe beim Reiben zu verwenden:

*Wann du nun besagten Zinnober zum Schreiben oder Mahlen gebrauchen wilt, so must du solchen auf einem Reibestein mit gutem weissen Weinstein auf das zarteste abreiben, und von sich selbstn trocknen lassen ...*<sup>472</sup>

Neben dem Reiben des Zinnobers mit Zusätzen reinigten Maler ihn auch durch Schlämmen über einen längeren Zeitraum. Dabei wurde die Flüssigkeit mit den darin gelösten Schmutzpartikeln regelmäßig abgossen. Bei PICTORIUS wird der zuerst mit „bellfrischen Brunnen=Wasser“ geriebene, wieder getrocknete Zinnober, in einem „Becher mit Harn“ über mehrere Tage raffiniert:

*Den Zinnober ... in einem Becher mit Harn wol vermischen, alsdann nochmal trucken werden, wenn sich der Zinnober auf den Boden gesetzt hat, so gieß den alten Harn fein allgemach darvon herab, und einen andern und frischen darüber, laß es biß an den Morgen also stehen, und wechsele also vier oder fünff Tage mit dem Harn ab, so wird er auf das allerbeste purgirt,*<sup>473</sup>

Anschließend solle dasselbe Verfahren nochmals mit Eiweiß durchgeführt werden, wodurch der Zinnober vollständig gereinigt würde, wie PICTORIUS angibt:

*... so nimm Eyerklar ... gieß über den Zinnober ... rühre es ... untereinander, laß sich den Zinnober setzen, und wechsele ... mit dem Eyerklar zwey oder drey Tage ab, so wird der Zinnober seines übrigen Unraths sämtlich loß.*<sup>474</sup>

KRÜNITZ 1772–1858 erwähnt, die Farbigkeit von Zinnober könne durch warmes Wasser verbessert werden, in welchem man den Zinnober einige Zeit stehen ließ. Darüber hinaus könne man ihn „verschönern“ indem man ihn mit „rauchender Salpetersäure oder mit Essigsäure benetzt und dann gut auswäscht.“<sup>475</sup>

ANONYMUS 1792 erwähnt das Raffinieren des Zinnobers „in Urin, Citronensaft, oder andern flüssigen Substanzen“, verweist aber darauf, daß „alle diese Mittel keine Veränderung“ des Zinnobers bewirken könnten.<sup>476</sup>

## Bindemittel für Zinnober

Im 16. und 17. Jahrhundert werden für Zinnober am häufigsten wäßrige Bindemittel, wie Leim, Gummi oder „Albumine“, also eiweißhaltige Bindemittel genannt. Zum Beispiel findet sich bei BOLTZ VON RUFFACH 1549 die Angabe „Temperierss dann mit Albumine und gummivasser.“<sup>477</sup>

Im De Mayerne Manuskript 1620 wird der Zinnober zuerst als für die Ölmalerei ungeeignet bezeichnet, da er die anderen Farben „zehr“<sup>478</sup>, wobei an einer anderen Stelle das Reiben mit Öl empfohlen wird. „Will man es gebrauchen, werde es auf der Palette mit Leinöl gemischt.“<sup>479</sup>

Später wird dann öfter auf die Möglichkeit hingewiesen, Zinnober mit Ölen zu binden. CRÖKER 1753 nennt die „Zurichtung“ des Zinnobers mit trocknenden Ölen oder „anderm guten Fäurnis“. Als Sikkativ für den relativ langsam trocknenden Zinnober gibt er die Verwendung von „geriebenem Venedischem oder Crystallen=Glas“, also Bleiglas an. Bis heute konnte jedoch die tatsächliche Wirkung des Bleiglasses als Trocknungsbeschleuniger noch nicht nachgewiesen werden.

*Seine Zurichtung aber geschicht mit dem trocken Oel oder sonst anderm guten Fäurnis, mit welchem eine gute Zeit lang, ehe er klein wird, muß gerieben werden, und weil er nicht allzu geschwinde trocknet, so thut man von calcinirtem oder gebrantem und klein geriebenem Venedischem oder Crystallen=Glas etwas darzu, so doch aber nicht allzu nöthig, wenn sonst das trocken Oel oder Fäurnis an sich selbst gut und wohl trocknet.*<sup>480</sup>

WATIN 1774 führt die zu dieser Zeit gebräuchlichen Bindemittel – Öl, Leim und Gummi – als für den Zinnober geeignet an:

471 Weinstein ist Kaliumhydrogentartrat C4H5O6K.

472 PICTORIUS O. J., S. 46.

473 PICTORIUS O. J., S. 49.

474 PICTORIUS O. J., S. 49.

475 KRÜNITZ, Bd. 241 (1858), S. 472 f.

476 ANONYMUS 1792, S. 43.

477 BOLTZ 1549, S. 125.

478 BERGER 1901, S. 299, De Mayerne Manuskript 1620, p. 122.

479 BERGER 1901, S. 121.

480 CRÖKER 1753, S. 96.

*Der Vermillon läßt sich leicht mit Oel, oder auch zu Wasserfarben mit Leim, oder zum Miniaturmalen mit Gummi vermischen, ohne seine Farbe zu ändern.*<sup>481</sup>

Diese und die „fetten Lacke“ (Harz-Öl-Mischungen) werden auch von STÖCKEL 1799 erwähnt. Durch Gemische aus Harzen und Ölen konnte das Trocknen von Zinnober beschleunigt und emailartiger Glanz der Malschicht erzielt werden.

*Natürlicher oder Bergzinnober ist ein sehr schönes hochrothes Minerale, und ist im Oebl, in den fetten Lacken und im Wasser, wie auch zur Miniaturmalerey ganz vortreflich.*<sup>482</sup>

Das Anteigen des Zinnobers mit Öl durch einen Spatel sollte laut BOUVIER 1838 erst kurz vor dem Gebrauch erfolgen. Er kennt auch das schlechte Trocknungsverhalten des Zinnobers und empfiehlt daher, so wenig Öl wie möglich zu verwenden und eine dicke Paste daraus zu mischen.

*Daber ist es hinreichend, das Oel blos mit dem Spatel hinzuzusetzen und wohl damit zu vermengen, in dem Augenblick, da man sich desselben bedienen will. Uebrigens sind sie ihrer Natur nach von sehr weniger trocknender Eigenschaft, und bleiben mehrere Tage hinter einander auf der Palette frisch, daher man so wenig Oel als möglich binzusetzen und die Farbe steif und dick anmachen muß.*<sup>483</sup>

### Zinnober in Malschichten

Der Zinnober als reine Farbe wurde in Gemälden für alle leuchtend roten Partien wie für die Darstellung von Umhängen oder Draperien, verwendet. CRÖKER 1753 listet die einzelnen Bildbereiche, die mit reinem Zinnober gemalt wurden ausführlich auf:

*Ist er aber unvermischt, so leget man damit an die Lippen der Menschen, allerley rothe Schnäbel und Füße der Vögel, die rothen Rüssel und Mäuler der vierfüßigen Thiere, allerley Art von Aepfeln und Birnen, allerley rothe Blumen und Früchte, als Johannis=Beer, Bielbeere oder Quitchen, Berbisbeer, mancherley rothe Gewändter, Kleider, Fühänge und dergleichen.*<sup>484</sup>

War der Zinnober aber mit den unten im Einzelnen genannten Pigmenten gemischt, so konnte er laut CRÖKER 1753 für „*allerhand nackende Bilder, aller Berge, Wälder, Schlösser, so in der Ferne liegen, auch allerley rothbleiche Luft*“<sup>485</sup> gebraucht werden.

### Mischungen von Zinnober mit anderen Pigmenten

Der Zinnober wurde in Gemälden nicht nur rein, sondern auch mit anderen Pigmenten vermischt angewendet. Die historischen Quellen erwähnen Mischungen zu helleren oder zu dunkleren Farbtönen. Zuerst wurden die dunkleren Ausmischungen des Zinnobers, in den Quellen als „*Verschattierung, Vertiefung*“ bezeichnet, danach die helleren, genannt „*Erhöhung oder Licht*“, beschrieben.

In dunklen Bildbereiche kann der Zinnober, laut BOLTZ 1549, durch „*Russfarb oder Mummian*“, also Ruß<sup>486</sup> oder Mumie<sup>487</sup> „*verschattiert*“ werden.<sup>488</sup>

Daneben gibt BOLTZ 1549 die Verwendung von Lacken aus Brasilholz<sup>489</sup> „*guter presilgen, rösslin oder paryss root*“ für die Mischung mit Zinnober an.<sup>490</sup> Die Brasilholzlacke wurden oft mit Zinnober gemischt und waren unter verschiedenen Bezeichnungen bekannt:

DER CURIOSE SCHREIBER von 1695 schreibt von „*Venedischen Lack*“<sup>491</sup>, CRÖKER 1753 von „*Kugel=oder Florentiner=Lac*“, der weiter noch verdunkelt werden könne, wenn „*man unter den Lac noch etwas Kienrauch*“ mische.<sup>492</sup> DER CURIOSE SCHREIBER 1695 empfiehlt, für „*die dunckelsten Schatten und Tieffen ... gemeldten Lack etwas Schwartz darunter gemenge*“ zu verwenden.<sup>493</sup>

---

481 WATIN 1774, S. 20.

482 STÖCKEL 1799, S. 16.

483 BOUVIER 1838, S. 10 (Fußnote).

484 CRÖKER 1753, S. 96 f.

485 CRÖKER 1753, S. 96.

486 Ruß, bei CRÖKER 1753 „*Kienrauch*“, hauptsächlich Kohlenstoff.

487 Mumie ist eine braune Lasurfarbe aus Asphalt und Harzen.

488 BOLTZ 1549, S. 96.

489 Brasilholz ist ein dunkles Farbholz aus Brasilien oder Jamaika, Fernambukholz.

490 BOLTZ 1549, S. 96.

491 DER CURIOSE SCHREIBER 1695, S. 173.

492 CRÖKER 1753, S. 96.

493 DER CURIOSE SCHREIBER 1695, S. 173.

Für hellere, orangene Rottöne erwähnt BOLTZ 1549 die Mischung von Mennige und Zinnober, die er als „Bastard-Cenober“ bezeichnet.<sup>494</sup> Neben Mennige wird in DER CURIOSE SCHREIBER 1695 auch „Weiß“ genannt. Der Autor verweist auf die Verwendung des mit „Weiß“ gemischten Zinnobers für die „Leibfarbe in nackten Bildern“.<sup>495</sup> CRÖKER 1753 nennt explizit „Bleyweiß“ als Pigment für die Mischung des Zinnobers für Inkarnatfarbe.

CRÖKER 1753 gibt auch an, daß hauptsächlich gelbe Farben für die Mischung mit Zinnober verwendet würden, nämlich „Bleygelbe, Schüttgelbe, Auripigment ec.“<sup>496</sup> Auch für helle Ausmischungen wurden neben Pigmenten, wie Bleigelb und Auripigment (Arsensulfid) verlackte Farbstoffe, wie etwa Schüttgelb<sup>497</sup>, mit Zinnober gemischt.

BOUVIER 1838 stellt die Mischungen des Zinnobers für die „Fleischtinten“ dar, „mit Weiß vermischt“ sei er geeignet „für die rosenfarbigen, und mit bellem Ocker für die Local=Tinte des Fleisches.“<sup>498</sup> Desweiteren nennt er die, vom europäischen Zinnober abweichende, bläulich-rote Tönung des chinesischen Zinnobers, der in „frischen Fleischpartieen“ mit Weiß und für Gewänder gut verwendet werden könne:

*Dieser Zinnober hat mehr eine carminrothe Farbe, als der europäische. Man gebraucht ihn sehr gern zu frischen Rosen=Tönen, indem man ihn mit Weiß vermischt, und zu allen Lila=tinten in sehr frischen Fleischpartieen. Man könnte ihn allenfalls entbehren, indessen ist es sehr bequem, wenn man für gewisse Gewänder ein etwas carminartiges Roth hat. Er wird sehr schön, wenn er mit rosigem oder carmoisinrothem Lack vermischt und glasurt wird.*<sup>499</sup>

#### Aufbewahren und „Regenerieren“ von Zinnober

Da der Zinnober nicht zu den stabilsten Pigmenten gehört, finden sich in den Quellen Hinweise auf die Behandlung „verdorbener“ Zinnobers. BOLTZ 1549 erwähnt sowohl die Regeneration von Zinnober als Pigment, wie auch die des Zinnobers als Farbe:

*Wiltu alten verdorbnen Cenober widerbringen, so wesch vnd flötz jn wol ab mit gutem wyssen win. Ryb jn darnach wider an mit branntenn win, vnd lass jn trocknen ...<sup>500</sup> Will dann etwan ein Cenober zäh werden, so thu III oder IIII tropffen essich daryn, oder würff saltz daryn, das purificiert jn. Item will er zu brun und zu dunckel werden, so ryb Salmiax gar wol und thun es daryn, so reiniget er sich.*<sup>501</sup>

Auch BOUVIER 1838 berichtet, daß eine aus Zinnober bereitete Farbe nicht gut haltbar sei. In Blasen aufbewahrt, würde sie schnell „zäh und ranzig“ werden. Daher solle man den Zinnober besser als Pulver aufbewahren und frisch zum Gebrauch mit dem Bindemittel mischen:

*Beide Arten von Zinnober gehören zu den Farben, die man nicht in Blasen aufbewahren muß; sie werden zu zäh und ranzig. Es ist besser sie in Pulver aufzubewahren, und nicht eber in Oel anzumachen, bis man seine Palette zubereitet.*<sup>502</sup>

---

494 BOLTZ 1549, S. 125.

495 DER CURIOSE SCHREIBER 1695, S. 173.

496 CRÖKER 1753, S. 96.

497 Schüttgelb wird aus Kreuzbeeren hergestellt.

498 BOUVIER 1838, S. 10.

499 BOUVIER 1838, S. 10 f.

500 BOLTZ 1549, S. 61.

501 BOLTZ 1549, S. 125.

502 BOUVIER 1838, S. 10.

## Schlußfolgerung und Ausblick

Aus der gemeinsamen Betrachtung der ausgewerteten Primärquellen mit der Sekundärliteratur konnten vertiefende, teilweise auch neue Erkenntnisse über Zinnober gewonnen werden. Die Eigenschaften und die Gewinnung des Minerals Zinnober werden in der mineralogischen und montanistischen Literatur schon seit dem 16. Jahrhundert relativ genau beschrieben. Durch die Auswertung dieser Quellen war es möglich, selbst kleine Vorkommen von Zinnober zu lokalisieren. Diese Arbeit erwies sich als diffizil und konnte nur durch Rückschlüsse aus der Verwendung historischer Karten bewerkstelligt werden. Wenn auch nicht sämtliche Lagerstätten und Herstellungsorte in dieser Arbeit behandelt sind, so gelang es den bisherigen Kenntnisstand über die wesentlichen Bergwerke und Zinnoberfabriken in Mitteleuropa zu erweitern und einige kleinere Vorkommen zu nennen. Die marktbeherrschenden großen Bergwerke, wie Almadén und Idria, förderten über Jahrhunderte durchgehend Zinnobererz. Bei diesen kann die Entwicklung von Handelsmonopolen nachvollzogen werden, denn langfristig beschränkte sich die Gewinnung von Quecksilber, dem wichtigsten Rohstoff für die Zinnoberproduktion, auf die beiden großen Vorkommen in Europa.

Die Ausbeutung der weniger bedeutenden mineralischen Vorkommen war nur möglich, wenn sich ein Investor für die Finanzierung eines kostspieligen Bergbauunternehmens fand, und wenn der Handel mit den Produkten von einer weitverzweigten Organisation gekennzeichnet war. Exemplarisch seien die Zinnobergruben in Oberschönbach in Böhmen genannt, deren Erträge im 16. Jahrhundert eine Konkurrenz für die Monopolstellung des Bergwerkes in Idria darstellten, aber Ende des 16. Jahrhunderts schon wieder stillgelegt waren. Im Untersuchungszeitraum mangelt es nicht an Quecksilberbergwerken, aber hochwertiger Bergzinnober war trotzdem „*rar und tener*“, wie die Quellen berichten. Der Großteil des gewonnenen Zinnobererzes war stark verunreinigt und wurde für die Quecksilbergewinnung genutzt. Nur in geringem Maß konnte guter Bergzinnober im Bergbau beim Zerkleinern der Erze ausgeschrieben werden. Desweiteren wurde natürlicher Zinnober in geringem Umfang von Bauern, als Nebenverdienst, auf den Feldern oder in Flüssen gesammelt und verkauft. Er gelangte dann ganz, „*in granis*“ oder gemahlen in den Handel. Je nach Handelsform war die Zubereitung des Bergzinnobers relativ aufwendig. Nur selten wurde dadurch die ausgeprägte Leuchtkraft des synthetischen Zinnobers erreicht, denn die enthaltenen Begleitminerale und Verunreinigungen verursachen eine blässere Tönung.

Da oberdeutsche Handelsfamilien, vor allem im 16. Jahrhundert, die bedeutendsten Quecksilberbergwerke verwalteten und den Verkauf von Quecksilber und Zinnober beherrschten, waren diese Materialien auf vielen Messen und Märkten erhältlich. Durch die Verfügbarkeit der Rohstoffe bestand die Möglichkeit, synthetischen Zinnober auch fern der Lagerstätte in kleinen Fabriken herzustellen. In dieser Arbeit konnten seit Beginn des hier betrachteten Zeitraumes (um 1500) Zinnoberfabriken in den Quellen nachgewiesen werden. Zum Beispiel im Quecksilberbergwerk von Idria produzierte man in der Mitte des 16. Jahrhunderts bereits mehrere hundert Zentner Zinnober pro Jahr. Es kann daher mit Sicherheit angenommen werden, daß der Bedarf von Malern an hochwertigem synthetischem Zinnober schon seit dem 16. Jahrhundert gedeckt war. Die bisherige Annahme in der Fachliteratur, die synthetische Herstellung in Zinnoberfabriken habe sich erst im 18. Jahrhundert durchgesetzt, ist demnach widerlegt.<sup>503</sup> Denn nicht nur in Idria, abgelegen im Gebirge, wurde synthetischer Zinnober hergestellt. Zur gleichen Zeit gab es weitere Zinnoberfabriken, die weitaus bessere Standortfaktoren aufwiesen. Doch da sie oft nur für einen kurzen Zeitraum und in geringer Menge produzierten, wurden sie in gedruckten Quellen selten explizit erwähnt und waren bisher weitgehend unbekannt.

Häufiger als Angaben zu den kleinen Zinnoberfabriken finden sich Berichte über die bereits bekannten holländischen Zinnoberfabriken in den Quellen hauptsächlich des 18. Jahrhunderts. Sie entstanden dort etwa seit der Mitte des 17. Jahrhunderts, als sich der internationale Handel nach Amsterdam verlagert hatte. Trotz der genauen Beschreibungen der dortigen Fabriken und ihrer Einrichtung in den Quellen ist fraglich, inwiefern dort spezielle „Kniffe“ nicht thematisiert sind. Die hervorragende Qualität und der relativ niedrige Preis, verbunden mit den streng gehüteten Fabrikgeheimnissen, ließen Zeitgenossen Zusätze bei dem holländischen Zinnober vermuten. Mindestens seit Beginn des 18. Jahrhunderts war synthetischer Zinnober aus Holland auch auf den deutschen Märkten die vorherrschende Sorte für Maler.

Neben den holländischen Fabriken gewinnt ab dem Ende des 18. Jahrhunderts dann wieder die synthetische Zinnoberproduktion von Idria an Bedeutung. Seit etwa 1880 wurden dort bis ins 20. Jahrhundert auch nasse Verfahren für die Zinnoberherstellung angewendet.

---

503 Vgl. beispielsweise KÜHN 1988, S. 21.

Aus älterer Literatur ist hinreichend bekannt, daß die Zinnoberherstellung schon in mittelalterlichen Traktaten wie dem Lucca-Manuskript und der Mappae Clavicula aber auch später in zahlreichen kunsttechnischen Quellen behandelt wird.<sup>504</sup> Durch vorliegende Untersuchung stellte sich heraus, daß die kunsttechnischen Quellen bezüglich der Herstellungsmethoden von sehr untergeordneter Bedeutung sind. Diese Rezepte sind bis weit ins 18. Jahrhundert stark von der Alchimie geprägt und geben nicht die idealen Verfahren für die praktische Herstellung wieder. Die „wahren“ Beschreibungen von Herstellungsprozessen sind uns nur vereinzelt überliefert, etwa durch das Manuskript des Farbenherstellers Pekstok in Amsterdam, das über die Zinnoberherstellung in Amsterdam Auskunft gibt und von SCHENDEL 1972 publiziert wurde.<sup>505</sup>

In dieser Arbeit führte die Auswertung historischer Quellen aus anderen Sachgebieten wie der Mineralogie, Bergbaukunde und Chemie zu detaillierterer Kenntnis der Herstellung des Pigmentes Zinnober. Durch diese Quellengattungen gelang es, die grundlegenden historischen Techniken und Verfahren für die Herstellung von Zinnober darzustellen. Die in historischen Quellen der Chemie publizierten Verfahren wurden jedoch selten unmittelbar nach ihrer Entdeckung für die tatsächliche Herstellung in Fabriken angewendet. Häufig dauerte es sogar recht lange, bis sich die Anwendung neu entwickelter Prozesse in Fabriken durchsetzte. Zum Beispiel wurden die nassen Verfahren schon im Jahr 1687 von SCHULTZ, offenbar erstmals, entdeckt und erst Mitte des 19. Jahrhunderts in der Fabrik in Idria eingeführt.

Anhand des Zinnobers, als einzigem leuchtend roten Pigment bis zum 20. Jahrhundert, kann die Entwicklung neuzeitlicher Handelsbeziehungen nachvollzogen werden. Durch weitreichende Verbindungen der deutschen Handelsfamilien im 16. Jahrhundert waren die Handelswege der vertriebenen Waren entsprechend ausgedehnt und weitläufig, so daß nicht nur innerhalb Europas alle wichtigen Handelsstädte mit Quecksilber und Zinnober versorgt werden konnten. Die ursprünglich umfangreicher geplante Untersuchung des Großhandels mit Zinnober stellte sich anhand der verwendeten Quellen als schwierig dar, da gedruckte Quellen in diesem Zusammenhang nur wenige Informationen liefern. Auch in historischen Messekatalogen sind Angaben, die sich direkt auf Zinnober beziehen, selten. Dort finden sich in der Regel summarische Bezeichnungen der Handelsware als „Quecksilber und Zinnober“.

Im Gegensatz zum Großhandel mit Zinnober geht der Einzelhandel eindeutiger aus den untersuchten Quellen hervor. Hier war es leicht, einige für den Verkauf von Zinnober zuständige Händlergruppen wie Händler von „*Merze und Kramerey*“ oder „*Material=Waaren*“ auszumachen.

Der Zeitrahmen vom 16. Jahrhundert bis zum Ende des 19. Jahrhunderts ist zu weit gespannt, um in dieser Arbeit auf Details der gewonnenen Erkenntnisse eingehen zu können. Grundsätzlich müssten der Handel und der Transport unter Berücksichtigung handschriftlicher Quellen in umfangreichen, regional und zeitlich stärker eingegrenzten Einzelbetrachtungen untersucht werden. In dieser Arbeit konnten der Verkauf und die Handelswege von Quecksilber und Zinnober daher nur exemplarisch bzw. verallgemeinernd dargestellt werden.

Auch die möglichen Auswirkungen auf das Alterungsverhalten von Zinnober durch beschriebene Verfahren der Herstellung, der Zubereitung, des Reibens und des Mischens erfordern noch eine systematische Untersuchung. Die Bedeutung enthaltener Zusätze für die Bewertung von Analysenergebnissen wurde ansatzweise behandelt, bedarf aber noch genauerer Überprüfung und statistischer Auswertung. Auch wenn der Schwerpunkt dieser Arbeit auf der Gewinnung und synthetischen Herstellung von Zinnober liegt, so sind auch die peripher gewonnenen Erkenntnisse über Marktstrategien der grossen Handelsfamilien und der nahezu monopolistischen Situation in der Gewinnung und Vermarktung von Zinnober seit dem 16. Jahrhundert von Interesse. Die üblichen Marktmechanismen gelten selbstverständlich auch für Quecksilber und Zinnober. Die Auswertung des umfangreichen Quellenmaterials wirft als Nebenprodukt ein facettenreiches Bild auf die politischen und gesellschaftlichen Verhältnisse, den Handel und das Weltbild von 16. bis zum 20. Jahrhundert.

---

504 Vgl. KÜHN 1988 und ROOSEN-RUNGE 1988.

505 SCHENDEL 1972.

## Dank

Vorstehender Beitrag ist die überarbeitete Fassung der Diplomarbeit „Das Pigment Zinnober in deutschsprachigen Quellen von 1500 bis 1900“, die unter Anleitung von Privatdozent Dr. Andreas Burmester am Lehrstuhl für Restaurierung, Kunsttechnologie und Konservierungswissenschaft der Technischen Universität München verfaßt, im April 2004 vorgelegt und im Dezember 2004 von der IBACH-DENK-MAL-Stiftung ausgezeichnet wurde.

Der Dank der Autorin gilt Privatdozent Dr. Andreas Burmester und Privatdozentin Dr. Heike Stege, beide Doerner Institut München, Dr. Gerhard Lehrberger, Lehrstuhl für Ingenieur Geologie, Technische Universität München, Professor Erwin Emmerling, Lehrstuhl für Restaurierung, Kunsttechnologie und Konservierungswissenschaft, Technische Universität München und Tatjana Dizdarevič; Heimatmuseum Idrija. Der Druck dieser Publikation wurde unter anderen durch Harald Johann von Deffner & Johann, Schweinfurt ermöglicht.

## Anhang

### Auswertung der Analysen von Zinnober des Doerner Instituts

In den Jahren vor 1994 wurde im Doerner Institut die optische Emissionsspektalanalyse (OES) für die Analyse von Pigmentproben verwendet. Die zu untersuchende Probe ist hierbei eine kleine Menge der pulverisierten Malschicht, die sich aus Bindemittel und eventuell anderen Pigmenten zusammensetzen kann. Dabei wird die gesamte Probe verdampft und daraus ein Emissionsspektrum erstellt. Das Resultat ist die qualitative Erfassung der analysierten Elemente. Bei dieser Methode ist eine Identifizierung von Molekülen nicht möglich. Daher besteht die Schwierigkeit bei der Auswertung der Ergebnisse darin, daß sämtliche Elemente, auch jene aus Pigmentmischungen, dargestellt werden. Bei den Ergebnissen von Zinnoberproben wurde durch das jeweils erhaltene Spektrum in Zinnoberproben auf Mischungen mit anderen Pigmenten geschlossen. Es sollte berücksichtigt werden, daß bei Spektralanalysen festgestellte Begleitelemente dem Zinnober selbst entspringen können. Denn die Auswertung der Quellen ergab, daß bei der Herstellung neben Quecksilber und Schwefel andere Stoffe, etwa Antimonsulfid zeitweise Verwendung für die Herstellung von Zinnober für Maler fanden. Daher muß ein Anteil von Antimon (Sb) in Ergebnissen nicht zwingend auf eine Ausmischung des Zinnobers mit Neapelgelb (Bleiantimonoxid<sup>506</sup>) schließen lassen.

Findet sich etwa in einer Zinnoberprobe neben Quecksilber (Hg) das Element Blei (Pb), so wurde eine Mischung mit Bleiweiß im Analysenbericht vermerkt. In der Tat wird die Mischung von Zinnober mit Bleiweiß für Inkarnat in der kunsttechnischen Literatur empfohlen, jedoch sollten auch eventuelle Streckmittel oder Zutaten für die Herstellung in die Bewertung einbezogen werden.

Wurde neben Quecksilber in einer Zinnoberprobe auch Antimon (Sb) analysiert, so kann dies auf einer Mischung von Zinnober mit Neapelgelb basieren. Daß geringe Mengen von Antimon auch durch die Herstellung des Zinnobers mit Antimonsulfid (Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>) herrühren könnten wurde bisher nicht berücksichtigt.

Die Anwesenheit von Silicium (Si) neben Quecksilber muß nicht zwingend auf Bergzinnober schließen lassen. Es kann sich um den „Abrieb“ der aus Pfeifton (Keramik) hergestellten Sublimationsgefäße oder Retorten handeln.

Im Bergzinnober kommt, den historischen Quellen zufolge, neben Silicium aus Quarz auch Gold (Au) als Begleitelement vor.

Eisen (Fe) muß nicht einer Mischung oder Streckung mit Eisenoxidpigmenten entstammen, sondern kann durch die Herstellung in gußeisernen Retorten verursacht sein. In den Quellen finden sich auch Angaben über eisenhaltigen Zinnober aus der Natur.

Findet sich im Elementmuster Arsen (As) so kann dies durch die Anwesenheit von Neapelgelb (Bleiantimonoxid) erklärt werden. Historische Quellen kennen auch die Tatsache, daß Bergzinnober Arsen enthielt.

Diese Faktoren stellten sich heute als Schwierigkeit für die Beurteilung von älteren Analysenergebnissen heraus, denn am Doerner Institut existiert nur eine einzige Analyse von reinem Zinnoberpulver des 18. Jahrhunderts aus der Pigmentsammlung Vogel. Eine Systematik der Elementverteilung konnte daher nach Auswertung dieser Analysenergebnisse nicht festgestellt werden.

Die neueren Analysen basieren auf dem Rasterelektronenmikroskop (REM/EDX), wobei kleinste „Spots“ angemessen werden können. Die Sicherheit, einzelne Pigmentpartikel mit dem Elektronenstrahl zu treffen ist hoch, doch kann die Streustrahlung in der Farbschicht auch hier zur Beeinflussung der Ergebnisse beitragen. So können etwa darunter oder daneben liegende andere Pigmente die Ergebnisse der Untersuchung verfälschen.

Bei Analysen sollte berücksichtigt werden, daß sie mit den Forschungsergebnissen verknüpft werden, um neue theoretische Erkenntnisse auch analytisch nachweisbar zu machen.

---

506 Bezeichnung für Bleiantimonoxidverbindungen mit wechselnder stöchiometrischer Zusammensetzung.

## Hinweise zu historischen Gewichten

Bei vielen Zinnoberrezepten sind die Mengenangaben der Inhaltsstoffe in Zahlenverhältnissen ausgedrückt. Die Zusammensetzung aus Anteilen von Zutaten ist durch die variable Größe von „*einem Theil*“ angegeben. Diese Praxis vereinfacht die Untersuchung und Bewertung dieser Art von Rezepten. Sind die Mengen der Rohstoffe in historischen Gewichtseinheiten angegeben, kann die Auswertung diffizil sein. Denn bis zur Einführung des metrischen Maßsystems<sup>507</sup> im 19. Jahrhundert waren Maße und Gewichte keinen festen Größen zugeordnet und variabel. Zwar wurden einzelne Gewichtseinheiten (Zentner, Pfund, Unze, Lot, Drachme, Quentchen, Scrupel, Gran) in den meisten europäischen Regionen gleich bezeichnet, doch schwankte ihr Gewicht und die Umrechnung der Einheiten regional und in verschiedenen Zeiten derart, daß eine allgemein gültige Umrechnung in moderne Maße nicht möglich ist. Daher können hier nur exemplarisch als Richtwerte einige Maßeinheiten angegeben werden. Dabei steht unter der jeweiligen Gewichtseinheit der Schlüssel zur Umrechnung in kleinere Gewichtseinheiten.

### Kleine Gewichte aus der Sekundärliteratur<sup>508</sup>

#### **Amsterdam**

Altes Troy-Pfund (Münz-, Gold- und Silbergewicht) = 492,17 g

Apothekerpfund ( $\frac{3}{4}$  Troy-Pfund) = 369,13 g

1 Pfund = 12 Unzen = 96 Drachmen = 288 Scrupel = 5760 Gran

#### **Antwerpen**

Altes Handelspfund = 470,16 g

1 Zentner = 100 Pfund, 1 Pfund = 16 Unzen

#### **Böhmen**

Altes Handelspfund = 514,35 g

1 Zentner = 120 Pfund, 1 Pfund = 32 Lot

#### **Frankfurt/Main**

Pfund Schwergewicht = 505,35 g

1 Zentner = 100 Pfund, 1 Pfund = 32 Lot

Pfund Leichtgewicht = 467,91 g

1 Zentner = 108 Pfund, 1 Pfund = 32 Lot

Medizinalpfund = 357,85 g

1 Pfund = 12 Unzen = 96 Drachmen = 288 Scrupel = 5760 Gran

#### **Hamburg**

Handelspfund = 484,17 g

1 Zentner = 112 Pfund, 1 Pfund = 32 Lot

#### **Niederlande**

Altes Handelspfund = 494,04 g

1 Zentner = 100 Pfund, 1 Pfund = 32 Lot

Altes Medizinalpfund = 396,09 g

1 Pfund = 12 Med. Unzen à 8 Drachmen

#### **Nürnberg**

Altes Handelspfund = 509,99 g

1 Zentner = 100 Pfund, 1 Pfund = 32 Lot

---

507 Das metrische Maßsystem wurde im Jahr 1816 zuerst nur in den nordeuropäischen Ländern (Niederlande, Belgien, Luxemburg) eingeführt, dann 1840 auch in Frankreich. Erst im Jahr 1872 wurde die Verwendung des metrischen Maßsystems auch in Deutschland obligatorisch. (Vgl. TRAPP 2001, S. 32).

508 Alle angegeben Umrechnungen entstammen: TRAPP 2001, S. 238–245.

Altes Medizinalpfund = 357,85 g  
 1 Pfund = 12 Unzen = 96 Drachmen = 288 Scrupel = 5760 Gran

### Venedig

Alte Libra grossa = 476,99 g  
 1 Pfund = 12 Unzen

Alte Libra Sottile = 301,23 g  
 1 Pfund = 12 Unzen

### Wien

Handelspfund = 560,01 g  
 1 Zentner = 100 Pfund, 1 Pfund = 32 Lot

Medizinalpfund = 420,01 g  
 1 Pfund = 12 Unzen = 96 Drachmen = 288 Scrupel = 5760 Gran

### Umrechnung in moderne Maßeinheiten

Aus den hier beispielhaft angeführten historischen Gewichten in Gramm für verschiedene Regionen können die in Quellen verwendeten Maßeinheiten in etwa eingeordnet werden. Für das Wiegen der Rohstoffe verwendeten die Alchimisten und Chemiker, die Zinnober herstellten, vermutlich das Medizinalpfund statt des schwereren Handelspfundes. Das Medizinalpfund wird an allen oben genannten Orten aus 12 Unzen zusammengesetzt. Daraus ergibt sich für die historischen Gewichtseinheiten folgende Umrechnung in Gramm:

historisches Gewicht	Gewichtsbereich	in kleinerer Gewichtseinheit
Ein Pfund	zwischen 300 und 480 g	= 12 Unzen
Eine Unze	zwischen 25 und 35 g	= 2 Lot
Ein Lot	zwischen 12,5 und 17,5 g	= 8 Drachmen
Eine Drachme	zwischen 3,12 und 4,38 g	= 3 Skrupel
Ein Scrupel	zwischen 1,04 und 1,5 g	= 20 Gran
Ein Gran	zwischen 0,052 und 0,0793 g	

### Größere Gewichte aus der Sekundärliteratur

Neben den kleinen Gewichten werden in den Quellen auch schwerere Frachtgewichte, wie zum Beispiel ein „Saum“ genannt. Dieses Gewicht entsprach etwa der Masse, die von einem Tragtier (Esel oder Pferd) getragen werden konnte und betrug zwischen 120 und 150 Liter. Ein „Lägel“ entspricht 12,5 kg.

Einheiten aus KLIER 1967:<sup>509</sup>

Ein Meiler = 6 Nürnberger Zentner  
 Ein span. Quintal = 0,821 Wiener Zentner  
 Ein Augsburger Zentner = 0,875 Wiener Zentner

VALENTINITSCH 1981:<sup>510</sup>

Ein span. Quintal = 100 Libras (0,046 Tonnen)  
 Eine Tonne = 21,7 Quintal  
 Ein Saum = >3 Wiener Zentner = 158 bis 170 kg

VALENTINITSCH 1981:<sup>511</sup>

Ein Idrianischer Lachter (oder Klafter) = 1,9507 m  
 Ein Laibacher Star (bis zum Jahr 1748) = 4 Merlinge = 106 l  
 Ein Merling (slowenisch: mernik) = 26,5 l  
 Ein Wiener Zentner = 100 Wiener Pfund = 52,6746 kg (nach 1756: = 56,006 kg)

509 KLIER 1967, S. 99.

510 VALENTINITSCH 1981, S. 220.

511 VALENTINITSCH 1981, S. 428.

## Bibliographie

Die im Text zitierte Literatur wurde zur Vereinfachung für den Leser lediglich mit Autor und Jahreszahl angeführt. Die Bibliographie gliedert sich nach neuerer Literatur und historischen Quellen. Die hier zuerst angeführte neuere Literatur beinhaltet alle seit dem 20. Jahrhundert entstandenen Publikationen, darunter auch Zeitschriften. In den beiden Verzeichnissen sind die Autoren nach alphabetischer Reihenfolge geordnet.

Alle vor 1900 entstandenen Veröffentlichungen werden als historische Quellen bezeichnet und sind im zweiten Teil der Bibliographie zu finden.

### Neuere Literatur

- ARKO, MIHAEL: Zgodovina Idrije, Gorica 1931
- BALKENHUS, G.: Der Zinnober – seine Herstellung und sein Gebrauch in der Malerei der letzten acht Jahrhunderte, Vortrag, Oldenburg 1911; auch in: Techn. Mitteilungen für Malerei 28, 1911, Nr. 3, S. 28–31; Nr. 4, S. 38–40, Nr. 5, S. 44–46
- BARTELS, CHRISTOPH: Montangewerbe, Bochum 1992 (= Schriften aus dem Deutschen Bergbaumuseum Bochum)
- BARTELS, KARL HEINZ: Drogenhandel und apothekenrechtliche Beziehungen zwischen Venedig und Nürnberg, Frankfurt/M. 1966
- BERGER, ERNST: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Maltechnik, 3 Bde., München 1901–1912
- BERGER, ERNST: Quellen für Maltechnik während der Renaissance und der Folgezeit, München 1901
- BEYTHIEN, A. und DREBLER, ERNST: Merck's Warenlexikon für Handel, Industrie und Gewerbe, Leipzig 1920
- BRACHERT, FELICITAS und THOMAS: Zinnober, in: Maltechnik Restauro, Heft 3, Juli 1980, S. 145–158
- BRACHERT, THOMAS: Lexikon historischer Maltechniken, Quellen – Handwerk – Technologie – Alchemie, München 2001
- BREITSCHDEL, OTTO: Ueber Zinnober, in: Techn. Mitteilungen für Malerei 28, 1912, Nr. 6, S. 51–54, Nr. 7, S. 61–62, Nr. 8, S. 74–75
- BUCKLOW, SPIKE: Paradigms and Pigment Recipes: Vermilion, Synthetic Yellows and the Nature of Egg, in: Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung; 13/1999, Heft 1, S. 140–149
- BURMESTER, ANDREAS/RESENBERG, LAURA: Vom Berggrün, Schiffergrün und Steingrün aus Ungarn, in: Restauro 109, Heft 3/2003, S. 180–187
- COUDERT, ALLISON: Der Stein der Weisen. Die geheime Kunst der Alchemisten, Bern und München 1992
- DEINIGER, HEINZ FRIEDRICH (HRSG.): Das reiche Augsburg, Ausgewählte Aufsätze Jakob Strieders zur Augsburger und süddeutschen Wirtschaftsgeschichte des 15. und 16. Jahrhunderts, München 1938
- DER GROSSE BROCKHAUS, 12 Bde., 18. Aufl., Wiesbaden 1977
- DETTLING, KÄTHE: Der Metallhandel Nürnbergs im 16. Jahrhundert, Diss. Erlangen 1925, in: Mitteilungen des Vereins für Geschichte der Stadt Nürnberg 27, 1928, S. 97–241
- DIETRICH, RICHARD: Untersuchungen zum Frühkapitalismus im Mitteldeutschen Erzbergbau und Metallhandel, Hildesheim/Zürich/New York 1991
- DIZDAREVIĆ, TATJANA, PELJHAN MARTINA (HRSG.): International Symposium Cultural Heritage in Geosciences, Mining and Metallurgy: Libraries, Archives, Museums; Proceedings vol. 6, Idria 2003
- EASTLAKE, CHARLES SIR: Methods & Materials of painting of the great schools & masters, 2 Bde. New York 1960
- EIBNER, ALEXANDER: Ueber lichtechte Zinnober, in: Techn. Mitteilungen für Malerei 30, 1914, Nr. 19, S. 178; Nr. 20, S. 185 und Nr. 21, S. 193–198
- EIKEMA HOMMES, MARGRIET VAN: Verdigris glazes in historical oil paintings: Recipes and techniques, in: Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung, 15 (2001), Heft 1, S. 163–195
- ENDRES, R.: Die Nürnberg-Nördlinger Wirtschaftsbeziehungen, Neustadt/Aisch o.J. (1963)
- ERDMANN/KÖNIG: Erdmann-Königs Grundriß der allgemeinen Warenkunde unter der Berücksichtigung der Technologie und Mikroskopie, Erster Band, Leipzig 1921

- FEIAN YU: Chinese Painting Colors, Hong Kong, Seattle and London 1988
- FISCHER, GERHARD: Aus zwei Jahrhunderten Leipziger Handelsgeschichte, 1470–1650, Leipzig 1929
- FUCHS, KONRAD: Der Quecksilberbergbau in der Pfalz von 1403–1942, in: Der Anschnitt 18, Heft 6, 1966, S. 30–34
- GETTENS, RUTHERFORD/FELLER, ROBERT/CHASE, W.: Vermilion and cinnabar, in: ROY, ASHOK: Artists' pigments: A handbook of their history and characteristics. Vol. 2, Washington/New York/Oxford 1993, S. 159–182
- GMELINS HANDBUCH DER ANORGANISCHEN CHEMIE, Quecksilber, Systemnummer 34, 8. Aufl., Lieferung 1 und 3, Weinheim 1968
- GROUT, R./BURNSTOCK, A.: A study of the blackening of vermilion, in: Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung, 14/2000, Heft 1, S. 15–22
- HAEBLER, KONRAD: Geschichte der Fuggerschen Handlung in Spanien, 1897
- HARLEY, R. D.: Artists' Pigments c. 1600–1835, London 1970
- HASSINGER, HERBERT: Geschichte des Zollwesens, Handels und Verkehrs in den östlichen Alpenländern vom Spätmittelalter bis in die zweite Hälfte des 18. Jahrhunderts, in: Deutsche Zolltarife des Mittelalters und der Neuzeit, Teil 5, Bd. 1, Stuttgart 1987
- HELBIG, HERBERT: Quellen zur älteren Wirtschaftsgeschichte Mitteldeutschlands, V. Teil, Weimar 1953
- HICKEL, ERIKA: Chemikalien im Arzneischatz deutscher Apotheken des 16. Jahrhunderts, unter besonderer Berücksichtigung der Metalle, Diss. Braunschweig 1963
- HINTZE, CARL: Handbuch der Mineralogie, Bd. 1, Leipzig 1904, S. 665–706
- HOCHBERGER, ERNST: Die Deutschen zwischen Karpaten und Krain, Studienbuchreihe der Stiftung Ostdeutscher Kulturrat, München 1994
- HOFFMANN, ALFRED: Wirtschaftsgeschichte des Landes Oberösterreich I, Werden, Wachsen, Reifen von der Frühzeit bis zum Jahre 1848, Salzburg 1952
- HOPF, GEORG: Die Hauptmomente der Handelsgeschichte des Freistaates Venedig, Nürnberg 1965
- KATZER, FRIEDRICH: Geologie von Böhmen. Der geognostische Aufbau und die geologische Entwicklung des Landes mit besonderer Berücksichtigung des Erzvorkommens und der verwendbaren Minerale und Gesteine, Prag 1902
- KAVČIČ, IVICA: O Idrijskem Cinobru in Njegovi Izdelavi, in: Idrijski Razgledi XLI, Idrija 1996/1, S. 9–18 und Idrijski Razgledi XLI, Idrija 1996/2, S. 94–103 und Idrijski Razgledi XLI, Idrija 1998/1–2, S. 94–101
- KEIM, ADOLF: Ueber die Eigenschaften und die Verwendbarkeit des Zinnobers, in: Techn. Mitteilungen für Malerei 28, 1912, S. 7 ff. und S. 17 ff.
- KELLENBENZ, HERMANN: Unternehmerkräfte im Hamburger Portugal- und Spanienhandel 1590–1625, Hamburg 1954
- KELLENBENZ, HERMANN: Die Beziehungen Nürnbergs zur Iberischen Halbinsel, besonders im 15. und in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts, in: Beiträge zur Wirtschaftsgeschichte Nürnbergs, Bd. I, Nürnberg 1967
- KELLENBENZ, HERMANN: Handelsbräuche des 16. Jahrhunderts – Das Meder'sche Handelsbuch und die Welser'schen Nachträge (Deutsche Handelsakten des Mittelalters und der Neuzeit, hrsg. durch die Historische Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, 15.) Wiesbaden 1974
- KELLENBENZ, HERMANN: Die Fugger in Spanien und Portugal bis 1560. Ein Großunternehmen des 16. Jahrhunderts, 3 Bde., München 1990
- KIRBY, J.: The price of quality, in: Neher, G. Sheperd, T. (Hrsg.): Revaluing Renaissance Art, Aldershot 2000, S. 29–31
- KITTEL, HANS: Pigmente. Herstellung, Eigenschaften, Anwendung, 3. Aufl., Stuttgart 1960
- KLIER, RICHARD: Der Konkurrenzkampf zwischen dem böhmischen und dem idrianischen Quecksilber in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts, in: Bohemia, München 1967 (= Jahrbuch des Collegium Carolinum. 8), S. 82–110
- KOBLER, FRIEDRICH/KOLLER, MANFRED: Farbigeit der Architektur, in: RDK, Lieferung 74/75, München 1974, Sp. 274–428
- KRAG, WILHELM: Die Paumgartner von Nürnberg und Augsburg. Ein Beitrag zur Handelsgeschichte des 15. und 16. Jahrhunderts, München 1919
- KREKEL, CHRISTOF/BURMESTER, ANDREAS: Das Münchner Taxenprojekt, in: Restauro, Heft 6/2001, S. 450 ff.
- KRISCHEL, ROLAND: Zur Geschichte des Venezianischen Pigmenthandels. Das Sortiment des Jacobus de Benedictis a Coloribus, in: Wallraf-Richartz-Jahrbuch, Bd. LXIII, 2002

- KROKER WERNER/WESTERMANN EKKEHARD (HRSG.): Montanwirtschaft Mitteleuropas von 12.–17. Jahrhundert, Bochum 1984
- KÜHN, HERMANN: Die Pigmente in den Gemälden der Schackgalerie, München 1969
- KÜHN, HERMANN: Farbmaterialien, in: Reclams Lexikon der künstlerischen Techniken, Bd. 1, 2. Aufl., Stuttgart 1988, S. 21.
- KÜHN, HERMANN: Farbe, Farbmittel: Pigmente und Bindemittel in der Malerei, in: Reallexikon zur Deutschen Kunstgeschichte, Bd. VII, Spalte 1–54
- LINDGREN, UTA (HRSG.): Europäische Technik im Mittelalter 800–1200 – Tradition und Innovation – Ein Handbuch, Berlin 1996
- LUDWIG, KARL-HEINZ: Die Agricola-Zeit im Montangemälde, Düsseldorf 1979
- MANN, WERNER: Zinnoberrot, in: Der Farben-Chemiker, 8, Nr. 2, 1937, S. 372–385
- MARTIN, GERALD: Zur Geschichte des „Pfälzer“ Quecksilber-Berg-Baues: Die Schürfversuche im Walde Eichelscheid (Gemarkung Winterborn) in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts, in: Mitteilungen des historischen Vereins der Pfalz, Bd. 76, Speyer 1978
- MATTHIEW, LOUISA, C.: „Vendecolori a Venezia“: the reconstruction of a profession, in: Burlington Magazine, CXLIV, No. 1196, 2002, S. 680–686
- MERRYFIELD, MARRY: Original Treaties Dating from the XIIth to XVIIIth Centuries on the Arts of Painting, Nachdruck New York 1967
- MILDNER, THEODOR: Zinnoberfabrikation vor 250 Jahren, in: Maltechnik, Heft 3, 1960, S. 65–67
- MILLER, BRUCE F.: Painting materials research in Munich from 1825 to 1937; in: ROY, ASHOK/SMITH, PERRY: Painting techniques history, materials and studio practice, London 1998
- MÜLLER, KARL OTTO: Quellen zur Handelsgeschichte der Paumgartner von Augsburg (1480–1570), Wiesbaden 1955
- MÜLLER, KARL OTTO: Welthandelsbräuche (1480–1570), Bd. V der deutschen Handelsakten des Mittelalters und der Neuzeit, hrsg. von der Historischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Stuttgart/Berlin 1934
- NISCHWITZ, CHR.: Handels-Geographie, Leipzig 1835
- OST, HANS: Tizian-Studien, Köln, Weimar, Wien 1992, in: ROECK, BERND/BERGDOLT, KLAUS/MARTIN, ANDREW JOHN (HRSG.): Venedig und Oberdeutschland in der Renaissance – Beziehungen zwischen Kunst und Wirtschaft (Studi – Schriftenreihe des Deutschen Studienzentrums in Venedig/Centro Tedesco di Studi Veneziani, 9), Sigmaringen 1993
- PETERS, LAMBERT F.: Der Handel Nürnbergs am Anfang des Dreißigjährigen Krieges, Stuttgart 1994
- PICKL, OTHMAR: Das Wirtschaftswachstum der Habsburger Monarchie und ihrer Verflechtung in den internationalen Handel im 19. Jahrhundert, in: KELLENBENZ, HERMANN: Wirtschaftswachstum, Energie und Verkehr vom Mittelalter bis ins 19. Jahrhundert, Stuttgart und New York 1978
- PLOSS, EMIL: Ein Buch von alten Farben, Heidelberg und Berlin 1962
- PÖHLMANN, C.: Der Quecksilberbergbau im Amt Moschellandsberg zu Anfang des 16. Jahrhunderts, in: Pfälzische Heimatkunde, Monatsschrift für Natur- und Landeskunde der Pfalz, XV. Jg., Nr. 4, April 1919
- PÖLNITZ, GÖTZ FRH. VON: Anton Fugger, 5. Bde. (Studien zur Fuggergeschichte 13, 17, 20, 22, u. 29), Tübingen 1958, 1963, 1967, 1971 u. 1986
- RAEHLMANN, E.: Über die Farbstoffe der Malerei, Leipzig 1914
- Reclams Lexikon der künstlerischen Techniken, 3 Bde., 2. Aufl., Stuttgart 1988
- RESENBERG, LAURA: Das Pigment Zinnober, in: Restauro 111, 5/2005, S. 362–372
- RICHTER, CARL FRIEDRICH: Neues Berg- und Hüttenlexikon, Leipzig 1806
- ROOSEN-RUNGE, HEINZ: Buchmalerei, in: Reclams Lexikon der künstlerischen Techniken, 3 Bde., Bd. 1, 2. Aufl., Stuttgart 1988
- ROSE, F.: Die Mineralfarben, Leipzig 1916
- ROY, ASHOK/SMITH, PERRY: Painting Techniques: History, Materials and Studio Practice, London 1998
- SCHENDEL, A.F.E. VAN: Manufacture of vermilion in 17<sup>th</sup>-century Amsterdam. The Pekstok papers, in: Studies in Conservation, Vol. 17, Number 2, May 1972
- SCHIESSL, ULRICH: Die deutschsprachige Literatur zu Werkstoffen und Techniken der Malerei von 1530 bis ca. 1950, Worms 1989
- SCHLOSSER, JULIUS VON: Die Kunstliteratur. Ein Handbuch zur Quellenkunde der neueren Kunstgeschichte, Wien 1924

- SCHLUNDT, RAINER: Der pfälzische Quecksilberbergbau im 15. und 16. Jahrhundert; in: KROKER WERNER/WESTERMANN, EKKEHARD (HRSG.): Montanwirtschaft Mitteleuropas von 12.–17. Jahrhundert, Bochum 1984 (Zeitschrift Der Anschnitt), S. 148–151
- SCHMIDT, ERICH: Der Lemberg bei Bad Kreuznach und seine Quecksilbergruben bis zum Ende des 18. Jahrhunderts, in: KROKER WERNER/WESTERMANN, EKKEHARD (HRSG.): Montanwirtschaft Mitteleuropas von 12.–17. Jahrhundert, Bochum 1984 (Zeitschrift Der Anschnitt), S. 118–138
- SCHREINER, LORENZ (HRSG.): Heimatkreis Eger, Amberg 1981, 3. Aufl. Amberg, 1997
- SLOTTA, RAINER/WOLLMANN, VOLKER/DORDEA, ION: Silber und Salz in Siebenbürgen, 3 Bde., Katalog zur Ausstellung im Deutschen Bergbau-Museum von 27. August – 31. Dezember 2000, Bochum 1999
- SPRING, M./GROUT, R.: The blackening of vermilion: a study of the process through the detailed analysis of paint samples, in: Deterioration of Artists' Pigments: effects and analysis, Meeting of the ICOM-CC working groups and the painting section, UKIC, British Museum London 2001
- THOMPSON, D. V.: Artificial Vermilion in the Middle Ages, in: Technical Studies in the field of fine Arts, II, 2, 1933, S. 62–70
- TRAPP, WOLFGANG: Kleines Handbuch der Maße, Zahlen, Gewichte und der Zeitrechnung, 4. Aufl., Stuttgart 2001
- TRILLICH, HEINRICH (HRSG.): Das deutsche Farbenbuch, II. Teil: Die Künstlerfarb- und Malmittel, München 1925
- TRILLICH, HEINRICH: Wort- und Werkgeschichtliches vom Zinnober, in: Techn. Mitteilungen für Malerei 40, 1924, Nr. 57, S. 198–200.
- ULLMANN, FRITZ (HRSG.): Ullmanns Enzyklopädie der technischen Chemie, Bd. 14, 3. Aufl., München/Berlin 1963
- URBAN, JAN: Das alte Zinnober- oder „Mercury“-Bergwerk in Böhmen, in: Der Anschnitt, 16, 1964, H. 1, S. 19–25
- VALENTINITSCH, HELFRIED: Das landesfürstl. Quecksilberbergwerk Idria, Graz 1981 (= Forschungen zur geschichtlichen Landeskunde der Steiermark. 32)
- VALENTINITSCH, HELFRIED in: KELLENBENZ, HERMANN: Wirtschaftsentwicklung und Umweltbeeinflussung, Wiesbaden 1982 (= Beiträge zur Wirtschafts- und Sozialgeschichte, 20)
- VALENTINITSCH, HELFRIED: Quecksilberbergbau, -verhüttung und -handel in der frühen Neuzeit. Forschungsstand und -aufgaben, in: KROKER WERNER, WESTERMANN, EKKEHARD (HRSG.): Montanwirtschaft Mitteleuropas von 12.–17. Jahrhundert, Bochum 1984 (Zeitschrift Der Anschnitt), S. 199–203
- VOLCKMANN, ERWIN: Germanischer Handel und Verkehr, Würzburg 1925
- WAAGEN, LUKAS: Bergbau und Bergwirtschaft, in: Wirtschaftsgeographische Karten und Abhandlungen zur Wirtschaftskunde der Länder der ehemaligen österreich-ungarischen Monarchie, Heft 10, Wien 1919
- WAGNER, HANS: Die Körperfarben, 2. Aufl., Stuttgart 1939
- WEITNAUER, ALFRED: Venezianischer Handel der Fugger, nach der Musterbuchhaltung des Matthäus Schwarz (= Studien zu Fuggergeschichte, hrsg. von Strieder, Jakob, 9. Band) München/Leipzig 1931
- WILSDORF, H.: Alchimi und Bergwerck, Zur Entdeckungsgeschichte einiger Elemente aus bergmännischen Produkten, in: Abhandlungen des Staatl. Museum für Mineralogie und Geologie, Bd. 11, Dresden 1966, S. 315–376
- ZERR, GEORG/RÜBENKAMP, R.: Handbuch der Farbenfabrikation, 4. Aufl., Berlin 1930

## Historische Literatur

- AGRICOLA, GEORG: De re metallica libri XII, Basel 1556, übersetzt und bearbeitet von CARL SCHIFFNER et. al.: Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen, Faksimiledruck nach der 3. Aufl., Düsseldorf 1961
- AGRICOLA, GEORG: Rechter Gebrauch d'Alchimei, mit vil bißher verborgenen nutzbaren vund lustigen Künsten, o.O. 1531
- AGRICOLA, GEORG: Vom Bergkwerck XII Bücher darinn alle Empter/Instrument, Basel 1557, Reprint Essen 1994
- ANONYMUS 1531: Rechter Gebrauch (der) Alchimei, o.O. 1531
- ANONYMUS 1533: Allerhand Farben- und mancherley weyse, Dünten zu bereyten, Augspurg 1533
- ANONYMUS 1549: Kunstbüchlin / gerechten gründtlichen gebrauchs aller kunstbaren Werckleut, Frankfurt / Main 1549
- ANONYMUS 1572: Tariffa Oder Uncostbüchlein / von allen Wahren in Venedig / So auß vnd ein gefürt mögen werden / durch Teutsche / vnd andere Nationen. Auch was breuch vnd Zoll in Venedig darinn gebraucht werden / Alles fein fleissig vnd ordentlich in ein gute ordnung gebracht. Durch S. U., Nürnberg M.D. LXXII. (1572)
- ANONYMUS 1687: Kunst=Büchlein oder Gründlicher Gebrauch von Etz=Arbeit / in und ausserhalb Feuers aus Alchymischen und natürlichen Grunde / Nehmlich Härten / Weichen / Schmelzen / Scheiden / Abtreiben / Probieren / Löten / Etzen / Abformen / Abgiessen / ec. / Wie auch Farben zubereiten / erhalten / bessern und wiederbringen, Franckfurth und Leipzig 1687
- ANONYMUS 1703: Der zu vielen Wissenschaften dienstlich=anweisende Curiöse Künstler / vorgestellt in einem neu verfertigten und in zwey Theile eingerichteten Kunst-Haus-und Wunder-Buch, Nürnberg 1703 (Verlag Joh. Buggel)
- ANONYMUS 1747: Neu=entdeckte Lacquir-Kunst, Dresden 1747
- ANONYMUS 1753: Anweisung zum Mignaturmahlen, Vermittelst deren diese Kunst gantz leicht und ohne Lehrmeister zu begreifen, Leipzig 1753
- ANONYMUS 1764: Der Handel in Compagnie, oder die Handlungsgesellschaft nach ihrer Einrichtung, Vortheilen und Schäden öconomisch Betrachtet, Franckfurt und Leipzig 1764
- ANONYMUS 1765: Gnädigst approbierte Taxa, wie sämtliche Krämer=Waaren und Handwerkschafts=Arbeiten in denen drey Haupt=Städten Mannheim, Heydelberg und Franckenthal gezahlt werden sollen, Mannheim 1765
- ANONYMUS 1775: Kurze Vorstellung der Industrie in denen drey Haupt=Städten und sämtlichen Ober=Aemtern der Churfürstlichen Pfalz rucksichtlich auf die Manufacturen, die Gewerbschaften, und die Handlung, Frankenthal 1775
- ANONYMUS 1781: Neuer Schauplatz der Natur nach den richtigsten Beobachtungen und Versuchen, Bd. 10, Leipzig 1781
- ANONYMUS 1794: Wiener Farbenkabinet, Wien und Prag 1794
- ANONYMUS 1795: Praktisches Handbuch für Mahler und Lakirer, oder vollständige Anweisung zur Wasser- Oel- Pastel- und Miniatur-Malerei, Berlin 1795
- ANONYMUS 1803: Praktisches Handbuch für Kunst und Fabrikwesen, Aus vorzüglichsten Schriften verschiedener Sprachen gesammelt für Künstler, Chymisten, Fabrikanten, und Oekonomen bestimmt. Grätz 1803
- ANONYMUS 1820, in: Das Neueste und Nützlichste der Erfindungen, Entdeckungen und Beobachtungen, in der Chemie, Fabrikwissenschaft, Apothekerkunst, Oekonomie und Waarenkenntniß, Bd. 8, Nürnberg 1820
- ANONYMUS 1824: Enthüllte Geheimnisse der Farbenbreitung, aus dem Englischen, bei Gottfried Basse, Quedlinburg und Leipzig 1824
- ARROWSMITH, JOHN: Atlas, 1844, in: „David Rumsey Map Collection. Cartography Associates“, <http://www.davisrumsey.com/index.html>, Online: April 2002
- BAILEY, WILLIAM: Die Beförderung der Künste, der Manufacturen, und der Handelschaft, oder Beschreibungen der nützlichen Maschinen und Modellen..., (aus dem Englischen übersetzt), München 1776
- BAILEY, WILLIAM: Theoretische=praktisches Werk, die Künste, Manufakturen und Handelschaft betreffend, oder Abrisse und Beschreibungen der nützlichen Maschinen und Modellen..., (aus dem Englischen), München und Leipzig 1780
- BARNER, JAKOB: Chymia Philosophica, Nürnberg MDC. LXXXIX (1689)
- BASSE, NIKOLAUS: Catalogus Oder Register / aller Apoteckischen Simplicien vnd Compositen / so in den beyden Messen zu Franckfurt am Mayn / durch die Materialisten /

Kauffleut / Würtzelträger vnd Kräutler / auch durch die Apotecker daselbst verkauft werden, Frankfurt 1582

- BAUER, GEORGE: Nützliche Versuche und Bemerkungen aus dem Reiche der Natur, allen Erz- und Naturkuendigern, Bergwerksverwandten, wie auch denen Liebhabern der Alchimie zum Gebrauch und Nutzen herausgegeben, Nürnberg 1760
- BAUMERS, JOHANN WILHELM: Naturgeschichte aller Edelsteine; wie auch der Erden und Steine, Wien 1774
- BECHER, JOHANNES JOACHIM: Natur=Kündigung der Metallen, Franckfurt 1661
- BECKMANN, JOHANN: Anleitung zur Technologie, oder Kentniß der Handwerke, Fabriken und Manufacturen, Göttigen 1780
- BECKMANN, JOHANN: Vorbereitung zur Waarenkunde, oder Kentniß der vornehmsten ausländischen Waaren, Göttingen 1783
- BEROLDINGEN, FRANZ: Bemerkungen auf einer Reise durch die Pfälzischen und Zweybrückischen Quecksilber=Bergwerke, von Franz Freyherrn von Beroldingen, Berlin 1788
- BERSCH, JOSEPH: Lexikon der Farben=Technik. Handbuch für alle Gewerbetreibenden und Künstler auf dem Gesamtgebiete der Farben-Technik, Wien. Pest. Leipzig o. J. (1890)
- BEUSSER, NIKOLAUS: Vnderricht der Wechsel=Handlung / oder Bericht / wie man in der Christenheit / vornemlich in Holland / von einem Ort auf den andern wechselt, Franckfurt MDCLXIX (1669)
- BEUTHERS, DAVID: Weyland Chur=Fürstl. Sächsischen Müntz=Gvardein zu Dresden / und wahren Adepti, Universal und Particularia, worin die Verwandlung geringer Metalle in Gold und Silber klahr und deutlich gelehret wird, Hamburg 1718
- BEUTHERS, DAVID: Zwey rare chymische Tractate, darinnen nicht nur alle Geheimnisse der Prober=Kunst, Derer Ertze und Schmelzung derselben, sondern auch die Möglichkeit der Verwandlung, der geringeren Metallen in bessere, gar deutlich gezeigt werden. Aus einem alten raren, Leipzig 1717
- BLUM, HEINR. WILH. V. FREYHRN. V. KEMPEN: Natur und Kunst Producten Atlas der Oestereichischen Deutschen Staaten, Wien 1796.
- BOHN, GOTTFRIED CHRISTIAN: Gottfried Christian Bohns wohlerfahrner Kaufmann, welcher umständliche Nachricht ertheilet, in was für Waaren die vornehmsten Handel=Städte verkehren, Hamburg 1750
- BOLTZ VON RUFACH, VALENTIN: Illuminierbuch, wie man allerley farben bereitte, mischen, schattieren unnd ufffragen soll, Basel 1549, Nachdruck nach der ersten Auflage durch C. J. Benzinger, Callwey München 1913, erneut gedruckt durch Sändig Reprint Verlag, Vaduz 1993
- BONZ, P. J.: Versuche über den künstlichen Zinnober, in: ELWERT, JOHANN KASPAR: Magazin für Apotheker, Materialisten und Chemisten, Nürnberg 1785, S. 112 ff.
- BORN, IGNATZ, EDL. VON: Briefe über mineralogische Gegenstände auf seiner Reise durch das Temeswarer Bannat, Siebenbürgen, Ober= und Nieder=Hungarn, an den Herausgeber derselben, Johann Jakob Ferber, Frankfurt und Leipzig 1774
- BORN, IGNATZ VON: Méthode d'extraire les metaux parfaits des minerais et autres substances, Vienne 1788
- BOUVIER, M. B. L.: M. B. L. Bouvier's Vollständige Anweisung zur Oehlmahlerei für Künstler und Kunstfreunde, Halle 1828
- BOYLE, ROBERT: Experimenta et Considerationes de Coloribus, Londini 1665
- BREITKOPF, JOHANN GOTTLOB IMMANUEL: Oryctographia Carniolica, oder Physikalische Erdbeschreibung des Herzogthums Krain, Istrien, und zum Theil der benachbarten Länder. Erster Theil, Leipzig, 1778
- BROWN, EDWARD: Eduard Browns Merkwürdige Reisen durch Europa, Nürnberg 1750
- BRUCKMANN, FRANCISCO ERNESTO: Magnalia die locis subterraneis oder unterirdische Schatz=Cammer aller Königreiche und Länder, in ausführlicher Beschreibung aller, mehr als MDC. Bergwercke durch alle vier Welt=Theile, Braunschweig MDCCXXVII (1727)
- BRUCKMANN, FRANCISCO ERNESTO: Magnalia die locis subterraneis oder unterirdische Schatz=Cammer aller Königreiche und Länder, in ausführlicher Beschreibung aller, mehr als MDC. Bergwercke durch alle vier Welt=Theile, 2 Bde., Braunschweig MDCCXXX (1730)
- BUCHOLZ, C. F.: Nachtrag zur Berichtigung und Ergänzung der Versuche zur endlichen Berichtigung der Bereitung des Zinnobers auf dem sogenannten nassen Wege, in: LORENZ CRELL (HRSG.): Chemische Annalen für die Freunde der Naturlehre, Arzneygelahrtheit, Haushaltungskunst, und Manufakturen, Helmstädt 1802, S. 27–37
- BÜRCEL, GOTTFRIED: Grosses und vollständiges Oeconomisch= und Physicalisches Lexicon, 8 Bde., Leipzig 1757

- CARY, JOHN: A new map of Bohemia and Moravia, Atlas, London 1801, in: „David Rumsey Map Collection. Cartography Associates“, <http://www.davisrumsey.com/index.html>, Online: April 2002
- CALVÖR, HENNING: Historisch=chronologische Nachricht und theoretische und practische Beschreibung des Maschinenwesens, und der Hülfsmitteln bey dem Bergbau auf dem Oberharze, Braunschweig 1763
- CANCRIN, FRANZ LUDWIG VON: Kleine Technologische Werke, Giesen 1788
- CARTHEUSER, JOHANN F.: Amoenitatum naturae sive historiae naturalis, oder der curieusen und nützlichen sowohl historisch= als Physikalischen Abhandlung aller Merckwürdigkeiten der Natur, Halle 1735
- CHAPTALM, JEAN ANTIONE: Die Chemie in ihrer Anwendung auf Künste und Handwerke, Berlin 1808
- COPUS, MARTINUS: Das Spißglas Antimonium oder Stibium genannt, Braunschweig M.D.LXIX (1569)
- COURTIN, CARL: Allgemeiner Schlüssel zur Waaren- und Producten-Kunde, oder vollständiges Wörterbuch, Stuttgart/Wien 1835
- CRÖKER, JOHANN MELCHIOR: Der wohlanführende Mahler, Jena 1736
- DAUW, JOHANN: Der Kunst=Erfahrne curieuse, galante und erbauliche Schilderer und Mahler, Copenhagen 1721
- DELIUS, CHRISTOPH TRAUOGOTT: Anleitung zu der Bergbaukunst, Wien 1773
- DELLA PORTA, GIAMBATTISTA: Natürliche Magia, das ist ein ausführlicher und gründlicher Bericht / von den Wunderwercken natürlicher Dinge, Magdeburg M.DC. XII (1612)
- DELAROCHE, L.: Atlas, Washington 1782, Quelle Internet: „David Rumsey Map Collection. Cartography Associates“, <http://www.davisrumsey.com/index.html>, Online: April 2002, Karte: „Empire of Germany“ 1782
- DEMACHY: Herrn Demachy's Laborant im Großen, oder Kunst die chemischen Produkte fabrikmäßig zu verfertigen, Bd. 2, Leipzig 1784
- DER CUIROSE SCHREIBER / Von allerley künstlichen und erdencklichen Arthen zu schreiben / itzt mit vielen andern Raritäten /auch Figuren [...] Sambt dem curiosen Mahler / darinne von Oehl= und Wasser=Farben / dieselben zu mischen / zu vertieffen und zu erhöhen / nebst unterschiedenen andern Curiositäten / die Farbe zuzurichten. Dreßden (bey Johann Christoph Miethen / und Johann Christoph Zimmermannen / Buchhändlern / 1695
- DESING, ANSELM: Historia auxilia, Historischer Behülff und Unterricht von der Geographia, Sulzbach 1733
- DETHARDING, GEORGIUS: Chymischer Probir-Ofen / darinne alle Proceße und Handgriffe / die in Johannis Agricolae P&M.D. Commentarijs und Notis, über Johan. Poppij Chymische Medicin enthalten, Stetin 1646
- DIDEROT, DENIS: Encyclopédie ou Dictionnaire universel Raisonné des Connoissances Humaines. Planches(Abbildungen), Tome(Band) I, Yverdon M. DCC. LXXV. (1775)
- DILLON, JOHN TALBOT: Reise durch Spanien, welche wichtige Beobachtungen der merkwürdigsten Sachen aus ... Naturgeschichte und physikalische Erdbeschreibung, Leipzig 1782
- DÖBEREINER, JOHANN W.: Grundriß der allgemeinen Chemie, Anfangsgründe der Chemie und Stöchiometrie, Jena 1819
- DÖBEREINER, JOHANN W.: Handbuch der pharmaceutischen Chemie, Theorie und Praxis, Leipzig und Basel 1831
- DOLLFUSS, B.: Versuche und Erfahrungen über die Bereitungsart des Zinnobers, in: Magazin für die Naturkunde Helvetiens, Bd. 1, 1787, S. 192–198
- DOSSIE, ROBERT: Das geöffnete Laboratorium oder die entdeckten Geheimnisse der heutigen Chymisten und Apotheker, aus dem Englischen übersetzt von George Königsdörffer, Altenburg 1760
- EMMERLING, LUDWIG AUGUST: Lehrbuch der Mineralogie, 2 Bde., Bd.1 Giessen 1799, Bd. 2. Giessen 1802
- ERCKER, LAZARUS: Beschreibung Allerfürnemsten Metallischen Ertzt / und Bergwerksarten, Prag 1537
- ERSCH J./GRUBER, J: Allgemeine Encyclopädie der Wissenschaften und Künste, Leipzig 1836
- ESMARK, JENS: Kurze Beschreibung einer mineralogischen Reise durch Ungarn, Siebenbürgen und das Bannat, Freiberg 1798
- ESTNER, FRANZ ABBÉ: Versuch einer Mineralogie für Anfänger und Liebhaber, Bd. III, Wien 1799

- FALLOPIO, GABRIELLO: Wunderbarlicher und menschlichem Leben gewisser / und sehr nutzlicher Secreten drey Bücher, Franckfurt am Mayn 1616
- FERBER, JOHANN JAKOB: Beschreibung des Quecksilber=Bergwerks zu Idria in Mittel=Cräyn, Berlin 1774 A
- FERBER, JOHANN JAKOB: Johann Jakob Ferbers Beyträge zu der Mineral=Geschichte von Böhmen, Berlin 1774 B
- FERBER, JOHANN JAKOB: Johann Jakob Ferbers Bergmännische Nachrichten von den merkwürdigsten mineralischen Gegenden der herzoglich=Zweybrückischen, Chur=Pfälzischen, Wild= und Rheingräflichen und Nassauischen Länder, Mietau 1776
- FERBER, JOHANN JAKOB: Johann Jakob Ferbers, Neue Beyträge zur Mineraliengeschichte verschiedener Länder, Bd. 1, der zugleich Nachrichten von einigen chymischen Fabriken enthält, Mietau 1778
- FERBER, JOHANN JAKOB: Drey Briefe mineralogischen Inhalts, an Freyherrn von Racknitz, Churfürstlich=Sächsischen Kammerherrn, Berlin 1789
- FERBER, JOHANN JAKOB: Physikalisch=Metallurgische Abhandlungen über die Gebirge und Bergwerke in Ungarn, Berlin und Stettin 1780
- FICHTEL, JOHANN EHRENREICH VON: Beytrag zur Mineralgeschichte von Siebenbürgen, Nürnberg 1780
- FICHTEL, JOHANN EHRENREICH VON: Mineralogische Bemerkungen von den Karpathen, Wien 1791
- FICHTEL, JOHANN EHRENREICH VON: Nachricht von den Versteinerungen des Großfürstenthums Siebenbürgen, Nürnberg 1780
- FIORAVANTI, LEONHARDI: Compendium oder Außzug der Secreten / Gehaymnissen vnd verborgenen Künsten, Darmstadt 1624
- FRIESE, FRIEDRICH: Der vornehmste Künstler und Handwercker Ceremonial-Politica, Leipzig 1708
- GEITH, FRANZ: Johann Karl König's Droguerie= Spezerei= und Farb=Waaren-Lexikon, München 1886
- GLAUBER, RUDOLPH: Novi furni philosophici oder Beschreibung einer New=erfundenen Distillir=Kunst, Frackfurt am Mayn 1652
- GLAUBER, RUDOLPH: Operis mineralis, oder vieler künstlichen und nützlichen Metallischen Arbeiten Beschreibung, Prag 1705 (Frankfurt 1655)
- GLAUBER, RUDOLPH: Pharmacopaeae Spagyricae oder Gründlicher Beschreibung / wie man aus den Vegetabilen, Antimonialien, auff eine besondere und leichtere Weise / gute / kräftige und durchdringende Artzneyen zurichten und bereyten soll, Nürnberg 1654
- GMELIN, JOHANN FRIEDRICH: Beyträge zur Geschichte des teutschen Bergbaus, vornehmlich aus den mittleren und späteren Jahrhunderten unserer Zeitrechnung, Halle 1783
- GÜTLE, JOHANN CONRAD: Nützliche Versuche und Erfahrungen für Fabrikanten, Künstler und Oekonomen, zur Beförderung der Oekonomie, der Künste, Gewerbe und Handlung, der Fabriken und Manufacturen, Nürnberg und Altdorf 1796
- HACQUET, BELSAZAR: Hacquet's neueste pysikalisch=politische Reisen in den Jahren 1788, 89 und 90 durch die Dactischen und Samatischen oder Nordlichen Karpathen, Nürnberg 1790
- HACQUET, BALTHASAR: Verzeichniß der hauptsächlichsten Arten und Abarten der Quecksilber= und Zinnobereze aus der Grube von Hydria oder Idria im Herzogthum Krain, in: Beschäftigungen der Berlinischen Gesellschaft naturforschender Freunde, Nr. 3, Berlin 1777
- HACQUET, BELSAZAR: Physikalisch-politische Reise aus den Dinarischen durch die Julischen, Carnischen, Rhätischen in die Norischen Alpen, Leipzig 1785, Neubearbeitung von Hedwig Rüber und Axel Straßer, München 1989
- HALLE, JOHANN SAMUEL: Fortgesetzte Magic, oder, die Zauberkräfte der Natur, Berlin 1794
- HARTMANN, CARL: Encyclopädisches Wörterbuch der Technologie, der technischen Chemie, Physik und des Maschinenwesens, 4 Bde., Augsburg 1841
- HELLWIG, CHRISTOPH VON: Anmuthige Berg=Historien / worinnen die Eigenschaften und Nutz der Metallen, Mineralien, Erden / Edel= und andern Steinen beschrieben, Leipzig 1702
- HELLWIG, CHRISTOPH VON: Neue und curieuse Schatz=Kammer Oeconomischer Wißenschaften, Frankfurt und Leipzig 1718
- HERMANN, BENEDIKT FRANZ VON: Reisen durch Oesterreich, Steyermark, Kärnten, Krain, Italien, Tyrol, Salzburg, und Baiern im Jahre 1780, Wien 1781
- HERMBSTÄDT, SIGISMUND FRIEDRICH: Bulletin des Neuesten und Wissenswürdigsten aus der Naturwissenschaft, 2 Bde., Berlin 1809

- HITZINGER, PETER: Das Quecksilberbergwerk Idria von seinem Beginne bis zur Gegenwart, Laibach 1860
- HOCHHEIMER, CARL F. A.: Handbuch zur Chemischen Praxis für Apotheker, Mineralogen und Scheidekünstler, Leipzig 1792
- HOFFMANN, FRIEDDRICH: Exercitatio Medico-Chymica de Cinnabari Antimonii, Frankfurt MDC LXXXIX (1689)
- HOFFMANN, GOTTFRIED AUGUST: Die Chymie zum Gebrauch des Haus=Land= und Stadtwirthes, des Künstlers, Manufaktiers, Fabricantens und Handwerkers, Leipzig 1757
- HOLLANDI, ISAAC: Ein überaus köstlicher Philosoph. Tractat von den Irrgängen der Alchymisten und Außführung von demselben, o.O., 1667
- HOLLANDI, ISAAC: Opus mineralis Hollandi, o.O. 1667
- HOPPENSACK, JOHANN MARTIN: Ueber den Bergbau in Spanien überhaupt und der Quecksilber=Bergbau zu Almaden insbesondere, Weimar 1796
- HÜBNER, JOHANN: Curieuses Natur-, Kunst-, Gewerk- und Handlungs-Lexikon, Leipzig 1712
- I. K. C.: Der curieuse und vollkommne Kunst=Färber / Ausgeführt zu einem gantz= neu heraus gegebenen und in zwey Zheilen abgefasten Kunst=Buch, Nürnberg 1709
- J. M. L.: Ungarisches Stadt-Büchlein / des Königreichs Ungarn, Nürnberg 1684
- J. U. M.: Neu=eröffnete Schatz=Kammer verschiedener Natur= und Kunst=Wunder/ worinnen Alles was in dieser Welt wunderbares erfunden worden, Nürnberg 1689
- JABLONSKI, JOHANN THEODOR: Johann Theodor Jablonskies Allgemeines Lexicon der Künste und Wissenschaften, 2 Bde., Königsberg 1767
- JAKOBSON, JOHANN KARL GOTTFRIED: Jakobsons technologisches Wörterbuch oder alphabetische Erklärung aller nützlichen mechanischen Künste, Bd. 3, Berlin und Stettin 1783
- JARS, GABRIEL: Metallurgische Reisen zur Untersuchung und Beobachtung der vornehmsten Berg- und Hüttenwerke in Schweden, Ungarn, Deutschland, Engelland und Schottland vom Jahr 1757 bis 1769, Berlin 1785
- JUGEL, JOH. GOTTFRIED, Berg=Bau=Schmelz=Wesen und Marckscheiden, Berlin 1744
- JUGEL, JOHANN GOTTFRIED: Gründliche Nachricht von dem wahren metallischen Saamen, oder Prima Materia Metallorum, Leipzig und Zittau 1754
- JUSTI, JOHANN HEINRICH GOTTLÖB VON: Vollständige Abhandlung von denen Manufacturen und Fabriken, Bd. 1, Kopenhagen 1758
- JUSTI, JOHANN H.: Chymische Schriften worinnen das Wesen der Metalle und die wichtigsten chymischen Arbeiten vor dem Nahrungsstand und das Bergwesen, ausführlich abgehandelt werden. Berlin und Leipzig 1760
- K. K. BERGDIRECTION ZU IDRIA (HRSG.): Das k.k. Quecksilberbergwerk zu Idria in Krain, Wien 1881
- KAUTZMANN, J.: Ueber die Zinnoberbereitung aus inländischen Quecksilber, in: POLYTECHN. VEREIN FÜR DES KÖNIGREICH BAYERN (HRSG.): Kunst= und Gewerbe=Blatt, Jahrgang 17, München 1831, S. 649–654
- KIRCHER, ATHANASIVS: Mundi Subterranei, Amstelodami 1664
- KLAPROTH, MARTIN HEINRICH: Chemisches Wörterbuch, Bd. 5, Berlin 1810
- KOPP, HERMANN: Geschichte der Chemie, Bd. 4, Braunschweig 1847
- KRÄUTERMANN, VALENTINO: Historisch=Medicinisches Regnum Minerale, oder Metallen- und Mineralien=Reich, Frankfurt und Leipzig 1717
- KRÜNITZ, GEORG FRIEDRICH: Handbuch von Manufactur= Fabriken= und Handwerks=Sachen. Zum vortheilhaften Gebrauch für alle Haushaltungen, Berlin 1805
- KRÜNITZ, JOHANN GEORG: Oeconomisch-technologische Encyclopädie, 242 Bde., Berlin 1773–1858
- KUNCKEL, JOHANN: Nützliche Observaiones oder Anmerkungen / von den Fixen und flüchtigen Saltzen / Auro und Argento potabili, Spiritu Mundi und dergleichen / wie auch von den Farben und Geruch der Metallen / Mineralien und andern Erdgewächsen, Hamburg 1676
- KUNDMANN, JOHANN CHRISTIAN: Sammlung von natur- und künstlichen Sachen auch Münzen, welche dieses 1753 Jahr den 9ten Heumonats und folgende Tage Vor= und Nachmittags von 9=12. und 2=6. In dem Kundmannischen Hause an der Hirschbrücke durch öffentliche Feilbiethung von baar und edictmäßiges Geld verkauft werden soll. Breslau (Jakob Korn), o.J. (1753?)
- KUR, G.: Probierekunst, 1686
- LAIRESSE, GERHARD DE: Der Herr Gerhard de Lairese Welt=belobten Kunst=Mahlers, grosses Mahler=Buch, Aus dem Holländischen, 2 Bde., Nürnberg 1730

- LANGER, HEINRICH: Hütten- und Zinnoberfabriks-Betrieb, in: K. K. BERGDIRECTION ZU IDRIA (HRSG.): Das k.k. Quecksilberbergwerk zu Idria in Krain, Wien 1881
- LE GRAND, ANTOINE: Curieuser Erforscher / der geheimen Natur, Nürnberg 1682
- LE PILEUR D'APLIGNY: Herrn le Pileur d'Ápligny, richtige und vollständige Beschreibung aller Farbmaterialien, nebst einer deutlichen Anweisung wie solche zu dem Gebrauche zubereitet, und bey den dahin einschlagenden Künsten und Professionen gehörig angewendet werden sollen, Augsburg 1781
- LEHMANN, JOHANN GOTTLÖB: Cadmiologia oder Geschichte des Farben=Kobolds, Königsberg 1761
- LEMERY, NICOLAS: Vollständiges Materialien=Lexicon, darinnen alle und jede Simplicia, vorgestellt sind, Leipzig 1721
- LEUCHS, JOHANN CARL: Nürnberger Waren-Kunde, oder Preisverzeichniss der vorzüglichsten Nürnberger Manufactur-Waren, Nürnberg 1838
- LEUCHS, JOHANN CARL: Erfindungs-Lexikon, Nürnberg 1847
- LEWIS, WILHELM: Herrn Wilhelm Lewis physikalisch=chymische Abhandlungen und Versuche, zur Beförderung der Künste, Handwerker und Manufakturen, (aus dem Englischen Übersetzt von Johann Georg Krünitz.), Berlin 1764
- LINNÉ, CARL VON: Natursystem des Mineralreichs, Übersetzung von Johann Friedrich Gmelin, Bd. 3, Nürnberg 1778
- LIPOLD, M. V.: Production und Erträge, in: K. K. BERGDIRECTION ZU IDRIA (HRSG.): Das k.k. Quecksilberbergwerk zu Idria in Krain, Wien 1881
- LÖHNEUSEN, GEORG ENGELHARDT: Bericht vom Bergwerck, 1617
- LUDOVICI, CARL GÜNTHER: Eröffnete Akademie der Kaufleute, oder vollständiges Kaufmanns=Lexicon, 5 Bde., Leipzig 1756
- MARIANI, ZUANE: Tariffa de tutti Ori corrente, MDXXXI (1531)
- MARPERGER, PAUL JACOB: Beschreibung der Messen und Jahr=Märckte, Leipzig 1711
- MARPERGER, PAUL JACOB: Das in Natur= und Kunst=Sachen Neu=eröffnete Kaufmanns=Magazin, Hamburg 1708
- MARTIUS, JOHANNES: Unterricht in der natürlichen Magie oder zu allerhand belustigenden und nützlichen Kunststücken, Berlin und Stettin 1782
- MARTIUS, JOHANNES: Unterricht von der Magia Naturali, Franckfurth und Leipzig 1724
- MARX, JOHANN JAKOB: Materialist und Specerey=Händler in Nürnberg zum güldenen Horn, Nürnberg 1687
- MARX, JOHANN JAKOB: Neu=viel=vermehrte und verbesserte Teutsche Material=Kammer, Nürnberg 1709
- MEMNICH, PHILIPP ANDREAS: Waaren-Lexicon in Zwölf Sprachen, Hamburg 1797
- MINEROPHILUS: Neues und wohleingerichtetes Mineral- und Bergwercks-Lexicon, Chemnitz 1743
- MOLDENHAWER, CARL FRIEDRICH GUSTAV: Das Quecksilber und dessen Verbindungen, Heidelberg 1829
- MUCHA, J. J. M. WOLFGANG: Anleitung zur mineralogischen Kenntniß des Quecksilberwerks zu Hydria im Herzogthume Krain, Wien 1780
- MURR, CHRISTOPH GOTTLIEB VON: Beschreibung der vornehmsten Merkwürdigkeiten in des H. R. Reichs freyen Stadt Nürnberg und der hohen Schule zu Altdorf, Nürnberg 1778
- ONDERKA, JOHANN: Bau-, Maschinen- und Communicationswesen, in: K. K. BERGDIRECTION ZU IDRIA (HRSG.): Das k.k. Quecksilberbergwerk zu Idria in Krain, Wien 1881
- ORTH, JOHANN PHILIPP: Ausführliche Abhandlung von den berühmten zweyen Reichsmessen so in der Reichstadt Frankfurt am Main jährlich gehalten werden, o.O. 1765
- PAXI, BARTHOLOMEO DI: Tariffa de pexi e mesure, Venedig o.J. (1503)
- PEDEMONTANUS, ALEXIJ: Kunstbuch deß wolerfahren Herren Pedemontanam von mancherley Secreten oder Künsten / jetzt neuw lich auß Welscher vnnnd Lateinischer Sprach in Teitsch gebracht, Basel 1569
- PEITHNER, JOHANN THADDÄUS ANTON: Versuch über die natürliche und politische Geschichte der böhmischen und mährischen Bergwerke, Wien 1780
- PERNETY: Des Herrn Pernety Handlexikon der Bildenden Künste, worin alles was beym Zeichnen, Malen, Bildhauen, Kupferstechen, Berlin 1764
- PFEIFFER, JOHANN FRIEDRICH VON: Die Manufacturen und Farbriken Deutschlands nach ihrer heutigen Lage betrachtet und mit allgemeinen Vorschlägen zu ihrer vorzüglichsten Verbesserungs Mitteln begleitet, Bd. 2, Frankfurt am Mayn 1780
- PFINGSTEN, JOHANN HERMANN: Farbenmaterialien, Berlin 1789

- PIGANIUM CHRISTIAN: Des vortrefflichen Herrn Johann Baptista Portae, Magia Naturalis, oder Hauß=Künst= und Wunderbuch, Nürnberg 1713
- PINKERTON, JOHN: Atlas, London 1810, Internet Quelle: „David Rumsey Map Collection. Cartography Associates“ <http://www.davisrumsey.com/index.html>, Online: April 2004, Karte: „Austrian Dominions“ 1810
- POMET, PIERRE: Der aufrichtige Materialist und Specerey=Händler oder Haupt= und allgemeine Beschreibung derer Specereyen und Materialien, Leipzig 1717 (Neudruck Leipzig 1986)
- POPPE, JOHANN HEINRICH MORITZ VON: Geschichte aller Erfindungen und Entdeckungen im Bereiche der Gewerbe, Künste und Wissenschaften, Frankfurt a. M. 1847
- R. VON L.-E. (Hrsg.): Der österreichische Kunstfreund durch Mittheilungen aus dem Gebieth des menschlichen Kunstwissens, Pesth 1825
- REINECKE, O.: Kleiner Beytrag zur chemischen Naturgeschichte und Ursachlehre des rothen geschwefelten Quecksilber, in: LORENZ CRELL (HRSG.), Chemische Annalen für die Freunde der Naturlehre, Arzneygelahrtheit, Haushaltungskunst, und Manufakturen, Bd. 1, Helmstädt 1803, S. 357 ff.
- REINHOLD, CHRISTIAN RUDOLF: Die Zeichen= und Mahlerschule, Münster und Osnabrück 1786
- ROST, CARL WILHELM: Confirmirter und Concentrierter Chymischer Zinnober= Particular=Zeiger, Nürnberg 1760
- ROUSSEAU, LUDWIG: Nützliche Anwendung der Mineralien in den Künsten und wirthschaftlichen Dingen zum allgemeinen Gebrauche, Ingolstadt 1773
- RÜCKERT, HOFAPOTHEKER: Nachricht, von der Verfertigungsart des Zinnobers zu Amsterdam: als ein Beytrag zur Geschichte der Zinnoberbereitung, in: CRELL, LORENZ: Chemische Annalen für die Freunde der Naturlehre, Arzneygelahrtheit, Haushaltungskunst und Manufacturen, Bd. 1, Helmstädt und Leipzig 1789
- RULAND, MARTIN: Lexikon Alchemiae, Frankfurt 1612
- RUSCELLI, GIROLAMO: Kunstbuch des wolerfarnen Herren Alexij Pedemontani von mancherley Secreten oder Künsten, Colmar oder Basel MDLXXI, (1571)
- SAVARY, JACQUES: Der vollkommene Kauff= und Handels=Mann, Genf M. D.C. LXXVI: (1676)
- SCHICK, ERNST: Allgemeine Waarenkunde, Ein Handbuch für Kaufleute, Fabrikanten, Kameralisten ec., Leipzig 1857
- SCHMIDT, CHRIST. HEINR.: Vollständiges Farbenlaboratorium, Weimar 1857
- SCHROEDER, JOHANNES: Vollständige und Nutzreiche Apotheke, Nürnberg 1693
- SCHULTZ, GOTTFRIED: De cinnabari per praecipitationem via humida parabili, in: Miscellanea Curiosa sive Ephemeridum medico-physicarum Germanicum Academiae imperialis Leopoldinae, Annus Sextus, Nürnberg Anni M.DC.LXXXVII (1687)
- SCHURTZ, GEORG NIKOLAUS: Neu eingerichtete Material-Kammer: Das ist gründliche Beschreibung aller fürnehmsten Materialien und Specereyen, Nürnberg 1673
- SCOPOLI, JO. ANT.: Crystallographia Hungarica, Pars I., Schemnitz MDCCLXXIV (1774)
- SPERGES, JOSEPH VON: Tyrolische Bergwerksgeschichte ... worin das Bergwerk zu Schwatz beschrieben wird, Wien 1765
- STÖCKEL, H. F. A.: H. F. A. Stöckels praktisches Handbuch für Künstler, Lackirlichhaber und Oehlfarben=Anstreicher, Nürnberg 1799
- STRENBURG, KASPAR: Umriss einer Geschichte der böhmischen Bergwerke, Prag 1836
- SUCHTEN, ALEXANDER VON: Antimonii Mysteria Gemina Alexandri von Suchten. Das ist von den großen Geheimnissen deß Antimonii, Leipzig 1604
- THON, CHRIST. FRIEDR. GROTTLIEB: Thon's ausführliches und vollständiges Waaren=Lexicon oder gemeinnütziges Handbuch bei Ein= und Verkauf, 2 Bde., Ilmenau 1829
- TILING, MATTHIAS: Cinnabaris mineralis seu minii naturalis, Frankfurt MDC LXXXI (1681)
- TOLOMEL, F., Die dauerhaftesten Farben für die Oelmalerei, Landsberg a.d. Warthe 1869
- VALENTINI, D. MICHAEL BERNHARD: Museum Museorum Oder Vollständige Schau=Bühne Aller Materialien und Specereyen. Nebst deren Natürlichen Beschreibung / Election, Nutzen und Gebrauch / Aus andern Material-Kunst= und Naturalien-Kammern / Oost= und West=Indischen Reiß=Beschreibungen / Curiosen Zeit= und Tag=Registern, Franckfurt am Mäyn 1704
- VALENTINUS, BASILIUS: Tractat von dem grossen Stein der Uhalten / daran so viel tausent Meister Anfangs der Welt hero gemacht, o. O. 1626
- VALENTINUS, BASILIUS: Triumph-Wagen Antimonii, Leipzig 1604

- VALENTINUS, BASILIUS: Von den natürlichen und obernatürlichen Dingen, Leipzig M.D.C.III. (1603)
- VALVASOR, JOHANN WEICHARD VON: Die Ehre des Herzogthums Crain, 4 Bde., Laibach 1689
- VIELHEUER, CHRISTOPH: Beschreibung fremder Materialien. 3 Teile, Leipzig 1676
- VILLEFOSSE, HÉRON DE: Mineral=Reichthum, Sondershausen 1822
- VOIGTEL, NICOLAUS: Vermehrte Marckscheide=Kunst, Eisleben 1713
- WAGENSEIL, JOHANN CHRISTOF (CHARPENTIER, FRANCOIS): Der in Franckreich mit königlicher Verwilligung Neu=auffgerichteten Ost=Indianischen Compagnie Absehen / Gesätze / vnd Freyheiten, M DC LXV (1665)
- WALLERIUS, JOHANN GOTTSCHALK: Mineralogie oder Mineralreich, Berlin 1750
- WATIN, JEAN-FELIX.: Der Staffirmaler, oder die Kunst anzustreichen, zu vergolden und zu lackieren, Leipzig 1774
- WEBER, JAKOB ANDREAS: Nützliche Wahrheiten für Fabrikanten und Künstler, Wien 1787
- WEILAND: Allgemeiner Landatlas der ganzen Erde, Weimar 1823–1834
- WIEGLEB, JOHANN CHRISTIAN: Handbuch der allgemeinen Chemie, Bd. 2, Berlin und Stettin 1781
- WIEGLEB, JOHANN CHRISTIAN: Kleine chymische Abhandlungen von dem großen Nutzen der Erkenntniß des Acidi pinguis, Langensalza 1771
- WIEGLEB, JOHANN CHRISTIAN: Sammlung von allerhand Kunststücken für Künstler, Handwerker und Oekonomen, Leipzig 1784
- ZEDLER, JOHANN HEINRICH: Grosses vollständiges Universal-Lexicon aller Wissenschaften und Künste, 64 Bde., Halle und Leipzig 1732–1754
- ZIPSER, C. A.: Versuch eines topographisch-mineralogischen Handbuches von Ungern, Oedenburg 1817