

**Kupfer-, Blei- und Silbergewinnung.
Mittleuropäisches Hüttenwesen
in der Frühen Neuzeit.
Eine vergleichende Darstellung
wissenschaftlicher Fachliteratur.**

**Von der Philosophischen Fakultät
der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität
Hannover
zur Erlangung des Grades einer
Doktorin der Philosophie (Dr. phil.)
genehmigte Dissertation**

von Sabine Paehr MA

geboren am 01.12.1958 in Hannover

2018

Referent: Prof. Dr. Carl-Hans Hauptmeyer

Korreferent: Prof. Dr.-Ing. Oliver Langefeld

Tag der mündlichen Prüfung: 20.11.2017

Zusammenfassung

Zu Beginn der Frühen Neuzeit erlebten der mitteleuropäische Bergbau und das Hüttenwesen eine Blütezeit, die bis in das späte 16. Jahrhundert dauerte. Korrespondierend zu dieser Entwicklung entstand eine Vielzahl von gedruckten und handschriftlichen montanwissenschaftlichen Werken. Diese Publikationen bildeten zusammen mit der zunehmenden Professionalisierung der Ausbildung des berg- und hüttenmännischen Personals einen wichtigen Ausgangspunkt für die Etablierung einer akademischen Ausbildung in diesem Berufszweig. Die für die Verhüttung wertvoller Erze erforderlichen Fachkenntnisse wurden, wie in anderen technischen Berufen auch, bis dahin primär durch die praktische Tätigkeit vermittelt und weiterentwickelt. Die montanwissenschaftlichen Publikationen dieser Zeit hatten kaum mittelalterliche Vorgängerwerke. Im Gegensatz zu anderen technischen Berufsfeldern, wie der Agronomie, dem Bauwesen oder dem Maschinenbau, gab es hier jedoch theoretische Konzepte, mit denen sich die Hüttenfachleute immer wieder kritisch auseinandersetzten. Die der Alchemie zugrunde liegenden Theorien widersprachen den empirisch gewonnenen Erkenntnissen der Hüttentechniker, die im Laufe der Frühen Neuzeit dann die Grundlagen für die Lagerstättenkunde, die Metallogenie und die Technische Chemie entwickelten.

Durch die Analyse und den Vergleich der zeitgenössischen Fachliteratur, die die Hüttentechnologie thematisiert, konnten technische Fortschritte im Hüttenwesen der Frühen Neuzeit belegt, aber auch Erkenntnisse über die Entwicklung der Montanwissenschaften, über den Wissens- und Technologietransfer sowie über ökonomische Aspekte der Verhüttung gewonnen werden. Dazu wurden sowohl die Autoren als auch ihre Werke untersucht. An Hand der Biographien der Autoren wurde ermittelt, wie diese zu ihren Kenntnissen gelangten, über welche Netzwerke sie verfügten und in welchem Umfang sie die Werke ihrer Vorgänger rezipierten. Der formale Aufbau der Werke wurde untersucht, um die Entwicklung von Fachbüchern hinsichtlich der Nutzung von Quellen, der Aufbereitung und Systematisierung des Stoffes sowie der Verwendung von Graphiken, Tabellen und Registern zu belegen. Inhaltlich stand der technologische Fortschritt über einen Zeitraum von ca. 250 Jahren im Zentrum der Untersuchung.

Aus den Vergleichen konnten Rückschlüsse auf den Umfang und die Reichweite des Wissens- und Technologietransfer im frühneuzeitlichen Europa gezogen werden. Die Professionalisierung der Ausbildung fand ihren Höhepunkt in der Gründung der Bergakademien im späten 18. Jahrhundert. In den Montanwissenschaften konnte man aber auch auf die wissenschaftlichen Arbeitsmethoden des Probierwesens aufbauen. Das Probierwesen mit seiner den Hüttenprozess begleitenden Qualitätskontrolle war zusammen mit einer detaillierten Buchhaltung entscheidend für den ökonomischen Erfolg der Hüttenwerke. Schließlich war das in der Frühen Neuzeit hochentwickelte Metallhüttenwesen mit der professionellen Massenverarbeitung der Erze beispielgebend für den Aufbau von Fabriken in der industriellen Revolution des 19. Jahrhunderts, so dass man hier von einer „Präindustrialisierung“ sprechen kann.

Stichworte: Technologietransfer, Montanwissenschaften, Verhüttungstechnik

Abstract

At the Beginning of the early modern period the middle European mining and smelting branch experienced a prosperity lasting until the late 16th century. According to this development many printed and handwrote mining engineering literature was produced. These publications as well as the increasing professionalizing of mining and smelting labor are one of important starting point for establishing an academic education in this professional field. The necessary specialized knowledge for smelting valuable ore were primarily imparted and developed by practice as well as in other technical professions. At this time the publications concerning mining and smelting had only a few preceding literatures in the middle age. Contrary to other professional fields as agronomy, construction or mechanical engineering smelting specialists used and questioned already existing theoretical concepts. These theories on which the alchemy was based on contradicted to the empirical knowledge of the smelters. They developed the basics of geology of mineral deposits, metallogeny and technical chemistry during the early modern period.

By analysis and comparison of the contemporary technical literature containing smelting technology technical progresses in the smelting processes during the early modern period could be evidenced. Moreover knowledge about the development of mining science, the transfer of information and technology and economic aspects of smelting could be achieved. Therefore the authors as well as their works were investigated. Based on the authors' biographies their development of knowledge, the availability to networks and the scope of receiving literature of their predecessors was researched. The formal structure of their works was analysed to show the development of technical literature regarding sources, preparation and systematizing of contend just as utilisation of graphics, tables and registers. In its contents the technological progress during a period of approximate 250 years was the central point of this thesis.

Conclusions about range and distance of information and technology transfer in the early modern period in Europe were drawn. The increasing professionalization of staff training reached its culminating in the foundation of mining colleges in the late 18th century. Mining sciences could be based upon the scientific methods of assaying. The dokimacy with its accompanying quality control of smelting process together with a detailed bookkeeping was decisive for the economic success of the smelting works. Finally the high developed smelting technology with the professional bulk processing of ore was exemplary for the construction of factories during the industrial revolution in the 19th century, speaking of pre-industrialization is reasonable.

Keywords: Technological Transfer, Mining and smelting engineering, smelting technology

Vorwort

1	Thematische Einführung	3
1.1	Gegenstand der Forschung	3
1.2	Aktueller Stand der Forschung.....	4
1.3	Besondere Bedeutung des Bergwesens der Frühen Neuzeit in Mitteleuropa.....	8
1.3.1	Historische Entwicklung der Bergbauregionen Europas.....	9
1.3.2	Politische Bedeutung von Bergbau und Hüttenwesen.....	37
1.3.3	Wandel der Montantechnologie in der Frühen Neuzeit	40
1.4	Räumlich und zeitliche Eingrenzung des Untersuchungsgebietes	41
1.5	Methode und Vorgehensweise	43
2	Die Autoren und ihre Werke.....	47
2.1	Ermittlung und Auswahl der Quellen	47
2.2	Schriften, die für eine nähere Untersuchung in Frage kommen	47
2.3	Schriften, die für eine nähere Untersuchung nicht in Frage kommen.....	53
3	Die Autoren der montanwissenschaftlichen Literatur.....	60
3.1	Fragestellungen hinsichtlich biographischer Informationen.....	60
3.2	Biographische Darstellung unter Berücksichtigung der Beziehungen des Autors zu Bergbau und Hüttenwesen.....	60
3.2.1	Ulrich Rülein von Calw (1465/69 – 1523) Arzt, Bürgermeister, Stadtplaner und Gewerke	61
3.2.2	Unbekannter Verfasser des Probierebüchleins	63
3.2.3	Peder Månsson (vor 1462 – 1534) Mönch, Bischof	63
3.2.4	Vannoccio Biringuccio (1480 – 1539) Baumeister, Eisenhüttenleiter und Geschützgießer	65
3.2.5	Ludwig Lüssl (bis 1561) Berggerichtsschreiber, Bergsachverständiger, Landrichter (zum „Schwazer Bergbuch“.....)	67
3.2.6	Georgius Agricola (1494 – 1555) Humanist, Naturforscher, Bergbaukundiger, Arzt, Apotheker und Bürgermeister	70

3.2.7	Johann Mathesius (1504 – 1565) Schulmeister, Rektor, Prediger.....	76
3.2.8	Lazarus Ercker von Schreckenfels (1530 – 1594) Münzwardein, Münzmeister, Oberster Bergmeister.....	78
3.2.9	Hans Stöckl, Martin Sturtz, Christof Hofer und Adam Schnitzler (zum „Speculum Metallorum“)	81
3.2.10	Hardanus Hake (um 1540 – 1610) Pastor, Chronist	83
3.2.11	Georg Engelhardt Löhneyß (1552 – 1622) Kameralist, Stallmeister, Berghauptmann.....	85
3.2.12	Balthasar Rösler (1605 – 1673) Bergmeister, Stolln-Faktor, Markscheider	87
3.2.13	Christian Berward (1642 – 1692) Leitender Bergbeamter, Berg- und Hofrat	89
3.2.14	Christoph Andreas Schlüter (1668 – 1743) Hüttenreiter, Zehntner, Metallurge	90
3.3	Fazit und Vergleich	92
3.3.1	Biographischer Hintergrund	92
3.3.2	Wissenserwerb der Autoren	95
3.3.2.1	Wissenserwerb durch Fachbücher	95
3.3.2.2	Wissenserwerb durch Bildungsreisen	98
3.3.2.3	Wissenserwerb durch persönliche Kontakte.....	99
3.3.2.4	Wissenserwerb durch Autopsie.....	99
3.3.3	Transfer von berg- und hüttentechnischen Fachkenntnissen.....	100
4	Die Schriften zum Hüttenwesen – Analyse der formalen Aspekte.....	102
4.1	Die Schriften im Überblick	102
4.1.1	Das Bergbüchlein von Ulrich Rülein von Calw (um 1500).....	102
4.1.2	Das Probierbüchlein eines unbekannt Verfassers (um 1518).....	106
4.1.3	Die Bergmannskunst und das Kunstbuch des Peder Månsson (zwischen 1508 und 1524).....	108
4.1.4	De La Pirotechnia. Libri X des Vannoccio Biringuccio (1540).....	111
4.1.5	Das Schwazer Bergbuch (1554) (Anonyme Sammlung unterschiedlicher für den Bergbau wichtiger Texte)	114
4.1.6	Bermannus sive de re metallica dialogus (1530) und De re metallica. Libri XII (1556) von Georgius Agricola.....	117

4.1.7	Die Sarepta des Johann Mathesius (1562)	126
4.1.8	Der Bericht vom Rammelsberge und dessen Bergwerk (1565) und das Große Probierebuch (1574) von Lazarus Ercker von Schreckenfels.....	128
4.1.9	Das Speculum Metallorum (1575) (einschließlich des Schmelzbuches von Hans Stöckl, 1550).....	133
4.1.10	Die Bergchronik des Hardanus Hake (1583).....	135
4.1.11	Der Bericht vom Bergwerk von Georg Engelhardt Löhneyß (1617)	137
4.1.12	Speculum Metallurgiae Politissimum oder Hellpolierter Bergbauspiegel von Balthasar Rösler (1700).....	140
4.1.13	Die Interpres Phraseologiae Metallurgicae des Christian Berward (1672/73).....	142
4.1.14	Gründlicher Unterricht von Hütte-Werken des Christoph Andreas Schlüter (1738).....	144
4.2	Fazit und Vergleich	147
4.2.1	Verbreitung der Schriften und Rezeption	147
4.2.2	Adressaten der Werke	150
4.2.3	Literarische Form.....	152
4.2.4	Benutzte Quellen.....	153
4.2.5	Inhalt der Schriften und Anteil des Hüttentechnologie am Gesamtwerk	158
5	Die Schriften zum Hüttenwesen – Inhaltliche Analyse der Schriften	162
5.1	Aufbereitung und Verhüttungsverfahren – ein Überblick	162
5.2	Inhaltliche Betrachtung der verschiedenen Werke.....	167
5.2.1	Das Bergbüchlein von Ulrich Rülein von Calw (um 1500).....	169
5.2.2	Das Probierebüchlein eines unbekannt Verfassers (um 1518).....	171
5.2.3	Das Bergbuch und das Kunstbuch des Peder Månsson (zwischen 1508 und 1524).....	177
5.2.4	Bermannus sive de re metallica dialogus (1530) von Georgius Agricola	183
5.2.5	De La Pirotechnia. Libri X des Vannoccio Biringuccio (1540).....	186
5.2.6	Das Speculum Metallorum (1575) (einschließlich des Schmelzbuches von Hans Stöckl, 1550).....	204

5.2.7	Das Schwazer Bergbuch (1554) (Anonyme Sammlung unterschiedlicher für den Bergbau wichtiger Texte)	215
5.2.8	De re metallica. Libri XII (1556) von Georgius Agricola	220
5.2.9	Die Sarepta des Johann Mathesius (1562)	254
5.2.10	Bericht vom Rammelsberge und dessen Bergwerk (1565) von Lazarus Ercker von Schreckenfels	261
5.2.11	Das Große Probierebuch (1574) von Lazarus Ercker von Schreckenfels	269
5.2.12	Die Bergchronik des Hardanus Hake (1583).....	295
5.2.13	Bericht vom Bergwerk von Georg Engelhardt Löhneyß (1617)	306
5.2.14	Speculum Metallurgiae Politissimum oder Hellpolierter Bergbauspiegel von Balthasar Rösler (1700).....	319
5.2.15	Die Interpres Phraseologiae Metallurgicae des Christian Berward (1672/73).....	341
5.2.16	Gründlicher Unterricht von Hütte-Werken des Christoph Andreas Schlüter (1738).....	348
5.3	Fazit und Vergleich	406
5.3.1	Metallogeneese – Verhältnis zur Alchemie.....	406
5.3.2	Dokimasie oder Probierekunst	409
5.3.3	Technische Entwicklungen und Fortschritte, die in der zeitgenössischen Fachliteratur ihren Niederschlag fanden..	413
5.3.3.1	Erzaufbereitung	413
5.3.3.1.1	Vorbereitung der Erze für den Schmelzprozess durch Waschen und Klassieren	413
5.3.3.1.2	Vorbereitung der Erze für den Schmelzprozess durch Rösten und Brennen.....	418
5.3.3.2	Bau der Schmelzhütten und ihre technische Ausstattung	419
5.3.3.3	Verhüttung der Erze	428
5.3.3.3.1	Schmelzen von Silber-, Blei- und Kupfererzen.....	428
5.3.3.3.2	Saigern zur Entsilberung des Schwarzkupfers.....	433
5.3.3.3.3	Darren der Kienstöcke	433
5.3.3.3.4	Herstellung von Garkupfer.....	436
5.3.3.3.5	Abtreiben des Silbers aus dem Werkblei und Frischen der Bleiglätte	438
5.3.3.3.6	Feinbrennen des Silbers.....	441
5.3.4	Geographische Reichweite	442

6	Schlussbetrachtungen	447
6.1	Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse	447
6.1.1	Wissenstransfer, Technologietransfer und Netzwerke in der Frühen Neuzeit.....	447
6.1.2	Anfänge der Montanwissenschaften.....	450
6.1.3	Hüttenökonomie und Probierwesen.....	452
6.2	Weitergehende Fragen und Forschungsansätze	456
7	Aktueller Stand der Forschung zu einzelnen montanwissenschaftlichen Autoren und Werken	459
8	Quellen- und Literaturverzeichnis	478
8.1	Quellen.....	478
8.1.1	Ungedruckte Quellen.....	478
8.1.2	Gedruckte Quellen	478
8.2	Literatur	483
8.2.1	Allgemeine Literatur	483
8.2.2	Literatur, die für den Forschungsüberblick gesichtet, aber nicht herangezogen wurde.....	502
	Anhang I: Abkürzungen.....	509
	Anhang II: Maße und Gewichte	510

Vorwort

Das Verdienst, diese Arbeit vollendet zu haben, kommt sicher nicht der Verfasserin allein zu. Ohne die vielfältige Unterstützung, die Diskussionen, die Anregungen und Ratschläge wäre dieses Werk niemals gelungen. Deshalb möchte ich mich bei allen Personen bedanken, die mich bei der Verfassung dieser Arbeit begleitet und unterstützt haben.

Mein Dank gilt zuallererst meinem verehrten Herrn Prof. Dr. Carl-Hans Hauptmeyer vom Historischen Seminar der Leibniz Universität Hannover, der mich die ganze Zeit sachkundig beraten hat, mich stets ermuntert hat, weiter zu forschen, und mir dabei den richtigen Weg gewiesen hat.

Großer Dank gebührt unbedingt Herrn Prof. Dr.-Ing. Oliver Langefeld von der TU Clausthal, der bereit war meine Arbeit als Gutachter zu bewerten und der mir in den Vorgesprächen wertvolle sachkundige Hinweise gegeben hat.

Herr Prof. Dr. Karl Heinrich Kaufhold und Herr Prof. Dr. Dietrich Denecke von der Georg-August-Universität Göttingen haben mich vor allem in der Anfangsphase dieser Arbeit ausführlich beraten. Beiden sei auf diesem Wege herzlich gedankt. Große Unterstützung erfuhr ich durch Herrn Dr. Hans Joachim Kraschewski aus Marburg, der diese Arbeit interessiert begleitet und mit sachkundigem Rat unterstützt hat.

Ich danke Herrn Dr. Christoph Bartels, vom Deutschen Bergbaumuseum Bochum, der mir bei der Konkretisierung der Fragestellung zur Seite stand. Den Mitarbeitern des Bergarchivs in Clausthal, Jürgen Mrotzek und Renate Neuse danke ich für prompte und sorgfältige Ausführung meiner Archivalienwünsche. Ich fühlte mich hier stets willkommen und gut beraten. Mein besonderer Dank gehört dem leider verstorbenen Leiter des Bergarchives Herrn Dr. Wolfgang Lampe, dessen fachkundige Beratung mir immer sehr geholfen hat. Den Mitarbeitern im Lesesaal der Gottfried Wilhelm Leibniz Bibliothek insbesondere Frau Frauke Mucha sei gedankt, dass sie mir trotz der um Umbau befindlichen Räume das Arbeiten in einer angenehmen Atmosphäre ermöglichten.

Wichtige Anregungen und Informationen erhielt ich von den Mitgliedern der Projektgruppe Montanregion Harz, insbesondere von Herrn Dr. Wilfried Ließmann von der TU Clausthal.

Sehr dankbar bin ich meiner Schwester Frau Dr. Ulrike Abeling, die die umfangreiche Arbeit des Korrekturlesens auf sich genommen und mir mit kritischen Anmerkungen sehr geholfen hat. Außerdem danke ich meinem Mann und meinen Töchtern, die die Zeit, die ich mit dieser Arbeit beschäftigt war, geduldig ertragen, mich stets unterstützt und ermuntert haben. Von meiner Familie erhielt ich durch interessante Gespräche immer wieder wichtige Anregungen, wofür ich mich an dieser Stelle bedanken möchte.

1 Thematische Einführung

1.1 Gegenstand der Forschung

Der technische Fortschritt, der im Berg- und Hüttenwesen seit dem Ende des Mittelalters stattgefunden hat, fand seinen Niederschlag nicht nur in dem immer weiteren Ausbau der Bergwerke und der Verbesserung der Hüttentechnologie, sondern auch darin, dass immer wieder technische Handbücher zu diesem Themenkomplex erschienen sind. Um 1500 erlebten der mitteleuropäische Bergbau und das Hüttenwesen eine Blütezeit. Technologisch war Mitteleuropa in diesem Bereich führend. Dementsprechend wurde gerade in dieser Zeit, gefördert durch den kurz zuvor entwickelten Buchdruck, eine beachtliche Zahl an Druckschriften zu dieser Thematik veröffentlicht.

Diese montanwissenschaftlichen Publikationen stellten den Beginn einer Fachliteratur dar, für die es kaum mittelalterliche Vorgängerwerke gab. An den mittelalterlichen Universitäten wurden Theologie, Jurisprudenz und als einziges naturwissenschaftliches Fach lediglich die Medizin gelehrt.¹ Ingenieurwissenschaften waren kein Lehrfach und die in diesem Bereich tätigen Menschen bauten auf empirisch erworbenem Wissen und die mündliche Übermittlung von Fachkenntnissen auf. Der Bergbau und das Hüttenwesen gehörten zu den ersten Berufszweigen, für die zum Beginn der Frühen Neuzeit eine wissenschaftliche Fachliteratur entwickelt wurde, lange bevor eine akademische Ausbildung für diese Berufsgruppen etabliert wurde.

In anderen Berufszweigen wie Agronomie, Bauwesen oder Maschinenbau, aus deren Anforderungen heraus ebenfalls Ingenieurwissenschaften entstanden, könnte ein ähnlicher Prozess wie im Berg- und Hüttenwesen stattgefunden haben. Die Entwicklung frühneuzeitlicher Fachliteratur an Hand des Montanwesens darzustellen, ist besonders interessant, weil die hier tätigen Fachleute schon sehr früh europaweit vernetzt waren und eine große Mobilität entwickelten. Deutlich spiegelt sich die europäische Dimension in den meisten dieser Schriften wieder. Die Autoren waren oft selbst weit in andere Bergbauggebiete gereist, hatten mehrfach ihren Arbeitsort in den Bergbauzentren Mitteleuropas gewechselt und sich mit anderen Fachleuten ausgetauscht.

Die für die Verhüttung wertvoller Metalle notwendigen Kenntnisse wurden zwar, wie in anderen technischen Berufen auch, durch praktische Arbeit tradiert und weiterentwickelt, im Gegensatz zu vielen anderen Bereichen gab es hier aber eine aus der antiken Naturphilosophie entstandene und in der Alchemie weitergeführte Theoriebildung, mit der sich die entsprechend gebildeten Fachleute immer wieder in unterschiedlichem Maße kritisch auseinandersetzten. Die Grundlagen der späteren Lagerstättenkunde, Metallogenese und Technischen Chemie wurden in der Frühen Neuzeit gelegt, woran die Hüttenfachleute durchaus ihren Anteil hatten.

Die Verwissenschaftlichung der Hüttentechnologie durch die Schaffung theoretischer Konzepte für die beobachteten und beschriebenen

¹ Günter Bernt, *Artes liberales. I. Begriff. II. Geschichte*, in: *Lexikon des Mittelalters*, Bd. 1, 1980, 1058 – 1061.

Hüttenprozesse und die Ausbildung naturwissenschaftlicher Methoden im Rahmen des Probierwesens, durch die die Hüttenprozesse überwacht und dokumentiert wurden, soll durch die Analyse der zeitgenössischen hüttentechnischen Fachliteratur induktiv erschlossen werden. Auch der Arbeitskräfte- und Fachkräfteaustausch im Berg- und Hüttenwesen und der damit einhergehende Technologietransfer lässt sich aus den Biographien der Autoren ebenso belegen, wie aus ihren Schriften, in denen sich der Austausch von Fachwissen durch weitreichende persönliche Kontakte deutlich widerspiegelt.

Ökonomische Aspekte spielten im Berg- und Hüttenwesen der Frühen Neuzeit von Anfang an eine große Rolle. Auch dies fand seinen Niederschlag in der montanwissenschaftlichen Fachliteratur. Zum einen werden immer wieder Kostenfaktoren benannt und auf Maßnahmen zur Reduzierung der Hüttenkosten hingewiesen. Zum anderen wird die Bedeutung des Probierwesens zur ökonomischen Optimierung der Hüttenprozesse häufig betont. Man findet in der Darstellung der Hüttenwerke, ihrer technischen Ausstattung und ihrer arbeitsteilig arbeitenden Fachleute fabrikähnliche Verhältnisse wieder, die den wirtschaftlichen Erfolg erst ermöglichten.

Ziel der Untersuchung ist es, aus den hüttentechnischen Druck- und Handschriften der Frühen Neuzeit zu klären, wie sich die Grundlagen der Montanwissenschaften entwickelten, wie sich Hüttenleute über Netzwerke austauschten und dadurch ein weiträumiger Technologietransfer stattfand, wie technologische Innovationen und naturwissenschaftliche Verfahren in diesem Kontext entwickelt wurden sowie wie letztlich ökonomische und technische Erfordernisse zur Schaffung von Hüttenwerken führten, die als Vorläufer neuzeitlicher Fabrikanlagen angesehen werden können.

Hierzu werden biographische Erkenntnisse zu den einzelnen Autoren herangezogen, um deren Mobilität, Formen des Wissenserwerbs, Netzwerkbildung und Fachkompetenz zu ermitteln. Die Schriften werden formal analysiert um, Intention und Adressaten, Quellen und Rezeption, vor allem auch die Herausbildung fachwissenschaftlicher Standards festzustellen. Die inhaltliche Analyse soll in erster Linie den technologischen Fortschritt dokumentieren, aber auch die Fragen zur Verwissenschaftlichung, zum Technologietransfer und zur Hüttenökonomie klären.

1.2 Aktueller Stand der Forschung

Obwohl zur Entwicklung des Bergbaus und des Hüttenwesens umfangreich publiziert wurde, sind Übersichtswerke zu diesem Thema nicht so häufig verfasst worden. Schon 1983 bemerkte Lothar Suhling, dass es „...hierzulande doch immer noch an einer neueren epochen- wie revier- und spartenübergreifenden Gesamtdarstellung des Themas [fehlt].“² Sein eigenes Werk bietet einen ersten Ansatz zu einer solchen Darstellung, ist jedoch vom Umfang her zu gering, um einen umfassenden Überblick zu geben. Ein mehrbändiges Werk zur deutschen Bergbaugeschichte ist in den Jahren 2012 bis 2016 veröffentlicht worden und informiert umfassend über die deutsche

² Lothar Suhling, *Aufschließen, Gewinnen und Fördern. Geschichte des Bergbaus*, Reinbek bei Hamburg 1983, 8.

Bergbaugeschichte.³ Viele der zahlreichen montanhistorischen Untersuchungen, die meist einen regionalen Ansatz haben, greifen auf die in dem jeweiligen Bergrevier entstandenen zeitgenössischen berg- und hüttentechnischen Schriften zurück. Eine systematische Untersuchung der Entwicklung dieser Schriften existiert bisher jedoch nicht. Zu dieser Fachliteratur gibt es vor allem Darstellungen, die einzelne Aspekte, insbesondere einzelne Autoren, behandeln. Die wenigen Darstellungen, die die Schriften des Berg- und Hüttenwesens thematisieren, werden im Folgenden vorgestellt.

Einen Überblick von der Antike bis zur Gegenwart gibt Manfred Koch⁴ in seiner 1963 erschienenen Dissertation zur Geschichte und Entwicklung des bergmännischen Schrifttums. Schriften zum Bergbau und Hüttenwesen stehen im Zentrum der Arbeit, es werden aber auch die Hilfswissenschaften Geologie, Mineralogie, Maschinenbau, Markscheiderei und Bergrecht berücksichtigt. Zwei relativ kurzen Abschnitten über die literarische Behandlung des Bergbaus im Altertum und im Mittelalter folgt dann die Darstellung der Entwicklung in der Frühen Neuzeit und im 19. Jahrhundert. Auf das 20. Jahrhundert wird ein Ausblick gegeben. Die Kapitel für das 18. und 19. Jahrhundert sind wesentlich umfangreicher, weil das zu behandelnde Schrifttum in dieser Zeit deutlich zunahm. Der Autor kontextualisiert die Entwicklung der schriftlichen Überlieferung zum Berg- und Hüttenwesen am Anfang jedes Kapitels im Hinblick auf die politische, wirtschaftliche und kulturelle Entwicklung, insgesamt sind die Ausführungen jedoch zu knapp, um vertiefend auf die einzelnen Autoren und Werke einzugehen.

Die Bergbauliteratur ist auch Forschungsgegenstand einer Arbeit von Hans Baumgärtel.⁵ Dieser befasst sich mit der Entwicklung der Bergbauwissenschaft, wobei er ausgehend von den ersten montanwissenschaftlichen Werken den Weg zur Gründung von Bergbauschulen und Bergakademien darstellt und schließlich auf die wissenschaftlichen Schriften dieser Forschungszentren selbst eingeht. Allerdings klammert er das Hüttenwesen ausdrücklich aus und konzentriert sich auf Schriften zum Bergbau.

Mit dem antiken Bergbau befasst sich Helmut Wilsdorf,⁶ der jedoch technische, metallurgische und geologische Probleme nicht berücksichtigt, sondern sich auf

³ Klaus Tenfelde, Stefan Berger, Hans-Christoph Seidel (Hrsg.), Geschichte des deutschen Bergbaus, Münster 2012 – 2016, in folgenden Bänden: Christoph Bartels, Rainer Slotta (Hrsg.), Der alteuropäische Bergbau. Von den Anfängen bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts, Münster 2012 (= Bd. 1), Dieter Ziegler (Hrsg.), Rohstoffgewinnung im Strukturwandel. Der deutsche Bergbau im 20. Jahrhundert, Münster 2013 (= Bd. 4), Wolfhard Weber (Hrsg.), Salze, Erze und Kohlen. Der Aufbruch in die Moderne im 18. und frühen 19. Jahrhundert, Münster 2015 (= Bd. 2) und Klaus Tenfelde, Toni Pierenkemper (Hrsg.), Motor der Industrialisierung. Deutsche Bergbaugeschichte im 19. und frühen 20. Jahrhundert, Münster 2016 (= Bd. 3).

⁴ Manfred Koch, Geschichte und Entwicklung des bergmännischen Schrifttums, Goslar 1963.

⁵ Hans Baumgärtel, Vom Bergbüchlein zur Bergakademie. Zur Entstehung der Bergbauwissenschaften zwischen 1500 und 1765/1770, Leipzig 1965 (= Freiburger Forschungshefte, Geschichte des Bergbaus und Hüttenwesens, D50).

⁶ Helmut Wilsdorf, Bergleute und Hüttenmänner im Altertum bis zum Ausgang der Römischen Republik, Berlin 1952 (= Freiburger Forschungshefte, Kultur und Technik, D1). Es wäre zu prüfen, ob Helmut Wilsdorfs Angaben (hier 68 f.), dass für das Alte China und Japan keine schriftlichen Quellen zur Wirtschafts- und Sozialgeschichte des Bergbaus vorhanden sind, haltbar sind. Dagegen spricht die umfangreiche und früh geschaffene Administration dieser

die wirtschaftlichen, sozialen und juristischen Verhältnisse des „Berg- und Hüttenmannes“ konzentriert. Allerdings wird auch immer auf die technische Entwicklung des Berg- und Hüttenwesens eingegangen, in dem Maße wie diese die Arbeitsbedingungen bestimmte. Der werktätige Mensch steht im Mittelpunkt dieser sozialgeschichtlichen Arbeit, die als Quellen Inschriften und Texte aber auch archäologische Funde nutzt. Helmut Wilsdorf behandelt den Bergbau im Alten Ägypten, im Fernen Osten und im Alten Orient, im syrisch-phönizisch-palästinensischen Raum einschließlich Cypern, schließlich in Griechenland, in den Diadochenreichen und im Römischen Reich bis zum Ende der Republik. Außerdem bringt er im Register einen umfangreichen Nachweis aller berücksichtigten Inschriften und Textstellen.

Eine kleine Schrift zur antiken Literatur über den Silberbergbau und die Silberverhüttung gab Werner Kroker⁷ heraus. Hierin werden die Texte mit dem aktuellen Forschungsstand zur antiken Technik in Bezug gesetzt.

Lothar Suhling⁸ stellt in seiner Dissertation aus dem Jahr 1976 den Saigerhüttenprozess an Hand des frühen metallurgischen Schrifttums dar. Dabei wird die allgemeine Darstellung der Entwicklung dieses Verhüttungsverfahrens immer wieder mit dem dazu vorhandenen zeitgenössischen Schrifttum verknüpft. Die antiken und hochmittelalterlichen Schriften werden vor allem auf Hinweise zur Kupfersaigertechnologie untersucht, um den Beginn dieser Verhüttungstechnik nachweisen zu können. Der Schwerpunkt der Arbeit liegt jedoch auf der letzten Hälfte des 15. Jahrhunderts und auf dem 16. Jahrhundert, wobei zunächst ein Überblick über die Entwicklung der Saigerhüttenindustrie gegeben und dann die einschlägige Literatur vorgestellt wird. In einem weiteren Kapitel wird der Saigerhüttenprozess bei Georgius Agricola, bei Hans Stöckl und bei Lazarus Ercker detailliert untersucht und der Tiroler Abdarrprozess nach Hans Grienhofer, Leonhard Härrer, im Schwazer Bergbuch, nach Georgius Agricola und nach Christoph Andreas Schlüter dargestellt.

In verschiedenen Übersichtswerken findet man einzelne Kapitel zur wissenschaftlichen Entwicklung des Berg- und Hüttenwesens und der entsprechenden Schriften. Schon Edmund Oskar von Lippmann erwähnt neben der alchemistischen Literatur auch Werke, die dieser Wissenschaft kritisch

Kaiserreiche. Peter J. Golas, *Mining*, Cambridge 1999 (= Joseph Needham (Ed.), *Science and Civilization in China*, Volume 5: Chemistry and chemical Technology, Part XIII), 19 – 40, nennt für China neben den wichtigen archäologischen Quellen die theoretischen Schriften der Alchemisten und Pharmakologen sowie geographische und administrative Schriften, die als Quellen bezüglich der Montantechnologie wenig ergiebig sind. Eine Schrift aus dem 11. Jahrhundert n.Chr. ist verlorengegangen. Schriften, die sich explizit mit dem Berg- und Hüttenwesen befassen, sind in China jedoch selten verfasst worden. Zu nennen sind für die Mingzeit ein Bericht zur Ausbeutung der Bodenschätze, der auch ihre Verarbeitung umfasst (1637) sowie für das 19. Jahrhundert ein Bericht über die Minen und Hütten in Yunnan (ca. 1845).

⁷ Werner Kroker (Redaktion), *Silberbergbau und -verhüttung in der Antike nach Texten von Plinius, Diodor und Dioskurides*, Bochum 1998 (= *Die Technikgeschichte als Vorbild moderner Technik*, Bd. 22).

⁸ Lothar Suhling, *Der Saigerhüttenprozeß. Die Technologie des Kupferseigerns nach dem frühen metallurgischen Schrifttum*, Stuttgart 1976.1976.

gegenüberstehen.⁹ Auf die frühe die berg- und hüttentechnische Fachliteratur geht Gustav Fester¹⁰ ein, der seinen Kapiteln über „Die chemische Technik vom späten Mittelalter bis zum Beginn des 17. Jahrhunderts“ und „Die chemische Technik vom Beginn des 17. bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts“ jeweils ein Unterkapitel zur wissenschaftlichen Entwicklung voranstellt. Auch Otto Johannsen¹¹ hat in seiner „Geschichte des Eisens“ ein kurzes Kapitel über „Die Anfänge des hüttentechnischen Schrifttums“ geschrieben.

Bernhard Neumann beschreibt in seinem Aufsatz über die Anfänge der Probiervorschriften ausgehend von den mittelalterlichen Probiervorschriften auch die Bergbauliteratur des 16. Jahrhunderts, da das Probiervesen ein wichtiger Bestandteil des Hüttenwesens war. Allerdings stehen die mittelalterlichen Schriften von Albertus Magnus, Theophilus Presbyter und das sogenannte „Mittelalterliche Hausbuch“ von 1480 im Zentrum. In einem weiteren Aufsatz behandelt Bernhard Neumann vor allem das Mittelalterliche Hausbuch.¹² Einen weiteren Beitrag zum Mittelalterlichen Hausbuch verfasste 1997 Karl-Heinz Ludwig.¹³

Speziell auf die Verhältnisse im Harzer Bergbau geht Herbert Lommatzsch ein, der sich jedoch auf das späte 17. und das frühe 18. Jahrhundert konzentriert.¹⁴ In dem umfangreichen Ausstellungskatalog von Rainer Slotta und Christoph Bartels zu Meisterwerken bergbaulicher Kunst ist ein ganzes Kapitel den Handschriften und gedruckten Werken, die in diesem Zusammenhang entstanden sind, gewidmet.¹⁵

In Bezug auf die einzelnen frühneuzeitlichen Autoren und Werke ist das Forschungsinteresse sehr unterschiedlich ausgeprägt. Der Stand dieser Forschung soll umfassend wiedergegeben werden, um aufzuzeigen, wie

⁹ Edmund Oskar von Lippmann, Entstehung und Ausbreitung der Alchemie. Mit einem Anhang: Zur älteren Geschichte der Metalle. Ein Beitrag zur Kulturgeschichte, Bd. 1, Berlin 1919, hier 495 – 516, (Abschnitt 5.2. „Die Alchemie nach 1300“), Vannoccio Biringuccio und Georgius Agricola werden hier erwähnt.

¹⁰ Gustav Fester, Die Entwicklung der chemischen Technik bis zu den Anfängen der Großindustrie, Berlin 1923, hier 52 – 62 und 116 – 131.

¹¹ Otto Johannsen, Geschichte des Eisens. Im Auftrage des Vereins deutscher Eisenhüttenleute gemeinverständlich dargestellt, Düsseldorf 1924, 61 f., er behandelt Vannoccio Biringuccio, Georgius Agricola und Johannes Mathesius.

¹² Bernhard Neumann, Die Anfänge der Probiervorschriften und die ältesten deutschen Probiervorschriften, in: Metall und Erz, XVII. (N.F. VIII.), Jg. 1920, 168 – 177; Bernhard Neumann, Die ältesten Zeichnungen eines mittelalterlichen Hüttenwerkes und die ältesten Angaben über den deutschen Kupferhüttenprozeß, in: Metall und Erz, XVII. (N.F. VIII.), Jg. 1920, 333 – 339. Das „Mittelalterliche Hausbuch“ wurde bereits 1887 von August von Essenwein veröffentlicht: August von Essenwein, Mittelalterliches Hausbuch, Bilderhandschrift des 15. Jahrhunderts, Frankfurt 1887 (ND Hildesheim 1986). Eine Neuedition kam im Jahr 1997 heraus (Christoph zu Waldburg Wolfegg, Gundolf Keil, Das Mittelalterliche Hausbuch aus der Sammlung der Fürsten zu Waldburg Wolfegg. Faksimile, München 1997).

¹³ Karl-Heinz Ludwig, Das "Mittelalterliche Hausbuch" und die Montangeschichte, in: Der Anschnitt, 49. Jg., 1997, H.4, 114 – 122.

¹⁴ Herbert Lommatzsch, Von der bergmännischen Allegorie zur Bergbauwissenschaft. Über einige aus dem bürgerlichen Beamtenstand zwischen 1655 und 1765 hervorgegangene Darstellungen des Harzer Bergbaus, in: Der Anschnitt, 19. Jg., 1967, H. 5, 26 – 29.

¹⁵ Rainer Slotta, Christoph Bartels, Meisterwerke bergbaulicher Kunst vom 13. bis 19. Jahrhundert. Katalog zur Ausstellung des Deutschen Bergbau-Museums Bochum und des Kreises Unna auf Schloß Cappenberg vom 6. September bis 4. November 1990, Bochum 1990, 141 – 174 (= Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum).

intensiv hier bisher gearbeitet wurde, wo und zu welcher Zeit bestimmte Autoren und Werke als Forschungsgegenstand interessant waren und sind. Auch Desiderate der Forschung werden auf diese Weise sichtbar gemacht. Für meine Forschung sind jedoch viele der in dieser Fachliteratur behandelten Aspekte nicht relevant. Deshalb wird eine differenzierte Darstellung dieser Forschungsliteratur auf Grund ihres Umfangs in Kapitel 7 gegeben.

Die Forschung zur montanwissenschaftlichen Literatur allgemein ist also nicht sehr umfangreich, vor allem wenn man sie mit dem umfangreichen Schrifttum zur historischen Entwicklung des Berg- und Hüttenwesens vergleicht. Die Forschung zur Montanliteratur konzentriert sich meist auf Biographie und Werke einzelner Montanwissenschaftler, wobei der Forschungsstand sehr disparat ist. Dies schlägt sich offensichtlich im Umfang der Veröffentlichungen nieder. Nicht oder nur vereinzelt geklärt wurde, wie diese Literatur entstand und welche Beziehungen zwischen verschiedenen Autoren und Werken bestanden. Auch die Netzwerke, durch die einzelne Verfasser der Fachbücher ihre Informationen erhielten, wurden bisher nicht analysiert. Inwieweit sich die durch die montanwissenschaftliche Fachliteratur verbreiteten Kenntnisse in der praktischen Arbeit der Hüttenfachleute niederschlugen, ist ebenfalls eine offene Frage. Die Wechselwirkung zwischen technischem Fortschritt und den Darstellungen in der Fachliteratur wurde nur in dem Buch Lothar Suhlings¹⁶ für ein Verfahren genau untersucht und dargestellt, der dabei alle wesentlichen Quellen herangezogen hat. Seine Darstellung des Saigerhüttenprozesses sollte ergänzt werden, durch eine Untersuchung aller hüttentechnischen Verfahren, die für die Metallgewinnung der Frühen Neuzeit relevant waren. Dazu kann diese Arbeit einen Beitrag leisten.

1.3 Besondere Bedeutung des Bergwesens der Frühen Neuzeit in Mitteleuropa

Obwohl Metallgewinnung und –verarbeitung als grundlegende Kulturtechnik der Menschen neben der Landwirtschaft in vielen Teilen der Welt entwickelt wurde,¹⁷ wäre ein globaler Ansatz viel zu umfangreich, um die oben angeschnittenen Fragen detailliert zu klären. Um die zeitliche und räumliche Fokussierung auf das mitteleuropäische Berg- und Hüttenwesen der Frühen Neuzeit zu begründen, erscheint es notwendig, zunächst einen Überblick über die Geschichte des Bergbaus und des Hüttenwesens – also des „Bergwerks“, wie diese Begriffe zeitgenössisch zusammengefasst wurden¹⁸ – zu geben. Im folgenden Abschnitt soll deshalb die besondere Bedeutung des mitteleuropäischen Bergbaus zu Beginn der Frühen Neuzeit im Vergleich zum antiken Bergbau, der seinen Schwerpunkt im Mittelmeerraum hatte, und zum

¹⁶ Lothar Suhling, 1976.

¹⁷ Günter Bernhard Fettweis, Zur Geschichte und Bedeutung von Bergbau und Bergbauwissenschaften. 21 Texte eines Professors für Bergbaukunde zur Entwicklung des Montanwesens in Europa und speziell in Österreich, Wien 2004, 32, 64, der Autor unterscheidet zwei Gebiete der Urproduktion, nämlich die Landwirtschaft als Urproduktion aus dem Pflanzen- und Tierreich und das Montanwesen als Urproduktion aus der unbelebten Natur.

¹⁸ Wie die zeitgenössische Literatur zeigt, verstand man unter „Bergwerk“ im Mittelalter und in der Frühen Neuzeit die Gesamtheit von Berg- und Hüttenwesen und nicht – wie heute – eine Grube oder Zeche.

neuzeitlichen Bergbau, in dem Europa und auch Mitteleuropa an Gewicht verloren, deutlich gemacht werden.

Korrespondierend zur allgemeinen Entwicklung des Berg- und Hüttenwesens wird auch die in diesem Kontext entstandene zeitgenössische Literatur kurz vorgestellt, um zu verdeutlichen, welche Wende auch in diesem Bereich in der Frühen Neuzeit einsetzte.

1.3.1 Historische Entwicklung der Bergbauregionen Europas

Die Kenntnis von metallurgischen Prozessen ist älter als der Erzbergbau. Die Entwicklung von der Bearbeitung gediegenen Kupfers durch Hämmern bis zu den ersten Schmelzverfahren ist durch verschiedene Ausgrabungen im Vorderen Orient belegt.¹⁹ Den Schmelzprozess von Kupfer kannte man seit dem 7. Jahrtausend v. Chr., wie Schlackenfunde in Ausgrabungen bei Konya (Çatal Hüyük) zeigen.²⁰ Die Blei- und Silbermetallurgie beherrschte man im östlichen Mittelmeerraum schon im 6. und 5. Jahrtausend v. Chr.²¹ Der Bergbau auf Kupfererze wurde etwa seit dem 4. Jahrtausend v. Chr. in Anatolien, Iran und in Ägypten betrieben, wie durch Ausgrabungen ebenfalls in Çatal Hüyük und im Wadi Arabah (Timna) nachgewiesen wurde.²²

*Früh- und
Vorgeschichte*

Die Gewinnung der Edelmetalle Gold und Silber war in den Kulturen der Antike ebenfalls bekannt. Um 1500 v. Chr. begann z. B. der berühmte Bergbau auf Silber und Blei in Attika (Laurion), der im 5. und 4. vorchristlichen Jahrhundert eine Blütezeit erlebte.²³ Im östlichen Mittelmeerraum setzte um 2500 v. Chr. die Bronzezeit ein, indem man durch die Beimischung von Zinn zum Kupfer eine vielseitig einsetzbare Metalllegierung herstellte. Der Beginn der Eisenzeit wird in diesen Kulturen um 800 v. Chr. datiert.²⁴ Im römischen Imperium wurden die bereits von den Etruskern ausgebeuteten Eisen- und Kupfererzvorkommen weiter genutzt, ferner die reichen Kupfergruben Zyperns, die norischen Eisengruben, die dakischen Gold- und Silberminen und die Blei- und Zinngruben Britanniens. Vor allem der hispanische Bergbau auf Kupfer, Gold und Silber war von großer Bedeutung.²⁵ Die Erze der Gebrauchsmetalle Kupfer, Zinn, Blei und Eisen und der Edelmetalle Gold und Silber wurden bei den

*Griechische
und römische
Antike*

¹⁹ Ronald Frank Tylecote, Überblick über die Geschichte der Kupfer-Gewinnung und Kupfer-Verwendung in den Ländern der Welt von urgeschichtlicher Zeit bis zum Mittelalter, in: Norddeutsche Affinerie (Hrsg.), Kupfer in Natur, Technik, Kunst und Wirtschaft, Hamburg 1966, 23 – 31, hier 27; Richard Pittioni, Zur kulturhistorischen Bedeutung der urzeitlichen Kupferverwertung, in: Norddeutsche Affinerie (Hrsg.), Kupfer in Natur, Technik, Kunst und Wirtschaft, Hamburg 1966, 37 – 42, hier 37.

²⁰ Richard Pittioni, 1966, 37, der Autor verweist auf die Ausgrabungen von James Mellaart; Ronald Frank Tylecote, 1966, 28, der Autor stellt in einer Graphik das Auftreten der Metallurgie des Kupfers und seiner Legierungen in den Großregionen der Alten Welt dar; die Deutung der Funde als Schlacken wird bezweifelt durch Miljana Radivojević, Thilo Rehren, Shahina Farid, Ernst Pernicka, Duygu Camurcuoğlu, Repealing the Çatalhöyük extractive metallurgy: The green, the fire and the 'slag', in: Journal of Archaeological Science 86 (2017) 101-122.

²¹ Lothar Suhling, 1983, 39.

²² Lothar Suhling, 1983, 30 – 33; Martin Clement, Tausend Jahre Metallerzbergbau in Mitteleuropa. Ein Beitrag zu seinem Ende, dargestellt am Blei-Zink-Silber-Erzbergwerk Rammelsberg, Essen 1996, 7; Gerd Weisgerber, Bergbau, in: DNP (Der Neue Pauly), Bd. 2, 1997, 568 – 573, hier 568.

²³ Lothar Suhling, 1983, 38 – 49; Martin Clement, 1996, 7.

²⁴ Martin Clement, 1996, 7.

²⁵ Lothar Suhling, 1983, 49 – 67.

Kulturvölkern des Mittelmeerraums und in Vorderasien von Hand mit Schlägel und Eisen aber auch durch Feuersetzen abgebaut. Das hereingewonnene Erz wurde mühsam mit Körben nach über Tage und zu den Schmelzplätzen gefördert. Das Verfahren der Treiarbeit zur Silbergewinnung aus Bleierzen war in der Antike ebenfalls bekannt.²⁶ Zinnober wurde in der Antike vor allem in Spanien gewonnen, wie aus verschiedenen Quellen belegt ist.²⁷

Obwohl der Bergbau neben der Landwirtschaft zu den Lebensgrundlagen vieler Kulturen gehört, – die frühgeschichtlichen Epochen sind sogar nach den hauptsächlich gewonnenen und verwendeten Metallen benannt – ist der Niederschlag in der schriftlichen Überlieferung zunächst sehr gering. Auch die Menschen der griechischen und römischen Antike haben ihr montanistisches Wissen kaum schriftlich niedergelegt. Für diese Zeit beruht der größte Teil der heutigen Kenntnisse auf archäologischen Quellen. In den Schriftquellen haben dieser frühe Bergbau und die Metallverhüttung keinen großen Niederschlag gefunden, vor allem geben diese kaum technische Details wieder.

Aus Ägypten, Assyrien und Babylonien sind Inschriften überliefert, die Aufschluss über den Bergbau geben. In der Bibel wird im Buch Hiob (28, 1 – 11) auf die Suche der Menschen nach Metallen und Edelsteinen hingewiesen.²⁸

Von den griechischen Schriftstellern widmeten Theophrast von Eresos (371/0 – 287/6 v. Chr. / Über die Metalle, Über die Steine),²⁹ Straton von Lampsakos († 269/8 v. Chr. / Über Bergwerksmaschinen)³⁰ und Philon von Byzanz (2. Hälfte d. 1. Jh. v. Chr. / Über den Bergmann)³¹ dem Bergbau eigene Werke, die aber fast vollständig verlorengegangen sind. Lediglich das Buch von Theophrast „Über die Steine“ blieb erhalten. Agatharchides von Knidos (2./1. Jh. v. Chr.) beschrieb in seinem Werk „Über das Rote Meer. 5 Bücher“ den Betrieb in den nubischen Goldgruben, auch diese sind nur in Auszügen

²⁶ Lothar Suhling, 1983, 38 – 67, der Autor stellt dabei die technische Entwicklung ausführlich dar, indem er auf Grubenbaue, Erzgewinnung, Erzförderung, Wasserhaltung und Bergrecht eingeht; Martin Clement, 1996, 7 f.; Ferdinand Orth, Bergbau, in: RE (Paulys Real-Encyclopädie der classischen Altertumswissenschaft), Suppl.-Bd. IV, 1924, 108 – 155, die Darstellung umfasst Bergbau und Hüttenwesen unter Berücksichtigung des damaligen Forschungsstandes und vor allem der Berücksichtigung der antiken Quellen, einzelne Regionen werden gesondert dargestellt; Gerd Weisgerber, 1997, diese knappe Darstellung ist geographisch gegliedert (Vorderer Orient und Ägypten, Griechenland und östliches Mittelmeer, Italien und die römischen Westprovinzen) jedoch aktueller als Ferdinand Orth.

²⁷ Andreas Hauptmann, Rainer Slotta, Zu den Denkmälern des Quecksilberbergbaus von Almadén, in: Der Anschnitt, 31. Jg., 1979 H. 2-3, 81 – 100, hier 82.

²⁸ Manfred Koch, 1963, 2; zu ergänzen wären noch weitere Erwähnungen im AT, z. B. in Ez 22,18 – 22; Helmut Wilsdorf, 1952, liefert ein umfangreiches Verzeichnis von Inschriften und Texten zum antiken Berg- und Hüttenwesen.

²⁹ Hans Prescher (Hrsg.), Georgius Agricola – Ausgewählte Werke. Georg Agricola, Bermannus oder über den Bergbau. Ein Dialog, übers. u. bearb. v. Helmut Wilsdorf, Berlin 1955 (= Gedenkausgabe des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden, Bd. II = AGA II), 214 f.

³⁰ Hans Prescher (Hrsg.) Georgius Agricola – Ausgewählte Werke. Georgius Agricola, De Re Metallica Libri XII. Bergbau und Hüttenkunde, 12 Bücher, übers. u. bearb. v. Georg Fraustadt u. Hans Prescher, Berlin 1974 (= Gedenkausgabe des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden, Bd. VIII = AGA VIII), Personenregister A, 817; Straton von Lampsakos lebte demnach 340 – 270 v. Chr., er war Philosoph und Schüler Theophrasts; Helmut Wilsdorf, 1955 (AGA II), 215 f.

³¹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), Personenregister A 815; sein Werk wird nur von Athenaios erwähnt, ist aber verloren.

überliefert. Ansonsten findet man bei Herodot (485 – 424 v. Chr.), Hippokrates (460 – 370 v. Chr.),³² Thukydides (um 460 – 396 v. Chr.),³³ Xenophon (430 – 354 v. Chr.), Platon (428/7 – 348/7 v. Chr.),³⁴ Hypereides (390/89 – 322 v. Chr.), Aristoteles (384 – 322 v. Chr.)³⁵ und Demosthenes (384/3 – 322 v. Chr.) vereinzelt Angaben zum Berg- und Hüttenwesen. Für die römische Zeit sind Kenntnisse zu diesem Thema durch Polybios (vor 199 – um 120 v. Chr.), Diodorus Siculus (1. Jh. v. Chr.), Strabon (62 v. Chr. – 20 n. Chr.),³⁶ Pedanius Dioscorides (um 25 – 90 n. Chr.),³⁷ Plutarch (um 45 – vor 125 n. Chr.) und Pausanias (ca. 115 – ca. 180 n. Chr.) sowie C. Julius Caesar (100 – 44 v. Chr.), P. Vergilius Maro (70 – 19 v. Chr.), Pomponius Mela (Werk 43/44 n. Chr.), P. Cornelius Tacitus (um 55 – 120 n. Chr.)³⁸ und Flavius Magnus Aurelius Cassiodorus (ca. 490 – 590 n. Chr.) überliefert. M. Vitruvius Pollio (1. Jh. v. Chr.)³⁹ erwähnte Einzelheiten zum Bergbau in seinem Werk „De architectura“. Ausführlich behandelte aber nur C. Plinius Sec. (23/4 – 79 n. Chr.)⁴⁰ im Rahmen seiner „Naturalis Historia“ in den Büchern 33 und 34 den Bergbau.⁴¹ Dass diese Quellen nur sehr unzureichend sind, stellte schon Georgius Agricola fest.⁴²

Für die Entwicklung der Bergbauliteratur der Frühen Neuzeit, die mit dem Bergbüchlein des Ulrich Rülein von Calw beginnt,⁴³ sind die antiken Autoren jedoch von großer Bedeutung. Schon allein die Autorität, die die antike Überlieferung mit ihrer Wiederentdeckung in der Renaissance gewann, machte ihre Berücksichtigung unverzichtbar. Fast alle frühneuzeitlichen Autoren bezogen sich auf die Antike und versuchten diese Quellen auszuschöpfen, um von diesem Kenntnisstand ausgehend eigene Beobachtungen und Erkenntnisse darzustellen.⁴⁴

³² Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 206 f.

³³ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 215.

³⁴ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), Personenregister A, 815.

³⁵ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), Personenregister A, 809; Helmut Wilsdorf, 1955 (AGA II), 202; auf seiner Elementenlehre bauten vor allem alchemistische Schriften auf; Claus Priesner, Geschichte der Alchemie, München 2011, 17.

³⁶ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 213.

³⁷ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 204, Pedanius Dioscorides verfasste ein Werk „Perí hýlēs iatrikēs“ über die Heilmittel in 5 Büchern.

³⁸ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 214.

³⁹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), Personenregister A, 818; Helmut Wilsdorf, 1955 (AGA II), 216; M. Vitruvius Pollio lebte demnach 80 – 15 v. Chr.

⁴⁰ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), Personenregister A, 815; Helmut Wilsdorf, 1955 (AGA II), 209 f.; C. Plinius Sec. verfasste die „Naturalis Historia“ in 37 Büchern.

⁴¹ Manfred Koch, 1963, 2 – 7; Lothar Suhling, 1976, 24 f.; beide Autoren beziehen sich auf Helmut Wilsdorf, 1952; weitere Bezüge auf antike Autoren werden bei den einzelnen frühneuzeitlichen montanwissenschaftlichen Autoren behandelt, die diese oft als Quellen nutzten. Die angegebenen Lebensdaten wurden den entsprechenden Artikeln im Neuen Pauly (Hubert Cancik (Hrsg.), DNP. Enzyklopädie der Antike, Stuttgart 1996 – 2003) entnommen.

⁴² Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), Widmungsbrief 1550, 30, Georgius Agricola benennt von den griechischen Schriftstellern Theophrast, Straton, Philon und Pherekrates und sagt, dass er lediglich C. Plinius Secundus habe, dem er folgen könne.

⁴³ Manfred Koch, 1963, 1.

⁴⁴ Bei Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 200 – 246 findet man deshalb ein ausführliches Verzeichnis der Autoren bzw. Quellen, auf die sich Georgius Agricola stützte, samt ausführlichen Erläuterungen; ein ähnliches Verzeichnis findet sich bei Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 807 – 819.

Im Montanwesen Mitteleuropas fand eine ähnliche Entwicklung wie im Vorderen Orient einige Jahrhunderte später statt. Bereits im frühen 4. Jahrtausend v. Chr. ist in Rudna Glava (Serbien) Bergbau auf Kupfer nachweisbar. Um 2200 v. Chr. breitete sich der Kupferbergbau auch nach Mitteleuropa aus, so dass man seit 1700 v. Chr. einen umfangreichen Kupferbergbau in den Ostalpen nachweisen kann.⁴⁵ Die Metallverarbeitung in Süd- und Mitteldeutschland setzte ab 2300 v. Chr. ein, die Bronzeverarbeitung nach 2000 v. Chr.⁴⁶

Hier beruhen die Forschungen ausschließlich auf archäologischen Quellen, da es eine schriftliche Überlieferung, wie für andere Fragestellungen zur Frühgeschichte Mitteleuropas auch, nicht gibt. Die Kenntnisse der antiken Autoren zu diesem Thema sind noch geringer als für den eigenen Kulturkreis.⁴⁷

In der Spätantike erlebte dann der weströmische Bergbau einen Niedergang, während im byzantinischen Raum die Bergbautradition insbesondere auf dem Balkan fortbestand.⁴⁸ Seit der Antike waren zahlreiche Bunt- und Edelmetallagerstätten in Mitteleuropa bekannt und wurden ausgebeutet und das nicht nur im Gebiet des Römischen Imperiums. So reicht der Bergbau am und im Harz bis in die mitteleuropäische Bronzezeit zurück.⁴⁹ Hier konnte man nach der Konsolidierung der frühmittelalterlichen Reiche anknüpfen. Vor allem das aufblühende Städtewesen brachte wirtschaftlichen und kulturellen Fortschritt und damit auch neue Impulse für den Bergbau.⁵⁰

Spätantike

Der Aufschwung des Bergbaus im Frühmittelalter setzte in den Gebieten ein, die von den Umwälzungen im Zuge der Völkerwanderung wenig betroffen waren, wie z. B. einige Alpenhochtäler. Auch einfache Gewinnungsmethoden wie das Goldwaschen und die Gewinnung von Raseneisenstein konnten recht schnell wieder aufgenommen werden. **Silbererzlagerstätten** waren in Europa weit verbreitet, sie kamen zusammen mit anderen Erzen vor. Bereits seit dem Altertum bekannt waren, wie oben dargestellt, die Silbervorkommen im griechischen Laurion, aber auch in Südwestengland, im französischen Zentralmassiv und in den Vogesen. Die bedeutendsten Bergwerke entstanden jedoch in Mitteleuropa. Der Beginn des Silberbergbaus im Elsaß kann vermutlich in das 8. Jahrhundert datiert werden. Im 9. Jahrhundert ging in der Mainregion ein ausgedehnter Bergbau auf Kupfer, Silber und Gold (sowie auf Eisen) um. Seit 922 n. Chr. soll bei Frankenberg und Mittweida am Nordrand des sächsischen Erzgebirges der Bergbau durch fränkische Bergleute aufgenommen worden sein. Am Harz ist der Bergbau urkundlich seit 968

Frühmittelalter
und
Hochmittelalter

⁴⁵ Lothar Suhling, 1983, 33 – 37, er nennt als bedeutendste Lagerstätten Mitterberg im Salzburger Land und die Kelchalpe bei Kitzbühel; Martin Clement, 1996, 8, 24; siehe auch Ernst Preuschen, Über die früheste Kupfergewinnung in den Österreichischen Alpen, in: Norddeutsche Affinerie (Hrsg.), Kupfer in Natur, Technik, Kunst und Wirtschaft, Hamburg 1966, 32 – 36.

⁴⁶ Martin Clement, 1996, 8.

⁴⁷ Man findet Hinweise zu Metallen, insbesondere Edelmetallen, z. B. Tacitus (Germ. 5, 6).

⁴⁸ Lothar Suhling, 1983, 68 – 70, der Autor gibt hier einen Überblick über die Tradierung antiker Wissenschaft und Technik über die Zeit der Völkerwanderung hinweg in das Frühmittelalter. Wesentliche Überlieferungsstränge waren die arabische Welt, wo Gold- und Silberbergbau betrieben wurde, die byzantinische Welt und die Bewahrung antiken Wissens in Klöstern.

⁴⁹ Martin Clement, 1996, 8; Michael Fessner, Angelika Friedrich, Christoph Bartels, "gründliche Abbildung des uralten Bergwerks". Eine virtuelle Reise durch den historischen Harzbergbau, Bochum 2002 (= Montanregion Harz, Bd. 3), 33 f.

⁵⁰ Lothar Suhling, 1983, 70.

n. Chr. belegt, was sich vor allem in der kaiserlichen Münzprägung widerspiegelt. Ende des 10. Jahrhunderts wurden die Erzlager am Rammelsberg entdeckt und im 11. Jahrhundert begann der Oberharzer Bergbau. Die Silbergewinnung hier kam unmittelbar dem deutschen König zu Gute, was seine Machtbasis deutlich stärkte. 984 n. Chr. wurde der Silberbergbau in den Vogesen erstmals genannt. Der Silberbergbau im südlichen Schwarzwald wurde 1028 n. Chr. erstmals erwähnt, die Reviere bei Todtnau und St. Blasien erlebten im 13. Jahrhundert eine Blütezeit. In der 2. Hälfte des 12. Jahrhunderts kamen weitere Silberbergbaureviere in Trient, bei Montieri und Massa Marittima in der Toskana, bei Friesach und im Lavanttal in Kärnten sowie im Lebertal (Lièpvrette) in den Vogesen (Markirch / St^e-Marie-aux-Mines) hinzu. Ende des 12. Jahrhunderts (1168 n. Chr.) wurde man im Gebiet des späteren Freiberg (Mark Meißen) fündig. Der hier aufgenommene Silberbergbau gehörte zu den berühmtesten Bergbaurevieren, was in dem Silberreichtum der Erze und seinem jahrhundertlangen Betrieb begründet ist. Zu bedeutenden Silberbergbauorten in Böhmen und Mähren entwickelten sich Kuttenberg (Kutná Hora) und Iglau (Jihlava). Im 13. Jahrhundert kam der **Bergbau auf Kupfer** in Falun am Stora Kopparberg (Schweden) und im Mansfelder Land auf. Ebenfalls in diese Zeit fällt die Aufnahme des Bergbaus an den Südhängen der Tatra und die Gründung der sieben niederungarischen Bergstädte Schemnitz (Banská Štiavnica), Kremnitz (Kremnica), Neusohl (Banská Bystrica), Dilln (Banská Belá), Libethen (L'ubietová), Königsberg (Nová Bana) und Bugganz (Pukanec), in denen ebenfalls der Kupferbergbau im Vordergrund stand. **Bleibergbau** wurde im Frühmittelalter zunächst nur in England betrieben, bis die mitteleuropäischen Lagerstätten am Harz, in Sachsen und in Böhmen erschlossen waren. Ferner gab es Bleibergbau in der Eifel, in Oberschlesien und in Kärnten (Bleiberg bei Villach). Im **Zinnbergbau** hatte das englische Cornwall und die Scilly-Islands eine beherrschende Stellung, aber auch das Erzgebirge (Altenberg, Geyer, Ehrenfriedersdorf) spielte eine wichtige Rolle. Eine Besonderheit war der am Altenberg bei Aachen gewonnene **Galmei**, ein Zinkkarbonat, das zur Herstellung von Messing in dieser Zeit unerlässlich war. Auf dieser Basis entstand im Maasgebiet (Dinant) eine bedeutende Messingindustrie, obwohl das benötigte Kupfer aus weit entfernten Gebieten importiert werden musste. Die **Goldlagerstätten** der Antike auf der iberischen Halbinsel und in Irland waren im Frühmittelalter bereits erschöpft, so dass man sich zunächst auf die Goldwäscherei konzentrierte. Goldbergbau setzte dann im 13. Jahrhundert in Schlesien, in den Tiroler und steirischen Alpen und im Böhmerwald ein. Auch der bereits im Altertum betriebene Goldbergbau in Illyrien wurde wieder aufgenommen. Seit 1300 n. Chr. war die ungarische Goldproduktion in Kremnitz (Kremnica) und in Siebenbürgen durch Zuwanderung deutscher Bergleute so weit entwickelt, dass sie mit 1.000 kg Gold jährlich die wichtigste in Europa war.⁵¹

⁵¹ Manfred Koch, 1963, 8; Lothar Suhling, 1983, 70 – 78; Ekkehard Westermann, Silber I. Vorkommen und Nutzen, II. Silberbergbau, in: Lexikon des Mittelalters, Bd. VII, 1995, 1898 – 1900; Hermann Aubin, Wolfgang Zorn (Hrsg.), Handbuch der deutschen Wirtschafts- und Sozialgeschichte. Bd. 1. Von der Frühzeit bis zum Ende des 18. Jahrhunderts, Stuttgart 1971, 213 f., hier werden als wichtigste Reviere neben dem Rammelsberg die Bergbauzentren in Freiberg, in Friesach und im Lavanttal in Kärnten, ferner Bergwerke im Südschwarzwald, im Elsaß, in den Tridentiner Alpen, in Böhmen und in Oberschlesien bei Beuthen genannt; Karl-Heinz Ludwig, Technik im Hohen Mittelalter zwischen 1000 und 1350/1400, in: Propyläen

Die in der Literatur genannten Daten beruhen meist auf urkundlichen Erwähnungen des Bergbaus, in einigen Revieren wird durch die montanarchäologische Forschung ein noch früherer Beginn des Bergbaus belegt, wie im Harz, wo man die Anfänge im 6./8. Jahrhundert n. Chr. vermutet.⁵² Dieser Frage konnte jedoch nicht nachgegangen werden. Für eine Untersuchung der Hüttentechnologie reichen auch hier die überlieferten schriftlichen Zeugnisse nicht aus.

Im Mittelalter war die Beschäftigung mit den Naturwissenschaften nicht das Hauptanliegen der Gelehrten. Nach dem erfolgreichen Studium der sieben freien Künste (Grammatik, Rhetorik, Logik, Arithmetik, Geometrie, Musik und Astronomie) widmete man sich der Theologie, der Jurisprudenz oder der Medizin.⁵³ Dementsprechend waren Werke wie „De mineralibus et rebus metallicis libri V“ von Albertus Magnus (ca. 1193 – 1280 n. Chr.), der berichtet, dass er selbst Bergwerke besuchte, eine Ausnahmeerscheinung. Diese mineralogisch-geologische Schrift ist dem Inhalt nach den Steinbüchern zuzurechnen.⁵⁴ Für den Bergmann von praktischem Nutzen waren diese Steinbücher, Lapidarien genannt, in denen Kenntnisse über Mineralien, Gesteine, Erze und Metalle zusammengefasst waren. Sie sind als Vorläufer der mineralogischen Fachliteratur zu sehen, zumal hier auch Kenntnisse aus dem arabischen Raum in die europäische Welt vermittelt wurden. Die Einteilung der Mineralien in vier Gruppen durch Ibn-Sina (Avicenna, 970 – 1037 n. Chr.) hielt sich in den mineralogischen Systemen bis in das 19. Jahrhundert.⁵⁵ Noch größere Aufmerksamkeit erfuhren die alchemistischen Schriften, wie die „Schedula diversarium artium“ des Theophilus Presbyter aus dem 10. Jahrhundert und das „Mittelalterliche Hausbuch“ aus der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts. Alchemistische Lehren fanden auch Eingang in die Berg-, Probier- und Kunstbüchlein des Mittelalters.⁵⁶ Eine der wichtigsten alchemistischen Schriften war die „Alchemie des Geber“, über deren Urheber noch immer wenig bekannt ist. Die älteste bekannte Handschrift stammt aus dem 13. Jahrhundert, gedruckt erschien das Werk ca. 1481 n. Chr. Es wurde bis ins 17. Jahrhundert immer wieder nachgedruckt und auch in andere Sprachen übersetzt.⁵⁷ Daneben entstanden im 14. Jahrhundert die

Technikgeschichte, Bd. 2, Berlin 1997, 9 – 205, hier 37 – 75; Jan Albert van Houtte, Europäische Wirtschaft und Gesellschaft von den großen Wanderungen bis zum schwarzen Tod, in: Wilhelm Abel, Jan Albert van Houtte, Wolfram Fischer, Hermann Kellenbenz (Hrsg.), Europäische Wirtschafts- und Sozialgeschichte im Mittelalter, Stuttgart 1980 (= Handbuch der europäischen Wirtschafts- und Sozialgeschichte, Bd. 2), 1 – 149, hier 56 – 58, 149.

⁵² Michael Fessner, Angelika Friedrich, Christoph Bartels, 2002, 33 – 35; auch im Erzgebirge ging bereits im Hochmittelalter der Bergbau um, siehe: Jörg Schmiedel, Beobachtungen und Hypothesen zum vorgeschichtlichen und hochmittelalterlichen Bergbau im mittleren Erzgebirge, in: Der Anschnitt, 65. Jg., 2013 H. 3, 78 – 87; Christiane Hemker, Yves Hoffmann, Volkmar Scholz, Die hochmittelalterlichen Silberbergwerke von Dippoldiswalde, in: Der Anschnitt, 65. Jg., 2013 H. 1-2, 20 – 37.

⁵³ Günter Bernt, 1980, 1058 – 1061; Manfred Koch, 1963, 8 f. zum Verhältnis zwischen mittelalterlichen Gelehrten und Technikern sowie den Konsequenzen für das bergmännische Schrifttum.

⁵⁴ Manfred Koch, 1963, 9.

⁵⁵ Manfred Koch, 1963, 10 – 12, wird als frühe Druckschrift auch das „Speculum lapidum“ von Camillo Leonardi, 1487 anonym in Erfurt erschienen, genannt.

⁵⁶ Manfred Koch, 1963, 12 f.

⁵⁷ Ernst Darmstaedter, Die Alchemie des Geber, Wiesbaden 1922 (ND 1969), 3 – 12, im Weiteren findet man hier eine neuzeitliche Übersetzung des gesamten Textes.

„Walenbücher“, die Anleitungen für das Auffinden von Erzvorkommen und Edelsteinen enthielten und die in den Alpen, im Harz, in Sachsen, Böhmen, Schlesien und Polen verbreitet waren.⁵⁸ Eine weitere Kategorie bilden die bergrechtlichen Schriften, in denen vor allem organisatorische und juristische Fragen behandelt wurden, jedoch technische Aspekte des Berg- und Hüttenwesens kaum Berücksichtigung fanden. Die älteste Aufzeichnung bergrechtlicher Gewohnheiten fand 1185 in einem Vertrag zwischen dem Bischof von Trient und den dortigen Gewerken statt. In Böhmen erließ König Wenzel II. um 1300 eine Bergordnung, die auf dem älteren Iglauer Bergrecht beruht. Die Annaberger Bergordnung von 1509 wurde schließlich zur Grundlage des gesamten deutschen Bergrechts.⁵⁹

Von den mittelalterlichen Schriften zum Berg- und Hüttenwesen sind es somit das kodifizierte Bergrecht, die alchemistischen Schriften und das Werk des Albertus Magnus, die für das frühneuzeitliche Schrifttum Bedeutung erlangten. Insbesondere die alchemistischen Schriften wurden von späteren Autoren wie Georgius Agricola sehr kritisch gesehen. Sie bildeten jedoch die Vorläufer der im 16. Jahrhundert entstehenden gedruckten Berg-, Probier- und Kunstbüchlein.

Eine Zeit des Niedergangs erlebte der mitteleuropäische Bergbau gegen Ende des 13. und im frühen 14. Jahrhundert. Vor allem in den älteren Revieren waren die oberflächennahen und reichen Erzmittel erschöpft, so dass man zum Tiefbau übergehen musste. Dieser Bergbau im Schacht-Strecken-System war in den älteren Bergbaugebieten bereits im 12. Jahrhundert erforderlich gewesen. Mit zunehmender Teufe unterschritt man jedoch den Grundwasserspiegel, was zu großen Problemen in der Wasserhaltung führte. Der Bau von Wasserlösungsstollen war kapitalintensiv und nur sinnvoll, wenn die gewonnenen Erze diese Kosten wieder einbrachten. Wasserhaltungsprobleme führten bereits um 1280 zur Aufgabe der Gruben im Lebertal (Lièpvrette) im Elsaß, seit dem frühen 14. Jahrhundert im Kuttenberger Bergbau und in Iglau (Böhmen und Mähren) sowie im 14. Jahrhundert in Todtnau (Südschwarzwald). Seit 1350 lagen die Oberharzer Gruben still, wo auch noch eine Pestepidemie zum Tod vieler Bergleute führte. Kurze Zeit später konnten die Gruben im Rammelsberg nicht mehr gesümpft werden. Auch das Freiburger Gebiet erlitt seit 1300 einen schweren Einbruch und viele Gruben wurden nicht mehr ausgebeutet. Diese Stagnationsphase dauerte – je nach Bergrevier – hundert bis einhundertfünfzig Jahre.⁶⁰

Spätmittelalter

Dass man bestrebt war, den Bergbau wieder zu beleben, lag auch an seiner Schlüsselposition für die Sicherung und den Ausbau politischer Herrschaft. Das Bestreben, vor allem das Münzmetall Silber selbst zu gewinnen, führte letztlich zur Lösung der anstehenden Probleme der Montanwirtschaft. Auch das aufstrebende Bürgertum der Städte, das bereit war, sein Kapital in Bergbau und Hüttenwesen zu investieren, trug zur erfolgreichen Wiederaufnahme des Bergbaus bei. Am wichtigsten waren die Grubentwässerung und die Bewetterung. Aber auch Förderung, Befahrung und Erzaufbereitung konnten

⁵⁸ Manfred Koch, 1963, 13.

⁵⁹ Manfred Koch, 1963, 13 – 15.

⁶⁰ Lothar Suhling, 1983, 84 – 89.

durch zunehmende Mechanisierung und die bessere Nutzung der vorhandenen Energiequellen – vor allem der Wasserkraft – optimiert werden.⁶¹

Von großer Bedeutung war die Entwicklung der Saigerhüttentechnik in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts. Die Gewinnung von Silber aus silberhaltigem Kupfererz wurde gegenüber der bis dahin angewandten Bleiarbeit sehr viel effizienter. Der Abbau von silberhaltigem Kupfererz und von Bleierz, da man Blei als Extraktionsmittel im Saigerprozess benötigte, nahm deutlich zu. Hatten im späten 12. und im 13. Jahrhundert die Silber-Blei-Lagerstätten die führende Rolle bei der Silberproduktion eingenommen, so dominierten zwischen 1470 und 1570 die Silber-Kupfer-Lagerstätten. Allerdings etablierten sich mit dieser Technologie überregional tätige Hüttenbetriebe, die eine hohe Kapitalausstattung benötigten. Die Saigerhüttengesellschaften waren große Kapitalgesellschaften mit europäischem Zuschnitt.⁶²

Frühe Neuzeit

Um 1500 erreichten der Bergbau und die Metallgewinnung in Mitteleuropa eine Hochblüte. Das mitteleuropäische Berg- und Hüttenwesen war damals führend und beispielgebend für andere Bergbaugebiete.⁶³ Dies bestätigen auch andere Autoren. Gustav Fester schreibt: „Der Harz, Sachsen und Böhmen sind [seit der Entdeckung der dortigen Lagerstätten] bis zur Erschließung der Neuen Welt die wichtigsten Bergbaudistrikte Europas gewesen (Kupfer, Silber, Gold, Blei, Zinn, Wismut, Antimon, Arsen, Kobalt), während allerdings für Kupfer speziell Ungarn und Schweden von noch größerer Bedeutung waren.“⁶⁴ Der größte Teil der im 15. und 16. Jahrhundert in Europa gewonnenen Kupfererze wurde in den Revieren von Schwaz in Tirol, Mansfeld in Thüringen und Neusohl (Banská Bystrica) in Oberungarn (Slowakei) gefördert, stellt Ekkehard Westermann fest.⁶⁵ „Der Schwazer Bergbau hatte sich um 1470 zu überregionaler Bedeutung entwickelt und um 1500 zu europäischer Vorrangstellung erhoben. [...] Er nahm von 1470 bis 1530 den ersten Rang im mitteleuropäischen Silberbergbau ein, vor Sachsen, Böhmen, Thüringen und Oberungarn, und eine Spitzenposition in der Kupfergewinnung“, erläutert Erich Egg in seiner Einleitung zum Schwazer Bergbuch.⁶⁶

Das bedeutendste Bergrevier an der Wende zur Frühen Neuzeit war Schwaz in Tirol. Die dortige Lagerstätte am Falkenstein wurde 1410/20 entdeckt und schon 1427 wurde eine Bergordnung erlassen. Es wurden silberreiche und quecksilberführende Fahlerze sowie andere Kupfererze gefördert. Seit 1440 zeichnete sich der außerordentliche Umfang der Lagerstätte ab und im Zusammenwirken zwischen der Landesherrschaft und kapitalstarken Gewerken

⁶¹ Lothar Suhling, 1983, 92 – 94.

⁶² Lothar Suhling, 1983, 104 f.; Ekkehard Westermann, 1995, 1898 f.; zur Entwicklung der Saigerhüttentechnik siehe: Lothar Suhling, 1976, 21, hier findet man ein sehr gutes Schema zur Verdeutlichung der Unterschiede zwischen der traditionellen Steinentsilberung durch Verbleien und dem Kupfersaigern.

⁶³ Martin Clement, 1996, 8; Lothar Suhling, 1983, 21, er setzt die Blüteperiode des Bergbaus im frühen 16. Jahrhundert an.

⁶⁴ Gustav Fester, 1923, 65.

⁶⁵ Ekkehard Westermann, Zur Silber- und Kupferproduktion Mitteleuropas vom 15. bis zum frühen 17. Jahrhundert. Über Bedeutung und Rangfolge der Reviere von Schwaz, Mansfeld und Neusohl, in: Der Anschnitt, 38. Jg., 1986, H. 5-6, 187 – 211.

⁶⁶ Erich Egg, Schwazer Bergbuch. Faksimile-Ausgabe im Originalformat der Handschrift Codex 10825 aus dem Besitz der Österreichischen Nationalbibliothek Wien, Essen – Graz 1988, Einführung II – XIX, hier IV.

u. a. der Augsburger Fugger wurde hier der wichtigste Kupfer- und Silberbergbau Europas betrieben. Dieses Bergwerk war die Finanzbasis für den europäischen Aufstieg des Hauses Habsburg. Ekkehard Westermann kommt in seiner Untersuchung zur Silberproduktion unter anderem zu dem Ergebnis, dass zwischen 1470 und 1545 in Schwaz und seinen Revieren 64 bis 85 % des mitteleuropäischen Silbers erzeugt wurden. Mit zunehmender Teufe wurden im frühen 16. Jahrhundert die Probleme der Wasserhaltung größer, während die geförderten Erze ärmer wurden. Trotz der Installation einer untertägigen Wasserhebeanlage im Jahr 1545 waren die Erträge rückläufig. Der Bergbau ging 1657 endgültig in staatlichen Besitz über, als die Fugger ihren Anlagenbesitz entschädigungslos abtraten. In geringem Umfang blieb der Bergbau auf Kupfer, Silber und Quecksilber bis in das 20. Jahrhundert bestehen. Die Gesamtausbeute am Falkenstein wird auf ca. 1.000 t Silber (3 $\frac{3}{4}$ Millionen Mark)⁶⁷ und ca. 140.000 t Kupfer (2 $\frac{1}{2}$ Millionen Zentner) geschätzt.⁶⁸ Ein wichtiges Zeugnis dieses Bergbaus ist das Schwazer Bergbuch, auf das später ausführlich eingegangen wird. Auch das Speculum Metallorum ist in diesem Kontext entstanden.

Weitere wichtige Bergwerke in Tirol waren der Röhrebichl bei Kitzbühel, der 1540 entdeckt und bis 1774 betrieben wurde. Hier wurde zwar weniger Silber als in Schwaz gewonnen, dafür befand sich hier die bedeutendste Kupferproduktion des österreichischen Bergbaus. Der Heiligen-Geist-Schacht, der hier in 55 Jahren abgeteuft wurde, erreichte im Jahr 1599 eine Teufe von 886 m. Er war damit der tiefste Schacht weltweit und blieb dies bis 1872. Erwähnenswert ist auch der Schneeberg im Sterzinger Revier, wo seit dem 15. Jahrhundert Silber, Blei und Kupfer, seit Ende des 19. Jahrhunderts auch Zink gefördert wurden.⁶⁹

Von großer Bedeutung war auch der sächsische Bergbau, der wie beschrieben, 1168 in Freiberg im Land Meißen seinen Anfang genommen hatte. Im Freiburger Revier kam es nach einem Niedergang im späten 13. Jahrhundert zu einer neuen Blütezeit um 1500. Förderung durch die Landesherrschaft und das Engagement großer Handelshäuser begünstigten die Entwicklung. Erst als man gegen Ende des 19. Jahrhunderts Teufen von über 700 m erreicht hatte, war der Bergbau durch Verarmung der Erze nicht mehr rentabel. Um 1913 wurden hier die letzten Gruben geschlossen. Bis 1900 sollen hier 5.000 t Silber produziert worden sein. Von 1935 bis 1968/70 wurde die Förderung nochmals aufgenommen. Südwestlich von Freiberg wurden seit 1470 neue große Silbererzlager entdeckt. Zunächst wurde man auf dem Schneeberg fündig. Die Schürftätigkeit breitete sich schnell aus, auch weil die Funde außerordentlich reich waren. In Schneeberg produzierte man bereits im ersten Jahrzehnt ca. 7.348 kg Silber. Am Schreckenbergr wurden 1491 Silbererze entdeckt. Man

⁶⁷ Die Mark war zu dieser Zeit eine Gewichtseinheit und wog meist etwa 233,8 g, ein Zentner wog etwa 56 kg (siehe Anhang).

⁶⁸ Lothar Suhling, 1983, 105 – 109; Martin Clement, 1996, 23 f.; Ekkehard Westermann, 1986, 187; Erich Egg, 1988, III – VIII. Eine ausführliche Darstellung zum Bergbau am Falkenstein geben Rudolf Palme, Wolfgang Ingenhaeff, Stollen, Schächte, fahle Erze. Zur Geschichte des Schwazer Bergbaus, Schwaz⁵1995.

⁶⁹ Lothar Suhling, 1983, 170 f.; Martin Clement, 1996, 24; Erich Egg, Das Schmelzbuch des Hans Stöckl. Die Schmelztechnik in den Tiroler Hüttenwerken um 1550, in: Der Anschnitt, Bd. 15 (1963), Sonderheft 2, 3 – 34, hier 4.

beugte hier einer wilden Siedlungstätigkeit vor, indem man die Bergstadt Annaberg planmäßig anlegte. Der hier tätige Stadtplaner war Ulrich Rülein von Calw. An die dritte Position in der Silberproduktion trat nach Annaberg und Schneeberg 1519 das Marienberger Revier. Auch hier wirkte Ulrich Rülein von Calw als Stadtplaner. Bereits im späten 16. Jahrhundert setzte jedoch der Niedergang dieser blühenden Bergstädte ein. Später wurden hier noch Kobalt- und Wismuterze sowie Uranerze gefördert.⁷⁰ In Freiberg wurde 1765 die älteste Bergakademie Mitteleuropas gegründet.⁷¹ Ulrich Rülein von Calw war hier nicht nur als Stadtplaner zweier Bergstädte tätig. Er lebte und wirkte lange Zeit in Freiberg und verfasste mit seinem Bergbüchlein die erste montanwissenschaftliche Druckschrift. Auch das erste gedruckte Probierebüchlein ist wahrscheinlich im Erzgebirge entstanden. Georgius Agricola stammte aus Glauchau und lebte seit 1531 in Chemnitz. Seine hervorragenden montanwissenschaftlichen Kenntnisse, die er in seinem Hauptwerk „De re metallica“ niederlegte, gewann er vor allem durch Forschungen im sächsischen und böhmischen Erzgebirge. Lazarus Ercker stammte ebenfalls aus diesem Bergbaugesamt. 1554 bis 1558 war er hier als Münzwardein tätig. In dieser Zeit verfasste er sein „Kleines Probierebuch“ für den sächsischen Kurfürsten. Im sächsischen Erzgebirge erwarb Balthasar Rösler u. a. seine Kenntnisse.

Auf der böhmischen Seite des Erzgebirges begann 1515 der Bergbau mit Silberfunden in Konradsgrün. Hier wurde mit St. Joachimsthal (Jáchymov) eine schnellwachsende Bergstadt gegründet. Dieses Revier gehörte zunächst zur Herrschaft der Grafen von Schlick, die Rechte am Bergbau gingen jedoch schon 1545 an den böhmischen König über. In ihrer Blütezeit lebten ca. 18.000 Menschen in dieser Stadt. Seit Mitte des 16. Jahrhunderts ging die Ausbeute jedoch schon wieder zurück. In den 1670er Jahren begann die Abwanderung der Bergleute und Unternehmer aus diesem Revier und die Stadt verlor ihre Bedeutung.⁷² In St. Joachimsthal war Georgius Agricola als Stadtarzt und -apotheker von 1527 bis 1531 tätig und ihm gelang mit seinem „Bermannus“ eine ausgezeichnete lagerstättenkundliche Beschreibung dieses Bergreviers. Johann Mathesius war hier als Schullehrer (1532 – 1540), ab 1542 als Prediger tätig und hielt seine als „Sarepta“ bekannt gewordenen Bergpredigten. Balthasar Rösler wurde im böhmischen Erzgebirge geboren und war fünfzehn Jahre in Graßlitz tätig.

Der Bergbau am Rammelsberg bei Goslar war 1360 zum Erliegen gekommen, als die tieferen Grubenbaue schon ersoffen waren und der Wasserspiegel den Wasserlösungsstollen (Rathstiefster Stollen bzw. Bergesfahrt) erreichte. Ab 1455 gelang die Sumpfung der tieferen Baue und eine Wiederaufnahme des Bergbaus begann. Auch hier investierten kapitalstarke Gewerke u. a. Johann Thurzo in den Bergbau. Die Auseinandersetzung um die Pfandrechte am

⁷⁰ Lothar Suhling, 1983, 116 – 120; Martin Clement, 1996, 15, 18 f.; ausführliche Darstellungen des sächsischen Bergbaus siehe: Carl Schiffner, Alte Hütten und Hämmer in Sachsen, Berlin 1960 (= Freiburger Forschungshefte, Kultur und Technik, D 14); Otfried Wagenbreth, Eberhard Wächtler (Hrsg.), Der Freiburger Bergbau. Technische Denkmale und Geschichte, Leipzig 1988; Otfried Wagenbreth, Eberhard Wächtler et al. (Hrsg.), Bergbau im Erzgebirge. Technische Denkmale und Geschichte, Leipzig 1990; Manfred Bachmann (Hrsg.), Der silberne Boden. Kunst und Bergbau in Sachsen, Leipzig 1990.

⁷¹ Martin Clement, 1996, 18.

⁷² Lothar Suhling, 1983, 117, 120 – 122; Martin Clement, 1996, 19.

Rammelsberg zwischen dem Landesherrn Herzog Heinrich dem Jüngeren und der Stadt Goslar beeinträchtigte den Bergbau zwischen 1525 und 1552. Nachdem Herzog Heinrich diesen Streit gewonnen hatte und der Bergbau unter landesherrlicher Verwaltung durchorganisiert wurde, insbesondere durch den Oberverwalter Christoph Sander, kam es zum erneuten Aufschwung. Der Einbau einer Bulgenkunst (1564/65) und der Vortrieb eines weiteren Wasserlösungsstollens (Tiefer Julius Fortunatus Stollen, ab 1585) sowie die Innovationen des Oberbergmeisters Johann Christoph Röder (1763 – 1810) waren die Basis, mit der der Bergbau im Alten Lager bis in das 19. Jahrhundert erfolgreich betrieben werden konnte. Die Entdeckung des Neuen Lagers 1859 sicherte dann den Ertrag für weitere Jahrzehnte bis zur Schließung 1988.⁷³ Vom Bergbau am Rammelsberg schreibt u. a. Lazarus Ercker in seinem „Bericht vom Rammelsberg und dessen Bergwerk“. Vor allem aber war hier Christoph Andreas Schlüter zu Hause, dessen „Unterricht von Hüttewerken“ zu den wichtigsten Quellen für die Metallurgie der Frühen Neuzeit gehört.

Nicht weit vom Rammelsberg befand sich auf dem Oberharz ein weiteres wichtiges Revier für den Silbererzbergbau. Im Gegensatz zum Rammelsberg mit seinen beiden massiven Erzkörpern ging hier der Bergbau auf schmalen Erzgängen um, die von Westen nach Osten streichen und steil nach Südwesten einfallen.⁷⁴ Hier boten im frühen 15. Jahrhundert die Spuren des mittelalterlichen Bergbaus Orientierung zum Anfahren neuer Gruben. Die sieben freien Bergstädte St. Andreasberg, Altenau, Clausthal, Zellerfeld, Wildemann, Lautenthal und Grund wurden von Bergleuten gegründet, die im Wesentlichen aus dem sächsischen Erzgebirge zugewandert waren. Um 1600 hatten die Grubenbaue auf dem Zellerfelder Hauptzug bereits eine Teufe von 200 m erreicht. Zur Lösung der Grubenwasser wurden mehrere

⁷³ Lothar Suhling, 1983, 109 – 114; Martin Clement, 1996, 36 – 42; weitere grundlegende Werke über den Rammelsberger Bergbau: Wilhelm Bornhardt, Geschichte des Rammelsberger Bergbaues von seiner Aufnahme bis zur Neuzeit, Berlin 1931 (= Archiv für Lagerstättenforschung, Heft 52); Christoph Bartels, Das Erzbergwerk Rammelsberg. Die Betriebsgeschichte von 1924 bis 1988 mit einer lagerstättenkundlichen Einführung sowie einem Abriß der älteren Bergbaugeschichte, Goslar 1988; Hans-Joachim Kraschewski, Betriebsablauf und Arbeitsverfassung des Goslarer Bergbaus am Rammelsberg vom 16. bis zum 18. Jahrhundert, Bochum 2002 (= Montanregion Harz, Bd. 5); zur Diskussion über die Herkunft des Silbers im Harzer Montanrevier siehe: Christoph Bartels, Michael Fessner, Lothar Klappauf, Friedrich-Albert Linke, Kupfer, Blei und Silber aus dem Goslarer Rammelsberg von den Anfängen bis 1620, Bochum 2007 (= Montanregion Harz, Bd. 8); zur Geologie des Rammelsberges siehe: Emil Kraume, Die Erzlager des Rammelsberges bei Goslar, Hannover 1955 (= Monographien der deutschen Blei-Zink-Erzlagerstätten, Monographie 4).

⁷⁴ Christoph Bartels, Vom frühneuzeitlichen Montangewerbe zur Bergbauindustrie. Erzbergbau im Oberharz 1635 – 1866, Bochum 1992 (= Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbaumuseum Bochum, Nr. 54), 23 – 31; weitere grundlegende Werke über den Oberharzer Bergbau: Christoph Bartels, Das Erzbergwerk Grund. Die Betriebsgeschichte des Werkes und seiner Vorläufergruben Hilfe Gottes und Bergwerkswohlfahrt von den Anfängen im 16. Jahrhundert bis zur Einstellung 1992, Goslar 1992; Hans-Joachim Kraschewski, Schmelzhütten und Schmelzarbeit im Harz des 17./18. Jahrhunderts, Bochum 2012 (= Montanregion Harz, Bd. 9); zur Geologie des Oberharzes siehe: Friedrich Buschendorf, Herbert Dennert, Wolfgang Hannak, Hans Hüttenhain et al., Geologie des Erzgang-Reviers, Mineralogie des Ganginhalts und Geschichte des Bergbaus im Oberharz, Stuttgart 1971 (= Monographien der deutschen Blei-Zink-Erzlagerstätten, Monographie 3: Die Blei-Zink-Erzgänge des Oberharzes, 1. Lieferung) und Herbert Sperling, Dieter Stoppel, Gangkarte des Oberharzes mit Erläuterungen, Hannover 1981 (= Monographien der deutschen Blei-Zink-Erzlagerstätten, Monographie 3: Die Blei-Zink-Erzgänge des Oberharzes, 4. Lieferung).

Wasserlösungsstollen z. T. über Revier- und Landesgrenzen hinweg aufgeföhren, da der Oberharz teilweise zum Herzogtum Wolfenbüttel und zum anderen Teil zum Herzogtum Grubenhagen gehörte. Der dreißigjährige Krieg beeinträchtigte hier, wie auch am Unterharz, den Bergbau beträchtlich. Mit den Funden reicher Erzmittel auf den Gruben Dorothea und Caroline setzte jedoch nach 1700 ein neuer Aufschwung ein. In St. Andreasberg war die Grube Samson besonders ertragreich. Um 1900 hatte man bei Clausthal bereits 800 m Teufe erreicht, was nur durch den Bau weiterer Wasserlösungsstollen, die mit ihren Flügelörtern das gesamte Oberharzer Revier erreichten, möglich war. Dennoch waren die Erzmittel hier am Ende des 19. Jahrhunderts fast erschöpft. Die Grube Samson schloss 1910, die Gruben bei Clausthal wurden bis 1930 betrieben und im Westharz wurde die Grube Hilfe Gottes bei Bad Grund 1992 stillgelegt. Von 1550 bis 1984 sollen in diesem Revier 4.500 t Silber gewonnen worden sein.⁷⁵ Auch hier wurde schon früh, nämlich 1775, eine Bergakademie zur Ausbildung des leitenden Personals gegründet.⁷⁶ Der Wildemanner Pastor Hardanus Hake schildert in seiner Bergchronik nicht nur die Verhüttungstechnik am Rammelsberg, sondern auch auf dem Harz. Ferner waren hier Georg Engelhardt Löhneyß und Christian Berward als hohe Bergbeamte tätig. Christoph Andreas Schlüter kannte auch dieses Bergbaurevier gut und berücksichtigte es in seiner Darstellung.

Einen Vergleich der wichtigsten Bergbaureviere im 16. und frühen 17. Jahrhundert präsentierte Ekkehard Henschke⁷⁷ in seinem Schlusskapitel zum Oberharzer Bergbau. Die durchschnittliche jährliche Silberproduktion dieser Reviere stellt sich wie folgt dar:

⁷⁵ Lothar Suhling, 1983, 114 – 116; Martin Clement, 1996, 19 – 21; Christoph Bartels, 1992 b, gibt eine ausführliche Darstellung dieses Bergbaureviere auch mit umfangreichen Daten zu einzelnen Gruben; Michael Fessner, Angelika Friedrich, Christoph Bartels, 2002, beziehen auch den Rammelsberg in ihre Darstellung ein.

⁷⁶ Martin Clement, 18.

⁷⁷ Ekkehard Henschke, Landesherrschaft und Bergbauwirtschaft. Zur Wirtschafts- und Verwaltungsgeschichte des Oberharzer Bergbaugesbietes im 16. und 17. Jahrhundert, Berlin 1974 (= Schriften zur Wirtschafts- und Sozialgeschichte, Bd. 23), 360, die Quellen für die z. T. geschätzten Zahlen gibt der Autor in der Fußnote genau an.

Revier	vor 1500	1500-1530	1540er Jahre	1570er Jahre	1590er Jahre	1620er Jahre
Oberharz			920 kg/a (1545 – 1549)	3.100 kg/a (1575 – 1579)	3.780 kg/a (1595 – 1599)	3.360 kg/a (1625 – 1629)
Freiberg			4.430 kg/a (1541 – 1550)	6.220 kg/a (1571 – 1580)	5.470 kg/a (1591 – 1600)	2.990 kg/a (1621 – 1630)
Marienberg			4.450 kg/a (1540 – 1549)	1.590 kg/a (1575 – 1579)	520 kg/a (1595 – 1599)	240 kg/a (1625 – 1629)
Rammelsberg			655 kg/a (1543 – 1547)	1.140 kg/a (1575 – 1579)	1.070 kg/a (1595 – 1599)	724 kg/a (1625)
Joachimsthal			3.924 kg/a (1545 – 1554)	424 kg/a (1575 – 1594)		

Schwaz	5.700 kg (1470er Jahre) + 10.900 kg (1480er Jahre)	12.360 kg/a (1510er Jahre)				
	12.100 kg (1470 – 1499)	14.800 kg/a (1500 – 1529)	7.800 kg/a (1530 – 1549)	8.200 kg/a (1550 – 1555)		

Tabelle 1-1: Durchschnittliche jährliche Silberproduktion wichtiger Bergreviere. Im Vergleich dazu sind die durchschnittlichen jährlichen Produktionsmengen in Schwaz dargestellt⁷⁸

Weitere spätmittelalterliche/frühneuzeitliche Montanzentren waren nach Lothar Suhling Oberungarn, das Kuttenberger und das Mansfelder Revier, das Elsaß und das Bergbauggebiet des Erzstiftes Salzburg.⁷⁹ Martin Clement nennt auch noch das Rheinisches Schiefergebirge, den Schwarzwald, Graubünden, Kärnten, Oberschlesien und Siebenbürgen.⁸⁰

In Oberungarn (heute Slowakei) waren bereits im Mittelalter die sieben niederungarischen Bergstädte⁸¹ Schemnitz, Kremnitz, Neusohl, Dilln, Libethen, Königsberg und Bugganz entstanden. Im späten 15. Jahrhundert förderte der ungarische König Mathias Corvinus den Bergbau. Auch hier war die Wasserhaltung in den Gruben das größte Problem. Der Unternehmer Johann

⁷⁸ Die Werte für den Schwazer Bergbau stammen aus Lothar Suhling, 1983, 106 (= obere Datenreihe) und Erich Egg, 1988, VI (= untere Datenreihe).

⁷⁹ Lothar Suhling, 1983, 122.

⁸⁰ Martin Clement, 1996, 17.

⁸¹ Oberungarn war ein Verwaltungsbezirk im Nordwesten des Königreiches Ungarn nach der osmanischen Eroberung von Budapest 1541, der heute im Osten der Slowakei liegt. In dieser Region lagen sowohl die genannten niederungarischen Bergstädte, die auch entsprechend privilegiert waren, als auch die oberungarischen Städte Göllnitz, Zipser Neudorf, Jossau, Rosenau, Ruda, Schmölnitz und Telken, in denen ebenfalls der Bergbau umging.

Thurzo erhielt die Vollmacht, die alten Gruben zu sumpfen und dann nach Silbererz zu schürfen. Im Revier von Neusohl (Banská Bystrica) gab es reiche Vorkommen von Kupferkies und Fahlerz. Da für dieses Unternehmen große Finanzmittel und technisches Know-how benötigt wurden, gründete Johann Thurzo zusammen mit dem Augsburger Großhandelshaus die Fugger-Thurzo-Gesellschaft, die von 1494 bis 1546 die ungarische Kupferproduktion monopolartig beherrschte. Hierzu trugen auch die von dieser Gesellschaft betriebenen Saigerhütten bei. Danach übernahm die ungarische Regierung die Bergwerke. Der Kupfer- und Silberbergbau spielte noch jahrhundertlang eine wichtige Rolle. Im Revier von Schemnitz (Banská Štiavnica) und Kremnitz (Kremnica) wurde neben Silber auch Gold gewonnen. Die erste Blütezeit dauerte bis ins 16. Jahrhundert. Auch im 18. und 19. Jahrhundert wurde hier noch erfolgreich Erzbergbau betrieben.⁸² Die Bedeutung dieses Bergrevieres spiegelt sich auch darin wieder, dass in Schemnitz 1770 eine Bergakademie für Österreich-Ungarn gegründet wurde. Christoph Traugott Delius, der Verfasser der „Anleitung zu der Bergbaukunst“, lehrte hier.⁸³

Der Silber- und Kupferbergbau im Revier bei Kuttenberg (Kudná Hora) in Böhmen bestand seit dem 13. Jahrhundert. Es war ein im Mittelalter berühmtes Bergrevier, verlor seine Bedeutung jedoch im 16. Jahrhundert. Dennoch wurden hier bis ins 18. Jahrhundert Silbererze gefördert.⁸⁴ Der böhmische Bergbau, zunächst St. Joachimsthal dann Kuttenberg, war der Wirkungsort von Lazarus Ercker, nachdem er seine sächsische Heimat verlassen hatte. Hier entstand 1574 sein „Großes Probierbuch“ und er selbst starb hochangesehen als Oberster Bergmeister des Königreichs Böhmen und Erster Münzmeister 1594 in Prag.

Ein weiteres wichtiges böhmisches Silberbergbaurevier lag bei Příbram (Freiberg in Böhmen), wo der Bergbau bereits im Mittelalter aufgekommen war und der Abbau bis in die heutige Zeit betrieben wurde. Hier wurden Blei-Zinkerze und Silbererze gewonnen und Teufen bis zu 1.000 m erreicht.⁸⁵ Ein bereits seit dem Mittelalter betriebenes Goldbergwerk lag bei Eule (Jílové u Prahy). Die böhmische Zinngewinnung, die zu dieser Zeit ein Drittel der europäischen Zinnförderung ausmachte, wurde in Graupen (Krupka), Böhmisches Zinnwald (Cínovec), Schlaggenwald (Horní Slavkov) und Schönfeld (Krásno) betrieben.⁸⁶

⁸² Lothar Suhling, 1983, 122 f., Martin Clement 1996, 27; Eugen Kladivík, Zur Geschichte des Edel- und Buntmetallbergbaus im Slowakischen Erzgebirge, in: Der Anschnitt, 50. Jg., 1998, H.1, 13 – 19. Das oberungarische Bergrevier gehörte bis 1526 zum Königreich Böhmen und Ungarn und fiel nach dem Tod des letzten böhmischen Königs Ludwig II. in der Schlacht bei Mohács an den Habsburger Ferdinand I. Eine ausführlichere Darstellung dieser Ereignisse findet man bei Michael Erbe, Die Habsburger 1493 – 1918. Eine Dynastie im Reich und Europa, Stuttgart 2000, 38.

⁸³ Martin Clement, 1996, 27; Jozef Vozár, Das Schemnitzer Bergwesen und die Gründung der Bergakademie, in: Der Anschnitt, 50. Jg. 1998, H.1, 20 – 24.

⁸⁴ Lothar Suhling, 1983, 123; Martin Clement, 1996, 27; Jiří Majer, Der Bergbau in Böhmen zur Agricola-Zeit, in: Der Anschnitt, 46. Jg., 1994, H. 2-3, 77 – 83.

⁸⁵ Martin Clement, 1996, 27.

⁸⁶ Ludmila Kubátová, Hans Prescher, Werner Weisbach, Lazarus Ercker (1528/30 - 1594). Probierer, Berg- und Münzmeister in Sachsen, Braunschweig und Böhmen, Leipzig – Stuttgart 1994, 38.

Beim Kupferschiefer handelt es sich um einen schwarzgrauen Mergelschiefer, der vom Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges bis nach Niederschlesien reicht. Die erzführende Schicht enthält außer Kupfer auch Silber, Blei und Zink und ist ein maximal 50 cm mächtiges Flöz. Der Bergbau auf diese Erze ging vor allem in der Mansfelder Mulde bei Hettstedt, Mansfeld, Eisleben und Sangershausen um. Den Höhepunkt erreichte die Rohkupferproduktion 1526 mit 33.000 Ztr., wobei das in den Thüringer Saigerhütten ausgebrachte Silber im gleichen Jahr 36.000 Mark betrug. Auch dieses Bergbaurevier erlebt nach der Mitte des 16. Jahrhunderts einen Niedergang, kam aber nicht zum Erliegen. In der Neuzeit konnte nach 1900 die Kupferproduktion auf 20.000 t pro Jahr gesteigert werden und erst 1990 wurde hier der Bergbau wegen Unwirtschaftlichkeit eingestellt.⁸⁷

Im Lebertal (Lièpvrette) in den Vogesen gelang um 1480 die Wiederaufnahme des Bergbaus, der hier seit zweihundert Jahren stillgestanden hatte. Dieses Revier gehörte ebenso wie das Elsaß und der Sundgau zu den österreichischen Vorlanden, der Ertrag kam also, wie der in Böhmen und Ungarn, ebenfalls den Habsburgern zu Gute, die hier den Bergbau auch förderten. Wie in vielen bereits beschriebenen Revieren war hier Ende des 16. Jahrhunderts ein Rückgang zu verzeichnen. Der dreißigjährige Krieg trug ebenfalls zum Niedergang des Reviers bei, das dann an den König von Frankreich fiel. Auf der lothringischen Seite der Vogesen ging ebenfalls Erzbergbau um.⁸⁸

Der Bergbau im Salzburger Land hatte im 16. Jahrhundert ebenfalls große Bedeutung. Im Salzburger Land liegt auch die bereits erwähnte Mitterberg Alp mit bronzezeitlichem Bergbau. Der Bergbau in den Hohen Tauern auf Golderz wurde schon von Polybios (200 – 130 v. Chr.) und Strabon (63 v. Chr. – 23 n. Chr.) erwähnt. Über den mittelalterlichen Bergbau ist hier wenig bekannt. Die Salzburger Bischöfe als Regalherren förderten den Bergbau und erzielten hieraus bedeutende Einnahmen. Gastein und Rauris waren Zentren des Gold- und Silberbergbaus. Seit den 60er Jahren des 16. Jahrhunderts nahm die Förderung jedoch ab. Der zunächst durch private Gewerke, wie die Augsburger Fugger und die Paumgartner aus Kufstein, betriebene Bergbau war immer mehr auf staatliche Förderung angewiesen. Bis in das 17. Jahrhundert wurde er jedoch weiter betrieben, wobei die Buntmetalle nun den Schwerpunkt bildeten. Der Bergbau auf Gold- und Silbererze wurde auf der Kärntner Seite der Hohen Tauern ebenso wie auf der Salzburger Seite bis in das 19. Jahrhundert mit Unterbrechungen fortgesetzt.⁸⁹

In Kärnten ist neben Friesach und dem Lavanttal der Bergbau am Bleiberg (Villach) von Bedeutung. Der Bleiberg wurde 1333 erstmals erwähnt und erlebte bis in die Mitte des 16. Jahrhundert eine Blütezeit. Das hier gewonnene Blei wurde vor allem für die Saigerhütten in Tirol, Oberungarn und Böhmen benötigt. Die Förderung, die 1550 10.000 Ztr./a Blei betragen hatte, fiel bis zum

⁸⁷ Lothar Suhling, 1983, 123 f.; Martin Clement, 1996, 19.

⁸⁸ Lothar Suhling, 1983, 124; eine ausführliche Darstellung, die neben dem Lebertal (Lièpvrette) (deutsche und lothringische Seite) auch den Schwarzwald und den Sundgau/Oberelsaß behandelt, verfasste Angelika Westermann, Die vorderösterreichischen Montanregionen in der Frühen Neuzeit, Stuttgart 2009.

⁸⁹ Lothar Suhling, 1983, 124 – 126; Martin Clement, 1996, 24 – 26; Karl-Heinz Ludwig, "sind mancherlei bergwerk in disem lant, mer dan in anderen". Edelmetallbergbau in Kärnten, in: Der Anschnitt, 45. Jg., 1993, H. 2-3, 63 – 70.

dreißigjährigen Krieg auf 2.000 Ztr./a ab. Erst nach den Türkenkriegen wurde der Bergbau neu geordnet und die Produktion bis zum Ende des 18. Jahrhunderts auf 30.000 Ztr./a gesteigert. Bis 1993 wurde hier auf verschiedenen Gruben, die zur Bleiberger Bergwerks-Union zusammen geschlossen waren, Bergbau betrieben.⁹⁰

Der Bergbau im Rheinischen Schiefergebirge ist insofern von Bedeutung, als dass er bereits in römische Zeit zurückreicht. Am Rand der Nordeifel gab es Bleiglanz, am Unterlauf der Lahn wurde ebenfalls Bleiglanz gewonnen, ebenso im Bergischen Land. Der Bergbau auf Schwefelkies bei Meggen an der Lenne wurde bis 1991 betrieben. In der Rheinpfalz gab es eines der wenigen Quecksilbervorkommen in Mitteleuropa, das von ca. 1500 bis 1800 abgebaut wurde.⁹¹

Der bereits im Mittelalter blühende Bergbau im Schwarzwald wurde ebenfalls bis in die Neuzeit betrieben. Im Südschwarzwald erzielte der Bergbau auf Blei-Zink-Erzgängen im 18. und 19. Jahrhundert noch einen guten Ertrag und wurde erst 1950 eingestellt. Weitere Reviere lagen im Kinzigtal im mittleren Schwarzwald und bei Wittichen.⁹²

In Goldberg (Złotoryja) in Niederschlesien ging im Mittelalter der Bergbau auf Golderze um, allerdings waren die Goldseifen schon im 13. Jh. vollständig abgebaut, 1404 kam der Bergbau endgültig zum Erliegen. Weitere Goldbergbaureviere lagen bei Löwenberg (Lwówek Śląski), Bunzlau (Bolesławiec) und Liegnitz (Legnica). In Reichenstein (Złoty Stok) wurde dagegen seit dem Mittelalter Berggold (goldhaltiges Arsenerz) gewonnen. Hier gab es im 16. Jahrhundert eine Blütezeit, als man durch verbesserte Verhüttungsmethoden die Goldausbeute wesentlich steigern konnte. 1699 begann man vorrangig mit der Arsenproduktion und Reichenstein entwickelte sich zur wichtigsten Produktionsstätte für Arsen in Deutschland. Auch in den Sudeten (Riesengebirge, Eulengebirge, Altvattergebirge) gab es einige Bergbauorte. In Oberschlesien wurden bei Beuthen (seit 1254 belegt) und Tarnowitz (gegründet 1526/28) die dortigen Blei-Zink-Lagerstätten abgebaut. Das Revier von Olkusz östlich davon, in dem seit der 1. Hälfte des 13. Jahrhunderts der Bergbau umging, produzierte noch 1996 100.000 t Erz im Jahr. Die Blei-Zinkerz-Lagerstätten gehören zu den bedeutendsten weltweit.⁹³

Im späteren Siebenbürgen sollen schon in der Bronzezeit Kupfer und Gold gewonnen worden sein. In römischer Zeit war die Provinz Dacia für den Goldbergbau bekannt, der dort in der Region bei Castrum Apulum betrieben wurde. Auch im Mittelalter wurde der Goldbergbau in den Revieren von Abrudbánya (Großschlatten, Abrud), Verespatak (Goldbach, Roșia Montană), Bucsony (Baumdorf, Bucsum), Zalatna (Kleinschlatten, Zlatna), Körösbánya

⁹⁰ Martin Clement, 1996, 26.

⁹¹ Martin Clement, 1996, 21 f.

⁹² Martin Clement, 1996, 22.

⁹³ Martin Clement, 1996, 26 f.; Gerhard Heinrich, Zur Geschichte des Goldbergbaus in Schlesien, in: Der Anschnitt, 34. Jg., 1982, H. 5-6, 211 – 215; Danuta Molenda, Der polnische Bleibergbau und seine Bedeutung für den europäischen Bleimarkt vom 12. bis 17. Jahrhundert, in: Werner Kroker, Ekkehard Westermann, Montanwirtschaft Mitteleuropas vom 12. bis 17. Jahrhundert. Stand, Wege und Aufgaben der Forschung, 1984 (= Der Anschnitt, Beiheft 2), 187 – 198; Stanislaw Firszt, Archäologische Untersuchungen zum mittelalterlichen Goldbergbau in Niederschlesien, in: Der Anschnitt, 51. Jg., 1999, H.5-6, 217 – 219.

(Altenburg, Baia de Criş) und Nagy-Ág (Săcărâmb) weitergeführt. In der Frühen Neuzeit wurde der Edelmetallbergbau auf zahlreichen Gruben betrieben. Gefördert wurde er sowohl durch die ungarischen Könige als auch durch die Fürsten des seit 1570 eigenständigen Siebenbürgen. Allerdings erlebte der Bergbau zum Ende der Fürstenzeit einen Niedergang und erst den Habsburgern gelang es durch intensive Förderung einen Aufschwung herbeizuführen. In Zalatna wurde die zentrale Gold- und Silberschmelzhütte errichtet. In Dumbrava bei Zalatna wurde zudem Quecksilber abgebaut, das für die Amalgamation der geförderten Golderze unentbehrlich war. Im 19. Jahrhundert gelang es, den Bergbau mit besserer Technik und Zusammenlegung kleinerer Gruben weiter voran zu bringen. Vor allem die Goldproduktion war weiterhin wichtig, gegen Ende des Jahrhunderts wurde hier jährlich Gold im Wert von mehr als 2 Millionen Gulden gefördert. Neben den edelmetallhaltigen Erzen wird bis heute hier Kupfer-, Blei- und Zinkerz gefördert.⁹⁴

Auf dem Balkan war im Spätmittelalter der Silberbergbau im Kopaonikgebirge, in Novo Brdo und Srebrenica (Silberstadt) sowie im bulgarischen Balkangebirge von Bedeutung, von dem die jeweiligen Herrscher in Serbien, Bosnien und Bulgarien profitierten. Von hier wurden zumeist über Dubrovnik die großen Münzprägestätten Italiens mit Silber beliefert.⁹⁵ Mit dem Vordringen der Osmanen auf dem Balkan fielen wichtige Bergbaureviere unter ihre Herrschaft. 1440 wurden Novo Brdo, 1445 Srebrenica und 1490 Kratovo erobert.⁹⁶ Wie erfolgreich der Bergbau in der Frühen Neuzeit dann von den osmanischen Herrschern betrieben wurde, muss leider offen bleiben. Dass er von der technischen Entwicklung Mitteleuropas abgeschnitten wurde, zeigt die Beschreibung eines sehr einfachen und kleinen türkischen Schmelzofens bei Christoph Andreas Schlüter.⁹⁷

⁹⁴ Martin Clement, 1996, 27 f; in der Monographie Siebenbürgen in Wort und Bild (= ND von: Die österreichisch-ungarische Monarchie in Wort und Bild, Bd. 23 u.d.T.: Ungarn, Band VI, Wien 1902) mit einer Einleitung von Krista Zach, Köln – Weimar – Wien 2004 findet sich ein Aufsatz „Der Goldbergbau in Siebenbürgen“ der die Entwicklung von der Antike bis zum Ende des 19. Jahrhunderts beschreibt; eine frühe Beschreibung dieser Goldvorkommen bietet die Mineralgeschichte der Goldbergwerke in dem Vöröspataker Gebirge bey Abrudbanya im Großfürstenthume Siebenbürgen, nebst einer Charte, vom Herrn von Müller, K.K. Gubernialrathe und Oberberg- und Salinen-Inspector zu Salatna in Siebenbürgen, in: Ignaz von Born & Friedrich Wilhelm Heinrich von Trebra, Bergbaukunde, 1. Bd., Leipzig 1789, 37 – 91.

⁹⁵ Konrad Clewing, Oliver Jens Schmitt (Hrsg.), Geschichte Südosteuropas. Vom frühen Mittelalter bis zur Gegenwart, Regensburg 2011, 191 f.; die finanziellen Verbindungen Byzantinischen Bürgern in diese Region behandelt Klaus-Peter Matschke, Zum Anteil der Byzantiner an der Bergbauentwicklung und an den Bergbauerträgen Südosteuropas im 14. und 15. Jahrhundert, in: Byzantinische Zeitschrift, 84/85 Bd., 1991/1992, 49 – 71.

⁹⁶ Renate Pieper, Die Anfänge der europäischen Partizipation am weltweiten Handel, in: Friedrich Edelmayer, Erich Landsteiner, Renate Pieper (Hrsg.), Die Geschichte des europäischen Welthandels und der wirtschaftlichen Globalisierungsprozesse, München 2001, 33 – 53, hier 34.

⁹⁷ Zum Bergbau im osmanischen Reich weiß Georgius Agricola, De veteribus et novis metallis, 1546, zu berichten: „der Türkenherrscher, [...] , zieht in jedem Jahr, wie Kenner der türkischen Verhältnisse mitteilen, an die 600 000 Golddenare aus Bergwerken.“ Allerdings schreibt er nicht, wo dieser Bergwerke zu verorten sind; siehe Hans Prescher (Hrsg.), Georgius Agricola – Ausgewählte Werke. Vermischte Schriften I, übers. u. bearb. v. Georg Fraustadt et al., Berlin 1961, 84 (= Gedenkausgabe des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden, Bd. VI).

Der Quecksilberbergbau im spanischen Almadén reicht bis in die Antike zurück, gewann jedoch erst in der Frühen Neuzeit wieder an Bedeutung. Die Fugger, die hier ein Monopol hatten, belieferten die spanische Krone mit dem Metall, das diese dringend für die Amalgamation der in Spanisch Amerika entdeckten Gold- und Silbererze benötigte.⁹⁸ Dieses Verfahren, das bereits Vannoccio Biringuccio in seiner „Pirotechnia“ beschreibt, wurde dort als Patioverfahren zur Amalgamation von Silbererz eingesetzt.⁹⁹

Im gesamteuropäischen Rahmen waren die Bergwerke in den deutschen Ländern, in Österreich, Ungarn und Böhmen vor allem für den Silberbergbau am wichtigsten. Diese produzierten zwischen 1545 und 1560 zusammen jährlich 50 t Silber, während aus den größeren Bergwerken in Italien, Frankreich, England, Schweden und Norwegen lediglich insgesamt 13 t Silber im Jahr ausgebracht wurden.¹⁰⁰

Nachdem im Mittelalter die Naturwissenschaften und damit auch die Bergwissenschaften in der Gelehrtenwelt keine große Rolle gespielt hatten, entwickelte sich im 16. Jahrhundert eine Montanliteratur, die alle Bereiche wie Bergbau und Hüttenwesen, Bergrecht sowie geistliche Bergliteratur umfasste. Diese Traditionen wurden bis in die Neuzeit fortgesetzt, wobei in zunehmenden Maße Schriften zu Spezialgebieten, wie der Markscheiderei, dem Probierwesen u. a. entstanden. In der Frühen Neuzeit entstand eine montanwissenschaftliche Fachliteratur, die die berg- und hüttenmännische Technik behandelte und dieses Fachwissen tradierte. Vor dem Hintergrund der bergbaulichen Entwicklung ist es verständlich, dass die meisten und wichtigsten montanistischen Schriften in den bedeutenden Bergbaugebieten dieser Zeit entstanden und vorwiegend in deutscher Sprache verfasst wurden. Der Bergbau wurde maßgeblich von deutschen Bergleuten und Bergbauunternehmern betrieben, auch in Gebieten mit größerer slawischer Bevölkerung. Georgius Agricola berichtete so von den „Deutschen in den Karpaten“.¹⁰¹

Dabei kann man die montanistische Literatur in vier verschiedene Gruppen unterteilen. Das Hauptgebiet ist die montanistische Fachliteratur. Hier kann weiter differenziert werden in bergbautechnische und hüttentechnische Werke sowie in Spezialschriften über das Probierwesen, die Markscheiderei, die Maschinenteknik und die Bergadministration. Die meisten größeren Werke enthalten Kapitel zu mehreren Fachgebieten des Berg- und Hüttenwesens. Des Weiteren entstanden die bergrechtliche Literatur, wie Bergordnungen und Bergfreiheiten, und die geistlichen Bergliteratur, zu der die Bergchroniken und

⁹⁸ Andreas Hauptmann, Rainer Slotta, 1979, 82 f.

⁹⁹ Hermann Kellenbenz, Wirtschaft und Gesellschaft Europas 1350 – 1650, in: Wolfram Fischer, Jan Albert van Houtte, Hermann Kellenbenz et al. (Hrsg.), Europäische Wirtschafts- und Sozialgeschichte vom ausgehenden Mittelalter bis zur Mitte des 17. Jahrhunderts, Stuttgart 1986 (= Handbuch der europäischen Wirtschafts- und Sozialgeschichte, Bd. 3), 1 – 387, hier 46.

¹⁰⁰ Volker Schmidtchen, Technik im Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit zwischen 1350 und 1600, in: Propyläen Technikgeschichte, Bd. 2, Berlin 1997, 207 – 598, hier 240; einen guten räumlichen und zeitlichen Überblick zum mitteleuropäischen Bergbau- und Hüttenwesen bietet der Große Atlas zur Weltgeschichte, Georg Westermann Verlag, Braunschweig 2001, 86, Karte 1.

¹⁰¹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 369.

die Bergpredigten gehören. Auch bergmännische Wörterbücher entstanden seit dem 16. Jh. aus unselbständig publizierten Glossaren und Registern.¹⁰²

Mit der Erfindung des Buchdrucks in den vierziger Jahren des 15. Jahrhunderts änderte sich zunächst nur die Form der Bücher, nicht jedoch ihr Inhalt. Technisches Schrifttum spielte weiterhin nur eine untergeordnete Rolle.¹⁰³ Die ersten Druckschriften, die den Bergbau thematisierten, waren zum einen „Das buchlein wird genant dye hymelisch Funtgrub“ von Johann von Valtz aus dem Jahr 1485, eine Predigtschrift, und zum anderen das „Judicium Jovis...“ von Paulis Niavis, ein lateinisches Werk, das zwischen 1492 und 1495 in Leipzig gedruckt wurde.¹⁰⁴ Da es sich um literarische und nicht um technische Werke handelt, sind sie für die Technikgeschichte des Berg- und Hüttenwesens nicht von Bedeutung.

Obwohl der Buchdruck bereits weit verbreitet war, gab es auch im 16. Jahrhundert weiterhin Handschriften zur Aufzeichnung entsprechender Fachkenntnisse. Diese erreichten zumindest eine lokale Bedeutung, wie das „Bergbuch“ und das „Kunstabuch“ des Peder Månsson, das in wesentlichen Teilen auf Albertus Magnus beruht und dem Technologietransfer in die schwedischen Bergbauregionen diente. Die mehrfach angefertigten Abschriften dort unterstreichen seinen Nutzen. Das „Schwazer Bergbuch“ kann als eine technische Bilderhandschrift bezeichnet werden, die um 1556 vollendet und dann mehrfach kopiert wurde. Sie hatte vor allem für den Tiroler Bergbau große Bedeutung. 1575 wurde schließlich das „Speculum Metallorum“ verfasst, dessen Redakteur Martin Strutz in St. Georgenthal tätig war. Dieser greift in großen Teilen auf Ulrich Rülein von Calw und auf das Schwazer Bergbuch zurück. Abschriften davon entstanden gegen Ende des 16. Jahrhunderts durch Abraham Schnitzer. Sie sind in oberdeutsch, das in Bayern und Tirol gesprochen wurde, verfasst und enthalten kolorierte Zeichnungen zur Veranschaulichung der Sachverhalte.¹⁰⁵

Bei den Druckwerken, die vor Georgius Agricolas Schriften gedruckt wurden, ist zunächst das „Bergbüchlein“ Ulrich Rülein von Calws zu nennen, die erste bergwissenschaftliche Druckschrift überhaupt, die um 1500 erschien. Außerdem wurden bereits in der 1. Hälfte des 16. Jahrhunderts einige Probierbüchlein gedruckt, die als Gebrauchsvorschriften zur Bestimmung von Metallgehalten der Erze, aber auch zur Prüfung und Scheidung von Metallen dienten. Sie waren für Berg- und Hüttenleute ebenso von Bedeutung wie für

¹⁰² Diese Einteilung verwendet Leopold Auburger (Hrsg.), Christianus Berwardus, *Interpres Phraseologiae Metallurgicae*, Franckfurt am Mayn 1673. Abraham von Schönberg, *Ausführliche Berg-Information*, Zwickau 1693, ND Essen 1987, bei der Benennung des Quellenbestandes für bergmännische Wörterbücher. Eine fachliche Einteilung unternimmt auch Manfred Koch, 1963, bei dem die zeitliche Entwicklung jedoch vorrangig ist.

¹⁰³ Manfred Koch, 1963, 16.

¹⁰⁴ Manfred Koch, 1963, 16 f.; Johann von Valtz, *Das buchlein wird genant dye hymelisch Funtgrub*, Nürnberg 1485, weitere Ausgaben Leipzig 1490 und 1497, Augsburg 1498 und 1506, lateinisch unter dem Titel *Celifodina*, Erfurt 1502 (Angaben nach Manfred Koch, 1963, *Literaturverzeichnis*); Paulus Niavis, *Judicium Jovis ...*, Leipzig um 1492 – 1495 (Paul Krenkel gab das Buch 1953 unter dem Titel *Judicium Jovis oder das Gericht der Götter über den Bergbau in deutscher Sprache* heraus (= *Freiberger Forschungshefte*, Reihe D, H. 3)).

¹⁰⁵ Manfred Koch, 1963, 55 – 59; Wolfgang Irtenkauf, *Neues zum „Speculum Metallorum“*, in: *Der Anschnitt* 34, 1982, H. 2, 89 – 90.

Münzmeister, Goldschmiede und Kaufleute. Das erste Buch dieser Art wurde bereits 1518 herausgegeben.¹⁰⁶

Schon das erste montanwissenschaftliche Werk Georgius Agricolae „Bermannus sive de re metallica dialogus“ erlangte große Bedeutung. Gedruckt 1530 wurde es mehrfach neu aufgelegt und übersetzt. Weitere montanwissenschaftliche Schriften erschienen als Sammelband. Er enthielt die Schriften „De ortu et causis subterraneorum“, „De natura eorum quae effluunt ex terra“, „De natura fossilium“ und „De veteribus et novis metallis“, mit Beiträgen zur Geologie, Mineralogie und Bergbaugeschichte. Das bedeutendste Werk Georgius Agricolae „De re metallica. Libri XII“ wurde 1556 ein Jahr nach dem Tod des Autor gedruckt.¹⁰⁷ Dieses Buch wurde die maßgebliche Schrift der Berg- und Hüttenkunde für die nächsten 200 Jahre.

„Es ist kein Zufall, daß die ersten Begründer der Bergwerksliteratur in Deutschland, Rühle von Kalbe und etwas später Georg Agricola, Ärzte waren, und zwar Bergärzte, die ihr gelehrtes Wissen mit praktischen Kenntnissen vereinigten.“ schreibt Ernst Darmstaedter¹⁰⁸ Diese Autoren waren Wegbereiter für die Konzeption montanwissenschaftlicher Fachbücher, die sich, aufbauend auf die antike Überlieferung und mittelalterliche Handschriften, zu Handbüchern entwickelten, die heutigen Anforderungen durchaus entsprachen. In vielen Werken der Frühen Neuzeit findet man wie bereits bei Georgius Agricola eine systematische Gliederung des Stoffes, eine Erläuterung der Sachverhalte durch Zeichnungen und Tabellen sowie umfangreiche Register, die das Auffinden bestimmter Informationen erleichtern.

Auch die Zeitgenossen Georgius Agricolae beschäftigten sich mit dem Bergbau und legten ihre Kenntnisse schriftlich nieder. Im Jahr 1540 erschien die „Pirotechnia“ von Vannoccio Biringuccio in Italien. Hierbei handelt es sich um ein technologisch-metallurgisches Lehrbuch, das aber auch Kenntnisse zum Bergbau vermittelt. Die „Cosmographia“ des Sebastian Münster, die 1544 gleichzeitig in deutscher und lateinischer Sprache erschien, enthält Beiträge über den Bergbau. Spezialschriften dieser Zeit waren „De salinis Cracovianis“ von Jodocus Willichius (Krakau, 1543) über das Salzbergwerk von Wieliczka und der „Gründliche und warer Bericht vom Feldmessen“ von E. Reinhold (erst 1574 veröffentlicht). Paracelsus schrieb das erste Buch über die Berufskrankheiten im Bergbau „Von der Bergsucht oder Bergkranckheiten“ (1537 verfasst und 1567 veröffentlicht).¹⁰⁹

Die bergrechtlichen Schriften wurden seit Beginn des 16. Jahrhunderts nun gedruckt. Den Anfang machte eine acht Blätter umfassende Schreckenberger „Ordnung der Bergkwerck“, die von Georg dem Bärtigen von Sachsen erlassen und um 1500 in Leipzig gedruckt wurde. Im Laufe des

¹⁰⁶ Manfred Koch, 1963, 21 – 26; Ernst Darmstaedter, Berg-, Probier- und Kunstbüchlein, München 1926 (= Münchener Beiträge zur Geschichte und Literatur der Naturwissenschaft und Medizin, H. 2/3, 1 – 111); Probierbüchlein auff Gold, Silber, kupffer und Bley. Auch allerley Metall wie man die zu nutz arbayten vnd Probieren soll. Allen Müntzmaystern, Wardeyn, Goltwerckern, Berckleuten vnd kauffleuten der Metall zu nutz mit grossem fleyß zusammen gebracht, Straßburg 1534; mit fast gleichlautendem Titel und Inhalt gibt es auch ein Probierbuch aus dem Jahr 1546.

¹⁰⁷ Manfred Koch, 1963, 29 – 37.

¹⁰⁸ Ernst Darmstaedter, 1926 a, 9 f.

¹⁰⁹ Manfred Koch, 1963, 37 – 41.

16. Jahrhunderts erhielten zahlreiche Länder, in denen der Bergbau umging, Bergordnungen, die zumeist auch gedruckt wurden. An der Annaberger Ordnung von 1503, gedruckt 1509, orientierte man sich in Deutschland, Böhmen, Ungarn und in den nordischen Ländern. Daneben gab es bald auch gedruckte Knappschaftsordnungen, so in Goslar aus dem Jahr 1538. Diese Schriften wurden auch als Sammlungen herausgegeben wie „Der Ursprung gemeynner Berckrecht“ von Johann Hasselfeld um 1535 – 1538.¹¹⁰ In die Kategorie der bergrechtlichen Literatur fällt das „Bergformelbuch“ Matthes Enderleins, das als Handbuch für die Regelung des Bergbaus in St. Joachimsthal diente. Ein umfassenderes Werk desselben Autors, das unvollendet und nur als Handschrift erhalten blieb, ist „Von Bergwerks Substanz, Nutz und Erhaltung“.¹¹¹

Zur geistlichen Bergliteratur gehört die 1562 gedruckte „Sarepta“ des Johannes Mathesius, der Pfarrer in der Bergstadt St. Joachimsthal war. Diese Sammlung von 16 Predigten, die Johannes Mathesius für seine Gemeinde konzipiert hatte, umfasst bergbauliche, mineralogische, geologische und hüttentechnische Sachverhalte, die dazu dienen, die Heilige Schrift den Gemeindemitgliedern nahe zu bringen. In dieser Literaturgattung erschienen im 15. und 16. Jahrhundert noch zahlreiche Schriften. Hervorzuheben sind, nach Manfred Koch, die Schrift „Bergwercks-Geschöpff“ von Georg Meyer, ein sehr seltener Druck aus dem Jahr 1595, und die Bergpredigten des Schlaggenwalder Predigers Johann D. Deucer aus dem Jahr 1612.¹¹² Ferner fallen sowohl die Joachimsthaler Chronik, die Johannes Mathesius seiner „Sarepta“ hinzufügte, als auch die „Bergchronik“ des Hardanus Hake aus dem Jahr 1583, die leider ungedruckt blieb, in diese Kategorie. Zu den Chroniken gehört ferner die „Meißnische Land- und Berg-Chronika“ von Petrus Albinus (Dresden 1589/90), die sich an den bergbaugeschichtlichen Schriften Georgius Agricolas orientiert, und die „Mansfeldische oder sächsische Chronica“ von Cyriakus Spangenberg (Eisleben 1572).¹¹³ Alle diese Schriften dienten nachfolgenden Bergbauhistorikern als wichtige Quelle, wurde aber nie als montanwissenschaftliche Lehrbücher verfasst, worauf Johannes Mathesius auch ausdrücklich hinweist.¹¹⁴

¹¹⁰ Manfred Koch, 1963, 26 – 29.

¹¹¹ Mathes Enderlein, Von des Bergwerks Substanz, Nutz und Erhaltung, Handschrift 1560, im Besitz des Sächsischen Landeshauptarchivs, Dresden, Sign.: Fach 4491 (Angaben nach Manfred Koch, 1963, 42).

¹¹² Manfred Koch, 1963, 43 – 47; Georg Meyer, Berwercks-Geschöpff, und wunderbare Eigenschafft der metalfürchte. Darinnen gründlicher bericht der Gebirge, Gestein, Genge, und derselben anhengenden safften, krefftten und wirkung, als an Gold, Silber, Kupffer, Zinn, Bley, Quecksilber, Eisen und anderen Mineralien, Leipzig 1595; Johann Deucer, Bergpredigten, o.O. 1612. (Angaben nach Manfred Koch, 1963, Literaturverzeichnis).

¹¹³ Manfred Koch, 1963, 47 – 49; Johannes Mathesius, Sarepta. Darinnen von allerley Metallen was ihre Eigenschafft und Natur und wie sie zu Nutz und gut gemacht guter Bericht gegeben ... sampt dem Chroniko der Freyen Bergstadt S. Joachimsthal, 1562 (ND Freyberg 1679); Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), Die Bergchronik des Hardanus Hake, Pastors zu Wildemann. Mit einem Glossar der technischen und veralteten Ausdrücke und einem Index v. Heinrich Denker, Wernigerode 1911 (= Forschungen zur Geschichte des Harzgebietes, Bd. II); Cyriakus Spangenberg, Mansfeldische oder sächsische Chronica, Eisleben 1572 (Angaben nach Manfred Koch, 1963, Literaturverzeichnis).

¹¹⁴ Johannes Mathesius, 1562, Vorrede 5.

Als bedeutendste Werke des bergmännischen Schrifttums des 16. Jahrhunderts stufte Lothar Suhling Georgius Agricolas „De re metallica“, Vannoccio Biringuccios „Pirotechnia“ und Lazarus Erckers „Beschreibung Allerfürnehmsten Mineralischen Ertzt, unnd Berckwercksarten“ ein.¹¹⁵

Das Werk Georgius Agricola wurde dadurch, dass es alle Fachgebiete des Montanwesens behandelte und auch Kenntnisse aus verschiedenen Bergbauregionen einbezog, zum Lehrbuch des Berg- und Hüttenwesens schlechthin. Dennoch wurden im weiteren Verlauf des 16. Jahrhunderts noch mehrere Bücher zu dieser Thematik geschrieben und gedruckt. Die Aussage, dass es in der Frühen Neuzeit nur in den Gebieten des Bergrechts und der Bergbaugeschichte noch Fortschritte bezogen auf Georgius Agricolas Werk gegeben habe,¹¹⁶ kann so nicht unwidersprochen stehen bleiben.

Ein bedeutendes Fachbuch erschien 1574 in Prag. Die „Beschreibung Allerfürnehmsten Mineralischen Ertzt, unnd Berckwercksarten“ von Lazarus Ercker ist das Probierbuch schlechthin. Es behandelt ausführlich das Probieren aller Erze und Metalle geht im Detail deutlich über das 7. Kapitel in „De re metallica“ Georgius Agricolas hinaus, in dem nur 30 Seiten diesem Thema gewidmet sind. Daneben beschreibt der Autor auch immer wieder großtechnische Verfahren. Es stellte somit eine wichtige Ergänzung zu diesem Werk dar und war deshalb bis in das 18. Jahrhundert hinein ein wichtiges Handbuch für die Probierer und Hüttenleute.

In der ersten Blütezeit des Montanwesens in Mitteleuropa erfuhr auch die Verschriftlichung des bis dahin meist mündlich tradierten Erfahrungswissens eine deutliche Zunahme. Mit der Veröffentlichung berg- und hüttentechnischer Fachbücher zu dieser Zeit wurden die umfangreichen Kenntnisse der Berg- und Hüttenfachleute einem breiten Publikum zugänglich gemacht.

Am Ende des 16. und Anfang des 17. Jahrhunderts war, wie bereits mehrfach für verschiedene Bergreviere dargestellt, die Blüte des Erzbergbaus in Mitteleuropa vorbei. Unter den großen Revieren bekamen die Bergbauzentren in den Alpen, Karpaten und im Erzgebirge dies frühzeitig zu spüren, während der Ober- und Unterharz zunächst noch nicht so stark betroffen waren. Zu den äußeren Faktoren dieses Niedergangs zählt Lothar Suhling die Kriege des 16. Jahrhunderts, wobei insbesondere der Schmalkaldische Krieg den mitteldeutschen Bergbau stark beeinträchtigte, die Rückkehr der Pest, die auch in den Bergbaugebieten wütete, und eine Teuerung, die die Preise für Edel- und Buntmetalle stagnieren ließ, weil die Kaufkraft zum Erwerb dieser Produkte fehlte.¹¹⁷

Dem Bergbau immanente Faktoren waren, dass zum einen die reichen und leicht zu gewinnenden Erzmittel in den meisten Revieren erschöpft waren, zum anderen die bergbaulichen Freiheiten durch den Aufbau des Direktionsprinzips

¹¹⁵ Lothar Suhling, 1976, 27.

¹¹⁶ Manfred Koch, 1963, 41.

¹¹⁷ Lothar Suhling, 1983, 167 f.; Martin Clement, 1996, 9; eine frühe Untersuchung, die die weltweite Edelmetallproduktion zum Thema hat und auch die Verschiebungen der Produktionszentren verdeutlicht, legte bereits 1897 Adolf Soetbeer vor: Adolf Soetbeer, Edelmetall-Produktion und Werthverhältniss zwischen Gold und Silber seit der Entdeckung Amerika's bis zur Gegenwart, Gotha 1879 (= Dr. A. Petermann's Mittheilungen aus Justus Perthes' Geographischer Anstalt, Ergänzungsheft zu Nr. 57, 1 – 142).

eingeschränkt wurden. Dadurch verloren die kapitalstarken, zumeist auswärtigen Gewerken das Interesse daran, hier zu investieren. Große und langfristige Investitionen wären aber notwendig gewesen, um die technischen Probleme im Tiefbau zu lösen und den bis dahin vorherrschenden raubbaumäßigen Abbau aufzugeben.¹¹⁸ In vielen Revieren übernahmen letztlich die Landesherrn den Bergbau, auch um den Unterhalt der Bergarbeiter sicher zu stellen. Die Großgewerken verkauften bereitwillig ihren Grubenbesitz und investierten ihr Kapital verstärkt in Landbesitz. Die Produktion des mitteleuropäischen Bergbaus war um 1600 auf $\frac{1}{3}$ der zuvor geförderten Mengen gesunken. Der große Krieg zu Beginn des 17. Jahrhunderts brachte vielerorts den Bergbau endgültig zum Erliegen.¹¹⁹

Ein weiterer Einflussfaktor war der Zufluss von Edelmetallen aus der Neuen Welt und aus Übersee nach Europa.¹²⁰ Schon seit dem Vordringen der portugiesischen Seefahrer entlang der afrikanischen Atlantikküste (ab 1415) kam westafrikanisches Gold nach Europa. Dies war allerdings auch notwendig, denn mit dem Vordringen der Osmanen auf dem Balkan gingen die dortigen Edelmetallvorkommen für Europa verloren. Für den zu dieser Zeit wichtigen Levantehandel benötigte man Gold und Silber jedoch als Zahlungsmittel.¹²¹ Eine ganz andere Dimension hatte der Zustrom von Gold und Silber aus dem spanischen Amerika, wo 1542 in Mexiko und 1545 in Peru große Edelmetallvorkommen entdeckt worden waren.¹²² „... schon 1546 – 50 übertraf die lateinamerikanische Silberproduktion mit 115 t im Jahr die europäische bei weitem.“¹²³ Die Gesamtproduktion des 16. Jahrhunderts summierte sich auf 7.439 t Silber, die spanischen Goldzufuhren nach Europa betragen im 16. Jahrhundert insgesamt 16 t.¹²⁴ Der intensive lateinamerikanische Bergbau führte auch zu einem Aufschwung der wenigen europäischen Quecksilberbergwerke in Almadén (Spanien) und Idria (West-Slowenien). Dieses Metall wurde für die Amalgamation der Edelmetalle dringend benötigt und deshalb über den Atlantik transportiert. Allerdings wurden nach der Entdeckung der Quecksilbererzlagerstätte in Huancavelica (Mexiko) dort weitaus größere Mengen Quecksilber gewonnen.¹²⁵ Seit der Integration Europas in die weltweiten Handelsnetze kam es durch den Zufluss von Edelmetallen zu einer Konkurrenzsituation mit dem europäischen Bergbau. Allerdings wurden für den nun weltweiten Handel der Europäer diese Edelmetalle dringend als Devisen benötigt.

Die Produktion an Bergbauliteratur insgesamt aber auch an Fachbüchern war im 17. Jahrhundert bei weitem nicht so umfangreich, wie in der vorangegangenen Blütezeit.¹²⁶ An montanwissenschaftlicher Literatur entstanden im 17. Jahrhundert die Werke von N. S. Boemus („Ein Büchlein vom Bergwerk“, o.O. 1600), Georg Engelhardt Löhneyß („Bericht vom Bergwerck“,

¹¹⁸ Gerade der nur wenig reglementierte Bergbau hatte vor Einführung der strikten landesherrlichen Bergverwaltung zu einem Raubbau in den Bergwerken geführt.

¹¹⁹ Lothar Suhling, 1983, 168 – 172; Martin Clement, 1996, 9.

¹²⁰ Lothar Suhling, 1983, 168; Martin Clement, 1996, 9.

¹²¹ Renate Pieper, 2001, 33 – 53.

¹²² Volker Schmidtchen, 1997, 242.

¹²³ Ekkehard Westermann, 1995, 1900.

¹²⁴ Hermann Kellenbenz, 1986, 201 f.

¹²⁵ Volker Schmidtchen, 1997, 231 – 235; Hermann Kellenbenz, 1986, 203.

¹²⁶ Manfred Koch, 1963, 60.

Zellerfeld 1617), Elias Montanus („Bergwerckschatz“, Frankfurt 1618) und M. Christian Hoffmann („Berg-Probe, Oder Reichensteinischer Göldner Esel“, Jena 1674). Nach Manfred Koch behandelt die Schrift von N. S. Boemus ebenso wie die des Elias Montanus mineralogische und bergbauliche Themen, jedoch nicht die Verhüttungstechnik. Der schlesische Gold- und Silberbergbau ist das zentrale Thema der Werke von Elias Montanus und M. Christian Hoffmann.¹²⁷ Größere Bedeutung erlangte eine im Laufe des 17. Jahrhunderts entstandene Schrift von Balthasar Rösler. Das Werk „Speculum metallurgiae politissimum oder hell-polierter Berg-Bau-Spiegel“ wurde bereits 1655 niedergeschrieben, aber erst posthum 1700 in Dresden veröffentlicht.¹²⁸

Im 17. Jahrhundert wurden jedoch auch montanwissenschaftliche Spezialschriften wie das Werk Nikolaus Voigelts („Geometria subterranea, oder Marckscheide-Kunst“, Eisleben 1686) verfasst. Ludwig Glaser veröffentlichte ein Buch zum Eisenhüttenwesen seiner Heimat Baden („Bergmännisches Monat-Blümlein“, Ulm 1692).¹²⁹ Es entstanden aber vor allem allgemeine Maschinenbaubücher, bei denen Bergbaumaschinen nur ein Gebiet neben anderen, wie Mühlenbau oder Pumpentechnik, waren. Sie zeichnen sich vor allem durch ihre großformatigen Kupferstiche aus. Auch die Druckschriften, die die Wasserlösung mit Hilfe von Pumpen thematisieren, gehören zu den maschinenkundlichen Spezialschriften.¹³⁰ Auf Veranlassung Abraham von Schönbergs wurden 1678 in Wittenberg und Leipzig die „Institutiones metallicae“ eines unbekanntem Verfassers herausgegeben. Es handelt sich um ein geologisch-mineralogisches Werk und wurde vom Herausgeber um ein Verzeichnis bergmännischer Wörter ergänzt.¹³¹

Auch außerhalb des deutschsprachigen Raums erschienen einige bergmännische Schriften, wie Alvaro Alonso Barbas „Arte des los metales“ (Madrid 1640), in dem dieser in Peru wirkende Priester den südamerikanischen Bergbau darstellte, insbesondere den Bergbau auf Gold und Silber und das Zugutemachen dieser Erze durch Amalgamation.¹³² In England entstand ein

¹²⁷ Nach Manfred Koch, 1963, 62 f.; N. S. Boemus, Ein Büchlein vom Bergwerk wie man dasselbige nach der Rutten und Witterung bawen soll, o.O. 1600; Elias Montanus, Bergwerckschatz, das ist ausführlicher und vollkommener Bericht von Bergwercken nach der Rutten und Witterung künstlich zu bawen, Frankfurt 1618; M. Christian Hoffmann, Berg-Probe, Oder Reichensteinischer Göldner Esel; Jena 1674 (Angaben nach Manfred Koch, 1963, Literaturverzeichnis).

¹²⁸ Manfred Koch, 1963, 60 – 66.

¹²⁹ Manfred Koch, 1963, 63 f.; Nicolaus Voigelts, Geometria subterranea, oder Marckscheide-Kunst, Eisleben 1686; Johann Ludwig Glaser, Bergmännisches Monat-Blümlein. Oder eine auß viel-jähriger Practic mit Bergwercks-Verständigen gepflogener Communication, und würcklich gut befundener Observation gezogene Information, Was bey Führung der Berg-Wercke von Monath zu Monath zu beobachten sein möchte, Ulm 1692 (Angaben nach Manfred Koch, 1963, Literaturverzeichnis).

¹³⁰ Manfred Koch, 1963, 68 – 71.

¹³¹ Manfred Koch, 1963, 73 f., Institutiones metallicae, Das ist, Wahr- und klarer Unterricht vom Edlen Bergwerck, Wittenberg – Leipzig 1678, der Autor führt dieses Werk bei der bergrechtlichen Literatur an (Angaben nach Manfred Koch, 1963, Literaturverzeichnis).

¹³² Hans Prescher (Hrsg.) Georgius Agricola – Ausgewählte Werke. Agricola-Bibliographie 1520 – 1963 v. Rudolf Michaëlis u. Hans Prescher und Bestandsaufnahme der Werke des Dr. Georgius Agricola v. Ulrich Horst, Berlin 1971 (= Gedenkausgabe des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden, Bd. X = AGA X), 820, verzeichnet dieses Werk als spanische Bearbeitung von Georgius Agricolae „De re metallica“, weil seiner Meinung nach Georgius Agricola als wesentliche Quelle dieser Schrift betrachtet werden kann.

Werk über den dortigen Bergbau von John Pettus, der jedoch vor allem für seine Übersetzung des „Großen Probiербuches“ von Lazarus Ercker bekannt wurde.¹³³

Zu den bergrechtlichen Schriften, die neben den landesherrlichen Bergordnungen, die juristischen Aspekte des Berg- und Hüttenwesens behandeln, zählen zunächst Sammelwerke, die über diese Bergordnungen einen Überblick geben. Hier sind z. B. zu nennen „Ursprung und Ordnungen der Bergwerke Im Königreich Böhme, Churfürstenthum Sachsen, Erzthertzogthum Osterreich, Fürstenthumb Braunschweig und Lüneburgk, Graffschafft Hohenheim ...“ von Henning Groß aus dem Jahr 1616, „Sechshundert Berg-Urthel, Schied und Weisunge“ von Sebastian Span (Zwickau 1636) und der „Corpus Juris Systema rerum Metallicarum“ von David Zunner (Frankfurt a.M. 1698). Wahrscheinlich schon früher verfasst, erschien ebenfalls von Sebastian Span der „Berg-Rechts-Spiegel“ im Jahr 1698. Administrative und juristische Themen behandelt Abraham von Schönberg in seinen „Ausführliche[n] Berg-Informationen“ (Leipzig 1693).¹³⁴

Eine zweite Blütezeit gab es im mitteleuropäischen Bergbau noch im 18./19. Jahrhundert. Für die Weiterführung der im ausgehenden 16. Jahrhundert unrentabel gewordenen Bergwerke spielte die merkantilistische Wirtschaftspolitik der absolutistischen Fürstenstaaten eine wichtige Rolle. Das Bestreben nach Autarkie und der Nutzung eigener Rohstoffe war wichtiger als hohe Kapitalrenditen. Mit dem Betrieb eigener Silbererzgruben konnte man die im Umlauf befindliche Geldmenge erhöhen, ohne Edelmetalle importieren zu müssen. Technische Verbesserungen und eine intensivere Nutzung der gewonnenen Erze erhöhten die Wirtschaftlichkeit. Zu den Errungenschaften des frühen 17. Jahrhunderts gehörte die Sprengtechnik (Schießarbeit), die seit 1627 in Schemnitz belegt ist. Eine Verbesserung der Fördertechnik gelang mit der Erfindung der Dampfmaschine um 1700, die allerdings nur über Tage installiert werden konnte. Zur Wasserhebung setzte man seit 1748 Wassersäulenmaschinen ein. Die Förderung aus bis zu 1.000 m Teufe war dennoch sehr schwierig und kostspielig. Eine wichtige Innovation war die Erfindung des Drahtseils auf dem Oberharz 1834, mit der die Schachtförderung wesentlich effektiver wurde. Weitere Verbesserungen waren der Einsatz der Fahrkunst seit 1833 und gegen Ende des 19. Jahrhundert der Seilfahrt für die Schachtfahrung, der Einsatz von Schlagbohrmaschinen für die Schießarbeit und die Bewetterung mittels leistungsstarker Kompressoren.¹³⁵ Im Hüttenwesen gewann man seit Mitte des 19. Jahrhunderts auch Zink aus den Erzen, was die Rentabilität erhöhte. Bei den herkömmlichen Verhüttungsmethoden ging Zink in die Ofenbrüche über, die dann wiederum zur Messingherstellung eingesetzt

18. und 19.
Jahrhundert

¹³³ Manfred Koch, 1963, 66 f.; John Pettus, *Fodinae regalis or the history, laws and places of the chief mines and mineral works in England, Wales and the English Pale in Ireland*, London 1670 (Angaben nach Manfred Koch, 1963, Literaturverzeichnis).

¹³⁴ Manfred Koch, 1963, 72 – 76; *Ursprung und Ordnungen der Bergwerke Im Königreich Böhme, Churfürstenthum Sachsen, Erzthertzogthum Osterreich, Fürstenthumb Braunschweig und Lüneburgk, Graffschafft Hohenheim ...*, Leipzig 1616; Sebastian Span, *Sechshundert Berg-Urthel, Schied und Weisunge*, Zwickau 1636; Sebastian Span, *Speculum juris metallici, oder Berg-Rechts-Spiegel*, Dresden 1698; David Zunner (Hrsg.), *Corpus Juris Systema rerum Metallicarum*, Frankfurt a.M. 1698; Abraham von Schönberg, *Ausführliche Berg-Information*, Leipzig 1693 (Angaben nach Manfred Koch, 1963, Literaturverzeichnis).

¹³⁵ Lothar Suhling, 1983, 173 – 185, 196 – 205; Martin Clement, 1996, 5, 9.

wurden. Mit der Entwicklung des Flotationsverfahrens 1877 konnte man Erzkonzentrate gewinnen, die wesentlich effektiver weiterverarbeitet werden konnten. Neben Kupfer- und Bleikonzentrat wurde nun auch Zinkkonzentrat hergestellt. Als neues metallurgisches Verfahren war die elektrolytische Raffination eine wichtige Innovation.¹³⁶

Im Zusammenhang mit dieser zweiten Blütezeit des mitteleuropäischen Bergbaus ist es interessant, auch die Verhüttungstechnologie genauer zu untersuchen. Die während der ersten Blütezeit entwickelten und in den technischen Handbüchern dargestellten Verhüttungsmethoden waren auf die Weiterverarbeitung der bereits unter Tage vorsortierten relativ reichen Erze ausgelegt, obwohl man sich auch hier schon um die Nutzung ärmerer Erze bemühte. Mit der Einführung der Schießarbeit förderte man nun große Mengen Berge zusammen mit den Erzen nach über Tage. Sicher war auch die Weiterentwicklung der Erzaufbereitung wichtig. Die effektive Verhüttung war jedoch von großer Bedeutung, wenn aus dem Bergbau Gewinn gezogen werden sollte.

Zu den wichtigsten montanwissenschaftlichen Werken des 18. Jahrhunderts gehören Christoph Andreas Schlüters „Gründlicher Unterricht von Hütte-Werken“ (Braunschweig 1738), das ausschließlich und ausführlich die Hüttentechnologie behandelt und durch ein Probierbuch ergänzt wird, ferner die Werke von Johann Gottfried Jugel, (u. a. „Höchstnützlichtes Berg- und Schmelz-Buch“, Berlin 1743 und „Die vollkommene Bergwerkskunst“, Berlin 1771 – 1772) und Christian Böse („Generale Haushalts-Principia“, Leipzig – Frankfurt 1753). Zu den maschinenkundlichen Werken gehört Henning Calvörs „Beschreibung des Maschinenwesens ... bey dem Bergbau auf dem Oberharze“ (Braunschweig 1763). Dieser gab auch ein allgemeines Werk, die „Historische Nachricht von dem Unter- und gesammten Ober-Harzischen Bergwerken“ (Braunschweig 1765), heraus. Jeweils mehrere Fachbücher verfassten Franz Ludwig Cancrinus (u. a. „Praktische Abhandlung von Zubereitung und Zugutmachung der Kupfererze“, Frankfurt a.M. 1765 und „Beschreibung der vorzüglichsten Bergwerke in Hessen, etc.“, Leipzig 1767), Christoph Traugott Delius („Vom Ursprunge der Gebirge“, Leipzig 1770 und „Anleitung zu der Bergbaukunst“, Wien 1773), Friedrich Wilhelm Heinrich von Trebra („Erfahrungen vom Inneren des Gebirges“, Dessau – Leipzig 1785 und „Bergbaukunde“ in 2 Bänden, Leipzig 1789/90) sowie Johann Carl Freiesleben („Bergmännische Bemerkungen“, Leipzig 1795). Für das frühe 19. Jahrhundert sind noch Antoine Maria Héron de Villefosse „De la Richesse Minerale“ (1810/11, Atlas 1819) und Wilhelm August Lampadius’ „Handbuch der allgemeinen Hüttenkunde“ (Göttingen 1801–1810) zu erwähnen.

Die Bergbauwissenschaften haben ihre Wurzeln vor allem in Mitteleuropa, ihre Anfänge liegen im 18. Jahrhundert. Maßgeblich hierfür war der bedeutende Bergbau auf reichen, silberführenden Lagerstätten, der ausgehend vom Mittelalter in der Frühen Neuzeit in den mitteleuropäischen Revieren seinen Schwerpunkt hatte. Diese Bergbaureviere beschäftigten viele tausend Menschen und trugen zum Wohlstand ihrer Länder bei. Die mit dem Teufenfortschritt zunehmenden Abbauschwierigkeiten und die Qualitätseinbußen bei den Erzen mit zunehmender Tiefe der Lagerstätten

¹³⁶ Martin Clement, 1996, 60 – 63.

fürten dazu, dass man wissenschaftliche Grundlagen zur Problemlösung benötigte.¹³⁷ Hinzu kam das Erfordernis einer systematischen Ausbildung des technischen und administrativen Personals in den Bergbauzentren, wie es Christoph Traugott Delius in der Vorrede seines Werkes „Anleitung zu der Bergbaukunst“ deutlich vor Augen stellt.¹³⁸ Am Beginn der Ausbildung des Berg- und Hüttenwesens zur akademischen Wissenschaft stand die Gründung eines Lehrstuhles für die „gesamten Bergwerkswissenschaften“ an der Universität Prag im Jahr 1762. Thaddäus Peithner von Lichtenfels wurde von Kaiserin Maria Theresia zum Professor und damit zum ersten akademischen Lehrer des Bergfaches überhaupt bestellt.¹³⁹

Die erste bergbauliche Hochschule wurde in Schemnitz (Banská Štiavnica, bzw. Selmečbánya), einem bedeutenden Bergbaugebiet in der heutigen Slowakei, durch Kaiserin Maria Theresia sukzessive durch die Schaffung von drei Lehrstühlen von 1763 bis 1770 gegründet. Wie erwähnt, lehrte hier Christoph Traugott Delius seit 1770 „Bergbaukunst, Markscheidekunst, Bergrecht und Bergkammeralwissenschaft“.¹⁴⁰

Auch andere Bergbaureviere folgten. Im Jahr 1765 entstand die Bergakademie Freiberg in Sachsen. Weitere Bergakademien wurden in Berlin 1770, St. Petersburg 1773, Madrid (Almaden) 1777, Paris 1783 und Mexiko 1792 gegründet. Im bedeutenden Harzer Bergrevier gab es seit 1775 eine Bergbauschule in Clausthal, die jedoch erst seit 1869 die Bezeichnung Bergakademie erhielt.¹⁴¹

Über die auch in Folge der Akademiegründung stets wachsende montanwissenschaftliche Literatur des 19. und 20. Jahrhundert gibt Manfred Koch einen Überblick.¹⁴²

Im 20. Jahrhunderts stiegen der Metallerzbergbau und die Metallgewinnung in Mitteleuropa zwischen den beiden Weltkriegen auf eine vorher nie erreichte Höhe. In den letzten Jahrzehnten war allerdings ein Rückgang zu verzeichnen. Der Hauptgrund dafür lag in der Erschöpfung und Verarmung der Erzlagerstätten, die seit Jahrhunderten gebaut und tief aufgeschlossen mit den später erschlossenen Lagerstätten in anderen Teilen der Welt nicht konkurrieren konnten. So wurde auch der Bergbau in einem der bedeutendsten Erzbergbaugebiete im und am Harz 1988 bzw. 1992 eingestellt.¹⁴³ Gegen Ende des 20. Jahrhunderts bzw. zu Beginn des 21. Jahrhunderts standen lediglich die Kupfererzgruben in Niederschlesien und die Bleizinkerzgruben in Oberschlesien noch in Förderung. Weitere größere Metallerzbergwerke gibt es in Mitteleuropa nicht mehr.¹⁴⁴

20. und 21.
Jahrhundert

¹³⁷ Günter Bernhard Fettweis, 2004, 68.

¹³⁸ Günter Bernhard Fettweis, 2004, 25 – 27, hier sind Titelblatt, Widmung, Vorbericht und Inhaltsverzeichnis von Christoph Traugott Delius' Werk als Faksimile abgedruckt.

¹³⁹ Günter Bernhard Fettweis, 2004, 68, 87.

¹⁴⁰ Günter Bernhard Fettweis, 2004, 26, 68 f., 87.

¹⁴¹ Günter Bernhard Fettweis, 2004, 69.

¹⁴² Manfred Koch, 1963, 78 – 148.

¹⁴³ Martin Clement, 1996, 5; Christoph Bartels, 1988, 109; Christoph Bartels, 1992 a, 129.

¹⁴⁴ Martin Clement, 1996, 5 f.

Heute besitzen in Europa nur noch Polen,¹⁴⁵ die Tschechische Republik und Ungarn bedeutende Rohstoffpotenziale. In Bezug auf die Gewinnung von Buntmetallen ist Polen der bedeutendste Kupferproduzent der EU sowie ein wichtiges Förderland für Blei und Zink. Die Bedeutung Ungarns liegt in seiner Aluminiumindustrie. Erfolgreicher europäischer Metallerzbergbau wird noch in Skandinavien (Kupfer, Zink und Nickel),¹⁴⁶ auf der Iberischen Halbinsel (Kupfer und Zink) sowie in Irland (Blei und Zink) und Griechenland (Bauxit) betrieben.¹⁴⁷ Setzt man die Förderung der in der Europäischen Union gewonnenen und/oder verhütteten Erze in Bezug zur Weltproduktion ergibt sich folgendes Bild:

Metall	Weltförderung in t	Förderung der EU in t*	Metallprodukt	Weltproduktion in t	Produktion der EU in t*
Blei	4.560.000	85.000 (Schweden)	Raffinadeblei	10.660.000	378.000 (Deutschland)
Kupfer	19.150.000	426.200 (Polen)	Raffinadekupfer	22.840.000	678.100 (Deutschland) 570.400 (Polen)
Zink	13.470.000	252.000 (Schweden)	Hüttenzink	13.900.000	509.000 (Spanien) 169.000 (Deutschland)
Zinn	279.981	Geringe Fördermengen in Portugal	Hüttenzinn	327.029	8.863 (Belgien)

Tabelle 1-2: Buntmetallgewinnung und –verhüttung des Jahres 2015 im Vergleich¹⁴⁸
***in der Statistik werden nur die größten Förder- bzw. Produktionsländer genannt, nicht die Gesamtmengen der EU.**

In Südosteuropa bemüht man sich u. a. in Serbien um den Ausbau der Kupferproduktion auf der Basis der in der Region Bor vorkommenden Kupfererze, über die Christoph Andreas Schlüter schon berichtete.¹⁴⁹

¹⁴⁵ In Polen ist der Bergbau auch heute noch ein wichtiger Industriezweig und wird von der KGHM Polska Miedź S.A. betrieben. Diese ist im Bergbau und in der Metallurgie tätig und gewinnt insbesondere Kupfer (571.000 t im Jahr 2011) und Silber (1260 t im Jahr 2011), aber auch Gold, Blei und Steinsalz. KGHM S.A. ist mit durchschnittlich 1.200 Tonnen Jahresförderung das bedeutendste Silberbergbauunternehmen der EU und auch weltweit führend. Siehe „KGMH“ in: <http://de.wikipedia.org/wiki/KGHM> vom 03.03.2014 sowie die Website der KGMH: <http://www.kghm.pl/> vom 03.03.2014 demnach werden Minen in Lubin, Rudna und Polkowice-Sierszowice betrieben.

¹⁴⁶ In Skandinavien betreibt die schwedische Boliden AB Bergbau auf Zink, Kupfer, Blei, Silber und Gold in mehreren Bergwerken. Die Jahresproduktion 2013 lag bei 450.000 t Zink, 350.000 t Kupfer, 70.000 t Blei, 500 t Silber und 15 t Gold, wobei nicht alle Buntmetalle aus eigenen Erzbergwerken stammen. Die Tara-Mine in Irland, ebenfalls zu Boliden gehörig, ist die größte Zinkmine Europas (164.000 t im Jahr 2011). Siehe Website der Boliden AB: <http://www.boliden.com> vom 11.01.2014 und „Boliden“ in: <http://de.wikipedia.org/wiki/Boliden> vom 11.01.2014.

¹⁴⁷ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (Hrsg.), Der Bergbau in der Bundesrepublik Deutschland 2015. Bergwirtschaft und Statistik – 67. Jahrgang 2016, Berlin Stand Dezember 2016, 27.

¹⁴⁸ Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) (Hrsg.), 2016, 29 – 30.

¹⁴⁹ Hier engagieren sich im Kupfer-Bergbau-Komplex Bor die Gruppe SNC-Lavalin aus Kanada und das finnische Unternehmen Outotec. Siehe Website der SNL Lavalin Group Inc.

Bereits in der Frühen Neuzeit wurden Hüttenbetriebe mit Rohstoffen beliefert, die nicht in unmittelbarer Nähe gefördert wurden. So verhüttete die Altenauer Silberhütte, die für die Erze der Altenauer und Schulenberger Gruben um 1609 errichtet worden war, seit 1700 auch ostindische Golderze, wie Christoph Andreas Schlüter beschreibt. 1911 wurde diese Hütte stillgelegt.¹⁵⁰ Die heutigen Bergbau- und Hüttenunternehmen sind meist international ausgerichtet. Noch relativ kleinräumig arbeitet die KGMH Polska Miedź S.A., die sowohl ihren Minenbesitz als auch ihre Schmelzwerke in Polen hat.¹⁵¹ Die schwedische Boliden AB besitzt Minen in Schweden und Irland, ihre Hüttenbetriebe liegen alle in Skandinavien, nämlich in Schweden, Finnland und Norwegen.¹⁵² Die großen weltweit operierenden Bergbaubetriebe Rio Tinto plc. und ihre Tochtergesellschaft Rio Tinto Alcan fördern zwar kein Erz mehr in Europa, haben dort jedoch durchaus Verhüttungsbetriebe, u. a. bei Leipzig.¹⁵³ Die Xstrata plc., nach eigenen Angaben der größte Produzent von Aluminium weltweit, der aber auch Kupfer und Zink fördert, betreibt auch eine Zinkhütte im Hafengebiet von Nordenham.¹⁵⁴

In den meisten Hüttenbetrieben Deutschlands werden heute Metalle aus Erzkonzentraten oder durch das Recycling von Sekundärrohstoffen gewonnen. So gehören zur Recylex SA mit Sitz in Paris (Frankreich) die Norzinco GmbH und die Harz-Metall GmbH in Goslar, die PPM Pure Metals GmbH in Langelsheim / Osterwieck und die Weser-Metall GmbH in Nordenham, die teilweise aus alten Hüttenstandorten hervorgegangen sind.¹⁵⁵ Die Aurubis AG in Hamburg, die aus der Norddeutschen Affinerie hervorgegangen ist, produziert hochwertiges Kupfer ebenfalls aus importierten Kupferkonzentraten aber auch durch Recycling. Als Nebenprodukte fallen hierbei Eisensilikat und Schwefelsäure an. Auch die Edelmetalle Gold und Silber gewinnt Aurubis aus Erzkonzentraten und Sekundärvorstoffen.¹⁵⁶ Ein wichtiger Bleiproduzent ist die Berzelius Metall GmbH mit Sitz in Braubach, zu der die BSB Recycling GmbH (BSB) in Braubach, die Berzelius Stolberg GmbH (BBH) bei Aachen und die Muldenhütten Recycling und Umwelttechnik GmbH (MRU) bei Freiberg gehören. Diese Standorte, die ebenfalls Erzkonzentrate und Recyclingprodukte verarbeiten, sind aus alten Blei- und Silberhütten hervorgegangen.¹⁵⁷

1.3.2 Politische Bedeutung von Bergbau und Hüttenwesen

Da der Bergbau, insbesondere der Edelmetallbergbau immer auch eine politische Dimension hatte, soll auch auf diesen Aspekt kurz eingegangen

<http://www.snclavalin.com/en/rtb-bor-smelter-modernization> vom 16.10.2014 und
http://de.wikipedia.org/wiki/Bor_Serbien vom 16.10.2014.

¹⁵⁰ Arnold Bode, Reste alter Hüttenbetriebe im West- und Mittelharze, in: Jahrbuch der Geographischen Gesellschaft zu Hannover, 1928, 141 – 197, hier 168; Herbert Dennert, Bergbau und Hüttenwesen im Harz vom 16. bis 19. Jahrhundert dargestellt in Lebensbildern führender Persönlichkeiten, Clausthal-Zellerfeld² 1986, 146.

¹⁵¹ Siehe Website der KGMH S.A.: <http://www.kghm.pl/> vom 03.03.2014.

¹⁵² Siehe Website der Boliden AB: <http://www.boliden.com> vom 11.01.2014.

¹⁵³ Siehe Website der Rio Tinto plc.: <http://www.riotinto.com/> und der Rio Tinto Alcan: <http://www.riotintoalcan.com/> beide vom 02.10.2012.

¹⁵⁴ Siehe Website der Xstrata plc.: <http://www.xstratazinc.com/> vom 02.10.2012.

¹⁵⁵ Siehe Website der Recylex SA: <http://www.recylex.fr/> vom 23.06.2015.

¹⁵⁶ Siehe Website der Aurubis AG: <https://www.aurubis.com/de> vom 23.06.2015.

¹⁵⁷ Siehe Website der Berzelius Metall GmbH: <http://www.berzelius.de> vom 23.06.2015.

werden. Das Interesse der jeweiligen Herrscher am Bergbau war zu allen Zeiten sehr ausgeprägt. Es äußerte sich einerseits in der Förderung der Montanwirtschaft durch Privilegierung von Bergleuten und Bergstädten, durch finanzielles Engagement und durch die rechtliche Absicherung der Betriebe. Andererseits wurde schon früh der Handel mit Edelmetallen reglementiert, vor allem die Ausfuhr derselben strikt verboten und die Rechte der Grundbesitzer zu Gunsten des Bergbaus eingeschränkt.

Das Bergregal, das Verfügungsrecht des Landesherrn über bestimmte Bodenschätze, war ursprünglich ein königliches Recht. Sowohl im Römischen Kaiserreich als auch im Byzantinischen Reich waren die Bergwerke entweder öffentliches Eigentum oder sie wurden mit dem Zehnten besteuert. Man kann davon ausgehen, dass in den Bergbaugebieten der Zeit bis zum Mittelalter den jeweiligen Herrschern beachtlich Einkünfte aus dem Bergbau zukamen. Belegbar ist dies seit dem Mittelalter, als man an die antike Rechtstradition anknüpfte. Die auf dem Reichstag von Roncaglia 1158 durch Friedrich Barbarossa festgeschriebenen Regalien umfassten auch die *argentariae*, womit jedoch nicht der Silberbergbau, sondern die Wechselstuben gemeint waren. Dennoch setzte sich die Auffassung durch, dass der Bergbau auf Erze einer königlichen Bewilligung bedurfte. Damit war aber auch verbunden, dass die Nutzung von Bodenschätzen nicht dem Grundbesitzer zustand, sondern dass das Recht dazu verliehen werden musste. Da sich ein Anspruch auf die Nutzung der Bodenschätze durch den deutschen König auch praktisch nicht durchsetzen ließ, wurde dieses Recht schon früh an die Grundherren verliehen. So verlieh Kaiser Friedrich I. das Bergregal u. a. an den Markgrafen von Meißen Otto den Reichen, der, wie sein Name schon sagt, davon offensichtlich sehr profitierte. Mit der Goldenen Bulle Kaiser Karls IV. wurde 1356 den Kurfürsten das Bergregal in ihren Territorien endgültig übertragen, die übrigen Landesherrn erhielten es endgültig 1648 im Westfälischen Frieden. Allerdings wurde schon seit Kaiser Karl V. (1519) dieses Recht mit der Wahlkapitulation regelmäßig an die Landesherrn übertragen. Auch in den anderen europäischen Monarchien wurden ähnliche Rechtssätze mit Rückgriff auf die Grundsätze des Römischen Rechts entwickelt. Vor allem wurde das Bergregal auf den gesamten Erzbergbau ausgedehnt.¹⁵⁸

Die Prospektion und Förderung edelmetallhaltiger Erze war für die Landesherrschaft besonders wichtig, weil man auf diese Weise über das Rohmaterial zur Münzprägung unmittelbar verfügte und diese Metalle nicht importieren musste.

Ein wichtiger Anreiz für die Territorialherren, die Erzförderung und Metallproduktion im eigenen Land zu fördern, lag auch in der militärischen Nutzung dieser Ressourcen. Zwar war Eisen für die Produktion von Waffen aller Art sehr wichtig. Nicht zu unterschätzen ist jedoch die Notwendigkeit, für den Bronzeguss über Kupfer und Zinn zu verfügen. Die Geschützgießerei war ein

¹⁵⁸ Raimund Willecke, Bergrecht, in: Lexikon des Mittelalters, Bd. I, 1980, 1957 – 1959, im Allgemeinen sieht man in der „*Constitutio de regalibus*“ die Rechtsgrundlage für das Bergregal als königliches Privileg. Der Autor relativiert diese Darstellung; siehe auch: Wolfgang Georgi, Roncaglia, Reichstag v., in: Lexikon des Mittelalters, Bd. VII, 1995, 1021 f.; Jan Albert van Houtte, 1980, 59; Michael Fessner, Angelika Friedrich, Christoph Bartels, 2002, 23.

wichtiger Zweig der Waffentechnologie, der in der Frühen Neuzeit zunehmend an Bedeutung gewann.

Die ertragreichsten Bergreviere für die Erzförderung lagen in den Territorien der Habsburger (österreichische Erblande, Böhmen und Ungarn), der Wettiner (Sachsen) und der Welfen (Herzogtümer Wolfenbüttel und Grubenhagen). Welche Landesherren zu Beginn der Frühen Neuzeit von der Verfügung über Edel- und Buntmetalle profitierten, wird aus der nachfolgenden Tabelle deutlich.

Revier	Wichtige Erze	Territoriale Zugehörigkeit (um 1500)
Schwaz (Tirol)	Silber, Kupfer, Quecksilber	Grafschaft Tirol = österreichische Erblande
Rattenberg, Kitzbühel, Kufstein	Kupfer, Silber	Seit 1504/06 zu Tirol = österreichische Erblande
Freiberg, Schneeberg, Annaberg (Sächsisches Erzgebirge)	Silber, Blei	Kurfürstentum Sachsen (vorm. Land Meißen)
Altenberg (Sächsisches Erzgebirge)	Zinn	Kurfürstentum Sachsen (vorm. Land Meißen)
St. Joachimsthal (Böhmisches Erzgebirge)	Silber	Grafschaft Schlick seit 1545 Königreich Böhmen
Kuttenberg, Iglau Freiberg in Böhmen	Silber, Blei	Königreich Böhmen (seit 1526 zu Österreich)
Rammelsberg (Harzrand)	Gold, Silber, Kupfer, Blei	Herzogtum Wolfenbüttel
Oberharz (7 Bergstädte)	Silber, Blei	Herzogtum Wolfenbüttel Herzogtum Grubenhagen
Oberungarn (7 Bergstädte)	Gold, Silber, Kupfer, Blei	Königreich Ungarn (seit 1526 zu Österreich)
Mansfeld	Silber, Kupfer	Grafschaft Mansfeld
Lebertal – Lièpvrette (Elsaß bzw. Vogesen)	Silber	Vorderösterreich seit 1648 Königreich Frankreich
Rauris, Gastein (Hohe Tauern)	Gold, Silber	Erzbistum Salzburg
Möllntal (Hohe Tauern) Friesach, Lavanttal Bleiberg	Gold, Silber Blei	Herzogtum Kärnten = österreichische Erblande
Rheinisches Schiefergebirge	Silber, Blei	Verschiedene Territorien
Schwarzwald	Silber, Blei, Kupfer	Breisgau = Vorderösterreich
Oberschlesien	Blei, Gold	Herzogtum Schlesien = österreichisch, später preuß.
Siebenbürgen	Gold	Fürstentum Siebenbürgen = Königreich Ungarn (seit 1526 türkischer Vasall seit 1687 zu Österreich)

Tabelle 1-3: Die Bergreviere und ihre territoriale Zugehörigkeit zu Beginn der Frühen Neuzeit

Seit dem hohen Mittelalter profitierten die Territorialherren von den Bodenschätzen ihrer Länder. Zur Zeit der ersten frühneuzeitlichen Bergbaublüte, die um 1500 begann, bedeutete dies, dass vor allem die Habsburger von ihren zahlreichen Bergrevieren allen voran in Tirol, aber auch in Böhmen, Oberungarn, Kärnten und in Vorderösterreich einen hohen Gewinn hatten. Auch die Herzöge von Sachsen, die Herzöge von Braunschweig, die Herzöge von Bayern, die Grafen von Mansfeld, von Henneberg, von Stolberg und von Schlick sowie die Erzbischöfe von Salzburg besaßen ertragreiche Bergwerke. Dies bedeutete auf der einen Seite einen Machtgewinn gegenüber anderen Territorialherren auch innerhalb des Reiches, auf der anderen Seite eine Stärkung der Landesherrschaft im Inneren, da man mit dem Bergregal eine von den Ständen unabhängige finanzielle Basis hatte.¹⁵⁹

Von der bereits angesprochenen europäischen Expansion an der Wende vom Spätmittelalter zur Frühen Neuzeit profitierten vor allem die spanischen und portugiesischen Könige. Die westafrikanischen Handelskontakte der Portugiesen führten zu einem erhöhten Goldzufluss nach Europa. Mit der Entdeckung der mittel- und südamerikanischen Edelmetallressourcen seit den 1540er Jahren konnten die iberischen Königreiche außerordentlich hohe Staatseinkünfte erzielen.¹⁶⁰

Das starke Interesse der Landesherrn an der Förderung und Gewinnung der Bodenschätze, insbesondere der Bunt- und Edelmetalle ihrer Territorien, zeigte sich zunächst in der Förderung dieses Wirtschaftszweiges durch Privilegierung und finanzielles Engagement. In der Frühen Neuzeit wurde in den Bergrevieren bereits im 16. Jahrhundert der Betrieb in das landesherrliche Direktionsprinzip überführt, d. h. die Aufsicht über Gruben und Hüttenbetriebe wurde landesherrlich Beamten übertragen.

Auch die meisten Autoren montanwissenschaftlicher Fachbücher standen in landesherrlichen Diensten. Zum einen war es diesem Personenkreis am ehesten möglich, das erforderliche Fachwissen zu erwerben, zum anderen förderten die Herrscher Berg- und Hüttenleute auch vereinzelt direkt, indem sie Bildungsreisen zumindest erlaubten oder vielleicht auch finanzierten. Die bereits angesprochene Gründung und Finanzierung entsprechender Hochschulen wurde ebenfalls von den am Bergbau interessierten Landesherrn initiiert.

1.3.3 Wandel der Montantechnologie in der Frühen Neuzeit

Wie dargelegt wurde, war für die europäische Entwicklung zunächst der Vordere Orient und der Mittelmeerraum wichtig, von denen ausgehend sich das Wissen um die Förderung und Verhüttung verschiedener Metalle über ganz Europa verbreitete. Im römischen Reich gab es zahlreiche Bergbauzentren, in denen die verschiedenen Metalle gewonnen wurden. Aber auch außerhalb dieses Herrschaftsgebietes waren Lagerstätten bekannt und wurden genutzt. Im Übergang von der Spätantike zum Mittelalter verschoben sich allerdings die Schwerpunkte. Nun waren vor allem die Bergbauzentren in den neu gebildeten Territorien Europas von Bedeutung, während der Vordere Orient, die Länder

¹⁵⁹ Lothar Suhling, 1983, 132.

¹⁶⁰ Renate Pieper, 2001, 34, 46.

südlich des Mittelmeeres und Spanien unter muslimischer Herrschaft standen und die dortigen Lagerstätten im europäischen Kontext keine Rolle mehr spielten.

Der Landesausbau im Osten des Heiligen Römischen Reiches führte auch zur Erschließung der dort gelegenen Erzlagerstätten, so in Sachsen, Böhmen, Mähren, Polen und Ungarn. Somit ergab sich zu Beginn der Frühen Neuzeit die Situation, dass sich die wichtigsten und ertragreichsten Bergreviere in Mitteleuropa befanden.

Der Wandel, der sich durch den Zugriff der Europäer auf die Edelmetalle der Neuen Welt ergab, ist zwar in Bezug auf die Fördermengen von großer Bedeutung, die Forschung und technologische Entwicklung blieb jedoch eine Domäne Europas und insbesondere seiner hier früh gegründeten montanwissenschaftlichen Hochschulen.

Franz Kirnbauer¹⁶¹ gibt einen kurzen Überblick über den technischen Fortschritt der Hüttenarbeit in der Frühen Neuzeit, in dem er zu dem Ergebnis kommt, dass es in der Metallurgie der Edelmetalle Silber und Gold zwischen 1500 und 1800 keine Fortschritte gab.¹⁶² Allgemein bekannt ist der große Fortschritt, den die Einführung des Saigerhüttenprozesses im Spätmittelalter für die Kupferverhüttung brachte. Seit Beginn des 16. Jahrhunderts wurde fast alles Kupfer entsilbert, hinzu kam das Spleißen des Kupfers, bei dem das Silber angereichert wurde. Die Entwicklung von Hohen Öfen, die Einführung von Flammöfen und Brillöfen mit zwei Stichherden sind Errungenschaften der Frühen Neuzeit. Weiterhin gab es Verbesserungen bei den Gebläsen und der Feuerung. Diese Neuerungen werden auch in der zeitgenössischen Literatur beschrieben. Hier ist im Detail noch viel zu klären. Die Konzentration auf einen Zweig des Montanwesens, die Verhüttungstechnologie, ist deshalb zwingend notwendig, weil die dafür erforderliche Detailuntersuchung der Druck- und Handschriften für alle Zweige des Berg- und Hüttenwesens zu umfangreich wäre. Diese ist aber dringend erforderlich, weil die Fortschritte in der Verhüttungstechnologie, wie die Untersuchung von Lothar Suhling¹⁶³ zeigt, sich überwiegend aus zahlreichen geringfügigen Verbesserungen ergaben, die in diesen Schriften fassbar werden.

1.4 Räumlich und zeitliche Eingrenzung des Untersuchungsgebietes

„Aus einer Reihe von Gründen – und im Gegensatz zu anderen wissenschaftlichen Disziplinen – haben die Bergbauwissenschaften ihre Wurzeln vor allem in Mitteleuropa“, stellt Günther Fettweis fest.¹⁶⁴ „Es ist übrigens kein Zufall, daß die ersten gedruckten montankundlichen Publikationen im deutschen Kulturraum entstanden. Wenn auch dieser Raum heute i. allg. zu den rohstoffarmen Regionen zählt, so war das nicht immer so. Jahrhundertlang nahmen der mitteleuropäische Erzbergbau und die

¹⁶¹ Franz Kirnbauer, Die Geschichte des Metallhüttenwesens, in: Friedrich Klemm (Hrsg.), Die Technik der Neuzeit. Bd. 2, Potsdam 1941, 44 – 63.

¹⁶² Franz Kirnbauer, 1941, 46, 49.

¹⁶³ Lothar Suhling, 1976.

¹⁶⁴ Günther Bernhard Fettweis, 2004, 68.

Erzverhüttung eine überregional herausragende Stellung ein.“¹⁶⁵ So beschreibt Lothar Suhling den Sachverhalt, dass die Entwicklung der montantechnischen Fachliteratur mit der Entwicklung der führenden Bergbaureviere korrespondierte.

Dass Mitteleuropa im Berg- und Hüttenwesen der Frühen Neuzeit führend war, ist in dem historischen Überblick ausführlich und ausreichend belegt worden. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, die in diesen Bergrevieren entstandenen montanwissenschaftlichen Schriften genauer zu analysieren, um gegebenenfalls hier dokumentierte Entwicklungen und Fortschritte aufzuzeigen.

Dass die Erforschung von Druckschriften in Mitteleuropa sich frühestens auf die Zeit seit Mitte des 15. Jahrhunderts beziehen kann, ist generell dadurch bedingt, dass diese Schriften erst mit der Erfindung des Buchdruckes¹⁶⁶ entstanden und mit der Einrichtung von Druckereien und Verlagshäusern weitere Verbreitung fanden. Die Verwendung der Drucktechnik an sich sagt jedoch nichts über die Auflagenzahl¹⁶⁷ bestimmter Schriften aus. Es gab auch weiterhin Werke, die wie das Schwazer Bergbuch mehrfach abgeschrieben wurden (10 bekannte Exemplare). Der „Hellpolierte Berg-Bau-Spiegel“ wurde zunächst mehrfach abgeschrieben, bevor er 50 Jahre nach seiner Abfassung und lang nach dem Tod des Autors in Druck ging. Andererseits erschienen Druckschriften auch in so kleiner Auflage, wie der „Bericht vom Rammelsberg“ des Lazarus Ercker, dass dieser bis heute nur durch zwei spätere Abschriften überliefert wurde, während nur eine gedruckte Ausgabe erhalten blieb. Dennoch ist nicht zu bestreiten, dass größere Auflagen letztlich nur durch Buchdruckereien hergestellt und verbreitet werden konnten.

Weitere Gründe des gewählten Zeitrahmens ergeben sich aus dem Forschungsgegenstand selbst. Mit den Arbeiten von Georgius Agricola „De re metallica. Libri XII“, erschienen 1556, und von Christoph Andreas Schlüter „Gründlicher Unterricht von Hütte-Werken“, erschienen 1738, bilden zwei überragende technische Werke einen Rahmen, der jedoch nicht nur im direkten Vergleich dieser Schriften die Entwicklung der Hüttentechnologie über fast 200 Jahre ermöglicht, sondern der durch die Berücksichtigung zwischenzeitlich erschienener Schriften auch Fortschritte im Detail deutlich werden lässt. In diesen Zeitraum, der die erste frühneuzeitliche Blütezeit des Berg- und Hüttenwesens im 15. Jahrhundert einschließt, fallen viele technische Fortschritte, die dann in der zweiten Blütezeit im 18. Jahrhundert weiterentwickelt werden konnten.

¹⁶⁵ Lothar Suhling, 'Philosophisches' in der frühneuzeitlichen Berg- und Hüttenkunde. Metallogenie und Transmutation aus der Sicht montanistischen Erfahrungswissens, in: Christoph Meinel (Hrsg.) Die Alchemie in der europäischen Kultur- und Wissenschaftsgeschichte (Vorträge gehalten anlässlich des 16. Wolfenbütteler Symposions vom 2. - 5. April 1984 in der Herzog-August-Bibliothek), Wiesbaden 1986, 293 – 313, hier 296.

¹⁶⁶ Ferdinand Geldner, Buchdruck, in: Lexikon des Mittelalters, Bd. II, 1983, 815 – 820, hier 816, demnach stammen die ersten sicher zu datierenden Druckerzeugnisse von Ende 1454.

¹⁶⁷ Ferdinand Geldner, 1983, 819, der Autor schreibt zur Auflagenhöhe, dass diese in der Frühzeit des Buchdrucks bei etwa 200 bis 300 Exemplare pro Druckwerk lag.

1.5 Methode und Vorgehensweise

Die montanwissenschaftlichen Druckschriften, ergänzt um einige wichtige Handschriften des 16. Jahrhunderts, sollen unter dem Aspekt des Hüttenwesens und der sich wandelnden Verhüttungsmethoden betrachtet werden. Die dafür in Frage kommenden Druck- und Handschriften werden im folgenden Kapitel kurz vorgestellt. Die grundlegenden montanwissenschaftlichen Schriften, die als Druckschriften auch weitere Verbreitung fanden, stehen im Zentrum dieser Arbeit. Daneben werden allerdings auch einige Handschriften berücksichtigt, die entweder als Zeugnis eines weitreichenden Technologietransfers von Bedeutung sind oder die sehr detaillierte Angaben enthalten, die in allgemeiner gehaltenen Druckwerken nicht zu finden sind. Ferner gibt es Werke, wie Predigtschriften oder Chroniken, die nicht mit dem Anspruch verfasst wurden, berg- und hüttentechnische Kenntnisse zu vermitteln, die genau diesen Zweck aber aus heutiger Sicht erfüllen. Methodisch geht es also um einen Vergleich montanwissenschaftlicher Schriften und ihrer Autoren über einen Zeitraum von etwa 250 Jahren. Untersucht und verglichen werden die Biographien der Autoren, der formale Aufbau der Druck- und Handschriften und der Inhalte dieser Werke. Um die montanwissenschaftlichen Werke inhaltlich analysieren und nachvollziehbar vergleichen zu können, werden die wesentlichen Passagen dokumentiert. Nur durch eine inhaltliche Zusammenfassung dieser Texte in der heutigen Sprache können die Schlussfolgerung zur hüttentechnischen Entwicklung in der Frühen Neuzeit plausibel und verständlich dargestellt werden.

Dabei stellt sich zunächst die Frage, wer überhaupt in der Lage war, ein montanwissenschaftliches Werk zu verfassen. Die Berg- und Hüttenleute waren praktisch arbeitende und hochqualifizierte Spezialisten. Es gab zunächst keine theoretische Ausbildung für diese Tätigkeiten. Deshalb ist es interessant, zu klären, welche Voraussetzungen erfüllt sein mussten, damit jemand eine solche Schrift verfasste. Eine biographische Untersuchung der Autoren könnte hierüber Aufschluss geben. Diese Fragestellung ist insofern von Bedeutung, als dass hier eventuell eine Entwicklung stattfand, indem zunehmend Hüttenfachleute selbst die entsprechenden Fachbücher verfassten und technisch interessierte Laien hier weniger in Erscheinung traten. Außerdem lässt sich so klären, wie kompetent die einzelnen Autoren waren, was bei der Bewertung ihrer Aussagen von Bedeutung ist. In diesem Zusammenhang stellt sich weiter die Frage, wie die einzelnen Autoren zu ihrer Kenntnis des Verhüttungswesens kamen, falls sie diese nicht als Berg- und Hüttenfachleute durch ihre Tätigkeit erwarben.

Zunächst wird im 3. Kapitel auf die Biographie des Autors eingegangen, vor allem um abschätzen zu können, inwieweit dieser selbst ein Fachmann war. Herkunft, Ausbildung und berufliche Tätigkeit spielen ebenso eine Rolle wie die Orte, in denen ein Autor längere Zeit wohnte oder arbeitete. Es ist aber auch wichtig zu berücksichtigen, welche Berg- und Hüttenwerke dem Autor persönlich bekannt waren und von welchen er nur durch Mittelsmänner berichten kann. Vor allem die Frage, wie der Autor sein Wissen erwarb, ist von zentraler Bedeutung. Zwei Faktoren waren hierfür grundlegend. Zum einen konnten durch berufliche Mobilität Kenntnisse erworben und transferiert werden. Zum anderen spielte das persönliche Netzwerk des Autors eine Rolle,

denn nur dadurch konnte er Kenntnisse über Technologien erlangen, die außerhalb seines eigenen Wirkungskreises lagen. Bildungsreisen konnten ebenfalls genutzt werden, um die Hüttenarbeit in anderen Bergrevieren kennenzulernen. Des Weiteren soll auch geklärt werden, ob Werke von Vorgängern zugänglich waren und genutzt werden konnten. Dieser Vergleich geht also über die reine quellenkritische Analyse hinaus, da im Ergebnis eine allgemeine Beschreibung der Verbreitung montanwissenschaftlichen Kenntnisse angestrebt wird. Schon bevor eine Ausbildung an Bergakademien und Universitäten diesen Wissenstransfer wesentlich vereinfachte, gab es eine Verbreitung des Fachwissens, deren Umfang hier analysiert werden soll. Außer in der Forschungsliteratur findet man auch in den Quellen selbst häufig biographische Hinweise des Autors. Die Reihenfolge der biographischen Darstellung ergibt sich aus den Lebensdaten der Autoren.

Bezüglich des formalen Aufbaus der berg- und hüttentechnischen Werke sind verschiedene Fragen zu klären. Für wen wurden diese Werke überhaupt geschrieben? Welche Quellen wurden von den Autoren genutzt? Welche Verbreitung fanden sie? Im 4. Kapitel werden die Schriften daraufhin untersucht, wann und wo sie erstmals erschienen sind, ob es Neuauflagen oder Übersetzungen in andere Sprachen gab. Es soll dargestellt werden, welche Quellen die Autoren herangezogen haben und ob sie diese überhaupt benannten. Andererseits ist die Rezeption der Schriften durch nachfolgende Autoren, also ihre Verwendung als Quelle von Bedeutung. Die Frage, für wen der Autor überhaupt sein Werk verfasst hat, soll ebenfalls soweit wie möglich geklärt werden. Auch hier enthalten meist die Werke selbst Informationen zu den benutzten Quellen und zu den Adressaten. Vor allem die Widmungsbriefe und Einleitungen sind hier sehr wichtig. Der Aufbau des jeweiligen Werkes spielt ebenfalls eine Rolle. Dabei soll sowohl die Form als auch die Gliederung untersucht werden. Von Interesse sind auch das zentrale Thema der Schrift, die behandelten Unterthemen und der Umfang der einzelnen Abschnitte oder Kapitel. Hieraus lässt sich wiederum ableiten, welchen Anteil das Hüttenwesen jeweils am Gesamtwerk hat. Die Werke werden in der Reihenfolge des Erscheinungsjahrs analysiert, da nur so die Abhängigkeit einer Schrift von älteren Darstellungen deutlich gemacht werden kann.

Inhaltlich steht die Frage, ob und in welchem Umfange sich der Wandel der Hüttentechnologie in der zeitgenössischen Fachliteratur niederschlug, im Mittelpunkt. Im 5. Kapitel erfolgt eine inhaltliche Analyse der Teile eines Gesamtwerkes, in denen unmittelbar die Verhüttungstechnologie behandelt wird. Einleitend werden grundsätzlich zwei Fragestellungen untersucht, nämlich die Haltung des Autors zur alchemistischen Wissenschaft und seine Kenntnisse über die Metallogenese. Diese Aspekte können, müssen aber nicht, Einfluss auf die berg- und hüttentechnische Arbeit gehabt haben. Im Weiteren geht es vor allem darum zu klären, welche Erzaufbereitungs- und Verhüttungsprozesse der Autor konkret darstellte. Die Wiedergabe der wesentlichen Passagen, diese Themen betreffend, soll in einen Vergleich münden, in dem technische und wissenschaftliche Fortschritte, die die Schriften abbilden, dargestellt werden. Um einen solchen Fortschritt sinnvoll nachzeichnen zu können, werden hier die Werke in der Reihenfolge ihres Erscheinens behandelt. Von Interesse ist dabei auch, ob der Autor nur seinen eigenen Wirkungsbereich berücksichtigte, oder ob er auch Kenntnisse von anderen Bergrevieren hatte und diese wiedergibt.

Für die Analyse der Biographien der Montanschriftsteller und für die formale Analyse ihrer Schriften wird vorrangig die aktuelle Forschungsliteratur genutzt, die in diesem Zusammenhang ausführlich dargestellt wird, bezüglich der einzelnen Autoren und Werke an Umfang und Aktualität jedoch sehr differiert. Gibt es zu einzelnen Bereichen sehr umfangreiche Forschungsergebnisse, so werden nur die maßgeblichen, d. h. die aktuellst und/oder umfangreichsten Biographien herangezogen. Ferner werden die in den Quellen selbst enthaltenen biographischen Angaben genutzt. In diesen Texten findet man meist auch Hinweise zur benutzten Literatur und zur Intention der Autoren, die für die formale Analyse von Bedeutung sind.

Um den Stand der Forschung möglichst genau zu erfassen, wurden zunächst die Literaturverzeichnisse der grundlegenden Monographien gesichtet. Ferner wurden Bibliothekskataloge über den Karlsruher Virtuellen Katalog (KVK) der UB Karlsruhe systematisch durchsucht. Die digitale Bibliothek der Sächsischen Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden (SLUB) wurde herangezogen, da sich hier ein Forschungsschwerpunkt zur Digitalisierung technischer Hand- und Druckschriften befindet. Für die Aufsatzliteratur wurden die Aufsatzdatenbanken des Gemeinsamen Bibliotheksverbundes der Länder Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein, Thüringen und der Stiftung Preußischer Kulturbesitz (GBV) und eine Spezialbibliographie zum Montanwesen¹⁶⁸ herangezogen. Die gewonnenen Ergebnisse werden im Literaturverzeichnis differenziert wiedergegeben. Die Literatur, die auch für die weitere Arbeit wesentlich war, steht im allgemeinen Literaturverzeichnis (Kap. 8.2.1). Literatur, die zur Ermittlung des Forschungsstandes gesichtet, aber nicht herangezogen wurde, ist im Literaturverzeichnis (Kap. 8.2.2) gesondert aufgeführt.

Die Forschungsliteratur bietet eine ausreichende Basis, um Autoren und Schriften vergleichend zu behandeln. Die Frage, ob technische Entwicklungen sich in der jeweils aktuellen Fachliteratur niederschlugen, und damit verbunden, wie schnell Neuerungen über die Fachliteratur weitervermittelt wurden, wird direkt aus den Quellen erarbeitet. Auch Fragen zum Technologietransfer, zu einer zunehmenden Verwissenschaftlichung und zu einer Protoindustrialisierung im montanwirtschaftlichen Sektor sollen nicht aus der wissenschafts- und wirtschaftsgeschichtlichen Fachliteratur dargestellt, sondern induktiv aus den Quellen hergeleitet werden.

Quellenkritisch betrachtet, muss selbstverständlich beachtet werden, dass die verschiedenen Druck- und Handschriften aus einer bestimmten Intention heraus entstanden. Vordergründig benennen dies die Autoren auch in ihren Widmungsbriefen und/oder Einleitungen. Dennoch ist davon auszugehen, dass zumindest die Fachleute unter den Autoren auch ihren eigenen beruflichen Erfolg im Blick hatten. Insofern wird man die Darstellung von Misserfolgen und Fehlentwicklungen relativ selten in diesen Werken erwarten können.

Ein Problem ist auch die geringe Anzahl der Quellen, denn letztlich konnten 16 Druck- und Handschriften zu diesem Themenkomplex herangezogen werden. Sie sind zudem von sehr unterschiedlicher Qualität, was die Fachkompetenz

¹⁶⁸ Vereinigung der Freunde von Kunst und Kultur im Bergbau e.V. (Hrsg.), Internationale Bibliographie Aufsatzliteratur zur Montangeschichte, Essen ab 1976; diese erschien zunächst in, später als Beilage zu „Der Anschnitt“.

der Autoren, den Umfang der Darstellung und die Vertiefung hüttentechnischer Themen angeht.

Die Quellen stehen zum großen Teil in digitalisierter Form zur Verfügung bzw. können in den entsprechenden Bibliotheken eingesehen werden. Auch neuzeitliche Faksimiledrucke sind oft vorhanden. Einige Quellen werden in deutsch- oder englischsprachigen Übersetzungen genutzt. Außerdem gibt es auch Übertragungen in die neudeutsche Sprache. Neben einer guten Lesbarkeit spricht für die Nutzung dieser Übersetzungen und Übertragungen vor allem der zusätzliche Informationsgehalt in Form von technischen Erläuterungen und Erklärungen. Außerdem findet man hier häufig auch Angaben zum Autor und zur Geschichte seines Werkes. Im 2. Kapitel wird im Einzelnen angegeben, welche Werke in welcher Form herangezogen werden.

2 Die Autoren und ihre Werke

2.1 Ermittlung und Auswahl der Quellen

Über die Druckschriften, die zwischen dem Beginn des 16. bis zum Anfang des 18. Jahrhunderts erschienen sind, wird im Folgenden ein kurzer Überblick gegeben. Die vorangegangenen Schriften des Spätmittelalters spielen insofern eine Rolle, als dass sie von einigen Autoren als Quelle benutzt wurden, die Druckschriften des 18. und frühen 19. Jahrhunderts sind für die Rezeptionsgeschichte von Bedeutung. Handschriften werden als Ergänzung herangezogen, soweit sie für die Entwicklung der Verhüttungstechnik von besonderer Bedeutung sind.

Zunächst wurden die berg- und hüttentechnischen Schriften gesichtet, wobei die Übersichtsdarstellung von Manfred Koch¹⁶⁹ eine gute Ausgangsbasis bot. Dieser hat für seine im Jahr 1963 vorgelegte Dissertation 501 Werke von der Antike bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts zusammengestellt. Um auch später entdeckte Schriften nicht zu übersehen, wurde die digitale Sammlung technischer Druck- und Handschriften der SLUB¹⁷⁰ herangezogen. Für die engere Eingrenzung war vor allem die Frage entscheidend, ob die Druck- und Handschriften zumindest in Teilen hüttentechnische Informationen enthalten. Teilweise ging dies schon aus den zur damaligen Zeit noch sehr umfangreichen Buchtiteln hervor, teilweise konnte erst eine Sichtung des Inhalts hierüber Aufschluss geben.

2.2 Schriften, die für eine nähere Untersuchung in Frage kommen

Es ist in Gänze eine Sichtung der einschlägigen Literatur erfolgt. Ausgewählt für eine nähere Untersuchung wurden dann die Werke, deren Titel und Einleitung vermuten ließen, dass sie Informationen zur Verhüttungstechnologie enthalten könnten. Im Folgenden werden die Autoren bzw. Werke vorgestellt, die für die Beantwortung der in der Einleitung genannten Fragestellungen in Betracht kommen. Aus den Fußnoten ist ersichtlich, in welcher Form diese Quellen zur Verfügung standen und herangezogen wurden.

Ulrich Rüleln von Calw (1465/69 – 1523)

- Eyn nutzlich bergbuchleyn. Eyn collation von Bergkgeschicken gehalten tzwyschen / daniele dem Bergkverstendigen und knappio seinen Bergkiungen In welcher ein anweysung gegeben wirt / welche Bergkwerck vor die anderen zubawen seyndt, anonym ohne Ortsangabe um1500.¹⁷¹

¹⁶⁹ Manfred Koch, 1963.

¹⁷⁰ Hier stehen in verschiedenen Kollektionen 1.495 Handschriften, 727 Titel aus den Beständen der Universitätsbibliothek Freiberg sowie 5.065 Titel zur Technikgeschichte digital zur Verfügung.

¹⁷¹ Verwendet wurden folgende Ausgaben: Wilhelm Pieper, Ulrich Rüleln von Calw und sein Bergbüchlein. Mit Urtext-Faksimile und Übertragung des Bergbüchleins von etwa 1500 und Faksimile der Pestschrift von 1521, Berlin 1955, Ulrich Rüleln von Calw, Eyn wolgeordnet und nützlich büchlin / wie man Bergwerck suchen un finden sol / von allerley Metall / mit seinen figuren / nach gelegenheyt deß gebirgs artlich angezeygt / Mit anhangenden Bercknamen / den anfangenden bergleuten vast dinstlich, Wormbs 1518 und Ulrich Rüleln von Calw, Ein nützlich

Unbekannter Verfasser

- Probirbüchlin / uff Golt / Silber / Kupfer / Blei / un(d) allerley ertz gemeynem nutz zu gut geordnet. Müntzmeystern / Gwardeine(n) / Goltschmidern / Goltschlahern / Müntzregirern / Bergkleutten / und Probierern / fast dinstlich und nützlich, anonym ohne Ortsangabe um 1518.¹⁷²

Diese beiden Werke bilden den Ausgangspunkt der gedruckten montanwissenschaftlichen Literatur. Sie ergänzen sich inhaltlich insofern, als dass das Bergbüchlein vom Bergbau und das Probierbüchlein vom Probierwesen als Grundlage des Hüttenwesens handelt.¹⁷³

Weitere bedeutende im 16. Jahrhundert entstandene montanwissenschaftliche Druck- und Handschriften sind:

Peder Månsson (vor 1462 – 1534)

- Bergmannskunst, ohne Ort und Datum (Handschrift entstanden zwischen 1508 und 1524 in Rom).¹⁷⁴
- Kunstbuch, ohne Ort und Datum (Handschrift entstanden zwischen 1508 und 1524 in Rom).¹⁷⁵

Diese beiden Handschriften sind insofern von Bedeutung, als dass sie wichtige Dokumente für den Technologietransfer in der Frühen Neuzeit darstellen.

Vannoccio Biringuccio (1480 – 1539)

- De La Pirotechnia. Libri X, Venedig 1540.¹⁷⁶

Dieses Werk eines italienischen Berg- und Hüttenfachmanns ist die erste Druckschrift, die das Montanwesen umfassend behandelt, und ein wichtiger Vorläufer für "De re metallica" von Georgius Agricola.

Bergbüchlin von allen Metallen / als Golt / Silber / Zcyn / Kupferertz / Eisenstein / Bleyertz und vom Quecksilber, Erfurd 1527.

¹⁷² Verwendet wurde folgende Ausgaben: Probierbüchlein / auff Gold / Silber / kupffer / und Bley / Auch allerley Metall wie man die zu nutz arbayten vn Probieren soll. Allen Müntzmaystern / Wardeyn / Goltwerckern / Berckleuten / vn kaufkleuten der Metall zu nutz mit grossem fleyß zusammen gebracht, Straßburg 1534 sowie die Ausgabe Augsburg 1546. Der Titel wurde zitiert nach Ernst Darmstaedter, 1926 a, 62 f.

¹⁷³ Ernst Darmstaedter, 1926 a, 28, bezeichnet das Probierbüchlein als Ergänzung des Bergbüchleins.

¹⁷⁴ Verwendet wurde folgende Übersetzung: Otto Johannsen, Peder Månssons Schriften über technische Chemie und Hüttenwesen. Eine Quelle zur Geschichte der Technik des Mittelalters, Berlin 1941 (= Schriftreihe der Arbeitsgemeinschaft für Technikgeschichte des VDI, Bd. 16), 190 – 242.

¹⁷⁵ Verwendet wurde folgende Übersetzung: Otto Johannsen, Peder Månssons Schriften über technische Chemie und Hüttenwesen. Eine Quelle zur Geschichte der Technik des Mittelalters, Berlin 1941 (= Schriftreihe der Arbeitsgemeinschaft für Technikgeschichte des VDI, Bd. 16), 84 – 138.

¹⁷⁶ Verwendet wurden folgende Übersetzungen: Otto Johannsen, Biringuccios Pirotechnia. Ein Lehrbuch der chemisch-metallurgischen Technologie und des Artilleriewesens aus dem 16. Jahrhundert, Braunschweig 1925, 9 – 531 und Cyril Stanley Smith, Martha Teach Gnudi, The pirotechnia of Vannoccio Biringuccio. The classic sixteenth-century treatise on metals and metallurgy. Translated from the Italian with an introduction and notes, New York 1959 (RP 1990), 11 – 446.

Das Schwazer Bergbuch (Anonyme Sammlung unterschiedlicher für den Bergbau wichtiger Texte)

- Schwazer Bergbuch (Handschrift).¹⁷⁷

Bekannt und erhalten sind 10 Exemplare:

- ein Entwurfsexemplar von 1554,
- vier Abschriften 1556 (darunter ein Prachtexemplar),
- vier weitere Abschriften im 16. Jh., eine Abschrift im 17. Jh.

Georgius Agricola (1494 – 1555)

- Bermannus sive de re metallica dialogus, Basel 1530.¹⁷⁸
- De re metallica libri XII, Basel 1556.¹⁷⁹

Lazarus Ercker von Schreckenfels (1530 – 1594)

- Vom Rammelsberge, und dessen Bergwerk, ein kurzer Bericht, Annaberg o. Freiberg 1565.¹⁸⁰
- Beschreibung allerfürnemisten Mineralischen Erztz unnd Bergwercksarten / wie dieselbigen / und eine jede in sonderheit / jrer natur und eigenschafft nach / auff alle Metaln Probirt / und im kleinen feuer sollen versucht werden / mit erklärung etlicher fürnemer nützlichen Schmeltzwerck / im grossen feuer / ..., Prag 1574.¹⁸¹

¹⁷⁷ Verwendet wurden: Erich Egg, Schwazer Bergbuch. Faksimile-Ausgabe im Originalformat der Handschrift Codex 10825 aus dem Besitz der Österreichischen Nationalbibliothek Wien, Essen – Graz 1988 und Heinrich Winkelmann, Schwazer Bergbuch (hrsg. von der Gewerkschaft Eisenhütte Westfalia, Wethmar, verantwortl. für die wiss. Bearb. H. Winkelmann), Bochum 1956.

¹⁷⁸ Verwendet wurde folgende Übersetzung: Hans Prescher (Hrsg.), Georgius Agricola – Ausgewählte Werke. Bermannus oder über den Bergbau. Ein Dialog, übers. u. bearb. v. Helmut Wilsdorf, Berlin 1955 (= Gedenkausgabe des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden, Bd. II).

¹⁷⁹ Verwendet wurden folgende Übersetzungen: Hans Prescher (Hrsg.), Georgius Agricola – Ausgewählte Werke. De Re Metallica Libri XII. Bergbau und Hüttenkunde, 12 Bücher, übers. u. bearb. v. Georg Fraustadt u. Hans Prescher, Berlin 1974 (= Gedenkausgabe des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden, Bd. VIII) und Agricola-Gesellschaft beim Deutschen Museum (Hrsg.), Georg Agricola. De Re Metallica Libri XII. Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen, Berlin 1928 (ND Wiesbaden 2003), ferner Georgius Agricola, Vom Bergkwerck XII Bücher darin alle Empter, Instrument, Gezeuge unnd alles zu disem Handel gehörig mitt schönen Figuren vordildet und klärlich beschriben seindt. Faks.-Druck der Ausg. Basel 1557, Weinheim 1985.

¹⁸⁰ Verwendet wurden: Lazarus Ercker, Vom Ramelsbergk und desselbigen Berckwergks / ein kurtzer Bericht, o.O. 1565, Lazarus Ercker, Vom Rammelsberge, und dessen Bergwerk, ein kurzer Bericht von 1565, in: Paul Reinhard Beierlein (Bearb.), Heinrich Winkelmann (Hrsg.), Lazarus Ercker, Drei Schriften, Bochum 1968, 237 – 261 und Henning Calvör, Historische Nachricht von dem Unter- und gesammten Ober-Harzischen Bergwerken überhaupt und verschiedener zu den letzten gehörigen, insonderheit Aufkunft, deren Auflaß und Wiederaufnehmen, Braunschweig 1765 (ND Hildesheim 1990), 195 – 214.

¹⁸¹ Verwendet wurden: Lazarus Ercker von Schreckenfels, Beschreibung allerfürnemisten Mineralischen Erztz und Bergwercksarten, Franckfurt am Mayn 1629, und Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, Lazarus Ercker. Beschreibung der Allervornehmsten Mineralischen Erze und Bergwercksarten vom Jahre 1580, Berlin 1960 (= Freiburger Forschungshefte, Kultur und Technik, D34).

Speculum Metallorum

- Speculum Metallorum, Handschrift, datiert 1575, Christof Hofer Zusammenstellung montanistischer Schriften des 16. Jh. darunter Hans Stöckl, Schmelzbuch, um 1550.¹⁸²

Außer diesen montanwissenschaftlichen Schriften entstanden im 16. Jahrhundert zwei Schriften, bei denen das Montanwesen nicht im Mittelpunkt stand. Dennoch enthalten sie Informationen, die die hüttentechnische Entwicklung dokumentieren. Johannes Mathesius gibt einen Einblick in die Verhältnisse in St. Joachimsthal, während Hardanus Hake den Goslarer und den Oberharzer Hüttenprozess detailliert darstellt.

Johann Mathesius (1504 – 1565)

- Sarepta oder Bergpostill. Sampt der Joachimßthalischen kurtzen Chroniken, Nürnberg 1562.¹⁸³

Hardanus Hake (um 1540 – 1610)

- Chronikon der Bergwercke zu Goslar, Zellerfeld, Grunde, Wildeman, Lautendahl Geschriebenen durch H. Hardanum Haken, weiland Pastorem zu Wildeman, Handschrift um 1583.¹⁸⁴

Nach der großen Anzahl der Schriften, die im Verzuge der ersten frühneuzeitlichen Blüte des Montanwesens entstanden, sind aus dem 17. Jahrhundert nur drei wichtige Druckwerke zu nennen:

Georg Engelhardt Löhneyß (1552 – 1623)

- Bericht vom Bergwerck, wie man dieselben bawen und in guten wolstand bringen sol, sampt allen dazu gehörigen arbeiten, ordnung und Rechtlichen processen ..., Zellerfeld 1617.¹⁸⁵

¹⁸² Verwendet wurden: Speculum Metallorum, Darinnen aller Grundt begriffen, was Bergwerckh, Gäng, Gebürg, Würckhungen, Einflüß, Stratificatio & Cor terrae Generatio sey, Durch M. Martinum Stützen im Sanct Georgen Thal angefangen Trinitatis 1575, und ergänzend Franz Kirnbauer (Hrsg.), Speculum metallorum 1575, Wien 1961 (= Leobener Grüne Hefte, H. 50) sowie zum Schmelzbuch des Hans Stöckl die entsprechenden Abschnitte von Lothar Suhling, 1976, 131 – 141, der die in Innsbruck befindliche Handschrift als Quelle genutzt hat.

¹⁸³ Verwendet wurden: František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), Johann Mathesius, Sarepta oder Bergpostill sampt der Jochimsthalischen kurtzen Chronicken, Nürnberg 1564 (ND Prag 1975 in 2 Bänden), Johann Mathesius, Sarepta oder Bergpostill. Sampt der Jochimßthalischen kurtzen Chroniken, Nürnberg 1562 und Johannes Mathesius, Sarepta. Darinnen von allerley Metallen was ihre Eigenschafft und Natur und wie sie zu Nutz und gut gemacht guter Bericht gegeben ... sampt dem Chroniko der Freyen Bergstadt S. Joachimsthal, ND Freyberg 1679.

¹⁸⁴ Verwendet wurde: Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), Die Bergchronik des Hardanus Hake, Pastors zu Wildemann. Mit einem Glossar der technischen und veralteten Ausdrücke und einem Index v. Heinrich Denker, Wernigerode 1911 (= Forschungen zur Geschichte des Harzgebietes, Bd. II).

¹⁸⁵ Verwendet wurde: Georg Engelhard von Löhneyß, Bericht vom Bergwerck. Wie man dieselben bawen vnd in guten wolstande bringen sol, sampt allen dazu gehörigen arbeiten, ordnung und Rechtlichen processen, o.O. 1650, für diese online-Ausgabe der SLUB ist kein Verlags- oder Druckort angegeben; die Ausgabe Georg Engelhard von Löhneyß, Bericht Vom Bergkwerck. Wie man dieselben Bawen vnd in guten Wolstandt bringen soll sampt allen darzu gehörigen Arbeiten Ordnung vnd rechtlichen Proceß, Zellerfeldt 1617, ist zur Zeit in der Gottfried Wilhelm Leibniz Bibliothek nicht auffindbar. (Für die Quellenangaben ist darauf hinzuweisen, dass in dem benutzten Exemplar die Seitenzählung fehlerhaft ist. Auf Seite 74

Balthasar Rösler (1605 – 1673)

- Speculum metallurgiae politissimum. Oder: Hell-polierter Berg-Bau-Spiegel / Darinnen sich befinden: Wie man Bergwerck suchen / ausschürffen / mit Nutzen bauen / allenthalben wohl anstellen / befördern / dabey alles Gestein und Ertze gewinnen / fördern / rösten / schmelzen und zu gut machen / dann auch was darbey zu thun und zu lassen / hierüber ein jedweder / so dem Bergwerck zugethan ist / wissen und verstehen soll. ... Dresden 1700.¹⁸⁶

Christian Berward (1642 – 1692)

- Interpres Phraseologiae Metallurgicae. Oder Erklärung der fürnehmsten Terminorum und Redarten / welche bey den Bergleuten / Puchern / Schmelzern / Probirern und Müntzmeistern / ec. In Benennung ihre Profession ... gebräuchlich sind, Franckfurt am Mayn 1673.¹⁸⁷

Ein herausragendes Werk, das erstmals ausschließlich die Verhüttungsprozesse thematisiert, entstand schließlich im frühen 18. Jahrhundert.

Christoph Andreas Schlüter (1668 – 1743)

- Gründlicher Unterricht von Hütte-Werken / Worin gezeigt wird, Wie man Hütten-Werke, auch alle dazu gehörige Gebäude und Oefen aus dem Fundament recht anlegen solle, auch wie sie am Hartz und andern Orten angeleget sind. Und wie darauf die Arbeit bey Gold- Silber- Kupfer- und Bley-Ertzen, auch Schwefel-, Vitriol- und Aschen-Werken geführet werden müsse. Nebst einem vollständigen Probier-Buch / darin enthalten wie allerley Ertze auf alle Metalle zu probieren, Braunschweig 1738.¹⁸⁸

Weitere Druckschriften des 18. Jahrhunderts mit hüttentechnischem Schwerpunkt wurden herangezogen, um festzustellen, wie lange und in welchem Umfang die vorangegangenen Werke rezipiert wurden. Hierzu gehören:

folgt Seite 71, dann Seite 76 und nochmals Seite 76. Bei den Seiten 76 bis 80 sind dann die Rückseiten nicht mitgezählt, es folgen Seite 81 und 82, bei Seite 83 und 84 sind die Rückseiten wiederum nicht nummeriert. Ab Seite 85 setzt die normale Seitenzählung wieder ein.)

¹⁸⁶ Verwendet wurden: Balthasar Rösler, Speculum metallurgiae politissimum oder hell-polierter Berg-Bau-Spiegel, Dresden 1700 und ein Faksimiledruck dieser Ausgabe Balthasar Rösler, Speculum metallurgiae politissimum oder hell-polierter Berg-Bau-Spiegel. Faksimiledruck der Ausgabe Dresden 1700, Leipzig 1980 (Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie). Gleichzeitig erschien das Werk im Verlag Glückauf in Essen und bei Schaefer in Hannover.

¹⁸⁷ Verwendet wurde: Leopold Auburger (Hrsg.), Christianus Berwardus, Interpres Phraseologiae Metallurgicae, Franckfurt am Mayn 1673. Abraham von Schönberg, Ausführliche Berg-Information, Zwickau 1693, ND Essen 1987.

¹⁸⁸ Verwendet wurde: Christoph Andreas Schlüter, Gründlicher Unterricht Von Hütte-Werken / Worin gezeigt wird, Wie man Hütten-Werke, auch alle dazu gehörige Gebäude und Oefen aus dem Fundament recht anlegen solle, auch wie sie am Hartz und andern Orten angeleget sind. Und wie darauf die Arbeit bey Gold- Silber- Kupfer- und Bley-Ertzen, auch Schwefel- Vitriol- und Aschen-Werken geführet werden müsse. Nebst einem vollständigen Probier-Buch / darin enthalten wie allerley Ertze auf alle Metalle zu probieren / ... Mit verschiedenen ... Kupfern auch nöthigen Registern, herausgegeben von Christoph Andreas Schlüter / Königl. Groß-Britannischen, auch Chur- und Fürstl. Braunschweig-Lüneburgischen Zehender am Unter-Hartz, Braunschweig 1738.

Johann Gottfried Jugel (1707 – 1786)

- Höchstnützlichtes Berg- und Schmelz-Buch, Berlin 1743.¹⁸⁹
- Mineralischer Hauptschlüssel, Das ist: Sonderbare Entdeckung aller seiner geheimen Röst- und Schmelz-Arbeiten, ... nebst Anzeigung, wie die Erze in kleinem Feuer zu probiren seyn, Zittau – Leipzig 1753.¹⁹⁰

Christian Böse (1674 – 1760)

- Generale Haushalts-Principia von Berg-, Hütten-, Saltz- und Forstwesen, inspecie vom Hartz, Leipzig – Franckfurt, 1753.¹⁹¹

Rudolph Leopold Honemann (– 1773)

- Die Alterthümer des Harzes. Aus Zeugnissen berühmter Schriftsteller, größtenteils aber aus ungedruckten Urkunden zusammengetragen, 4 Teile, Clausthal 1754/55.¹⁹²

Henning Calvör (1686 – 1766)

- Historisch-chronologische Nachricht und theoretischen und practische Beschreibung des Maschinenwesens, und der Hülfsmittel bey dem Bergbaue auf dem Oberharz, Braunschweig 1763.¹⁹³
- Historische Nachricht von dem Unter- und gesammten Ober-Harzischen Bergwerken überhaupt und verschiedener zu den letzten gehörigen, insonderheit Aufkunft, deren Auflaß und Wiederaufnehmen, Braunschweig 1765.¹⁹⁴

Franz Ludwig Cancrinus (1738 – 1816)

- Beschreibung der vorzüglichsten Bergwerke in Hessen, in dem Waldekkischen, an dem Haarz, in dem Mansfeldischen, in Chursachsen und in dem Saalfeldischen, Leipzig 1767.¹⁹⁵
- Erste Gründe der Berg- und Salzwerkskunde. 4 Teile, Frankfurt a. M. 1773.¹⁹⁶

¹⁸⁹ Verwendet wurde: Johann Gottfried Jugel, Höchstnützlichtes Berg- und Schmelz-Buch, Berlin 1743.

¹⁹⁰ Verwendet wurde: Johann Gottfried Jugel, Mineralischer Hauptschlüssel, Das ist: Sonderbare Entdeckung aller seiner geheimen Röst- und Schmelz-Arbeiten, ... nebst Anzeigung, wie die Erze in kleinem Feuer zu probiren seyn, Zittau – Leipzig 1753.

¹⁹¹ Verwendet wurde: Christian Böse, Generale Haushalts-Principia von Berg-, Hütten-, Saltz- und Forstwesen, inspecie vom Hartz, Leipzig – Franckfurt, 1753.

¹⁹² Verwendet wurde: Rudolph Leopold Honemann, Die Alterthümer des Harzes. Aus Zeugnissen bewährter Schriftsteller größtenteils aber aus ungedruckten Urkunden zusammengetragen, Clausthal 1754-1755.

¹⁹³ Verwendet wurde: Henning Calvör, Historisch-chronologische Nachricht und theoretischen und practische Beschreibung des Maschinenwesens, und der Hülfsmittel bey dem Bergbaue auf dem Oberharz, Braunschweig 1763.

¹⁹⁴ Verwendet wurde: Henning Calvör, Historische Nachricht von den Unter- und gesammten Ober-Harzischen Bergwerken, Braunschweig 1765 (ND 1990) (= Documenta Technica, Reihe 1, Darstellungen zur Technikgeschichte).

¹⁹⁵ Verwendet wurde: Franz Ludwig von Cancrinus, Beschreibung der vorzüglichsten Bergwerke in Hessen, in dem Waldekkischen, an dem Haarz, in dem Mansfeldischen, in Chursachsen und in dem Saalfeldischen, Frankfurt an dem Main 1767.

Christoph Traugott Delius (1728 – 1779)

- Anleitung zu der Bergbaukunst nach ihrer Theorie und Ausführung, Wien 1773.¹⁹⁷

Friedrich Wilhelm Heinrich von Trebra (1740 – 1819)

- Bergbaukunde, 2 Bände, Leipzig 1789/90 (zusammen mit Ignaz von Born).¹⁹⁸
Es handelt sich um eine Aufsatzsammlung, die die Autoren im Rahmen der neu gegründeten Societät der Bergbaukunde herausgaben.

Wilhelm August Lampadius (1772 – 1842)

- Handbuch der allgemeinen Hüttenkunde, in theoretischer und praktischer Hinsicht. 2 Bände in 5 Teilen, Göttingen 1801–1810. 2. Aufl. 1817 u. 1818. – 2 Supplementbände 1818–1826.¹⁹⁹

2.3 Schriften, die für eine nähere Untersuchung nicht in Frage kommen

Einige Schriften, die auf Mitteilungen zur Verhüttungstechnik überprüft wurden, enthielten keine oder nur wenige dementsprechenden Angaben, so dass sie in der weiteren Untersuchung nicht berücksichtigt wurden. Hierzu gehören:

Sebastian Münster (1488 – 1552)

- Cosmographia, Beschreibung aller Lender Durch Sebastianum Munsterum. In welcher begriffen, Aller völker, Herrschafften, Stetten, u. namhafter flecken, herkommen: Sitten, gebreüch, ordnung, glauben, secten, u. hantierung, durch d. gantze welt, u. fürnehmlich Teütscher nation ..., Basel 1544.²⁰⁰

Dieses Universalwerk erschien gleichzeitig in deutscher und lateinischer Sprache. Es fand weite Verbreitung und wurde in einem Zeitraum von 106 Jahren 49mal aufgelegt. Die Ausgabe von 1550 überarbeitete und erweiterte Sebastian Münster noch persönlich.²⁰¹ Das erste Buch enthält einen längeren Abschnitt zum Bergbau, in dem zunächst die einzelnen Metalle, ihre Vorkommen, Eigenschaften und Verwendung genannt werden. Bergbau, Erzaufbereitung und Verhüttung werden jeweils jedoch nur kurz erwähnt. In den später folgenden Anmerkungen zum Bergbau einzelner Länder geht es stets um die vorkommenden Metalle, nicht jedoch um Details ihrer Gewinnung.

¹⁹⁶ Verwendet wurde: Franz Ludwig von Cancrinus, Erste Gründe der Berg- und Salzwerkskunde. 4 Teile, Frankfurt a. M. 1773.

¹⁹⁷ Verwendet wurde: Christoph Traugott Delius, Anleitung zu der Bergbaukunst nach ihrer Theorie und Ausführung, Wien 1773.

¹⁹⁸ Verwendet wurde: Ignaz von Born & Friedrich Wilhelm Heinrich von Trebra, Bergbaukunde, 1. und 2. Band, Leipzig 1789 / 1790.

¹⁹⁹ Verwendet wurde: Wilhelm August Lampadius, Handbuch der allgemeinen Hüttenkunde, in theoretischer und praktischer Hinsicht. 2 Bände in 5 Teilen, Göttingen 1801–1810. 2. Aufl. 1817 u. 1818. – 2 Supplementbände 1818–1826.

²⁰⁰ Verwendet wurde: Sebastian Münster, Cosmographia, Das ist: Beschreibung der gantzen Welt, Darinnen Aller Monarchien Keyserthumben, Koenigreichen, Fuerstenthumben, Graff- und Herrschafften, Laenderen, Staetten vnd Gemeinden ... / durch ... Sebastianvm Mvnstervm an den Tag gegeben, Basel 1628 (ND 1978).

²⁰¹ Manfred Koch, 1963, 38 f.

Interessant ist lediglich die Darstellung einer Schmelzhütte, zu der es jedoch keine weiteren Erläuterungen gibt.

Georgius Agricola (1494 – 1555)

- De veteribus et novis metallis libri II, Basel 1546²⁰²

Diese Schrift erschien als Teil des geo- oder erdwissenschaftlichen Sammelwerkes erstmals 1546 bei Froben in Basel. Auch die Neuauflage 1558 besorgte Hieronymus Froben. 1612 erschien eine Ausgabe in Wittenberg und 1657 wurde das erdwissenschaftliche Sammelwerk zusammen mit „De re metallica. Libri XII“ durch Emanuel König in Basel gedruckt.²⁰³ Eine Ausgabe in italienischer Sprache erschien 1550 in Venedig. Die erste deutsche Übersetzung erschien 1806 – 12 in vier Bänden in Freiberg. 1931 erfolgte eine polnische Übersetzung, die in Kattowitz erschien. Die zweite deutsche Übersetzung des erdwissenschaftlichen Sammelwerks erfolgte dann in den Bänden III, IV und VI in der AGA 1956 – 1961.²⁰⁴

„De veteribus et novis metallis“ ist das kürzeste erhaltene Werk Georgius Agricolae. Es „behandelt die Erzvorkommen und die Geschichte der Bergwerke, die von der bloßen Aufzählung der Lagerstätten über ihre meist sagenhafte Entdeckung bis zu ihrer wirtschaftlichen Bedeutung reicht.“²⁰⁵ Im ersten Buch geht Georgius Agricola zunächst sehr ausführlich auf den antiken Bergbau ein, wobei er alle ihm bekannten antiken Schriftsteller heranzieht. Der zeitgenössische Bergbau, bei dem die bedeutendsten Lagerstätten in den deutschen Ländern lagen, wird dann dargestellt. Georgius Agricola erwähnt auch die Bergwerke der kürzlich entdeckten „Neuen Welt“. Dann wird die Entdeckung und Entwicklung des Erzbergbaus in diesen Ländern beschrieben.²⁰⁶ Das zweite Buch ist nach den Metallen gegliedert und beschreibt die wichtigsten Bergbaugebiete in Europa, Asien und Afrika.²⁰⁷ Zur Verarbeitung der gewonnenen Erze macht Georgius Agricola in dieser Schrift keine Angaben.

²⁰² Verwendet wurde folgende Übersetzung: Hans Prescher (Hrsg.), Georgius Agricola – Ausgewählte Werke. Vermischte Schriften I, übers. u. bearb. v. Georg Fraustadt et al., Berlin 1961 (= Gedenkausgabe des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden, Bd. VI), die Bergwerksgeschichte ist in dieser Sammlung enthalten.

²⁰³ Ulrich Horst, 1971 (AGA X), 684 – 686 gibt der Autor eine Übersicht über, Erstausgabe, Neuauflagen und Übersetzungen, im Anschluss (686 – 725) werden die einzelnen Ausgaben ausführlich behandelt; Helmut Wilsdorf, Übersicht über die Werke des Georgius Agricola, in: Georg Sprackler, Rolf Wendler (Hrsg.), Georgius Agricola 1494 – 1555 zu seinem 400. Todestag, Berlin 1955, 358 – 370, hier 362 – 367. Das geowissenschaftliche Sammelwerk enthält fünf Einzelschriften: „De ortu et causis subterraneorum. Libri V“, „De natura eorum quae effluunt ex terra. Libri IV“, „De natura fossilium. Libri X“, „De veteribus et novis metallis. Libri II“ und den Wiederabdruck von „Bermannus sive de re metallica Dialogus“.

²⁰⁴ Ulrich Horst, 1971 (AGA X), 686; Helmut Wilsdorf, 1955 b, 363 – 367.

²⁰⁵ Ulrich Horst, 1971 (AGA X), 685.

²⁰⁶ Georg Fraustadt, 1961 (AGA VI), 74 – 89.

²⁰⁷ Georg Fraustadt, 1961 (AGA VI), 90 – 104; Friedrich Naumann, Georgius Agricola. Bergelehrter, Naturforscher, Humanist, Erfurt 2007, 84.

Lazarus Ercker von Schreckenfels (1530 – 1594)

- Das kleine Probierebuch, Handschrift 1556.²⁰⁸

Das „**Kleine Probierebuch**“ trägt eigentlich gar keinen Titel. Es ist eine Handschrift, die mit der Zueignung an August, Herzog zu Sachsen, beginnt, für den Lazarus Ercker sie verfasste. Es hat etwa Quartformat (17,5 cm x 23,5 cm) und umfasst beschriebene 125 Blätter. Da es für den privaten Gebrauch des Herzogs geschrieben wurde, kam es nie zum Druck und liegt heute in der Sächsischen Landesbibliothek in Dresden.²⁰⁹ Das Werk war bis 1955 nahezu unbekannt und wurde 1968 von Paul Reinhard Beierlein in neudeutsche Sprache übertragen und zusammen mit einem Faksimile herausgegeben.²¹⁰

Das Buch, dessen Inhalt sich an den Vorlieben Herzog Augusts orientiert, kann in drei Abschnitte unterteilt werden. Dem umfangreichen Index folgen die Seiten 1 bis 50^b, die als „eigentliches Probierebuch“ bezeichnet werden können. Die Seiten 51^a bis 90^b enthalten das „Münzbuch“. Der letzte Teil, die Seiten 91^a bis 110^b, besteht aus verschiedensten Rezepten.²¹¹ Quellen gab Lazarus Ercker nicht an, er legte hier nur seine eigenen Erkenntnisse dar.

Für die weitere Analyse wäre wiederum nur das Probierewesen interessant. Da Lazarus Ercker hierauf in seinem „Großen Probierebuch“ ausführlich eingeht und sein „Kleines Probierebuch“ als Handschrift auch keine weitere Rezeption erfuhr, soll nur kurz der Inhalt dieser Schrift skizziert werden.

In seinem „Kleinen Probierebuch“ beginnt Lazarus Ercker ganz folgerichtig mit der notwendigen Ausstattung einer Probiereube. Er beschreibt den Bau eines Probiereofens und gibt auch eine Zeichnung dazu. Es folgt die Herstellung der Kapellen, verschiedener Flussmittel und eine Übersicht über die gebräuchlichen Gewichte. Dass das Probieren die notwendige Voraussetzung für eine erfolgreiche Verhüttung war, stellt Lazarus Ercker klar. „Aber niemand kann es [das Erz] genau dem Augenschein nach bestimmen. Deshalb ist das Probieren erfunden worden, in dem ein jedes Erz nach seinem Gehalt an Metall festgestellt wird.“²¹² Zahlreiche Anweisungen behandeln das Probieren von verschiedenen Erzen auf Silber. Dies festzustellen, war angesichts des sächsischen Silbererzbergbaus von großer Bedeutung. Auch verschiedene Probiereverfahren auf Gold werden dargestellt. Das Probieren verschiedener Zwischenprodukte der Verhüttung, wie z. B. Schwarzkupfer, Garkupfer, Werk (Schwarzblei), Blick- und Brandsilber war wichtig. Ein längerer Abschnitt enthält dann Rezepte zur Gold-Silber-Scheidung, zur Herstellung von Scheidewasser und zum Zementieren, also Feinen, von Gold, Themen, an denen Herzog

²⁰⁸ Verwendet wurde: Lazarus Ercker, Das Kleine Probierebuch von 1556, in: Paul Reinhard Beierlein (Bearb.), Heinrich Winkelmann (Hrsg.), Lazarus Ercker, Drei Schriften, Bochum ND 1968, 33 – 144, Abdruck des Faksimiles 147 – 214.

²⁰⁹ Paul Reinhard Beierlein, 1955, 14 – 16, 56 – 68 gibt der Autor bereits eine Übersicht über Geschichte und Inhalt dieses Werkes; Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 6, 9 – 29 ist eine Einführung, die das Leben Lazarus Erckers in Dresden, die Entstehung des „Kleinen Probierebuches“ und wiederum eine Inhaltsübersicht enthält; das Manuskript befindet sich in der SLUB unter der Signatur Msc. J 343.

²¹⁰ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 6, während im Original die Überschriften nur in einem Index verzeichnet sind, hat Paul Reinhard Beierlein die Überschriften in seinen Text eingefügt.

²¹¹ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 16.

²¹² Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 40.

August ein besonderes Interesse hatte.²¹³ Relativ umfangreich sind die Ausführungen zum Münzwesen.²¹⁴ Interessant ist auch ein Abschnitt über den „Gebrauch des neuen Seigerns“. Grundlage für den Erfolg dieses Verfahrens war es, den Silbergehalt von Kupfer, Garkupfer, Kupferstein und Blei genau zu ermitteln. Danach wurde die Beschickung für den Schmelzprozess berechnet, wofür Lazarus Ercker dann ein Rechenexempel gibt.²¹⁵ Für das Hüttenwesen sind diese Probierrrezepte insofern interessant, weil in ihnen einige Aspekte des Schmelzprozesses beschrieben werden, wie er auch großtechnisch in der Schmelzhütte ausgeführt wurde. Man kann hier Hinweise auf Zuschläge, Beschickungen und z. T. auch auf die Prozessführung finden. Keine Aussagen gibt es zum Bau und zur Technik der Hütten und der Öfen. Da eine wesentlich systematischere und umfangreichere Darstellung im „Großen Probierrbuch“ erfolgt, kann auf eine Analyse der verschiedenen Probierrrezepte des „Kleinen Probierrbuches“ verzichtet werden.

- Das Münzbuch, Handschrift 1563.²¹⁶

Die zweite Schrift Lazarus Erckers ist sein „**Münzbuch**“. Auch diese Handschrift entstand für einen Fürsten, nämlich für Herzog Julius von Braunschweig-Wolfenbüttel, der den Bergbau sehr förderte. Es entstand in Goslar und wurde am 18. April 1563 dem Herzog überreicht. Das Buch hat ein Format von 29,5 x 21 cm und umfasst 343 beschriebene Blätter. Auch dieses Werk war für den persönlichen Gebrauch des am Bergbau sehr interessierten Herzogs gedacht. Das heute in der Herzog August Bibliothek Wolfenbüttel vorhandene Exemplar wurde von einem Schreiber, nicht von Lazarus Ercker persönlich, geschrieben. Der Zeichner der Bilder ist unbekannt. Der Einband wurde erneuert und stammt aus dem 17. Jahrhundert.²¹⁷ Diese Schrift, die nach Paul Reinhard Beierlein sehr systematisch aufgebaut und vollständig ist, wurde wie das „kleine Probierrbuch“ von ihm 1968 allerdings nur teilweise veröffentlicht.²¹⁸

Das Münzbuch enthält auch einen Abschnitt mit Probiervorschriften, die bereits im „kleinen Probierrbuch“ enthalten sind.²¹⁹ Dies ist dadurch bedingt, dass es sich bei diesen Handschriften um für unterschiedliche Personen angefertigte Unikate handelt. Die Schrift wird mit der Widmung an Herzog Julius eingeleitet. Es folgt eine Beschreibung der Münze und der darin beschäftigten Amtspersonen, ihrer Aufgaben und ihrer Entlohnung. Dann unterbreitet Lazarus Ercker den Entwurf einer Münzordnung. Anschließend wird die technische Einrichtung der Münze beschrieben. Nach dem Probierrbuch kommen Proben

²¹³ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 34 – 68, 10.

²¹⁴ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 69 – 102.

²¹⁵ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 139 – 141; vgl. hierzu die Erläuterungen in Lothar Suhling, 1976, 87 f.

²¹⁶ Verwendet wurde: Lazarus Ercker, Das Münzbuch von 1563, in: Paul Reinhard Beierlein (Bearb.), Heinrich Winkelmann (Hrsg.), 1968, 283 – 325.

²¹⁷ Paul Reinhard Beierlein, 1955, 20, Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 269 f. In der Herzog August Bibliothek ist die Handschrift unter der Signatur Cod. Guelf. 76.4 Aug. 2° verzeichnet; Paul Reinhard Beierlein, 1955, hier bezeichnet der Autor dieses Werk als Druck, den er jedoch nicht auffinden konnte.

²¹⁸ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 273, 283 – 325.

²¹⁹ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 278, aus diesem Grund hat der Autor auf einen Abdruck dieses Teils des Münzbuches sowie auch zahlreicher als Rechenhilfe dienender Tabellen verzichtet.

für Gold und verschiedene Goldmünzen, ein Kapitel über die Gold-Silber-Scheidung und die Darstellung der „Regula alligationis“ mit der man berechnete, wie Münzen mit bestimmten Feingehalten hergestellt werden konnten. Der letzte Teil bestand aus verschiedenen Tafeln, die den Münzmeistern bei ihren Rechnungen helfen sollten.²²⁰ Quellenangaben sucht man auch hier vergebens. Für die Hüttentechnik enthält dieses Buch keine Anweisungen.

Erasmus Ebner (1511 – 1577)

- Unterschiedliche Vorzeignus aller Bergart, Metall und anderer Nutzung, so am Hartz und sonderlich am Ramesberg befunden werden, 1572.²²¹

Diese Schrift eines ausgewiesenen Fachmannes – Erasmus Ebner war Hofrat und Hüttenmeister im Fürstentum Braunschweig-Wolfenbüttel – enthält leider kaum technische Angaben. Es handelt sich um eine Aufzählung aller bergmännisch gewinnbaren Rohstoffe im Herzogtum und, soweit bekannt, auch ihrer Nutzung. Über Verfahren zur hüttentechnischen Aufbereitung erfährt man so gut wie nichts.

Dabei kann Erasmus Ebner für sich das Verdienst in Anspruch nehmen, ein Verfahren zur Messingherstellung aus Kupfer und zinkhaltigen Ofenbrüchen (sog. Galmei) am Harz entwickelt zu haben. In der Messinghütte in Bündheim wurde dieses Verfahren erstmals industriell angewendet.

Albertus Cuppius (evtl. 1580 – 1650)

- Zellerfelder Chronik, Handschrift um 1629.²²²

Diese Chronik enthält eine ausführliche Schilderung beginnend im Jahre 1604, als Albertus Cuppius die Pfarrstelle in Zellerfeld übernahm, bis zum Jahr 1629. Vor allem der Einfall Tillys in den Oberharz nimmt einen großen Raum ein.

Man findet daneben jedoch auch Angaben zu den verschiedenen Bergbeamten und ihrem Wirken, was vor allem Rückschlüsse auf die damalige Administration zulässt. Außerdem gibt Albertus Cuppius auch einen historischen Rückblick über den Beginn des Bergbaus auf dem Oberharz. Technische Angaben zu Bergbau und Hüttenwesen sucht man jedoch vergebens.

Thomas Schreiber (vermutl. 1620 – 1700)

- Kurtzer Historischer Bericht von Auffkunft und Anfang der Fürstlichen Braunschweig-Lüneburgischen Bergwerke an und auff dem Hartz. Deroselben unterschiedlichen Fällen und Auffassung und letzte WiederAuffnahme, Goßlar 1672.²²³

²²⁰ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 283 – 325.

²²¹ Verwendet wurde: Christian Erdwin Philipp Holzmann, Hercynisches Archiv oder Beiträge zur Kunde des Harzes und seiner Nachbarländer, Einziger Band, Erstes bis viertes Stück, Halle 1805, Drittes Stück, Aufsatz IV, 494 – 506, hier wurde der Bericht vollständig wiedergegeben und mit Anmerkungen versehen.

²²² Verwendet wurde: Otto von Heinemann, Die Zellerfelder Chronik des Magisters Albert Cuppius, in: Zeitschrift des Harz-Vereins für Geschichte und Altertumskunde, 28. Jg., 1895, 253 – 360, dabei handelt es sich um einen Nachdruck der kompletten Chronik.

²²³ Verwendet wurde: Thomae Schreibers Kurtzer Historischer Bericht von Auffkunft und Anfang der Fürstlichen Braunschweig-Lüneburgischen Bergwerke an und auf dem Hartz. Deroselben

Dieser Bericht eines in Clausthal ansässigen Notars (Lizentiat), der Sohn eines Stadtrichters und Silberbrenners daselbst war, hat vor allem – wie der Titel schon sagt – historischen Charakter.²²⁴ Die mit der politischen Geschichte eng verbundene bergbauliche Entwicklung des Oberharzes und des Rammelsberges werden hier chronologisch behandelt. Zwar werden auch verschiedene Hüttenwerke und z. T. ihre Standorte erwähnt, zum Hüttenprozess selbst werden jedoch keine Mitteilungen gemacht.

Alvaro Alonso Barba (1569 – 1661)

- Eines spanischen Priesters und hocherfahrenen Naturkündigers Berg-Büchlein / Darinnen von der Metallen und Mineralien Generalia und Ursprung / wie auch von derselben Natur und Eigenschaft / Mannigfaltigkeit / Scheidung und Feinmachung / imgleichen allerhand Edelgesteinen / ihre Generation etc. außführlich und nutzbarlich gehandelt wird, Hamburg 1676.²²⁵

Dieses Werk erschien unter dem Originaltitel „Arte des los metales“ bereits 1640 in Madrid. Der Autor war, wie der Titel der Übersetzung sagt, Priester. In dieser Funktion nach spanisch Amerika entsandt, lernte er den dortigen Bergbau und die Verhüttungsmethoden kennen. Die hier geförderten gold- und silberhaltigen Erze wurden nicht durch Schmelzprozesse, sondern durch die Amalgamation mit Quecksilber zugute gemacht. Das dort übliche Patio-Verfahren wurde durch Alvaro Alonso Barba 1607 in Potosi wesentlich abgeändert und verbessert.²²⁶ Auf Grundlage dieser Kenntnisse verfasste er sein Werk. Der erste Teil, bestehend aus 36 Kapiteln, behandelt die Entstehung, das Vorkommen und die Beschaffenheit der unterschiedlichen Metalle. Im zweiten Teil wird in 24 Kapiteln die Aufbereitung und Zugutemachung der Erze beschrieben. Hierbei geht es primär um die Amalgamation der gold- und silberhaltigen Erze, durch die herkömmlichen und die neuen von ihm entwickelten Verfahren.

Obwohl z. B. Christoph Andreas Schlüter dieses Werk kannte und im Hinblick auf die Amalgamation auch zu Rate zog, wird es hier nicht berücksichtigt, da das Verfahren als solches in die folgenden Untersuchung nicht einbezogen wird

unterschiedlichen Fällen und Auffassung und letzte WiederAufnahme, Osteroda und Nordhausen 1678.

²²⁴ Herbert Lommatzsch, 1967, 26, der Autor nennt hier das Jahr 1673 für die Veröffentlichung des Werkes, im Anhang jedoch 1672. Es wird eine Neuauflage aus dem Jahr 1678 erwähnt; Friedrich Nümann, Biographisches Lexikon des Harzgebietes, Wieda 1965, dieser Autor beruft sich auf Rudolph Leopold Honemann, 1754-55, und gibt als Erscheinungsjahr des Werkes 1670 an. Hier findet man auch die vermuteten Lebensdaten und die Angabe, dass Thomas Schreiber den Harz 1692 verlassen habe und in Quedlinburg gestorben sei.

²²⁵ Verwendet wurde: Alvaro Alonso Barba, eines spanischen Priesters und hocherfahrenen Naturkündigers Berg-Büchlein / Darinnen von der Metallen und Mineralien Generalia und Ursprung / wie auch von derselben Natur und Eigenschaft / Mannigfaltigkeit / Scheidung und Feinmachung / imgleichen allerhand Edelgesteinen / ihre Generation etc. außführlich und nutzbarlich gehandelt wird, Hamburg 1676.

²²⁶ Carl Schiffner, Männer des Metallhüttenwesens, Freiberg 1942, 10; Wolfgang Müller, Barba, Alvaro Alonso, in: Wilfried R. Pötsch, Annelore Fischer, Wolfgang Müller, Lexikon bedeutender Chemiker, Frankfurt (M.) 1989, 27.

und als großtechnisches Verfahren zur Edelmetallgewinnung erst im späten 18. Jahrhundert in Europa eingeführt wurde.²²⁷

Von den Anfängen der gedruckten montanwissenschaftlichen Literatur im frühen 16. Jahrhundert bis zu dem grundlegenden und umfangreichen hüttentechnischen Werk Christoph Andreas Schlüters stehen siebzehn Werke zur Verfügung, an Hand derer die Entwicklung der Verhüttungstechnologie über einen Zeitraum von fast 250 Jahren nachvollzogen werden soll. Zunächst werden jedoch im folgenden Kapitel die Autoren vorgestellt.

²²⁷ Ignaz von Born stellte 1786 einem größeren Kreis von Fachleuten, die in Glashütte (Szkleno) in Ungarn zusammengekommen waren, dieses von ihm wiederentdeckte und weiterentwickelte Verfahren vor.

3 Die Autoren der montanwissenschaftlichen Literatur

3.1 Fragestellungen hinsichtlich biographischer Informationen

In diesem Kapitel wird zunächst ein biographischer Überblick zu jedem Autor gegeben. In diesem Rahmen wird vor allem geklärt, woher dieser stammt, welchen Beruf er lernte oder ausübte und welche Bergbauregionen er während seiner Ausbildung und seiner Berufstätigkeit kennenlernte. Besonderes Gewicht wird somit auf die regionale Verortung, die Berufstätigkeit und damit auf die Kompetenz in montanwissenschaftlichen Fragen gelegt.

Die Vernetzung in andere Bergbauregionen, sei es durch Reisen oder sei es durch den Wechsel des Wohnortes, ist ebenfalls von Interesse. Ferner spielen die Verbindungen des Autors zu anderen Bergbaukundigen und damit die Möglichkeit, weitergehende Kenntnisse zu erlangen, eine Rolle. Auf diesem Wege soll vor allem untersucht werden, in welchem Maße persönliche Netzwerke bereits in der Frühen Neuzeit aufgebaut und gepflegt wurden.

Auch ein spezieller persönlicher Bezug zum Berg- und Hüttenwesen, z. B. als Kuxbesitzer, könnte zu einem besonderen Interesse am Montanwesen und dem Erwerb weitergehender Kenntnisse beigetragen haben.

Insbesondere die Frage, wie ein Autor das in seiner Schrift oder seinen Schriften niedergelegte Wissen erwarb, soll näher betrachtet werden. Möglichkeiten hierzu ergaben sich nicht nur durch die jeweilige Berufsausübung, sondern auch durch das Studium montanwissenschaftlicher Schriften, auf die bei der Behandlung der in diesen Werken benutzten Quellen im 4. Kapitel vertiefend eingegangen wird. Reisen in Bergbauregionen, Berichte enger Vertrauter oder Mitarbeiter und der persönliche oder schriftliche Austausch mit Berg- und Hüttenleuten, waren weitere Möglichkeiten, durch die der Autor sein Fachwissen erwarb bzw. erweiterte.

Zum Abschluss dieses Kapitels werden diese Informationen ausgewertet und Vergleiche gezogen, wobei dann Fragen nach der Professionalisierung, persönlichen Netzwerken, dem technisch-wissenschaftlichem Austausch und damit auch nach dem Technologietransfer beantwortet werden sollen.

3.2 Biographische Darstellung unter Berücksichtigung der Beziehungen des Autors zu Bergbau und Hüttenwesen

Zunächst soll die Biographie jedes Montanschriftstellers in Bezug auf die genannten Kriterien dargestellt werden. Während für einzelne Personen fast alle biographischen Aspekte detailliert untersucht wurden, stehen für andere nur wenige zum Teil ungesicherte Informationen zur Verfügung. Andererseits müssen biographische Aspekte, die keinen Bezug zum Montanwesen haben, in diesem Zusammenhang nicht unbedingt berücksichtigt werden.

3.2.1 Ulrich Rülein von Calw (1465/69 – 1523) Arzt, Bürgermeister, Stadtplaner und Gewerke

Ulrich Rülein von Calw studierte ab 1485 an der Universität Leipzig, wo er sich – wie damals allgemein üblich – den Artes Liberales²²⁸ und der Medizin widmete. Das Medizinstudium war das einzige naturwissenschaftliche Studienfach zu dieser Zeit. Ausgehend von dieser ersten Erwähnung in der Matrikel der Universität lässt sich sein Geburtsjahr etwa auf 1465 – 69 schätzen. Die Familie stammte aus dem schwäbischen Calw. Seine erste Schulbildung erhielt Ulrich Rülein von Calw entweder in der städtischen Lateinschule oder im nahen Kloster Hirsau, das eine bekannte Stätte der Wissenschaften, insbesondere der Mathematik, war. Wie er schließlich nach Leipzig kam, ist nicht bekannt. Hier wurde er im Wintersemester 1487 zum Baccalaureus artium und im Wintersemester 1490 zum Magister artium promoviert. Wann und wo er dann den Dokortitel als Mediziner erlangte, ist ebenfalls fraglich. Wilhelm Pieper argumentiert, dass dies in Leipzig gewesen sein müsse, wo es zu dieser Zeit einen Mathematikprofessor mit dem Namen Ulrich Kalb gab. Demnach wäre Ulrich Rülein von Calw in diesen Jahren Dozent im Fach Mathematik gewesen und zugleich Studierender der Medizin.²²⁹

*Herkunft und
Ausbildung*

1496/97 war er im Auftrag Herzog Georgs von Sachsen an der Planung einer neuen Stadt am Schreckenberg, dem späteren Annaberg, beteiligt, nachdem dort Silbererze entdeckt worden waren. 1497 wurde er Stadtphysikus in Freiberg, wo er 1508 das Bürgerrecht erhielt. 1509 wurde Ulrich Rülein von Calw Ratsmitglied, 1514 und 1517 Bürgermeister und in den Jahren 1510, 1516 und 1519 gehörte er dem regierenden Rat der Stadt an. Als Bürgermeister gründete er 1514/15 eine humanistische Stadtschule in Freiberg, an der auch Johannes Rack (Rhagius) und Petrus Mosellanus wirkten. Die Auseinandersetzungen um diese Lateinschule führten wohl auch zur Amtsniederlegung Ulrich Rüleins von Calw im Jahre 1519. Er verließ Freiberg im selben Jahr und ging nach Leipzig, wo er wahrscheinlich bis zu seinem Tod 1523 als Professor für Medizin tätig war. In dieser Zeit könnte er auch mit Georgius Agricola zusammengetroffen sein, der im Jahr 1522 an die Leipziger Universität kam, dort jedoch noch nicht Medizin studiert. Allerdings gab es mit Petrus Mosellanus und Heinrich Stromer von Auerbach gemeinsame Bekannte. In Freiberg nahm er weiterhin seine Aufgaben als Stadtphysikus wahr. Ein Ausbruch der Pest, an der in Freiberg mehr als 2000 Menschen starben, veranlasste Ulrich Rülein von Calw, zwei Pestschriften zu verfassen. Die

*Berufliche
Tätigkeit*

²²⁸ Günter Bernt, 1980, 1058 – 1061.

²²⁹ Wilhelm Pieper, 1955, 17, 26 f., 17 – 20 gibt der Autor einen kurzen Abriss über das Leben Ulrich Rüleins von Calws, eine ausführliche Erläuterung zu Forschungsfragen nämlich Name und Herkunft (20 – 25), Bildung und Universitätsbeziehungen (25 – 41) sowie Ende und Nachfahren (41 – 43) folgt; Hans Baumgärtel, Rülein, Ulrich (usually called Ulrich Rülein von Calw), in: Dictionary of Scientific Biography, Volume XI, 1975, 607 – 609, hier 607; Frieder Jentsch, Rülein (Rülin, Ruelin) von Calw, Ulrich, in: Neue Deutsche Biographie, 22. Bd., 2005, 222; Christoph Bartels, Bergbüchlein des Ulrich Rülein von Calw. Abschrift nach dem Druck Augsburg 1505, in: Christoph Bartels, Rainer Slotta, Meisterwerke bergbaulicher Kunst vom 13. bis 19. Jahrhundert. Katalog zur Ausstellung des Deutschen Bergbau-Museums Bochum und des Kreises Unna auf Schloß Cappenberg vom 6. September bis 4. November 1990 (= Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum), Bochum 1990, 144 – 146, hier 146.

Entwicklung der Stadt Marienberg, ebenfalls eine Bergstadt, übernahm er 1521 im Auftrag Herzog Heinrich des Frommen von Sachsen.²³⁰

Etwa um das Jahr 1500 hatte Ulrich Rülein von Calw geheiratet. Aus dieser Ehe hatte er mindestens einen Sohn und eine Tochter. Ulrich Rülein von Calw starb 1523 vermutlich in Leipzig.²³¹

Nachdem Ulrich Rülein von Calw zum Studium seine schwäbische Heimat verlassen hatte, wohnte und wirkte er Zeit seines Lebens im sächsischen Erzgebirge. Hier war der Erzbergbau gerade wieder in Aufnahme gekommen, was dann auch zur Gründung neuer Bergstädte dort führte. Nur die Studienzeit und die letzten Lebensjahre verbrachte er in Leipzig. Der Kontakt nach Freiberg und ins Erzgebirge blieb jedoch bestehen.²³²

Wohnorte und Wirkungsstätten

Weiterreichende Kontakte in andere wichtige Bergbauregionen unterhielt Ulrich Rülein von Calw nicht. Deshalb bildet sein Bergbüchlein auch in erster Linie die Verhältnisse im Freiburger Revier ab. Er erwähnt aber auch Erzvorkommen in anderen Ländern wie den mitteldeutschen Kupferschiefer, die Goldseifen und Zinnseifen des Erzgebirges sowie die Golderze in Schlesien und Böhmen.²³³

Vernetzung in wichtige Bergbaureviers

Ulrich Rülein von Calw könnte schon in seiner Jugend mit dem Bergbau in Kontakt gekommen sein, da dieser in der Nähe von Calw bei Neubulach, Martinsmoos und Christophthal-Dornstetten-Hallwangen im Württembergischen umging.²³⁴ Außerdem war er als Gewerke verschiedener Freiburger Gruben und beim Kupfererzbergbau in Buchholz bei Annaberg mit dem Bergbau vertraut. Seit 1519 war er Mitglied der Freiburger Bergknappschaft.²³⁵ Dass er Ratsmitglied und Bürgermeister einer bedeutenden sächsischen Bergstadt war, spricht ebenfalls dafür, dass Ulrich Rülein von Calw am Bergbau interessiert war, schließlich hatte dieser unmittelbar Einfluss auf die Ökonomie der Stadt. Seine naturwissenschaftliche Ausbildung förderte sicher sein Interesse und das Verständnis für die Vorgänge im Bergbau und im Hüttenwesen.

Persönlicher Bezug zum Montanwesen

Seine speziellen Kenntnisse des Bergbaus konnte Ulrich Rülein von Calw zu seiner Zeit noch nicht aus aktuellen Fachbüchern erwerben, da diese noch gar nicht geschrieben waren. Somit konnte er sich nur auf antike Schriften und auf das Werk „De Mineralibus“ des Albertus Magnus stützen.

Wissenserwerb durch Fachbücher

²³⁰ Wilhelm Pieper, 1955, 17 – 19; Hans Baumgärtel, 1975, 607 f.; Frieder Jentsch, 2005, 222; Christoph Bartels, 1990, 146; von den beiden Pestschriften ist nur eine erhalten, die bei Wilhelm Pieper, 1955, 55 – 61 als Faksimile abgedruckt ist.

²³¹ Wilhelm Pieper, 1955, 19 f., 41 f., als Kinder werden ein Sohn Aurelius und eine Tochter Margarete genannt. Die Tochter heiratete den Freiburger Patrizier Valentin Alnpeck. Söhne sind vermutlich auch der Hüttenbesitzer Ulrich (Utz) Kalbe und der Zehntner Jakob Rülein. Eventuell ist auch der Schichtmeister Martin Rülein ein Sohn Ulrich Rülein von Calws; 41, als Sterbeorte kommen Leipzig und Freiberg in Frage; Baumgärtel, 1975, 608; Frieder Jentsch, 2005, 222; Christoph Bartels, 1990, 146

²³² Wilhelm Pieper, 1955, 41 f., die als Kinder oder Verwandte Ulrich Rülein von Calws in Frage kommenden Personen lebten weiterhin in Freiberg und waren z. T. auch im Bergbau tätig.

²³³ Wilhelm Pieper, 1955, 189; dieser schließt diesen Sachverhalt wohl aus der Lagerstättenbeschreibung im Bergbüchlein, Ulrich Rülein von Calw nennt diese Landschaften nicht namentlich.

²³⁴ Wilhelm Pieper, 1955, 24.

²³⁵ Wilhelm Pieper, 1955, 20.

Reisen in ausländische Bergbauggebiete sind nicht bekannt, allerdings kannte er neben dem Freiburger, das Annaberger und das Marienberger Revier persönlich durch seine Tätigkeit als Stadtplaner. Ob er andere Bergbauggebiete, die er in seinem Bergbüchlein erwähnt, jemals selbst gesehen hat oder ob er sich auf Berichte zugewanderter Bergleute stützt, wurde bisher nicht erforscht.²³⁶

Wissenserwerb
durch Reisen

Wie aus der Lebensbeschreibung zu ersehen ist, war Ulrich Rülein von Calw in erster Linie Mediziner. Seine naturwissenschaftlichen und mathematischen Kenntnisse befähigten ihn jedoch auch zu einem ausgezeichneten Stadtplaner.²³⁷ Er scheint nach dem Studium seine Beziehungen zur Leipziger Universität und den dortigen Gelehrtenkreise dauerhaft gepflegt zu haben, was auch seine spätere Rückkehr nach Leipzig erklärt.²³⁸ Hauptsächlich war es die persönliche Anschauung des Berg- und Hüttenwesens im sächsischen Erzgebirge, durch die er die Kenntnisse erwarb, die er in seinem Bergbüchlein niederlegte.

Wissenserwerb
durch Autopsie

3.2.2 Unbekannter Verfasser des Probierrbüchleins

Da der Verfasser dieses Werkes bisher unbekannt ist, können biographische Angaben in diesem Fall nicht gemacht werden. Den einzigen Hinweis auf das Erzgebirge als Wirkungsstätte dieses Autors erhält man aus der Widmung in der Ausgabe des Jahres 1527. „Dem vorsichtigen unnd weysen Hannsen Knoblach / wonend auf de Schneberg / meinem gunstigen herrn / freunt und gutte gonner ...“, ist diese Schrift gewidmet.²³⁹

3.2.3 Peder Månsson (vor 1462 – 1534) Mönch, Bischof

Peder Månsson ist sehr wahrscheinlich vor 1462 geboren. Sichere Nachrichten über ihn liegen jedoch erst mit seinem Eintritt als Mönch in das Birgitten-Kloster Vadstena (am Vättern-See) im Jahr 1499 vor. Fraglich ist, ob Peder Månsson aus Västerås oder aus Jönköping stammt. Falls seine Vorfahren aus Mittelschweden (Västerås) kamen, würde das seine Vertrautheit mit der dortigen Kupfer- und Eisengewinnung erklären. Wenn er jedoch aus Jönköping stammt, könnte er auch im Auftrage seines Klosters diese Bergbaubezirke besucht haben, da dieses dort einige kleine Besitzungen hatte.²⁴⁰

Herkunft und
Ausbildung

Welche Ausbildung oder Tätigkeit Peder Månsson vor seinem Eintritt ins Kloster hatte, ist nicht bekannt. Dieses Kloster besaß seit dem 14. Jahrhundert ein Hospiz in Rom, das von den Klosterbrüdern aus Vadstena verwaltet wurde.

Berufliche
Tätigkeit

²³⁶ Wilhelm Pieper, 1955, 189.

²³⁷ Wilhelm Pieper, 1955, 27 – 31, zur Planung von Annaberg und Marienberg.

²³⁸ Wilhelm Pieper, 1955, 31.

²³⁹ Ernst Darmstaedter, 1926 a, 25; die beiden herangezogenen späteren Ausgaben enthalten diese Widmung nicht mehr.

²⁴⁰ Otto Johannsen, 1941, 1 – 4, die Datierung der Geburt Peder Månssons vor 1462 beruht darauf, dass er selbst in seinem Bergbuch bemerkt, dass die Alaunberge zu Tolfa zu seinen Lebzeiten entdeckt worden seien; Anders Piltz, Peder Månsson, in: Svenskt Biografiskt Lexikon, Bd. 28, 1994, 786 – 788, 786 nennt der Autor den 6. Juni 1499 für den Eintritt ins Kloster und als Herkunftsort Jönköping.

Peder Månsson erhielt den Auftrag, die mittlerweile heruntergekommene Stiftung in seine Obhut zu nehmen, da der vor Ort tätige Klosterbruder völlig überfordert war. Im November 1508 kam Peder Månsson in Rom an und wurde von dieser Aufgabe völlig in Anspruch genommen, da nicht nur das Gebäude Schaden genommen hatte und sämtliche Geldmittel unterschlagen worden waren, sondern auch die Rechte des Hospizes von der Kurie beschnitten worden waren. Erst 1512 begann er mit dem Studium des kanonischen Rechts, dessen Bedeutung ihm bei seinen Auseinandersetzungen mit der Kurie klar geworden war. In diesem Fach erwarb er am 5. März 1523 die Doktorwürde. Neben dem Studium wandte er sich den praktischen Künsten zu. Am 13. September 1523 wurde er in Abwesenheit zum Bischof von Västerås gewählt. Auf Veranlassung des schwedischen Königs Gustav Vasa wurde er in Rom am 1. April 1524 durch einen Kardinal zum Bischof geweiht, wodurch die „successio apostolica“ auch in Schweden möglich wurde. Nach seiner Rückkehr nach Vadstena im Jahr 1524 wurde er zum Reichsrat ernannt, unterstützte den König jedoch bei der Einführung der Reformation nicht. Er starb am 17. Mai 1534 und wurde vermutlich in Västerås begraben.²⁴¹

Peder Månsson verbrachte sein Leben zunächst in Vadstena, dann lebte er sechzehn Jahre in Rom. Nach seiner Rückkehr nach Schweden reiste er zum Reichstag nach Jönköping (ebenfalls am Vättern-See). Ob er als Bischof von Västerås diesen Ort noch häufig verließ, ist unbekannt. Da er sich jedoch gegen den König und die Reformation stellte, ist dieses eher unwahrscheinlich.

Wohnorte und Wirkungsstätten

Die einzigen bedeutenden Bergreviere, die Peder Månsson gekannt haben könnte, wären der Stora Kopparberget (Falun) in Mittelschweden, wo seit dem 13. Jahrhundert der Bergbau umging, und die Öster Silverbergs Gruva in unmittelbarer Nähe. Seine Beschreibung der Kupfererzverhüttung könnte sich auf das Bergbaurevier Stora Kopparberget beziehen, die der Silbererzgewinnung auf Öster-Silvberget.²⁴²

Vernetzung in wichtige Bergbaureviere

Da Peder Månsson aus dem geistlichen Stand kam, ist ungewiss, wie weit er wirklich im Bergbau bewandert war.²⁴³ Die Stifterin seines Ordens, die heilige Birgitta hatte ihrem Kloster das Ziel gesetzt, die Wissenschaften für das Volk nutzbar zu machen. So fühlte sich Peder Månsson wohl auch in Rom dieser Aufgabe verpflichtet. Er sammelte die wichtigsten wissenschaftlichen Werke, die ihm zugänglich waren, und übersetzte diese teilweise ins Schwedische.²⁴⁴ Er sammelte 22 Schriften in lateinischer Sprache, vor allem chemische, alchemistische, mathematische und arithmetische Texte. Weitere 16 Werke sind in schwedischer Sprache verfasst. Seine Quellen waren lateinische und italienische Texte.²⁴⁵ Die gereimten Vorreden dieser Übersetzungen verfasste Peder Månsson selbst.²⁴⁶ All dies spricht für das große naturwissenschaftliche

Persönlicher Bezug zum Montanwesen

²⁴¹ Otto Johannsen, 1941, 1 – 10; Anders Piltz, 786, dieser erwähnt den Begräbnisort nicht.

²⁴² Otto Johannsen, 1941, 3, folgende Textstellen stützen diese Aussage: „Das nennt man auf Schwedisch ‚Knallröste‘.“ (219) „Aber in Schweden pflegt man in jeder Hütte nur einen Ofen zu haben.“ (223).

²⁴³ Otto Johannsen, 1941, 3, stellt eine überraschende Vertrautheit Peder Månsson mit dem Bergbau in Mittelschweden fest. Allerdings vermag er nicht zu entscheiden, ob diese aus eigener Anschauung oder aus Berichten stammt, 7.

²⁴⁴ Otto Johannsen, 1941, 7.

²⁴⁵ Otto Johannsen, 1941, 7, 14 – 19, hier sind alle Schriften übersichtlich zusammengestellt.

²⁴⁶ Otto Johannsen, 1941, 7.

Interesse des Kirchenmannes, allerdings hatte er keine praktische Ausbildung, die ihm bei der Beurteilung verschiedener Sachverhalte nützlich gewesen wäre.

Die Schriften Peder Månsson entstanden während seines mehrjährigen Aufenthaltes in Rom. Hier hatte er offenbar Zugang zu verschiedenen Büchern, die er abschrieb oder übersetzte, um so das Fachwissen nach Schweden zu transferieren.²⁴⁷ Für die in diesem Zusammenhang behandelten Schriften Peder Månssons, nämlich das Bergbuch und das Kunstbuch, standen ihm u. a. C. Plinius Sec., Albertus Magnus und das „Testamentum Geberi“ zur Verfügung.

Wissenserwerb
durch
Fachbücher

Bei seiner Reise von Schweden nach Rom wählte er den Weg über Lübeck, Augsburg und Florenz, ein Aufenthalt in Bergrevieren ist hier nicht bekannt. Seine Sammlung wissenschaftlicher Schriften wurde jedoch erst durch seinen Aufenthalt in Rom ermöglicht. Die Frage der Erkenntnis durch Autopsie ist bisher nicht wirklich geklärt. Seine detaillierte Schilderung der Kupferverhüttung, in der er auch ausdrücklich auf Schweden Bezug nimmt, spricht dafür, dass Peder Månsson den Stora Kopperberg selbst gesehen hat oder genauen Bericht von dort erhalten hatte.

Wissenserwerb
durch Reisen
und Autopsie

3.2.4 Vannoccio Biringuccio (1480 – 1539) Baumeister, Eisenhüttenleiter und Geschützgießer

Vannoccio Biringuccio wurde im Jahr 1480 als Sohn des im Baugewerbe tätigen Paolo Biringuccio in Siena geboren. Über seine Ausbildung ist nur wenig bekannt, er muss jedoch eine humanistische Bildung gehabt haben, denn er beherrschte zumindest die lateinische Sprache, wie die von ihm benutzten Quellen zeigen. Er studierte Mathematik und Naturwissenschaften.²⁴⁸

Herkunft und
Ausbildung

In Siena standen sich zwei Parteien gegenüber, die des Stadtyrannen Pandolfo Petrucci und die bürgerliche Gruppierung. Aus diesem Umstand erklärt sich das mehrfache politische Exil Vannoccio Biringuccios in Folge der gewalttätigen Auseinandersetzungen dieser beiden Gruppen. Dieser Umstand beeinflusste auch die berufliche Laufbahn dieses Autors erheblich. Vannoccio Biringuccio war seit seiner Jugend Anhänger der Partei Pandolfo Petruccis, der ihn zum Leiter seiner Eisenhütte zu Boccheggiano in der Nähe von Siena machte. Später übernahm er die Leitung einer Gesellschaft zur Ausbeutung der Silbergruben am Avanzoberg in den Karnischen Alpen.²⁴⁹

Berufliche
Tätigkeit

1513 wurde Vannoccio Biringuccio unter Borghese Petrucci städtischer Baumeister, d. h. Werkmeister des Zeughauses, in Siena. Er war auch mit dem Münzwesen befasst und wurde deshalb, als er 1515 mit den Petrucci aus Siena fliehen musste, für Münzverfälschungen verantwortlich gemacht und 1516 in

²⁴⁷ Otto Johannsen, 1941, 14 – 19, werden auch Quellen für diese Schriften angegeben, soweit dies möglich ist.

²⁴⁸ Otto Johannsen, 1925, VII, der Autor gibt Aldo Mieli, Vannoccio Biringuccio (1480 – 1539). De la Pirotechnia Vol I, Bari 1914 (= Classici delle Scienze e della Filosofia a Cura di A. Mieli & E. Troilo, seria scientifica 1), als wesentliche Quelle für seine Ausführungen an; Cyril Stanley Smith, Biringuccio, Vannoccio, in: Dictionary of Scientific Biography, Volume II, 1970, 142 f., hier 142; Guido Jüttner, Biringucci(o), Vannoccio, in: Lexikon des Mittelalters, Bd. 2, 1983, 220; Carl Weihe, Biringuccio, Vanuccio, in: Conrad Matschoss (Hrsg.), Männer der Technik. Ein biographisches Handbuch, Berlin 1925, 23.

²⁴⁹ Otto Johannsen, 1925, VII, 51; Cyril Stanley Smith, 1970, 142; Guido Jüttner, 1983, 220; Carl Weihe, 1925, 23.

Abwesenheit geächtet.²⁵⁰ Es folgte ein Wanderleben in Italien, das ihn unter anderem nach Rom, Neapel und 1517 nach Sizilien führte.²⁵¹

Als 1523 Fabio Petrucci nach Siena zurückkehrte, wurde auch Vannoccio Biringuccio rehabilitiert. Er erhielt wiederum eine Stellung als städtischer Werkmeister und 1524 das Monopol für die Salpeterherstellung in der Herrschaft Siena. 1526 wurden die Petrucci und mit ihnen Vannoccio Biringuccio erneut aus Siena vertrieben. In dieser Zeit stand er im Dienst der Städte Venedig und Florenz, wo er als Geschützmeister und Festungsbaumeister tätig war. In Florenz goss er ein großes Schlangengeschütz, den Elefanten, mit 6.120 kg Gewicht.²⁵²

Mit dem Friedensschluss von 1530 kehrte Vannoccio Biringuccio als Senator in seine Heimatstadt zurück und wurde 1535 Baumeister der Stadt sowie oberster Werkmeister des Doms.²⁵³

Schon 1534 war Vannoccio Biringuccio vom Papst zum Leiter des Geschützwesens und der Metallgießerei in Rom ernannt worden. 1536 folgte eine weitere Aufforderung zu Übersiedlung nach Rom. Erst 1538 trat Vannoccio Biringuccio wirklich in den päpstlichen Dienst als Leiter der päpstlichen Gießerei ein. Wie aus einem Aktenstück hervorgeht, muss Vannoccio Biringuccio vor dem 30. April 1539 in Rom gestorben sein.²⁵⁴

Vannoccio Biringuccio war in der Toskana zu Hause, einer Region, in der zwar Bergbau betrieben wurde, die aber kein bedeutendes Bergrevier war. Er war in Siena und Florenz in unterschiedlichen Funktionen tätig. Außerdem lebte er in Venedig, Neapel, Sizilien und zuletzt in Rom. Ein längerer Aufenthalt in den Karnischen Alpen bei Forno Avoltri war durch seine berufliche Tätigkeit veranlasst.

Wohnorte und Wirkungsstätten

Vannoccio Biringuccio war nicht in wirklich großen Bergrevieren tätig, seine berufliche Tätigkeit beschränkte sich auf den italienischen Raum. In seinem Bericht verweist er zwar immer wieder auf sachkundige Leute, die ihm Auskünfte gaben, wer diese waren und woher sie stammten, erfährt der Leser leider nicht. Er schreibt: „Durch Beauftragte, durch Besichtigungen und durch Befragen von Leuten, die mir als fachkundig bekannt waren, erwarb ich mir große Kenntnisse.“²⁵⁵ Von persönlichen Beziehungen in bedeutende Montanregionen kann man wohl nicht sprechen.

Vernetzung in wichtige Bergbaureviere

Da dieser Autor als Leiter von Berg- und Hüttenwerken in verschiedensten Bereichen, wie dem Eisenhüttenwesen, dem Silberbergbau, der Salpeterherstellung, dem Münzwesen sowie der Metall- und Geschützgießerei tätig war, ist ein enger persönlicher Bezug vor allem zur Metallurgie gegeben.

Persönlicher Bezug zum Montanwesen

²⁵⁰ Otto Johannsen, 1925, VII f.; Cyril Stanley Smith, 1970, 142; Guido Jüttner, 1983, 220, er bezeichnet Vannoccio Biringuccio als Leiter der Münze.

²⁵¹ Otto Johannsen, 1925, VIII.

²⁵² Otto Johannsen, 1925, VIII; Cyril Stanley Smith, 1970, 142; Guido Jüttner, 1983, 220.

²⁵³ Otto Johannsen, 1925, IX; Cyril Stanley Smith, 1970, 142; Guido Jüttner, 1983, 220.

²⁵⁴ Otto Johannsen, 1925, IX; Cyril Stanley Smith, 1970, 142 f.; Guido Jüttner, 1983, 220, demnach starb Vannoccio Biringuccio im August 1537; Cyril Stanley Smith, Martha Teach Gnudi, 1942 (RP 1990), diese Autoren beziehen sich auf Aldo Mieli und stimmen in den Fakten weitgehend mit Otto Johannsen, 1925, überein.

²⁵⁵ Otto Johannsen, 1925, 51.

Vannoccio Biringuccio kannte sowohl die antiken als auch die mittelalterlichen Autoren des Montanwesens und zitiert diese auch. Insbesondere der „Bermannus“ des Georgius Agricola war ihm bekannt, obwohl dieses Werk erst 1530 in Basel erschienen war. Da es in lateinischer Sprache verfasst wurde, war es ihm problemlos zugänglich.

Wissenserwerb
durch
Fachbücher

In seiner Zeit als Leiter der Silbergrubengesellschaft unternahm Vannoccio Biringuccio auch zwei Studienreisen in die deutschen Länder, bei denen er im Bergbau und in der Metallurgie Kenntnisse sammeln konnte.²⁵⁶ Vannoccio Biringuccio selbst erwähnt einmal allgemein eine Studienreise nach Oberdeutschland, und zwar während seiner Tätigkeit als Leiter der Silbergrubengesellschaft, und eine Reise nach Auflösung dieser Gesellschaft, die ihn nach „Sbozzo, Bleiberg, Innsbruck, Hall und Rattenberg“ und zu „vielen Orten in Italien“ führte.²⁵⁷ Durch diese Bildungsreisen hatte Vannoccio Biringuccio wichtige Bergbaureviere in Oberdeutschland und Österreich kennengelernt und dort seine Kenntnisse erweitert.

Wissenserwerb
durch Reisen

Dieser Autor war ein Montanist, der durch seine Ausbildung, seine Reisen und seine vielseitige praktische Tätigkeit meist in leitender Funktion den Bergbau, das Hüttenwesen und die Metallgießerei gründlich kannte. Vor allem die eigenen Erfahrungen, zunächst im Bergbau und Hüttenwesen, dann in der weiterverarbeitenden Metallurgie, vermittelten ihm die profunden Fachkenntnisse, die er in der Pirotechnia darlegte. Sein Werk ist ein Lehrbuch aus erster Hand, in dem er die Theorien älterer Autoren immer wieder an seinen eigenen Erfahrungen misst und letzteren gegebenenfalls den Vorzug gibt.

Wissenserwerb
durch Autopsie

3.2.5 Ludwig Lässl (bis 1561) Bergerichtsschreiber, Bergsachverständiger, Landrichter (zum „Schwazer Bergbuch“)

Die Frage nach dem Verfasser und dem Illustrator der Ursprungsfassung des Schwazer Bergbuches ist bisher ungeklärt. Heinrich Winkelmann legt in seinem Aufsatz über das Bochumer Exemplar des Schwazer Bergbuches dar, dass dieses vermutlich älter als die übrigen damals bekannten sechs Codices ist. Zu demselben Schluss kommt Erich Fussek. An diesem Werk haben jedoch mehrere Schreiber gearbeitet. Insofern kommt der Bergerichtsschreiber Ludwig Lässl als alleiniger Verfasser nicht in Betracht, obwohl er die Zusammenstellung der Schrift besorgt haben könnte. Auch die Namen der Kopisten der anderen Codices sind unsicher.²⁵⁸

Autor und
Illustrator

²⁵⁶ Otto Johannsen, 1925, VII; Guido Jüttner, 1983, 220, der Autor schreibt von Reisen in Italien und Deutschland; Carl Weihe, 1925, 23, dieser Autor nennt Deutschland und Österreich als Ziel der Studienreisen.

²⁵⁷ Otto Johannsen, 1925, 51, hier wird Arottimberg mit „Rottenberg“ übersetzt; Ugo Tucci, Biringucci (Bernigucio), Vannoccio, in: Dizionario Biografico degli Italiani, Bd. X, 1968, 625 – 631, 625 finden sich folgende Ortsbezeichnungen: Sbozzo (Schwaz?), Pleiper (Bleiberg), Innsbruck, Alla (Hall) Arottimberg (Rattenberg). Bei beiden Autoren ist Sbozzo nicht eindeutig identifiziert. Dass mit Arottimberg Rattenberg, ein bedeutendes Tiroler Bergbaurevier gemeint sein könnte, ist überzeugend.

²⁵⁸ Heinrich Winkelmann, Das Schwazer Bergbuch. Ein siebentes Exemplar im Bergbau-Museum, in: Der Anschnitt 9, 1957, H. 1/2, 3 – 8., hier 8 und 6; Erich Fussek, Das Bochumer

Erich Egg bezeichnet Ludwig Lässl in seiner Darstellung als Redakteur dieses umfangreichen Werkes.²⁵⁹ Er wird auch deshalb als federführend bei der Zusammenstellung des Schwazer Bergbuches vermutet, weil sein Name eine Person des Berggerichts bezeichnet, das auf einer Miniatur im Schwazer Bergbuch dargestellt ist. Es ist die einzige Bezeichnung, die einer Personendarstellung des Bergbuches beigefügt wurde.²⁶⁰ Ein weiteres Indiz für Ludwig Lässls Beteiligung an der Redaktion des Bergbuches ist eine namentliche Erwähnung im Zusammenhang von Kompetenzen des Land- und Berggerichts.²⁶¹ Obwohl der Anteil, den Ludwig Lässl an der Herstellung des Schwazer Bergbuchs hatte, zur Zeit umstritten ist, ist doch nicht zu bezweifeln, dass er einen nicht unerheblichen Beitrag hierzu geleistet haben muss.

Als Illustrator wird Jörg Kolber vermutet, da er der einzige Kunstmaler war, der seinerzeit in Schwaz ansässig war. Beweise hierfür gibt es jedoch bisher nicht.²⁶²

Trotz der oben angeführten Unsicherheiten soll in diesem Zusammenhang Ludwig Lässl als mutmaßlicher Redakteur des Schwazer Bergbuches näher betrachtet werden. Die Familie Ludwig Lässls war in Vomp bei Schwaz ansässig, allerdings nicht im Bergbau engagiert. Über die ersten Lebensjahrzehnte Ludwig Lässls ist bisher nichts bekannt. Er war dreimal verheiratet, seine erste Ehefrau Katharina stammte aus der bekannten Schwazer Bergmannsfamilie Möltl. Diese Ehe wurde um 1540 geschlossen. Erich Egg vermutet, dass Ludwig Lässl, aus einer Bauernfamilie stammend, zunächst seine Laufbahn im Bergwerk als einfacher Beamter, Hutmann oder als Handelsdiener einer Bergwerksfirma begann.²⁶³ Günter Bernhard Fettweis schließt eine akademische Ausbildung dieses Fachmannes aus.²⁶⁴

*Herkunft und
Ausbildung*

Ludwig Lässl amtierte in den Jahren 1543 bis 1554 als Berggerichtsschreiber in Schwaz und hatte damit eine der wichtigsten Positionen im Schwazer Bergbau

*Berufliche
Tätigkeit*

Exemplar des Schwazer Bergbuchs, in: der Anschnitt 9, 1957, H. 1-2, 9 – 14; Erich Egg, Ludwig Lässl und Jörg Kolber, Verfasser und Maler des Schwazer Bergbuches, in: Der Anschnitt 9, 1957, H. 1-2, 15 – 19; Erich Egg, 1988, XIV, er bezeichnet Ludwig Lässl hier als Herausgeber des Werks und als Verfasser der Texte, die keine Rechtsordnungen sind; Christoph Bartels, Das „Schwazer Bergbuch“ von 1556, in: Christoph Bartels, Rainer Slotta, Meisterwerke bergbaulicher Kunst vom 13. bis 19. Jahrhundert. Katalog zur Ausstellung des Deutschen Bergbau-Museums Bochum und des Kreises Unna auf Schloß Cappenberg vom 6. September bis 4. November 1990 (= Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum), Bochum 1990, 146 – 152, hier 151.

²⁵⁹ Erich Egg, 1957, 15.

²⁶⁰ Erich Egg, 1957, 15 f.; Christoph Bartels, 1990, 151.

²⁶¹ Erich Egg, 1957, 18, der Autor bezeichnet dies als kleines persönliches Denkmal, das Ludwig Lässl sich setzen wollte.

²⁶² Erich Egg, 1957, 18 f., der Autor arbeitet hier mit dem Ausschlussverfahren, wenn er von zwei im Inntal bekannten Malern Paul Dax aus stilistischen Gründen ausschließt. Letztlich könnten nur Stiluntersuchungen, die auf einem Vergleich mit gesichert von Jörg Kolber stammenden Werken beruhen, Auskunft geben. Im übrigen könnte es auch noch andere Maler gegeben haben, die nur namentlich nicht bekannt sind; Christoph Bartels, 1990, 151 f.; Franz Kirnbauer, 400 Jahre Schwazer Bergbuch 1556 – 1956, Wien 1956 (= Leobener Grüne Hefte, H. 25), 7, nennt auch diese beiden Namen.

²⁶³ Erich Egg, 1957, 16, eine genauere Begründung für die Nennung dieser Berufe gibt der Autor nicht.

²⁶⁴ Günter Bernhard Fettweis, 2004, 191.

erreicht.²⁶⁵ Im Jahr 1554 wurde er vom Dienst entbunden und war dann als dauerhafter Sachverständiger für Bergwerkskommissionen angestellt. In Anerkennung seiner Verdienste wurde er 1557 oder 1558 Landrichter in Rettenberg bei Schwaz.²⁶⁶

Neben seiner Tätigkeit als Landrichter gründete er im Jahr 1559 die erste Papierfabrik Tirols, die in Wattens lag. Dass er damit sehr erfolgreich war, zeigt sowohl eine Erweiterung des Betriebes im Jahr 1560 als auch die Höhe der Pachtsumme von 22 Gulden jährlich, die bei der Verpachtung der Papiermühle nach Ludwig Lässls Tod anfiel.²⁶⁷

Zwischen dem 7. und 14. Mai 1561 starb Ludwig Lässl. Er hinterließ drei unmündige Kinder. Wahrscheinlich wurde er etwa 50 Jahre alt.²⁶⁸

Durch die Freistellung vom Amt des Bergrichtsschreibers in der Zeit von 1554 bis 1556 hätte Ludwig Lässl die erforderliche Zeit gehabt, die er für die Abfassung des umfangreichen Schwazer Bergbuches benötigte.²⁶⁹

Ludwig Lässl war, soweit dies bekannt ist, nur im Tiroler Raum beheimatet. Als hoher Beamter hatte er innerhalb dieser Region sicher weitreichende Beziehungen. Eine darüber hinaus gehende Vernetzung in andere wichtige Bergbaureviere ist jedoch nicht bekannt.

*Wohnorte,
Vernetzung in
wichtige
Bergbaureviere*

Fachbücher, die Ludwig Lässl gelesen hätte, werden im Bergbuch zwar nicht erwähnt, im Inventarverzeichnis des Bergrichters zu Schwaz, das der Bergrichter Sebastian Duckenstein 1559 aufstellte, wird u. a. aufgeführt: „Es liegen sonst viele Bücher für gemeine Handlungen, alte Geschriften beim Schreiber.“²⁷⁰ Im Text selber findet sich die Bemerkung, dass es schon mehrfach unternommen worden sei, über das Schmelzwerk zu schreiben, diese Schriften aber nur schwer verständlich seien.²⁷¹ Dies spricht dafür, dass der Verfasser die Schriften auch gelesen hatte.

*Wissenserwerb
durch
Fachbücher*

Es ist nicht bekannt, dass Ludwig Lässl über die Tiroler Landesgrenzen hinaus reiste. Seine Tätigkeit als Gutachter hat ihn aber sicher mit dem örtlichen Bergbau gut bekannt gemacht. Ein großer Teil seiner Kenntnisse beruht auf den zahlreichen ihm zur Verfügung stehenden Akten. Gerade in Bezug auf das Hüttenwesen bezeichnet sich der Autor als unerfahren,²⁷² unternimmt es aber dennoch, einen Bericht darüber zu verfassen.²⁷³

*Wissenserwerb
durch Reisen
und Autopsie*

²⁶⁵ Erich Egg, 1957, 16.

²⁶⁶ Erich Egg, 1957, 16 f.; Christoph Bartels, 1990, 151 f.

²⁶⁷ Erich Egg, 1957, 17, hier ist diese Tätigkeit ausführlich dargestellt und auch mit Literaturhinweisen versehen.

²⁶⁸ Erich Egg, 1957, 17.

²⁶⁹ Erich Egg, 1957, 17 f.; Christoph Bartels, 1990, 151 f.

²⁷⁰ Erich Egg, 1988, XVIII.

²⁷¹ Erich Egg, 1988, 136.

²⁷² Erich Egg, 1988, Fol. 156^v.

²⁷³ Günter Bernhard Fettweis, 2004, 191, führt die hervorragenden Kenntnisse Ludwig Lässls auf die berufliche Karriere und eine herausragende Begabung zurück.

3.2.6 Georgius Agricola (1494 – 1555) Humanist, Naturforscher, Bergbaukundiger, Arzt, Apotheker und Bürgermeister

Am 24. März 1494 wurde Georg Pauer in Glauchau in Sachsen geboren. Dieser Ort gehörte damals zur Herrschaft der Freiherrn von Schönburg-Glauchau. Sein Vater Gregor Pauer war Handwerker, vermutlich Tuchmacher und Färber. Er war so vermögend, dass Georg und zwei seiner Brüder in Leipzig studieren konnten.²⁷⁴

*Herkunft und
Ausbildung*

Seine Ausbildung begann Georg Pauer an der Glauchauer Lateinschule. Eventuell setzte er seine Schulausbildung in Zwickau und Chemnitz fort. Seine hervorragenden Kenntnisse in Latein und Griechisch schon zu Beginn seines Universitätsstudiums stützen diese Vermutung. Schon in seiner Jugendzeit zeigte er ein besonderes Interesse an Naturbeobachtungen, wie seine Beschreibung eines in Brand geratenen Steinkohleflözes bei Zwickau, den er als Kind beobachtet hatte, zeigt.²⁷⁵

Im Sommersemester 1514 war er als Georgius Pauer de Glauchau in der Matrikel der Meißenischen Nation an der Universität in Leipzig eingeschrieben. Die Latinisierung seines Namens zu Georgius Agricola erfolgte in dieser Zeit. Die Leipziger Universität befand sich gerade in einer Umbruchzeit von der Scholastik zum Humanismus. Seit dem Jahr 1515 lehrte dort der Erasmus-Schüler Richard Croke Griechisch und im selben Jahr kam aus Freiberg der Humanist Petrus Mosellanus. Das vorgeschriebene Studium Generale, mit dem Georgius Agricola seine universitäre Ausbildung begann, beinhaltete im Wesentlichen das Studium der Septem Artes Liberales. Es schloss mit dem Erwerb des Baccalaureus artium ab, womit zugleich die Lehrberechtigung für diese Fächer verbunden war. Georgius Agricola hatte bereits am 4. September 1515 das entsprechende Examen abgelegt.²⁷⁶

Georgius Agricola blieb insgesamt dreieinhalb Jahre in Leipzig. Dann übernahm er 1518 eine Stellung in Zwickau als stellvertretender Schulleiter in der dortigen Lateinschule. 1519 wurde eine „schola Graeca“ gegründet, deren Leitung Georgius Agricola ebenfalls übernahm. Als sich das Nebeneinander zweier Schulen nicht bewährte, wurden diese 1520 zu einer griechisch-lateinischen Stadtschule vereint. Da Georgius Agricola die Stellung des Rektors bekam, hatte er nun die Möglichkeit, seine pädagogischen Vorstellungen bei der

*Berufliche
Tätigkeit*

²⁷⁴ Leo Stern, Der große deutsche Naturforscher und Humanist Georgius Agricola und seine Zeit, in: Georg Sprackler, Rolf Wendler (Hrsg.), Georgius Agricola 1494 – 1555 zu seinem 400. Todestag, Berlin 1955, 9 – 42, hier 13; Hans Prescher (Hrsg.) Georgius Agricola – Ausgewählte Werke. Georg Agricola und seine Zeit v. Helmut Wilsdorf, Berlin 1956 (= Gedenkausgabe des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden, Bd. I), 8 – 10 (= Übersicht über die Lebensdaten), 82 – 285, hier 86 f.; Hans Prescher, Georgius Agricola (1494 – 1555), in: Stadtverwaltung Chemnitz – Stadtarchiv (Hrsg.), Georgius Agricola und seine Familie. Dokumente. Mit einem biographischen Aufsatz von Hans Prescher, Chemnitz 1994, 7 – 50, hier 7; Friedrich Naumann, Erfurt 2007, 12.

²⁷⁵ Leo Stern, 1955, 13; Helmut Wilsdorf, 1956 (AGA I), 84 f.; Hans Prescher, 1994, 7 f.; Friedrich Naumann, 2007, 12 – 1, diesen Brand, der zunächst 1479 und erneut 1505 ausbricht, beschreibt auch Petrus Albinus, Meißenische Land- und Berg-Chronica, bestehend aus der Meißenischen LandChronica, Dreßden 1589, und der Meißenischen Bergk Chronica, Dreßden 1590.

²⁷⁶ Leo Stern, 1955, 13; Helmut Wilsdorf, 1956 (AGA I), 99 f.; Hans Prescher, 1994, 8; Friedrich Naumann, 2007, 15 – 17.

Gestaltung des Lehrplans und der Schulordnung umzusetzen. So erweiterte er den Sprachunterricht um Hebräisch und die älteren Schüler bekamen auch in zahlreichen praktischen Fächern Unterricht. Auch die Unterrichtsmethoden wurden reformiert und Georgius Agricola verfasste ein pädagogisches Fachbuch über den grammatischen Anfangsunterricht. Trotz der Möglichkeiten, die sich ihm in Zwickau geboten hatten, gab er sein Amt am 1. Mai 1522 auf.²⁷⁷

Georgius Agricola kehrte nach Leipzig zurück, wo er sich dem Studium der Theologie oder der Medizin zuwandte. Auch Ulrich Rülein von Calw hielt sich seit 1521 in Leipzig auf und lehrte dort Medizin. Georgius Agricola lebte in der Burse des Heinrich Stromer von Auerbach. Als sich die Situation an der Hochschule auch infolge der Reformation verschlechterte, verließ Georgius Agricola Leipzig bereits im Herbst 1522 wieder. Er machte sich auf den Weg nach Italien, zunächst nach Bologna mit ihrer altherwürdigen Universität. Hier lehrten etwa 90 Dozenten, vor allem Mediziner und Juristen. Eventuell wurde er hier 1524 zum Doctor medicinae promoviert. Anschließend ging er nach Venedig, wo er an der Erstausgabe der gesamten Galen-Texte und anschließend an der Gesamtausgabe der Texte des Hippokrates mitarbeitete. Dabei kamen ihm seine ausgezeichneten Griechischkenntnisse zu Gute. Nebenbei bemühte er sich um die Entzifferung der Inschrift des Zwickauer „Römerkreuzes“, was ihm auch gelang. Während seines Italienaufenthaltes besuchte er Padua, Pavia, Ferrara, Siena, Vincenza, Florenz, Neapel und Rom. Im Herbst 1526 trat Georgius Agricola dann die Heimreise an.²⁷⁸

Er kehrte zunächst nach Zwickau zurück, heiratete 1527 die Chemnitzerin Anna Arnold und trat schließlich im selben Jahr die Stelle eines Stadtarztes und -apothekers im böhmischen St. Joachimsthal an. Diese Stadt lag in Böhmen im Herrschaftsgebiet der Grafen von Schlick. Sie war berühmt durch ihren Silberbergbau und hatte 1533 bereits 18.000 Einwohner und über 900 Gruben. Die herrschaftliche Münzstätte prägte Guldengroschen, die als Joachimsthaler oder Thaler ein begehrtes europäisches Zahlungsmittel waren. Hier konnte Georgius Agricola den Bergbau und das Hüttenwesen aus erster Hand kennenlernen. Die Tätigkeit in dieser Stadt bot Georgius Agricola nun die Gelegenheit, die an den Universitäten und aus der antiken Literatur gewonnenen medizinischen und pharmazeutischen Kenntnisse anzuwenden. Als Stadtarzt beriet er den Rat in Fragen der Stadthygiene und beim Seuchenschutz, er beaufsichtigte die Apotheken, die Hebammen, die

²⁷⁷ Leo Stern, 1955, 13 – 17; Helmut Wilsdorf, 1956 (AGA I), 102 – 104, 107 – 119, hier wird auch ausführlich auf Georgius Agricolas pädagogische Konzepte eingegangen; Hans Prescher, 1994, 8 f.; Friedrich Naumann, 2007, 18 – 24; Karl Steinmüller, Agricola in Zwickau, in: Fritz Selbmann, Karl Steinmüller, Jan Boris Parma, Helmut Wilsdorf et al. (Hrsg.), Agricola-Studien, Berlin 1957 (= Freiburger Forschungshefte, Kultur und Technik, D18), 20 – 44.

²⁷⁸ Leo Stern, 1955, 18 – 21; Helmut Wilsdorf, 1956 (AGA I), 122 – 124, 129 – 133, 135 – 141, 148 – 150; Hans Prescher, 1994, 9 – 11; Friedrich Naumann, 2007, 25 – 34, 25 schreibt der Autor von freundschaftlichen Beziehungen zwischen Georgius Agricola und Ulrich Rülein von Calw, während Wilhelm Pieper, 1955, 38, davon ausgeht, dass sich die beiden nicht persönlich kannten, obwohl dies möglich gewesen sein könnte. Nach Helmut Wilsdorf, 1956 (AGA I), 124, kommt Ulrich Rülein von Calw als Lehrer Georg Agricolas in Frage. Unbestritten ist der zeitgleiche Aufenthalt in Leipzig im Jahr 1522, wichtig sind in diesem Zusammenhang gemeinsame Bekannte wie Petrus Mosellanus und Heinrich Stromer von Auerbach. Für eine Bekanntschaft beider Wissenschaftler spricht auch, dass es weitläufige verwandtschaftliche Beziehungen gab, Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 734 Anm. 83; die Aufenthaltsorte in Italien nennt so Friedrich Naumann, 2007, 28 – 30, 33 f.

öffentlichen Badestuben, die Spitäler, Armenhäuser und Bordelle. Vor allem die Aufgabe als Apotheker führte nicht nur zu einem gründlichen Studium der heimischen Flora und Fauna, sondern auch zu dem der Mineralien. Er begann hier mit dem Aufbau einer umfangreichen Mineraliensammlung. In dieser Zeit beschäftigte er sich auch intensiv mit den unterschiedlichen Maßeinheiten und begann damit, diese zu systematisieren. Im Jahr 1530 beendet Georgius Agricola schließlich seine Tätigkeit in St. Joachimsthal. Durch seine Amtsbezüge und Einnahmen aus Kuxbesitz war er wirtschaftlich vollkommen gesichert, als er nach Meißen zurückkehrte.²⁷⁹

Chemnitz hatte zwar nur 4.500 Einwohner, war aber eine gut strukturierte Gewerbestadt, als Georgius Agricola sich 1531 dort niederließ. Seine Frau Anna besaß dort seit langem ein Haus. Der Stadtrat ernannte ihn zum Stadtphysikus, ein Amt, das er vermutlich bis zu seinem Tode innehatte. Daneben trat das politische Engagement, denn Georgius Agricola wurde mehrfach zum Bürgermeister von Chemnitz ernannt, zuerst 1546 und 1547, dann erneut 1551 und 1553. Auch hatte er zahlreiche Aufgaben im Auftrag des Landesherrn, zunächst Herzog Georg des Bärtigen, dann Herzog Moritz zu erledigen, für die er beratend tätig war. Im Auftrag der Landesherrschaft verfasste er auch seine einzige deutschsprachige Schrift, die „Sippschaft des Hauses Sachsen“. Außerdem reiste er 1550 nach St. Joachimsthal, da Graf Hieronymus II. von Schlick ihn zur Behandlung seiner Krankheiten zu sich rief. Hier traf er auch Johann Mathesius, der selbst den dortigen Bergbau gründlich kannte. Dieser wirkte von 1532 bis 1540 als Schulrektor und ab 1542 als Prediger in St. Joachimsthal. Er fand auch einen begabten Zeichner, Blasius Weffring, der eventuell mit mehreren Gehilfen die Vorlagen für die Holzschnitte in „De re metallica“ schuf.²⁸⁰ Als Georgius Agricolas Frau Anna vermutlich 1541 gestorben war, heiratet er kurz darauf erneut. Mit Anna Schütz, aus einer der führenden Familien, hatte er fünf Kinder. Nach den Steuerlisten gehörte Georgius Agricola zu den zehn reichsten Bürgern der Stadt, so belief sich sein Vermögen im Jahr 1551 auf 8.062 Gulden. Vor allem aber war Georgius Agricola mit wissenschaftlichen Arbeiten beschäftigt und in diese Zeit fiel die Veröffentlichung zahlreicher Werke. Auch sein Hauptwerk „De re metallica“, das er bereits während seiner beruflichen Tätigkeit in St. Joachimsthal begonnen hatte und dessen Druck er nicht mehr erlebte, wurde hier vollendet.²⁸¹

Am 21. November 1555 starb Georgius Agricola in Chemnitz. Da er jedoch trotz der Einführung der Reformation 1539 im albertinischen Sachsen an seinem katholischen Glauben festgehalten hatte, konnte er nicht wie üblich in der Chemnitzer Stadtkirche begraben werden. So fand er seine letzte Ruhestätte in Zeit im dortigen Dom.²⁸²

²⁷⁹ Leo Stern, 1955, 21 – 29; Helmut Wilsdorf, 1956 (AGA I), 154 f., 159, 167 – 169, 192 f.; Hans Prescher, 1994, 11 f.; Friedrich Naumann, 2007, 35 – 54.

²⁸⁰ Helmut Wilsdorf, 1556 (AGA I), 252 – 255.

²⁸¹ Leo Stern, 1955, 29 – 38, 30 werden die in Chemnitz erstandenen wissenschaftlichen Werke aufgezählt; Helmut Wilsdorf, 1956 (AGA I), 203 – 216, auch hier wird ausführlich auf die wissenschaftlichen Publikationen eingegangen, ders., 221 – 224; Hans Prescher, 1994, 12 – 49, hier werden die verschiedenen Wirkungskreise Georg Agricolas und seine wissenschaftliche Tätigkeit ausführlich dargestellt; Friedrich Naumann, 2007, 55 – 70.

²⁸² Leo Stern, 1955, 38; Helmut Wilsdorf, 1956 (AGA I), 273, 276 f.; Hans Prescher, 1994, 49; Friedrich Naumann, 2007, 65, 70 f.

Als humanistisch gebildeter Wissenschaftler beherrschte Georgius Agricola die lateinische und griechische Sprache, außerdem Hebräisch, eventuell Arabisch, Italienisch, Englisch und Französisch. Er korrespondierte mit führenden Gelehrten seiner Zeit, wie Erasmus von Rotterdam, Philipp Melanchthon, Sebastian Münster, hatte Kontakt zu Herzog Heinrich d. J. von Braunschweig-Wolfenbüttel und enge Verbindungen zu den Grafen von Schlick. Freundschaften und Verbindungen zu zahlreichen Persönlichkeiten in seinem näheren Umfeld pflegte er lebenslang.²⁸³ Dies bot ihm die Möglichkeit, umfangreiche Kenntnisse zu erwerben, was sich dann nicht nur in seinen montanwissenschaftlichen Schriften niederschlug.

Seine Jugend verbrachte Georgius Agricola in Glauchau, Zwickau und Chemnitz, das Studium führte ihn dann nach Leipzig. Auch ein Aufenthalt in Magdeburg 1511 ist belegt.²⁸⁴ Die Italienreise führte ihn über Bologna und Venedig nach Padua, Pavia, Ferrara, Siena, Vincenza, Florenz, Neapel und Rom. In engeren Kontakt mit dem Bergbau kam er dann in St. Joachimsthal, wo er drei Jahre tätig war. Schließlich ging er nach Chemnitz, wo er mit der Ausarbeitung seiner Werke beschäftigt, bis zum Ende seines Lebens blieb.

*Wohnorte und
Wirkungs-
stätten*

In St. Joachimsthal kamen Georgius Agricola seine guten persönlichen Beziehungen zu den oberen Bergbeamten dieser Bergstadt zu Gute. Diese vermittelten ihm sicher ihre Kenntnisse der Bergwerke und Hütten, die Georgius Agricola sowohl für seine mineralogischen wie auch für seine bergbaukundlichen Werke nutzen konnte. Besonders zu erwähnen sind hier der Hüttenschreiber Lorenz Wermann, der Steiger Johann Hübsch, der Stadtschreiber Bartholomäus Bach und der Schulmeister Petrus Plateanus.²⁸⁵ Außerdem war die schnell wachsende und berühmte Bergstadt nicht nur der Treffpunkt von Bergbautreibenden aus den sächsisch-meißnischen Bergrevieren, sondern auch aus weit entfernt liegenden Orten wie Schwaz in Tirol und Schemnitz in Oberungarn. Davon ausgehend, dass nicht nur Fachleute von auswärtigen Bergrevieren sich in St. Joachimsthal informierten, sondern dass von dort Kommissionen ausgesandt wurden, die sich andernorts unterrichteten, könnte Georgius Agricola aus beiden Quellen seine Berichte bezogen haben.²⁸⁶ Geht man von seinem Hauptwerk „De re metallica“ aus, erhielt Georgius Agricola Kenntnis von weit entfernten Bergbauzentren, wie Böhmen, Ungarn und dem Alpenraum. Über welche Kontakte er zu diesen Nachrichten kam, berichtet er in seinem Werk nicht. Allerdings würdigt er in einem Brief vom 21. März 1546 an Wolfgang Meurer, die Männer, die ihm Nachrichten und Mineralien für seine Forschungen zusandten. Neben Wolfgang

*Vernetzung in
wichtige
Bergbaureviere*

²⁸³ Friedrich Naumann, 2007, 15 – 17, 61 – 64, 68 f.; Helmut Wilsdorf, 1956 (AGA I), 242 – 245 werden die persönlichen Freunde Georgius Agricolas und ihre Beziehung zu ihm dargestellt, 251 werden Desiderius Erasmus, Sebastian Münster, Philipp Melanchthon und Andreas Vesalius als die bedeutendsten Freunde Georgius Agricolas bezeichnet, 217 – 217 wird auf die Beziehung zu Desiderius Erasmus ausführlich eingegangen; Leo Stern, 1955, 13, zum Leipziger Humanistenkreis, 18, zum Erfurter Humanistenkreis und zum engeren Freundeskreis Georgius Agricolas.

²⁸⁴ Helmut Wilsdorf, 1956 (AGA I), 84.

²⁸⁵ Leo Stern, 1955, 26, bezeichnet diese als „bergkundige Freunde“.

²⁸⁶ Jan Boris Parma, Georg Agricola, die Quellen und die Entwicklung seines montanistischen Wirkens, in: Fritz Selbmann, Karl Steinmüller, Jan Boris Parma, Helmut Wilsdorf et al. (Hrsg.), Agricola-Studien, Berlin 1957 (= Freiburger Forschungshefte, Kultur und Technik, D18), 45 – 60, hier 50, 52 f., 55.

Meurer werden hier Georg Fabricius, Valerius Cordus, Johann Dryander, Paulus Eber, Cornelius Sittard und Caspar Börner genannt.²⁸⁷ Da die Bergleute sehr mobil waren und zwischen den Bergbauzentren Mitteleuropas wanderten, könnte Georgius Agricola auch durch diese Fachleute weitere Informationen erhalten haben.²⁸⁸ Er selbst betont: „jedenfalls habe ich nichts geschrieben, was ich nicht entweder gesehen oder, nachdem ich davon gelesen und gehört, geprüft habe.“²⁸⁹

Georgius Agricola, schon früh interessiert an Naturbeobachtung und Naturwissenschaft, kam über die Medizin zur Mineralogie. Sein Anliegen war es auch, die Kenntnisse aus der Mineralogie für die Medizin und Pharmazie nutzbringend anzuwenden. Als Arzt interessierten ihn auch die spezifischen Krankheiten, von denen die Berg- und Hüttenleute betroffen waren. Mehrfach finden sich in seinem Hauptwerk „De re metallica“ Anweisungen zur Verhütung solcher Leiden. Daneben war er auch als Kuxbesitzer in den Bergbau involviert.

*Persönlicher
Bezug zum
Montanwesen*

Schon durch seine Sprachkenntnisse war Georgius Agricola in der Lage zahlreiche Werke, die das Berg- und Hüttenwesen betrafen, selbst zu studieren. Im „Bermannus“ nimmt Georgius Agricola vor allem auf die antiken Mediziner Bezug, daneben finden arabische Gelehrte, ein byzantinischer Autor und Albertus Magnus Berücksichtigung. In diesem Werk werden aus der zeitgenössischen Literatur nur bedeutende Mediziner erwähnt.²⁹⁰ Für sein Hauptwerk „De re metallica“ greift er in seinem Werk auf 101 antike Personen zurück, die in 145 Zitaten und Nachrichten erwähnt werden.²⁹¹ Dass er die antiken Quellen gründlich studierte und auswertete, ergab sich aus seiner humanistischen Ausbildung ganz selbstverständlich. Bekannt war ihm das „Bergbüchlein“ des Rülein von Calw (Worms, um 1500), eventuell auch ein Buch von Hans Rudhart über den St. Joachimsthaler Bergbau (dieser verwendet große Teile des Bergbüchleins von Ulrich Rülein von Calw) erschienen 1523, verschiedene gedruckte Bergordnungen, das Buch „De la pirotechnia“ von Vannoccio Biringuccio (Venedig 1540) und die „Cosmographia“ von Sebastian Münster (o.O. 1544).²⁹² Die Kenntnisse über den Bergbau in Schweden entnahm Georgius Agricola wohl der „Schondia“ von Jakob Ziegler (Straßburg 1532).²⁹³

*Wissenserwerb
durch
Fachbücher*

Die große Bildungsreise nach Italien brachte Georgius Agricola vor allem in Kontakt zu den antiken Quellen, die ihn dann später zu dem intensiven Studium der Mineralien und schließlich des Berg- und Hüttenwesens führten. Auf der

*Wissenserwerb
durch Reisen*

²⁸⁷ Hans Prescher, Kommentarband 1985, 59 f.

²⁸⁸ Franz Kirnbauer, Agricola und der alpine Bergbau, in: Georg Sprackler, Rolf Wendler (Hrsg.), Georgius Agricola 1494 – 1555 zu seinem 400. Todestag, Berlin 1955, 198 – 209, hier 202, zeigt diese Möglichkeit auf; Eugen Faller, Was hat der ungarische Bergbau Agricola zu verdanken? in: Georg Sprackler, Rolf Wendler (Hrsg.), Georgius Agricola 1494 – 1555 zu seinem 400. Todestag, Berlin 1955, 210 – 213, hier 211, der Autor behauptet Georgius Agricola habe mit ungarischen Fachleuten in Briefwechsel gestanden, muss aber zugeben, dass es hierzu keine Belege gibt.

²⁸⁹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 33.

²⁹⁰ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 200 – 246 gibt er eine ausführliche Übersicht über die Quellen.

²⁹¹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 7.

²⁹² Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 5 f., 30, die „Pirotechnia erhielt Georgius Agricola von Francesco Bodoario, den er 1549 im Gefolge König Ferdinands in Marienberg getroffen hatte.

²⁹³ Otto Johannsen, 1941, 6, Anm. 8.

Rückreise nach Chemnitz könnte er mit dem Bergbau in Kontakt gekommen sein. Diese erfolgte im Herbst des Jahres 1526 eventuell über Treviso, Prodenone, Udine, Villach, Kärnten (Bleibergwerke), das Drautal, Spittal, das Mölltal, über den Radstätter Tauern, Tauernkette über die Goldzechscharte, das Tal der Rauriser Ache, die Salzachstraße und Salzburg.²⁹⁴ Nach der Übersiedlung nach Chemnitz war er als Berater des Herzogs Moritz von Sachsen aber auch als Bürgermeister dieser Stadt in diplomatischer Mission unterwegs. So reiste er 1547 nach Freiberg, Eger und Zwickau sowie 1549 nach Marienberg.²⁹⁵ Auch diese Reisen in einer der wichtigsten Bergbauregionen Europas werden seine Kenntnisse, deren Grundlagen in St. Joachimsthal gelegt wurden, noch erweitert haben.

Beheimatet in einer der führenden Montanregionen Mitteleuropas hatte Georgius Agricola gute Gelegenheit, die Mineralien, aber auch den gesamten Bergbau und Hüttenbetrieb gründlich zu studieren. Er befuhr die Schächte und Stollen, studierte die Bergbaumaschinen und besuchte die Hüttenwerke. Die Tätigkeit in St. Joachimsthal bot Georgius Agricola hervorragende Möglichkeiten, die in der antiken medizinischen Literatur genannten Heilmittel aus Metallen und Erden, aus Hüttenprodukten und Gesteinen zu prüfen. Nach Helmut Wilsdorf war dies sogar ein wesentliches Motiv Georgius Agricolas, die Stelle in diesem Ort anzunehmen.²⁹⁶ Den Betrieb einer Saigerhütte konnte er wahrscheinlich in Chemnitz näher kennenlernen. Es wird vermutet, dass es sich bei der im XI. Buch beschriebenen Hütte um die Chemnitzer Saigerhütte gehandelt haben könnte. Hieronymus Schütz, der diese Hütte 1544 übernahm, war ein Onkel von Georgius Agricolas zweiter Frau Anna Schütz.²⁹⁷

Wissenserwerb
durch Autopsie

„Geowissenschaftler in aller Welt nennen ihn Vater der Mineralogie, Bergmänner und Hüttenleute ehren ihn als Begründer des modernen Montanwesens, Metrologen führen ihn als philologischen Vorläufer ihrer Wissenschaft von Maßen und Gewichten, die Volkswirte rechnen ihn zu den Wegbereitern des Merkantilismus, Numismatiker nehmen ihn als einen der ersten Gelehrten in Anspruch, der Edelsteine und Münzen in einen Zusammenhang brachte, die Mediziner verdanken ihm den Begriff ‚Lazarett‘, die Pädagogen betrachten ihn als Wegbereiter einer kindgemäßen Lehrmethode. Aber auch regional leistete er Vorbildliches: Er war der erste sächsische Hofhistoriograph, den Kommunalpolitikern war er Vorbild in der Leitung einer Stadt in turbulenten Zeiten. All dieses, wovon jedes einzelne schon eine beachtliche Persönlichkeit ausgemacht hätte, war vereint in der Person Georgius Agricolas.“²⁹⁸ Diese Einschätzung Hans Preschers zeigt sich

²⁹⁴ Friedrich Naumann, 2007, 34; diese Stationen gibt bereits Helmut Wilsdorf, Agricola in Italien und seine persönlichen Beziehungen zur angelsächsischen Welt, in: Georg Sprackler, Rolf Wendler (Hrsg.), Georgius Agricola 1494 – 1555 zu seinem 400. Todestag, Berlin 1955, 230 – 246, hier 246, an.

²⁹⁵ Helmut Wilsdorf, 1956 (AGA I), 240 – 242, 9 ist eine Karte mit belegten und vermuteten Aufenthaltsorte Georgius Agricolas abgebildet.

²⁹⁶ Helmut Wilsdorf, 1956 (AGA I), 155; Georgius Agricola schreibt dies auch selbst in seiner Einleitung des „Bermannus“: „Dies war der Hauptgrund, weshalb ich meinen Wohnsitz an die Orte verlegt habe, wo vielseitiger Bergbau umgeht.“ (vgl. Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 69.)

²⁹⁷ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 777 (Anm. 601)

²⁹⁸ Hans Prescher, zitiert nach Friedrich Naumann, 2007, 7; da der Autor keinen genauen Beleg für diesen Zitat angibt und lediglich auf das Jahr 1994 verweist, in dem Hans Prescher dieses geschrieben habe, konnte das Zitat nicht überprüft werden.

auch in den zahlreichen Werken Georgius Agricolae, die ihn als Universalgelehrten ausweisen.

3.2.7 Johann Mathesius (1504 – 1565) Schulmeister, Rektor, Prediger

Die wichtigste Quelle zu Johann Mathesius ist ein vom ihm selbst verfasster Lebenslauf, auf den bereits Carl Friedrich Ledderhose verweist.²⁹⁹ Johann Mathesius wurde am 24. Juni 1504 als Sohn des Ratsherrn Wolfgang Mathesius in Rochlitz in Sachsen geboren. Seine Ausbildung lag zunächst in den Händen eines Hauslehrers, dann besuchte er die Rochlitzer Stadtschule, die Mittweidaische Trivialschule und das Gymnasium in Nürnberg.

Herkunft und
Ausbildung

Er studierte schließlich an der Universität Ingolstadt, hielt sich anschließend in München auf und hatte eine Tätigkeit in einer Bibliothek im Umkreis des Kurfürstlichen Hofes. Er fand dann mehrfach eine Anstellung als Hauslehrer.³⁰⁰

Berufliche
Tätigkeit

In München kam er erstmals mit den Schriften Martin Luthers in Berührung. Sein Interesse an der neuen Lehre war so groß, dass er nach Wittenberg reiste, wo er 1529 den großen Reformator selbst hören konnte. Daneben besuchte er auch Vorlesungen Philipp Melanchthons, Johann Bugenhagens und anderer Professoren. Neben der Theologie studierte er Naturkunde, die Theorie der Planeten und Pädagogik. Ermöglicht wurde ihm dieses Studium durch ein Stipendium seiner Heimatstadt Rochlitz.

Nach einer Anstellung als Lehrer in Altenburg/Sachsen wurde er 1532 zum Rektor der St. Joachimsthaler Lateinschule berufen. Diese Stadt neigte sich bereits der Reformation zu, so dass er hier Luthers Katechismus für den Unterricht einführen konnte. Er selbst kannte die lateinischen und griechischen Klassiker und beherrschte auch die hebräische Sprache, die die Basis für den humanistischen Unterricht waren.

1540 beschloss Johann Mathesius, erneut zu studieren, und besuchte im Einvernehmen mit dem St. Joachimsthaler Stadtrat die Universität in Wittenberg. In dieser Zeit nahm ihn Martin Luther als Tischgenosse in sein Haus auf, was ihm die Einblicke gewährte, die er später in seiner berühmten Luther-Biographie verwenden konnte. Am 23. September erfolgte seine Promotion zum Magister artium. Schon 1541 wurde er nach St. Joachimsthal zurückgerufen, weil die Stelle des Diakons vakant wurde. Zu Ostern 1542, nach seiner Ordination durch Martin Luther am 29. März, kehrte Johann Mathesius nach St. Joachimsthal zurück. Vier Jahre später 1545 konnte er dort die Stelle des Pfarrers übernehmen. Zur Zeit der Herrschaft der Grafen von Schlick über St. Joachimsthal konnte Johann Mathesius gemäß der neuen Lehre wirken. Als

²⁹⁹; Karl Friedrich Ledderhose, Mathesius: Johann, in: Allgemeine Deutsche Biographie, Bd. 20, 1884, 586 – 589, hier 589, die Quellenangabe lautet: Eigenhändiger Lebenslauf des Johann Mathesius in seiner Auslegung des Sirach, 1598.

³⁰⁰ Karl Friedrich Ledderhose, 1884, 586 f.; Christoph Bartels, Johann Mathesius. Sarepta oder Bergpostill. Sampt der Joachimsthalischen kurtzen Chroniken, in: Rainer Slotta, Martin Lochert (Hrsg.), Meisterwerke bergbaulicher Kunst vom 13. bis 19. Jahrhundert. Katalog zur Ausstellung des Deutschen Bergbau-Museums Bochum und des Kreises Unna auf Schloß Cappenberg vom 6. September bis 4. November 1990 (= Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum), Bochum 1990, 159 – 161, hier 161 nennt Eichstätt als Studienort, wo er 1523 nachweisbar sei.

jedoch Ferdinand II. böhmischer König wurde, musste er Vorsicht walten lassen, zu einem offenen Konflikt ließ er es nicht kommen.³⁰¹ Zu seiner Zeit hatte St. Joachimsthal, das 1520 „Freie Bergstadt“ wurde, bereits 1.200 Feuerstellen.³⁰² Hier blieb er, obwohl er mehrere Berufungen an andere Orte erhielt. Er war bis zu seinem Lebensende als Pfarrer tätig.³⁰³

Im Jahr 1542 heiratete Johann Mathesius die St. Joachimsthalerin Sibylla Richter, mit der er sieben Kinder hatte. Am 7. Oktober 1565 verstarb Johann Mathesius, der seit 1555 Witwer war, in St. Joachimsthal.³⁰⁴

Während seiner Jugendzeit und Ausbildung war Johann Mathesius in Süddeutschland unterwegs, in Ingolstadt, München, eventuell auch in Eichstätt. Nach der Rückkehr in seine sächsische Heimat waren Altenburg und Wittenberg wichtige Stationen seines Lebens. Nachdem er im böhmischen St. Joachimsthal eine Anstellung und auch eine Ehefrau gefunden hatte, blieb er dort 24 Jahre bis zu seinem Tod.

*Wohnorte und
Wirkungs-
stätten*

Johann Mathesius hatte als bedeutender Prediger der Reformation, persönlicher Bekannter Martin Luthers und Humanist Kontakte, die weit über Böhmen und Sachsen hinausreichten. Diese dienten jedoch nicht zum montanwissenschaftlichen Austausch, so wie er mit seiner Sarepta auch nicht den Anspruch hatte, ein montanwissenschaftliches Werk zu verfassen.

*Vernetzung in
wichtige
Bergbaureviere*

Neben vielen anderen Persönlichkeiten stand Johann Mathesius auch mit Georgius Agricola in Kontakt, der bereits 1527 bis 1530 in St. Joachimsthal ansässig gewesen war. Dass sich die beiden auch persönlich begegneten, geht u. a. aus einer Bemerkung Johann Mathesius' hervor, dass Georgius Agricola ihn in seinem Hause besucht hatte.³⁰⁵

Der Vater Wolfgang Mathesius war ein nicht unbedeutender Gewerke des Bergbaus in Rochlitz. Da er seinen Sohn für den Bergbau ausbilden wollte, war Johann Mathesius seit seinem zehnten Lebensjahr auf der Zeche „Vogelsang“ als Zubeüßnehmer tätig. Dies endete jedoch mit dem Tod des Vaters. Seit seiner Niederlassung in St. Joachimsthal war auch Johann Mathesius als

*Persönlicher
Bezug zum
Montanwesen*

³⁰¹ Karl Friedrich Ledderhose, 1884, 588; Herbert Wolf, Mat(t)hesius, Johann(es), in: Neue Deutsche Biographie, 16. Bd., 1990, 369 f., dieser beschreibt die Gesandtschaft Johannes Mathesius' zum böhmischen König und seine Funktion als „politisch wirkender Seelsorger“; vgl. hierzu auch Georg Loesche, Mathesius, Johannes, in: Realencyklopädie für protestantische Theologie und Kirche, Bd. 12, 1903, 425 – 428, hier 426 f.

³⁰² Christoph Bartels, 1990, 161; zu den Einwohnerzahlen von St. Joachimsthal findet man bei Friedrich Naumann, 2007, 37 f. folgende Angaben: 1530 knapp 5.000 Personen, 1533 bereits 18.000 Einwohner.

³⁰³ Herbert, Wolf, 1990, 359; zu St. Joachimsthal als Kulturzentrum vgl. Friedrich Naumann, 2007, 39 – 44, der auch Johann Mathesius würdigt.

³⁰⁴ Karl Friedrich Ledderhose, 1884, 586 – 589; Georg Loesche, 1903, 425 – 428; Emil Treptow, Mathesius, Johann, in: Conrad Matschoss (Hrsg.), Männer der Technik. Ein biographisches Handbuch, Berlin 1925, 170; Otto Eduard Schmidt, Johannes Mathesius, in: Mitteilungen des Landesvereins Sächsischer Heimatschutz, Bd. 26, 1937, 114 – 118; Herbert Dennert, Pastor Johann Mathesius, in: Herbert Dennert, Bergbau und Hüttenwesen im Harz vom 16. bis 19. Jahrhundert dargestellt in Lebensbildern führender Persönlichkeiten, Clausthal-Zellerfeld²1986, 124; Christoph Bartels, 1990, 161; Herbert Wolf, 1990, 369 f.; Stefan Beyerle, Mathesius, Johannes, in: Biographisch-Bibliographisches Kirchenlexikon, Bd. 5, 1993, 1000 – 1011.

³⁰⁵ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, 7. Seite der Vorrede; demnach hatte Johann Mathesius diesem Mineralien gezeigt, die dieser selbst noch nicht gesehen hatte.

Kuxbesitzer dem Bergbau verbunden, der Ertrag aus dem Bergteilbesitz ermöglichte ihm 1540 das Studium in Wittenberg.³⁰⁶

Nach eigenen Aussagen hatte der „Bermannus“ des Georgius Agricola, den Johann Mathesius gelesen hatte, erst sein Interesse am Bergbau und Hüttenwesen geweckt. Nach dem Studium dieses Buches zog er weitere Literatur heran. Neben dem Werk Georgius Agricolas las er die Schriften der alten Naturkundigen, wie Aristoteles, Pedanius Dioscorides, C. Plinius Sec. und Albertus Magnus.³⁰⁷

Wissenserwerb
durch
Fachbücher

Obwohl Johann Mathesius weit in den deutschen Ländern herum gekommen war, führten ihn diese frühen Reisen nicht in wichtige Bergbauzentren. So kannte er schließlich nur das sächsische und böhmische Erzgebirge aus persönlicher Anschauung.

Wissenserwerb
durch Reisen

Für die montanistischen Kenntnisse des Johann Mathesius war die eigene Anschauung in der blühenden Bergstadt St. Joachimsthal die Hauptquelle. Er schreibt, dass er selbst in die Gruben eingefahren sei und sich häufig in den Hütten aufgehalten habe. Wie Georgius Agricola besaß auch Johann Mathesius eine Mineraliensammlung, auf deren seltene Stücke er ausdrücklich hinweist.³⁰⁸

Wissenserwerb
durch Autopsie

3.2.8 Lazarus Ercker von Schreckenfels (1530 – 1594) Münzwardein, Münzmeister, Oberster Bergmeister

Kurz vor 1530 wurde Lazarus Ercker in Annaberg im Erzgebirge geboren. Diese Stadt, erst 1497 gegründet und von Ulrich Rülein von Calw planmäßig angelegt, hatte Menschen aus vielen Regionen auf Grund des „Berggeschreis“ angezogen, so auch die aus Nürnberg stammende Familie Ercker. Nach dem Besuch der Lateinschule seiner Heimatstadt begann er 1547/48 ein Studium an der Universität in Wittenberg.³⁰⁹

Herkunft und
Ausbildung

Die Familie und die Verwandtschaft Lazarus Erckers lebten vom Bergbau. Er selbst bekam ein Amt als Münzwardein an der Annaberger Münze. 1554 heiratete er Anna Canitz (Cantz). Durch diese Heirat in eine wichtige Annaberger Familie kam auch der Kontakt zu Dr. Neefe zustande, der wiederum Kurfürst August auf Lazarus Ercker aufmerksam machte. Seit Herzog

Berufliche
Tätigkeit

³⁰⁶ Christoph Bartels, 1990, 161; Otto Eduard Schmidt, 1937, 114, gibt an, dass Johann Mathesius diese Tätigkeit seit seinem zehnten Lebensjahr ausübte, Emil Treptow, 1925, 170, schreibt Johann Mathesius sei dort 1518 bis 1521 tätig gewesen.

³⁰⁷ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975; 5. und 7. Seite der Vorrede; hier werden ferner die Werke von Valerius Cordus und Dr. Encelius genannt. Beide studierten zeitgleich mit ihm in Wittenberg, der Arzt und Botaniker Cordus ab 1539 (Hermann Ziegenspeck, Cordus, Valerius, in: Neue Deutsche Biographie, Bd. 3, 1957, 359), der Geistliche Christoph Entzelt ab 1532 bis 1539 (Georg Brückner, Entzelt, Christoph, in: Allgemeine Deutsche Biographie, Bd. 6, 1877, 155)

³⁰⁸ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, 7. und 8. Seite der Vorrede; dass ihm diese Mineralien aus allen Teilen Mitteleuropas zugesandt wurden, spricht für seine weitreichenden Kontakte.

³⁰⁹ Paul Reinhard Beierlein, Lazarus Ercker. Bergmann, Hüttenmann und Münzmeister im 16. Jahrhundert, Berlin 1955 (= Freiburger Forschungshäfte, Kultur und Technik, D12), 11 f., vermutet ein mathematisch-naturwissenschaftliches Studium, allerdings gibt es hierfür keine Belege. Auch die Dauer des Studiums und ein möglicher Besuch anderer Hochschulen sind nicht nachweisbar; Ludmila Kubátová, Hans Prescher, Werner Weisbach, 1994, 21, demnach immatrikulierte sich Lazarus Ercker am 11. April 1548.

Georg dem Bärtigen gab es im Dresdner Schloss eine Schmelz- und Proberstube und für größere Arbeiten außerhalb des Schlosses auch eine Schmelzhütte. Da der Kurfürst persönlich großes Interesse an der Metallurgie hatte, war ihm auch an guten Probierern, die hier arbeiteten, gelegen. So kam es 1555 zur Berufung Lazarus Erckers als Probationsmeister an den kurfürstlichen Hof nach Dresden. Obwohl in den kommenden Jahren die Münzstätten aus Freiberg, Annaberg und Schneeberg in das neu errichtete Münzhaus nach Dresden verlegt wurden, wechselte Lazarus Ercker 1557 als Wardein zurück nach Annaberg.³¹⁰ Kurz darauf 1557/58 bewilligte der Kurfürst Lazarus Ercker eine Studienreise nach Tirol, wo er sich u. a. in Schwaz aufhielt.³¹¹

Im Herbst des Jahres 1558 wurde er auf Ersuchen Herzog Heinrichs d. J. von Braunschweig-Wolfenbüttel von Kurfürst August als Wardein nach Goslar gesandt. In dem ehemaligen Klostergebäude vor dem Vitustor, in welchem sich die Münzstätte befand, erhielt Lazarus Ercker mit seiner Frau eine Wohnung. 1563 folgte die Beförderung zum Münzmeister. In Goslar unterhielt er einige Jahre zwei Schmelzhütten, in denen er nach eigenem Ermessen Schmelzversuche machen konnte.³¹² Während Lazarus Erckers Tätigkeit in Goslar starb seine Frau. Bei seiner Rückkehr nach Sachsen 1566 war er jedoch schon mit Susanne Thiel verheiratet. Dadurch ergab sich ein verwandtschaftliches Verhältnis mit dem sächsischen Oberhüttenverwalter Michael Schönleben.³¹³

Seit 1565 hatte Lazarus Ercker ein „Probeschmelzen“ vorbereitet, um mit einem von ihm konzipierten Verfahren zu demonstrieren, wie die armen Freiburger Erze gewinnbringend zu verschmelzen seien. Dieses Probeschmelzen, für das ihm der sächsische Kurfürst ein Privileg bewilligt hatte, fand in der zweiten Hälfte des Jahres 1566 statt. Es schlug aber aus verschiedensten Gründen fehl und kam zu keinem ordentlichen Abschluss.³¹⁴

Zwei Jahre lang suchte Lazarus Ercker um eine Anstellung in Sachsen nach. Als dies erfolglos war, wechselte er 1568 mit seiner Familie nach Böhmen,

³¹⁰ Paul Reinhard Beierlein, 1955, 17 f., stellt einige Mutmaßungen über die Gründe für diesen Wechsel, der auch einen beruflichen Abstieg bedeutete an, kann die Frage jedoch nicht klären.

³¹¹ Paul Reinhard Beierlein, 1955, 18; Lazarus Ercker, 1629, Fol. 108^r f., hier geht aus einer Bemerkung Lazarus Erckers selbst hervor, dass er in Schwaz war. Warum sowohl bei Paul Reinhard Beierlein, 1955, 18, wie auch bei Ludmila Kubátová, Hans Prescher, Werner Weisbach, 1994, 28, behauptet wird, der Aufenthaltsort in Tirol sein unbekannt, ist nicht zu erklären. Dies stellt auch Lothar Suhling, 1976, 146, fest.

³¹² Paul Reinhard Beierlein, 1955, 22 f., gibt einen späteren Bericht Lazarus Erckers hierzu wieder; Herbert Dennert, Oberbergmeister und Münzmeister Lazarus Ercker, in: Herbert Dennert, Bergbau und Hüttenwesen im Harz vom 16. bis 19. Jahrhundert dargestellt in Lebensbildern führender Persönlichkeiten, Clausthal-Zellerfeld ²1986, 122 f., erwähnt die Beilehnung mit der Hütte „Zum düsteren Vörde“. Ein späterer Bericht weist ebenfalls auf Lazarus Erckers Schmelzversuche in Goslar hin (NLA BaCl Hann.84a Nr. 00010: Nr. 10/43 Eigenhändiger Bericht des Oberzehntners Christof Sander an Herzog Julius betreffend ... Peter Dessauer, Matz Möller und Lazarus Ercker seien zu Bettlern geworden, da sie beim Kupfermachen weniger denn nichts ausgerichtet ... etc., 30.04.1575.).

³¹³ Paul Reinhard Beierlein, 1955, 22, 24.

³¹⁴ Paul Reinhard Beierlein, 1955, 24 – 32, beschreibt diesen Vorgang und die dahinter vermuteten Intrigen gegen Lazarus Ercker ausführlich. Dieser selbst kämpfte noch jahrelang von Böhmen aus um Erstattung seiner Kosten und Anerkennung durch den Kurfürsten, siehe 40, 48 – 51.

zunächst nach St. Joachimsthal, dann als Gegenprobierer nach Kuttenberg. In Kaiser Maximilian II. hatte Lazarus Ercker einen Förderer, der ihn in der Prager Buchhaltereij, der höchsten böhmischen Verwaltungsbehörde, beschäftigte. Unter Kaiser Rudolf II. stieg er zum Obersten Bergmeister des Königreichs Böhmen und zum Ersten Münzmeister auf. In diese Zeit fallen zahlreiche Inspektionsreisen zu den böhmischen, mährischen und ungarischen Bergwerken. 1586 erfolgte die Erhebung in den Adelsstand als Lazarus Ercker von Schreckenfels. Bis zu seinem Tod im Jahr 1594 in Prag blieb er in kaiserlichen Diensten.³¹⁵

Geboren und aufgewachsen in einer der wichtigsten Montanregionen Europas verbrachte Lazarus Ercker fast sein gesamtes Leben in bedeutenden Bergrevieren. Das sächsische Erzgebirge, Goslar am Harz, St. Joachimsthal und Kuttenberg in Böhmen waren die Stationen seines Lebens. Auch während seiner Tätigkeit in Prag besuchte er immer wieder die Bergreviere, für die er zuständig und verantwortlich war.

Wohnorte und Wirkungsstätten

Sowohl durch verwandtschaftliche als auch durch berufliche Beziehungen war Lazarus Ercker im sächsischen und böhmischen Raum gut vernetzt. Während seines Aufenthaltes in Goslar und auch nach seinem Wechsel in das Königreich Böhmen riss der Kontakt nach Sachsen nicht ab. In den jeweiligen Landesherrn hatte er Förderer, so dass er sicher Zugang zu den jeweiligen Bibliotheken hatte. Allein durch seine berufliche Stellung hatte er Kontakte zu anderen hochrangigen und entsprechend gebildeten Berg- und Hüttenleuten.

Vernetzung in wichtige Bergbaureviere

Schon die Familie seines Vaters und seine gesamte Verwandtschaft lebten vom Bergbau, so dass Lazarus Ercker in diese Berufswelt hineinwuchs und folgerichtig selbst eine entsprechende Laufbahn einschlug. Als Wardein, Probationsmeister und Münzmeister lag sein Arbeitsschwerpunkt zwar im Münzwesen, schon in seiner Zeit in Goslar widmete er sich aber neben seiner amtlichen Tätigkeit der Erforschung von Schmelzprozessen. Auch in Böhmen blieb er als hoher Verwaltungsbeamter immer mit den praktischen Aspekten des Berg- und Hüttenwesens verbunden. Lazarus Erckers Werke sind somit die Schriften eines ausgewiesenen Fachmanns. Ihre Abfassung stand immer in engem Zusammenhang mit seinem beruflichen Umfeld.

Persönlicher Bezug zum Montanwesen

Im Vorwort seines „Großen Probierbuches“ verweist Lazarus Ercker auf die Naturforscher, früher Philosophen genannt. Auf diese nimmt er auch im Text manchmal Bezug.³¹⁶ Das heißt aber, dass er die antiken Autoren auf jeden Fall studiert hatte. Ferner waren ihm verschiedene alchemistische Schriften zugänglich. Auch Vannoccio Biringuccios „Pirotechnia“ und Georgius Agricolas „De re metallica“ müssen ihm bekannt gewesen sein. Von Biringuccios „Pirotechnia“ stand Lazarus Ercker bereits in der Dresdner Probierstube ein

Wissenserwerb durch Fachbücher

³¹⁵ Paul Reinhard Beierlein, 1955, 11 – 55; Carl Wilhelm von Gümbel, Ercker: Lazarus (auch Ercker), in: Allgemeine deutsche Biographie, Bd. 6, 1877 (ND 1968), 214 f.; Paul Reinhard Beierlein, Ercker (Erckner, Erckel) v. Schreckenfels, Lazarus, in: Neue Deutsche Biographie, 4. Bd., 1959, 567 f.; Hans-Joachim Kraschewski, Ercker, Lazarus, in: Horst-Rüdiger Jarck, Braunschweigisches Biographisches Lexikon. 8. bis 18. Jahrhundert, Braunschweig 2006, 205 f.; Włodzimierz Hubicki, Ercker (also Erckner or Erckel), Lazarus, in: Dictionary of Scientific Biography, Volume IV, 1971, 393 f., ferner biographische Angaben in Ludmila Kubátová, Hans Prescher, Werner Weisbach, 1994.

³¹⁶ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 38, 72, 74; von den Philosophen wird nur Serapion namentlich genannt.

Exemplar zur Verfügung, es ist im dortigen Inventar aufgeführt. Da Herzog August Interesse an Agricolas Werk „De re metallica“ gezeigt und diesen um eine deutsche Übersetzung gebeten hatte, kann es sein, dass Lazarus Ercker diese Vorgänge als Anregung zur Verfassung seines „Kleinen Probierbuchs“ nahm. Wenn nicht bereits in Sachsen, so war ihm später Georgius Agricolas Werk auf jeden Fall bekannt.³¹⁷

Die Studienreise nach Tirol, die zwar nicht im Auftrag aber mit Bewilligung des Landesherrn erfolgte, führte Lazarus Ercker in eines der berühmtesten Bergreviere Europas nach Schwaz. Später lernte er auf seinen Inspektionsreisen den böhmischen, mährischen und ungarischen Bergbau gründlich kennen.

Wissenserwerb
durch Reisen

Lazarus Erckers Wissen basiert zu großen Teilen auf eigenen Erfahrungen und Beobachtungen. Er weist in seinem Hauptwerk immer wieder darauf hin, dass er bestimmte Sachverhalte durch Versuche selbst überprüft habe. Die historische Einleitung seines Berichtes vom Rammelsberg beruht auf den Erzählungen älterer Bergleute.

Wissenserwerb
durch Autopsie

3.2.9 Hans Stöckl, Martin Sturtz, Christof Hofer und Adam Schnitzler (zum „Speculum Metallorum“)

Die Schriften aus denen Auszüge zum „Speculum Metallorum“ zusammengestellt wurden, sind zum einen das Schwazer Bergbuch (1554) und zum anderen ein Schmelzbuch, entstanden um 1550.³¹⁸ Mit diesem Werk sind deshalb vor allem drei Namen verbunden, nämlich Christof Hofer, Martin Sturtz und Hans Stöckl.

Das Schmelzbuch wurde um 1550 von Hans Stöckl in Kitzbühel verfasst.³¹⁹ Wie das Verhältnis von Christof Hofer und Martin Sturtz zum „Speculum Metallorum“ zu sehen ist, ist noch nicht abschließend geklärt. Christoph Bartels hält Christof Hofer für den Auftraggeber und Lieferanten wesentlicher Beiträge des Werks und Martin Sturtz für den Verfasser der Schrift. Franz Kirnbauer erwägt auch diese Möglichkeit, hält es aber für wahrscheinlicher, dass Christof Hofer der Autor war und dessen Exemplar von Martin Sturtz für den Gebrauch in Böhmen abgeschrieben wurde.³²⁰ Als Kopist späterer Abschriften des „Speculum“

Autoren und
Kopisten

³¹⁷ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 27 f. werden die Ähnlichkeiten zwischen der „Pirotechnia“ und dem „Großen Probierbuch“ dargestellt, 28 wird ein Einfluss der „Cosmographia“ des Sebastian Münster ausdrücklich ausgeschlossen, 28 – 30 wird ein möglicher Einfluss von „De re metallica“ besprochen; Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 10, 12 – 14, 224; Lothar Suhling, 1976, 143 – 146, weist nach, dass Lazarus Ercker seine Ausführungen zum Kupfersäubern aus Georgius Agricola, „De re metallica“, und aus dem Schmelzbuch von Hans Stöckl, einer relativ seltenen Handschrift, übernommen hat.

³¹⁸ Erich Egg, Zum dritten Exemplar des Speculum Metallorum, in: Der Anschnitt, Bd. 25, 1973, H. 2, 12 – 13.

³¹⁹ Erich Egg, 1963, 3.

³²⁰ Christoph Bartels, Speculum Metallorum, in: Christoph Bartels, Rainer Slotta, Meisterwerke bergbaulicher Kunst vom 13. bis 19. Jahrhundert. Katalog zur Ausstellung des Deutschen Bergbau-Museums Bochum und des Kreises Unna auf Schloß Cappenberg vom 6. September bis 4. November 1990 (= Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum), Bochum 1990, 152 – 155, hier 153, der Autor weist darauf hin, dass die Datierung des Calwer Exemplars dringend wissenschaftlich überprüft werden müsste; Franz Kirnbauer (Hrsg.), 1961,

Metallorums spielt noch Adam Schnitzler eine Rolle. Im übrigen ist die Entstehung dieser Handschriften und der daran beteiligten Personen noch ein Desiderat der Forschung.

Hans Stöckl war ein Tiroler Hüttenfachmann. In seinem Schmelzbuch gibt er mehrfach an, dass er bestimmte Sachverhalte über Schmelzprozesse von Wolfgang Tanfelder erfahren habe. Eventuell war dieser sein Lehrmeister und Hans Stöckl hat bei ihm seine Ausbildung gemacht. 1543 wurde Hans Stöckl Unterschreiber und Gehilfe auf einem Hüttenwerk in Kitzbühel, das der Fröschlmoserischen Gesellschaft gehörte. 1545 wurde er Hüttenverwalter, d. h. er leitete die Schmelzhütte selbst. Nach einem kurzen Wechsel zu einer konkurrierenden Hüttengesellschaft kehrte er wieder zur Fröschlmoserischen Gesellschaft zurück, zunächst wieder nach Kitzbühel, dann nach Leogang. Schließlich übernahm Hans Stöckl die Leitung des neuen Hüttenwerkes in Kössen, das 21 Öfen umfasste. Dort war er mindestens bis 1560 tätig.³²¹

*Biographische
Hinweise zu
Hans Stöckl*

Zu dem mutmaßlichen Kompilator und teilweise auch Autor des „Speculum Metallorum“ Martin Sturtz erfährt man einige Fakten aus der von ihm verfassten Vorrede. Darin schreibt er, dass er sich als junger Mann um Wissen über den Bergbau sehr bemüht habe und auch verschiedene Fakultäten aufgesucht habe. Hier traf er andere Naturwissenschaftler, wie Astronomen und Geometer, konnte aber über den Bergbau nichts in Erfahrung bringen. Er diskutierte mit Alchemisten, anderen Gelehrten und auch Bergleuten. Letztlich brachten ihn dann die eigenen Erfahrungen im Berg- und Hüttenwesen zu der erforderlichen Sachkenntnis. Nach eigener Aussage war er Steiger in St. Georgenthal. An anderer Stelle bezeichnet er sich selbst auch als Bergmann, Schmelzer und Probierer.³²² Darüber hinaus gibt es über Martin Sturtz kaum Erkenntnisse. Wahrscheinlich ist er dem böhmischen Bergbau zuzuordnen, da der Name Sturtz oder Stürtz im Raum von St. Joachimsthal nachweisbar ist. In Nordböhmen bei St. Joachimsthal gab es einen Bergbauort Georgenthal, in dem auch eine Familie Sturtz im Montanwesen tätig war.³²³

*Biographische
Hinweise zu
Martin Sturtz*

Die Familie Hofer war im österreichischen Montanwesen bekannt, Mitglieder dieser Familie waren in Schwaz und im Vintschgau als Gewerken und Schmelzherren schon in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts tätig. Christof Hofer selbst ist in Schwaz um 1575 nachweisbar. Er war dort im Jahr 1575 als Silberbrenner tätig. Das Wappen der Hofers ist auf dem Titelblatt des „Speculum Metallorum“ abgebildet.³²⁴

*Biographische
Hinweise zu
Christoph Hofer*

19 f.; Erich Fussek, Das "Speculum Metallorum" des Martin Sturtz, in: Der Anschnitt, Bd. 10, 1958, H. 3, 3 – 10, hier 3 f., hält es für möglich, dass Christoph Hofer Autor oder Mitautor des dritten Teiles des Werkes war. Dies ist aber widerlegt, nachdem das Schmelzbuch Hans Stöckls eindeutig als Vorlage für diesen Teil identifiziert wurde, Erich Egg, 1963, 3.

³²¹ Erich Egg, 1963, 3 f.

³²² Speculum Metallorum, 1575, 3^v – 4^r; Erich Fussek, 1958, 3; während die zuerst erwähnten Angaben der Vorrede zu entnehmen sind, sind die Berufsangaben „Bergmann, Schmelzer und Probierer“ erst auf fol. 77^v zu finden. Hier muss erst noch die Frage der Autorenschaft genau geklärt werden.

³²³ Erich Fussek, 1958, 4, Franz Kirnbauer, 1961, 19 f.; beide Autoren weisen auf die Beziehungen zwischen Böhmen und Tirol hin; Georgius Agricola nennt im „Bermannus“ einen Arzt und Bergsachverständigen Georg Sturtz, dessen Vater im Silberbergbau in Annaberg ein Vermögen gewann (Helmut Wildorf, 1955 a (AGA II), 73).

³²⁴ Erich Fussek, 1958, 4; Erich Egg, 1973, 12.

Von Adam Schnitzler, dem späteren Kopisten des „Speculum Metallorum“, ist immerhin bekannt, dass er ein württembergischer Bergmeister war. Erich Egg bezeichnet ihn als „gebildeten Theoretiker, sicher bergmännisch vorgebildet, aber mehr auf seine blühende Phantasie als auf die praktische Erfahrung bauend.“ Er wurde 1540 in Sterzing geboren, hatte eine humanistische Bildung und engagierte sich dann in verschiedenen Bergbauunternehmen ziemlich erfolglos. 1577 wurde er schließlich des Landes verwiesen. Von 1594 bis 1597 war er dann Bergmeister des Herzogs von Württemberg. Auch hier verschuldete er sich und hatte Streitigkeiten, so dass er nach Augsburg flüchtete. Er wurde gefangen genommen und erhielt 1602 einen Geleitbrief nach Tirol. Adam Schnitzler stand wohl im Kontakt mit Christof Hofer, denn Unterlagen im Zusammenhang mit Prozessen gegen Adam Schnitzler, machen deutlich, dass dieser ausgeliehene Schriften in seinem Besitz hatte und sie nicht an Christof Hofer zurückgab.³²⁵

*Biographische
Hinweise zu
Adam
Schnitzler*

Die verschiedenen Personen, die zur Entstehung des „Speculum Metallorum“ beigetragen haben, nämlich Hans Stöckl als Verfasser des Schmelzbuchs und Martin Sturtz und Christoph Hofer als Verfasser und Kompilatoren des gesamten Werkes, sind alle drei ausgewiesene Montanfachleute, die die Praxis des Berg- und Hüttenwesens kannten. Hans Stöckl und Christof Hofer bekleideten hohe Stellungen in den jeweiligen Metallhütten, in denen sie tätig waren, Martin Sturtz war als Steiger mehr mit dem Bergbau als mit dem Hüttenwesen verbunden.

*Persönlicher
Bezug zum
Montanwesen*

Insofern ist die Frage nach der Herkunft des Fachwissens eindeutig zu beantworten. Vor allem die eigene Erfahrung wurde hier niedergelegt und zu einem sehr speziellen auf die Tiroler und böhmischen Verhältnisse zugeschnittenen Werk zusammengestellt. Daneben trug die wie auch immer erworbene Bildung dazu bei, dass auch auf antike Autoren wie Hermes Trismegistos und Aristoteles, mittelalterliche Werke von Geber und Albertus Magnus sowie auf den böhmischen Prediger Johann Mathesius verwiesen wurde.

*Wissenserwerb
durch
Fachbücher,
Reisen und
Autopsie*

3.2.10 Hardanus Hake (um 1540 – 1610) Pastor, Chronist

Eine der frühen Darstellungen des Unter- und Oberharzer Bergwesens verfasste der in Wildemann wirkende Pastor Hardanus Hake im Rahmen seiner Bergchronik. Er wurde vermutlich um 1540 in Hedersleben a. d. Selke geboren. Nach dem Tod der Mutter wuchs er bei Freunden und Verwandten der Eltern auf, da dem Vater die Mittel für seine Erziehung fehlten. Seine Jugend war bestimmt von Armut und häufigen Ortswechseln, während derer er seine schulische Ausbildung erhielt und später auch studierte. Er war dabei stets auf die finanzielle Unterstützung verschiedener Förderer angewiesen. Auf seiner Wanderschaft war er in Goslar, Magdeburg, Braunschweig, Prag, Wien, Goldberg und Breslau. In Braunschweig erfolgte schließlich die Ordination zum Geistlichen.

*Herkunft und
Ausbildung*

³²⁵ Erich Egg, 1973, 12 f.; Christoph Bartels, 1990, 154.

Hier heiratete er auch Elisabeth Schumann. Seit 1572 war er Seelsorger der kleinen Bergstadt Wildemann. Dieses Amt hatte er bis 1610 inne.³²⁶ Hardanus Hake starb nach den aktuellsten Angaben vermutlich 1611 im Alter von 71 Jahren.³²⁷ Außer der Bergchronik sind von Hardanus Hake mehrere Leichenpredigten überliefert, u. a. die, die er beim Begräbnis von Herzog Julius 1589 hielt.³²⁸ Die wesentliche Quelle für diese biographischen Angaben ist ein von Hardanus Hake selbst verfasster Lebenslauf.³²⁹ Außerdem gibt es verschiedene Gemeindeakten und Bergrechnungen, aus denen sich Rückschlüsse ziehen lassen.³³⁰

Berufliche
Tätigkeit

Nach einer bewegten Jugend- und Ausbildungszeit, die ihn in zahlreiche deutsche Länder führte, ließ Hardanus Hake sich im Alter von etwa 31 Jahren auf dem Oberharz nieder. In Wildemann lebte und wirkte er bis zu seinem Tod.

Wohnorte und
Wirkungs-
stätten

Weitere Bergbaureviere bzw. Beziehungen dort hin werden weder in seiner Chronik noch in seinem Lebenslauf genannt. Auch die Forschung hat hier keine über den Harz hinausreichenden Vernetzungen ermittelt.

Vernetzung in
wichtige
Bergbaureviere

Hardanus Hake hatte nicht nur ein historisch-wissenschaftliches Interesse für den Bergbau, sondern war als mitbauender Gewerke auch mit diesem wirtschaftlich verbunden. Er besaß Kuxe von Gruben bei Zellerfeld, Wildemann, Hütschenthal und Schulenberg.³³¹

Persönlicher
Bezug zum
Montanwesen

Die Werke „De re metallica“ von Georgius Agricola und „Das große Proberbuch“ von Lazarus Ercker waren Hardanus Hake gut bekannt. Er verweist mehrfach auf diese Werke mit einer Genauigkeit, die für ein eigenes Studium dieser Bücher spricht.³³² Auch die „Sarepta“ war auf dem Harz bereits

Wissenserwerb
durch
Fachbücher

³²⁶ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, I – VIII; Gerhard Müller, Hake, Hardanus, in: Horst-Rüdiger Jarck, Braunschweigisches Biographisches Lexikon. 8. bis 18. Jahrhundert, Braunschweig 2006, 293; Herbert Dennert, Pastor Hardanus Hake in: Herbert Dennert, Bergbau und Hüttenwesen im Harz vom 16. bis 19. Jahrhundert dargestellt in Lebensbildern führender Persönlichkeiten, Clausthal-Zellerfeld² 1986, 125 f., Herbert Dennert bezieht sich auf den Lebenslauf Hakes, der in der Bergchronik enthalten ist, auf den Bericht des Pastors Cuppius, Verfasser der Zellerfelder Chronik, und auf die Sarepta des Pastors Johann Mathesius, die Hake als Vorbild gedient habe.

³²⁷ Während Hardanus Hakes Amtszeit als Prediger in der Literatur einheitlich angegeben wird, gibt es zu seinem Todesjahr nur unterschiedliche Vermutungen. Herbert Dennert nennt das Jahr 1625 mit der Begründung, Hardanus Hake sei im Jahr 1624 noch als Besitzer einer Kux „Auffm Haus Braunschweig“ aufgeführt worden. Gerhard Müller nennt präzise den 8.2.1611 als Todestag. Heinrich Denker vermutet, dass Hardanus Hake 1610 starb, weil in diesem Jahr der Pfarrer Jacob Galenius die Pfarrei in Wildemann übernahm.

³²⁸ Hardanus Hake, Leichpredig. Darinne vermelt / wie der Durchleuchtige ... / Herr Julius Hertzog zu Brun=/schweig vnd Lueneburg etc. ... / in jhrer Fuerstlichen Regierung / Gottes Ehre gesucht vnd befördert. Auch von Glueck / Segen / vnd friedli=/chem Regiment / was jhre F.G. beim Bergwerck ge=/than ... / Auff Fuerstlicher Bergstadt Wil=/deman den 11. Junij zwischen 9. und / 10. gethan. / Durch / Hardanum Haken, 1589.

³²⁹ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, zitiert diesen Lebenslauf III – V und gibt als Quelle an: Landeshauptarchiv Wolfenbüttel, Landesverwaltung bis ca. 1666, I. No. 5.

³³⁰ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, V.

³³¹ Herbert Dennert, 1986, 125; Gerhard Müller, 2006, 293.

³³² Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 137 wird auf Agricola allgemein verwiesen, 141 auf Agricola, lib. 11, und Ercker, lib. 3, Fol. 101, 143 auf Ercker Fol. 30. 31.

verbreitet worden und dem Pastor einer Bergstadt selbstverständlich bekannt.³³³

Hardanus Hake reiste in seiner Jugend- und Studienzeit durch zahlreiche Länder des Heiligen Römischen Reiches. Bedeutende Bergbauzentren besuchte er dabei jedoch nicht, sondern widmete sich seinem Studium. Eventuell kannte er Goldberg in Schlesien.³³⁴

Wissenserwerb
durch Reisen

Als Prediger in einer Bergstadt mit bedeutendem Bergbau hatte Hardanus Hake, so wie auch Johann Mathesius, engen Kontakt mit den Berg- und Hüttenleuten. Wahrscheinlich hat er die Berg- und Hüttenwerke persönlich besucht, fuhr in die Schächte ein und sah sich die Schmelztechnik in den Hütten an.³³⁵

Wissenserwerb
durch Autopsie

3.2.11 Georg Engelhardt Löhneyß (1552 – 1622) Kameralist, Stallmeister, Berghauptmann

Georg Engelhardt Löhneyß wurde am 17.03.1552 in Senkendorf/Oberpfalz als Sohn einer pfälzischen Adelsfamilie geboren. Seine Schulbildung erhielt er in einem Ort in der Nähe des elterlichen Schlosses. Er setzte seine Ausbildung dann seit circa 1564 in Würzburg und seit 1567 in Coburg fort, wo er Rechnen und die alten Sprachen erlernte. Schließlich kam er 1568 an den Fürstenhof zu Ansbach und erwarb dort seine Kenntnisse im Fechten und Reiten.

Herkunft und
Ausbildung

Diese Fähigkeiten führten ihn schließlich 1575 nach Sachsen, wo er als Stallmeister in den Dienst des Kurfürsten August trat. Hier kam er auch erstmals mit dem Bergbau in Berührung. 1583 wurde er Stallmeister bei Erbprinz Heinrich Julius von Braunschweig-Wolfenbüttel. An beiden Höfen hatte er die Gelegenheit, die praktische Staatswirtschaft zu erlernen, da sowohl in Sachsen als auch in Braunschweig-Wolfenbüttel eine mustergütige kameralistische Ordnung eingeführt war.

Berufliche
Tätigkeit

Georg Engelhardt Löhneyß kaufte das Rittergut Remlingen und ließ sich dort ein Schloss nach italienischem Vorbild errichten. Bereits in Sachsen hatte er das Freifräulein von Wurmb geheiratet.

Nach dem Tod Herzog Julius' im Jahr 1589 ernannte dessen Sohn Herzog Heinrich Julius Georg Engelhardt Löhneyß 1594 zum Berghauptmann der braunschweigisch-wolfenbüttelschen Bergwerke. Nachdem der Herzog 1597 auch den grubenhagenschen Harz in Besitz genommen hatte, leitete Georg Engelhardt Löhneyß den gesamten Oberharzer Bergbau, was die Inspektion der Bergstädte und die mittlere Instanz in Rechts- und Bergsachen einschloss.

³³³ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 149.

³³⁴ Die Nennung von Goldberg als Aufenthaltsort ist nicht klar einzuordnen. K. Schucht, Der wanderlustige Hardanus Hake, in: Goslarer Bergkalender, Jg. 308, 1958, 74 – 76, schreibt, dass Hardanus Hake in Breslau die Schulen St. Elisabeth und zum Goldberg besuchte. Gerhard Müller, 2006, schreibt von dem Besuch einer Schule in Goldberg. Hardanus Hake selbst schreibt: „... darvmb zog ich von dar nach Breßlau in Schlesien. Da ich dann zu St. Elisabeth vnd fürder zum Goldberg welches die fürnehmsten Schulen in Schlesien sind, studierete.“ Zitiert nach Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, IV.

³³⁵ K. Schucht, 1958, 75.

Die Befugnisse des seit langem für die Herzöge tätigen Christoph Sander wurden auf den Rammelsberg beschränkt.

In die Amtszeit dieses Berghauptmannes fielen der Weiterbau und z. T. auch die Fertigstellung wichtiger Wasserlösungsstollen auf dem Oberharz, so der Durchschlag des 16-Lachter-Stollens zu den Zellerfelder Gruben und der Vortrieb des Rabenstollens bis zum Rosenhöfer Schacht. Auf dem Seigerriss von 1606 ist eine Grube mit der Bezeichnung „Heuptmanns G. E. L. Zeche“ eingezeichnet, die eventuell von Georg Engelhardt Löhneyß selbst betrieben wurde.

Seine Aufgaben nahm Georg Engelhardt Löhneyß weitgehend von seinem Gut in Remlingen aus wahr. Hier hatte er 1605 eine eigene Druckerei eingerichtet, um die von ihm verfassten Bücher unter Mitarbeit eigens dafür angestellter Holz- und Kupferstecher drucken zu lassen. Der Nachfolger Herzog Heinrich Julius' Herzog Ulrich verfügte jedoch 1613, dass Georg Engelhardt Löhneyß seine Dienstgeschäfte von Zellerfeld aus wahrzunehmen habe. Zu diesem Zweck bezog er nicht nur das Amtshaus in Zellerfeld, sondern er verlegte auch seine Druckerei dorthin. 1619 kam es zum Zerwürfnis mit Herzog Ulrich und Georg Engelhardt Löhneyß legte sein Amt nieder.

Am 1.12.1622 starb Georg Engelhardt Löhneyß auf seinem Gut Remlingen bei Wolfenbüttel. Dieses Anwesen wurde 1625 im dreißigjährigen Krieg zerstört und mit dem Schloss verbrannte auch der größte Teil der dort gedruckten Bücher.³³⁶ Überliefert ist die Leichenpredigt, die anlässlich seiner Beerdigung gehalten wurde.³³⁷

Georg Engelhardt Löhneyß verbrachte seit dem Eintritt in den Dienst des sächsischen Herzogs sein Leben in Staaten, für die der Bergbau eine herausragende Rolle spielte. Nach Dresden waren Wolfenbüttel und Remlingen, später dann Zellerfeld die Orte, an denen er arbeitete und lebte.

Wohnorte und
Wirkungs-
stätten

Kontakte in Bergbauzentren außerhalb Sachsens bzw. Braunschweig-Wolfenbüttels sind nicht bekannt. Auch aus seinem Werk kann man keine Hinweise darauf entnehmen, dass Georg Engelhardt Löhneyß andere Bergreviere kannte oder dorthin Verbindungen pflegte. Er könnte allerdings

Vernetzung in
wichtige
Bergbaureviere

³³⁶ Hans-Joachim Kraschewski, Löhneyß, Georg Engelhardt von, in: Horst-Rüdiger Jarck, Braunschweigisches Biographisches Lexikon. 8. bis 18. Jahrhundert, Braunschweig 2006, 451 f.; Karl Theodor von Inama-Sternegg, Löhneyß: Georg Engelhard von (auch Löhneis und Löhneyßen), in: Allgemeine Deutsche Biographie, Bd. 19, 1884 (ND 1969) 133 – 135; Herbert Dennert, Berghauptmann G. E. Löhneysen, in: Herbert Dennert, Bergbau und Hüttenwesen im Harz vom 16. bis 19. Jahrhundert dargestellt in Lebensbildern führender Persönlichkeiten, Clausthal-Zellerfeld²1986, 106 – 108, Christoph Bartels, Georg Engelhardt Löhneyß. Bericht vom Bergkwerck, in: Rainer Slotta, Martin Lochert (Hrsg.), Meisterwerke bergbaulicher Kunst vom 13. bis 19. Jahrhundert. Katalog zur Ausstellung des Deutschen Bergbau-Museums Bochum und des Kreises Unna auf Schloß Cappenberg vom 6. September bis 4. November 1990 (= Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum) Bochum 1990, 161 – 163; Karl Theodor von Inama-Sternegg, 1884, datiert die Ernennung zum Berghauptmann bereits in das Jahr 1589, dagegen gibt Hans-Joachim Kraschewski, 2006, das Jahr 1594 an, Herbert Dennert, 1986, gibt als Amtszeit 1596 bis 1617 an.

³³⁷ Christliche Leichpredig/ Bey dem Begräbnis des weiland Woledlen/ ... Georg Engelhart Löhneyß/ Fürstl. Braunsch. alten Stallmeisters vnd Bergkhauptmans .../ Welcher den 1. Decembris Anni 1622. zu Remling selig entschlaffen/ vnd den 22. Januarij Anni 1623. daselbst ... zu seinem Ruhebettlein vnd Schlaffkämmerlein gebracht worden / Gehalten von Martino Wedemeiern, Pfarrherrn vnd Seelsorgern daselbst.

durch auswärtige fachkundige Besucher des Harzes weitere Informationen erhalten haben, denn zu seiner Zeit als Berghauptmann Zeit kamen Gewerken aus Prag und Nürnberg auf den Harz, um sich über das dortige Montanwesen zu informieren.

Schon in Sachsen kam Georg Engelhardt Löhneyß mit dem dortigen Bergbau in Berührung. Als Berghauptmann für die Unter- und Oberharzer Bergwerke des Herzogtums Braunschweig-Wolfenbüttel, seit 1596 auch für das grubenhagensche Gebiet, unterstand Georg Engelhardt Löhneyß das gesamte Berg-, Hütten- und Forstwesen des Oberharzes. Er kontrollierte die Bergbeamten, nahm die Rechnungen ab und stellte Missstände durch eine zweckmäßige Betriebsorganisation ab. Eventuell betrieb Georg Engelhardt Löhneyß auch auf dem Oberharz eine eigene Grube.

*Persönlicher
Bezug zum
Montanwesen*

Georg Engelhardt Löhneyß kannte die beiden wichtigsten montanwissenschaftlichen Bücher seiner Zeit, nämlich „De re metallica“ von Georgius Agricola und „Beschreibung allerfürnemisten Mineralischen Ertzt und Bergwercksarten“ von Lazarus Ercker sehr genau, denn dies sind die Werke, aus denen er große Teile seiner eigenen Druckschrift zusammenstellte. Auch die „Sarepta“ von Johann Mathesius war ihm bekannt. Darüber hinaus kannte er die Naturforscher der Antike, wie C. Plinius Sec. und Aristoteles.

*Wissenserwerb
durch
Fachbücher*

Auch wenn Georg Engelhardt Löhneyß in seiner Jugendzeit mehrere Orte in Süddeutschland kennenlernte, so lagen diese nicht in Bergbauregionen. Dem Bergbau wandte er sich erst während seiner beruflichen Laufbahn zu, blieb dann jedoch als hoher Verwaltungsbeamter stets am Ort seines Wirkens.

*Wissenserwerb
durch Reisen*

Auf Grund seiner Tätigkeit kannte Georg Engelhardt Löhneyß die Berg- und Hüttenwerke, die er verwaltete, sehr genau. Die Maßnahmen, die er während seiner Tätigkeit durchführen ließ, sprechen für eine gute Kenntnis der örtlichen Verhältnisse. Auf dieser Basis stellte er dann aus den oben genannten Werken ein Fachbuch zusammen, das vor allem auf die Verhältnisse des Ober- und Unterharzes sowie des Rammelsberges abgestimmt war.

*Wissenserwerb
durch Autopsie*

3.2.12 Balthasar Rösler (1605 – 1673) Bergmeister, Stolln-Faktor, Markscheider

Zur Herkunft Balthasar Röslers ist nur überliefert, dass er am 22. Dezember 1605 in Heinrichsgrün in Böhmen geboren wurde. Heinrichsgrün war zu dieser Zeit eine blühende Bergstadt, die zur Herrschaft der Grafen von Schlick gehörte. Die Namen und der Beruf der Eltern sind nicht bekannt, auch über Balthasar Röslers Bildungsgang gibt es keine Nachrichten. Sicher ist, dass er seit 1629 im Freiburger Revier in Sachsen tätig war. Im Zuge der Rekatholisierung Böhmen durch Ferdinand II. hatte er also, wie seinerzeit viele Protestanten, zwischen 1620 und 1629 Böhmen verlassen.³³⁸

*Herkunft und
Ausbildung*

Erste Zeugnisse von Balthasar Röslers Tätigkeit sind von ihm angefertigte Grubenrisse im Freiburger Revier aus den Jahren 1629 bis 1631. Seit April 1631 war er als Markscheider im Bergamt Marienberg tätig, womit ihm zugleich

*Berufliche
Tätigkeit*

³³⁸ Heinz Meixner, Walter Schellhas, Peter Schmidt, Balthasar Rösler. Persönlichkeit und Wirken für den Bergbau des 17. Jahrhunderts. Kommentarband zum Faksimiledruck "Hellpolierter Berg-Bau-Spiegel", Leipzig 1980, 7 f.

die Markscheiderei in allen obersächsischen Bergämtern oblag. Er war also mit dem bergmännischen Vermessungswesen über und unter Tage befasst, eine Tätigkeit die Spezialkenntnisse erforderte und die sich deutlich von den übrigen bergmännischen Berufen unterschied.³³⁹ Seit 1631 war das obersächsische Bergrevier jedoch Kriegsschauplatz im Dreißigjährigen Krieg, 1633 forderte die Pest circa 1000 Menschenleben und damit ging der Ertrag aus den Gruben in den folgenden Jahren stark zurück. Diese Situation bewog wohl Balthasar Rösler im Herbst des Jahres 1634 Sachsen zu verlassen und zurück nach Böhmen zu gehen.³⁴⁰

In Graßlitz, zur Grafschaft Schönburg gehörig, setzte er seine berufliche Laufbahn fort. Diese Stadt erlebt seit dem späten 16. bis ins frühe 17. Jahrhundert eine Blütezeit durch den hier umgehenden Bergbau vor allem auf Kupfererze und die dadurch entstandenen Verarbeitungsbetriebe. Balthasar Rösler wurde Schichtmeister. Ob er diese verantwortungsvolle Tätigkeit für eine Grube oder eine Hütte ausübte, ist nicht bekannt. Er war auch Direktor eines Eisenhammers. In Graßlitz blieb Balthasar Rösler bis 1649. Zu dieser Zeit wurde die Gegenreformation nachdrücklich durchgesetzt, gleichzeitig ging jedoch auch der Bergbau rapide zurück. Beides könnte letztlich der Anlass zur erneuten Auswanderung gewesen sein.³⁴¹

Am 12. Juli 1649 wurde Balthasar Rösler in Freiberg zum Markscheider und Gegenschreiber im Bergamt Freiberg bestellt. Außerdem hatte er als Nebentätigkeit von 1654 bis 1663 die Stelle eines Schichtmeisters auf dem „Neu Spat Stollort“ inne. Am 30. November 1649 erwarb er in Freiberg das Bürgerrecht. Da in den Jahren nach dem Dreißigjährigen Krieg der Bergbau nur allmählich wieder zunahm, hatte Balthasar Rösler im Rahmen seiner hauptamtlichen Tätigkeit Zeit, zahlreiche Gruben- und Stollenrisse anzufertigen, Nachwuchskräfte auszubilden und das Manuskript für den „Hell-polierten Berg-Bau-Spiegel“ zu beginnen. Auch seinen Sohn Christian hatte Balthasar Rösler im Rechnungswesen und der Markscheiderei ausgebildet. Als er sich 1663 auf die Stelle des Bergmeisters in Altenberg bewarb und diese auch erhielt, wurde sein Sohn in Freiberg sein Nachfolger.³⁴² Am 18. Juli 1663 erfolgte die offizielle Anstellung Balthasar Röslers in Altenberg. Hier ging vor allem der Zinnbergbau um. Wie auch bei seinen Vorgängern gehörten zu seinem Amt als Bergmeister auch das Markscheideamt und das Amt des Faktors für den Zwitterstock und den Erbstollen. Nachdem sich schon 1620 nach einem großen Bergbruch 36 Gruben zu einer Gewerkschaft zusammengeschlossen hatten, fiel der Anschluss von weiteren 51 Gruben an die Zwitterstockgewerkschaft im Jahr 1663/64 in die Amtszeit Balthasar Röslers. Als Bergmeister musste er zusammen mit seinem Vorgesetzten die Interessen des Landesherrn und die der Bergarbeiter gegenüber diesen mächtigen Gewerken vertreten. Balthasar Rösler starb 1673 in Altenberg und ist auch dort begraben. Sein Sohn Johann

³³⁹ Heinz Meixner, Walter Schellhas, Peter Schmidt, 1980, 9.

³⁴⁰ Heinz Meixner, Walter Schellhas, Peter Schmidt, 1980, 14 f.

³⁴¹ Heinz Meixner, Walter Schellhas, Peter Schmidt, 1980, 16 – 22; ein Schichtmeister hatte die Aufsicht über einen Hütten- oder Grubenbetrieb, vor allem für das Rechnungswesen.

³⁴² Heinz Meixner, Walter Schellhas, Peter Schmidt, 1980, 23 – 28, 32 – 36.

Heinrich wurde sein Nachfolger als Zwitterstock- und Stollenfaktor und ein Jahr später auch als Bergmeister.³⁴³

Der Wirkungskreis Balthasar Röslers war das Erzgebirge und zwar auf böhmischer Seite, wo er geboren wurde, und auf sächsischer Seite, wo er im Alter von 67 Jahren starb. Heinrichsgrün, Marienberg, Graßlitz, Freiberg und Altenberg waren die Stationen seines Lebens.

Wohnorte und Wirkungsstätten

Über das Erzgebirge hinausgehende Verbindungen Balthasar Röslers sind nicht bekannt.

Vernetzung in wichtige Bergbaureviere

Der Bergbau in Freiberg lag nach dem Dreißigjährigen Krieg völlig darnieder. Am Wiederaufbau dieses Reviers war Balthasar Rösler auch als Gewerke beteiligt. Seine wirtschaftliche Lage erlaubte ihm den Erwerb mehrerer Kuxe auf verschiedenen Erzgängen.³⁴⁴ Zwei Söhne Balthasar Röslers wurden von ihm ausgebildet und konnten ihrem Vater in seinen Ämtern nachfolgen.³⁴⁵

Persönlicher Bezug zum Montanwesen

Im Vorwort des „Hellpolierten Berg-Bau-Spiegels“ wird auf zahlreiche montanwissenschaftliche Schriften hingewiesen. Auch Schriften von lokaler Bedeutung werden genannt. Da dieses Vorwort jedoch vom Herausgeber Johann Christoph Goldberger stammt, ist daraus nicht abzuleiten, welche dieser Schriften Balthasar Rösler bekannt waren. Er selbst erwähnt die Schriften der „Philosophen“, Lazarus Ercker, Georg Engelhardt Löhneyß und Johann Mathesius.³⁴⁶ Reisen, die über das sächsische und böhmische Erzgebirge hinausführten, hat Balthasar Rösler wohl nicht unternommen.

Wissenserwerb durch Fachbücher und Reisen

Das Werk Balthasar Röslers ist nach Angaben des Herausgebers auf Basis der langjährigen Erfahrung entstanden, die dieser als Markscheider und Gegenschreiber in Freiberg und als Bergmeister in Altenberg gesammelt hatte. Außerdem hatte er sich Kenntnisse im Probierwesen und die Kunst des Kupfersaigerns bei seinem Dienste in der Saigerhütte Grünthal angeeignet.³⁴⁷ Erst nach dem Jahr 1649 begann Balthasar Rösler mit der Abfassung seines Werkes, in dem er das in langjähriger Tätigkeit erworbene Fachwissen niedergelegte.

Wissenserwerb durch Autopsie

3.2.13 Christian Berward (1642 – 1692) Leitender Bergbeamter, Berg- und Hofrat

Als Sohn eines hohen Clausthaler Bergbeamten, des Richters und Bergschreibers Christian Berward d. Ä., wurde Christian Berward 1642 in Zellerfeld geboren. Die Familie wechselte dann nach Clausthal, wo der Vater seine Beamtenlaufbahn fortsetzte. Christian Berward besuchte die Klosterschule in Walkenried und ging anschließend zum Studium nach Jena. Seine Abschlussarbeit verfasste er zu einem juristischen Thema.

Herkunft und Ausbildung

³⁴³ Heinz Meixner, Walter Schellhas, Peter Schmidt, 1980, 37 – 43; das Amt eines Faktors entspricht dem eines Schichtmeisters.

³⁴⁴ Heinz Meixner, Walter Schellhas, Peter Schmidt, 1980, 26 f.; u. a. erwarb Balthasar Rösler 1655 Kuxe auf den Gängen Rosenkranz und Ritter St. Georg und 1662 auf den Gängen Hohe Sonne, Friede und Elias.

³⁴⁵ Heinz Meixner, Walter Schellhas, Peter Schmidt, 1980, 36, 43.

³⁴⁶ Balthasar Rösler, Speculum metallurgiae politissimum oder hell-polierter Berg-Bau-Spiegel. Faksimiledruck der Ausgabe Dresden 1700, Leipzig 1980, Vorrede, 1 – 3; Lib. I, 9.

³⁴⁷ Johann Christoph Goldberger (Hrsg.), 1700, Vorrede, 3.

Im Jahr 1666 begann er seine Laufbahn als Bergbeamter im Harz. Die Förderung des Sohnes durch den als Richter tätigen Vater führte zu so erheblichen Differenzen mit dem Clausthaler Rat, der sich übergangen fühlte, dass Christian Berward d. Ä. sein Richteramt niederlegen musste. 1680 wurde Christian Berward zum Berg- und Hofrat in Clausthal ernannt. Er übernahm 1683 die Leitung des inneren Bergamtes, also des Führungsgremiums unmittelbar unter dem Berghauptmann, womit auch weitreichende Befugnisse in der allgemeinen Verwaltung des Bergreviers verbunden waren.

Berufliche Tätigkeit

Bereits kurz nachdem sich Christian Berward beruflich etabliert hatte, heiratete er 1667 IIsbeth Heberle aus einer angesehenen Clausthaler Honoratiorenfamilie. Diese starb im Jahr 1684. Christian Berward ist 1692 in Clausthal gestorben.³⁴⁸

Christian Berward hat seine Heimat und Wirkungsstätte, den Harz nur in seiner Jugend kurz verlassen, um zu studieren.

Wohnorte und Wirkungsstätten

Weitergehende Verbindungen in andere Bergbauzentren sind nicht bekannt und können auch aus seinem Werk nicht erschlossen werden.

Vernetzung in wichtige Bergbaureviere

Christian Berward war vor allem ein ausgewiesener Verwaltungsfachmann und Jurist. Dennoch kam er auch mit den technischen Anforderungen des Bergwerkes ständig in Berührung. Man kann ihn also als Fachmann für das Berg- und Hüttenwesen seiner Zeit und seiner Region, mit dem er sich in seinem Bergwörterbuch auseinandersetzte, bezeichnen.

Persönlicher Bezug zum Montanwesen

Aus dem Werk selbst geht hervor, dass Christian Berward die Schriften von Lazarus Ercker, Johann Mathesius und Georg Engelhardt Löhneyß kannte, da er verschiedentlich darauf verweist.

Wissenserwerb durch Fachbücher

Außer dem Aufenthalt in Jena sind andere Reisen Christian Berwards nicht bekannt. Als Bergbeamter in leitender Funktion kannte er die Verhältnisse im Harz jedoch aus eigener Anschauung sehr gut.

Wissenserwerb durch Reisen und Autopsie

3.2.14 Christoph Andreas Schlüter (1668 – 1743) Hüttenreiter, Zehntner, Metallurge

Der Verfasser eines der wichtigsten hüttentechnischen Werke des 18. Jahrhunderts wurde 1668 bei Goslar geboren. Sein Vater Heinrich Zacharias Schlüter war Hüttenreiter im Dienst der Herzöge von Braunschweig-

Herkunft und Ausbildung

³⁴⁸ Christoph Bartels, Christian Berward. *Interpres Phraseologiae Metallurgicae*, in: Christoph Bartels, Rainer Slotta, *Meisterwerke bergbaulicher Kunst vom 13. bis 19. Jahrhundert*. Katalog zur Ausstellung des Deutschen Bergbau-Museums Bochum und des Kreises Unna auf Schloß Cappenberg vom 6. September bis 4. November 1990 (= Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum), Bochum 1990, 164 f.; Hans-Joachim Kraschewski, Berward, Christian, in: Horst-Rüdiger Jarck, *Braunschweigisches Biographisches Lexikon*. 8. bis 18. Jahrhundert, Braunschweig 2006, 83 f.; Herbert Lommatzsch, Christian Berward, der Verfasser der „Interpres“, in: *Der Anschnitt* 18, 1966, H. 2, 19 f.; Heinrich Wilhelm Rotermund, *Das gelehrte Hannover oder Lexicon von Schriftstellern und Schriftstellerinnen, gelehrten Geschäftsmännern und Künstlern die seit der Reformation in und außerhalb den sämtlichen zum jetzigen Königreich Hannover gehörigen Provinzen gelebt haben*, Bd. 2, Bremen 1832, 667 f., dieser Autor erwähnt, dass Christian Berward vor seiner Anstellung in Clausthal Hof- und Kammerrat bei dem Grafen von Waldeck war. Wahrscheinlich handelt es sich um eine Verwechslung.

Wolfenbüttel, d. h. dieser beaufsichtigte die herzoglichen Hütten, nahm das Blicksilber in Verwahrung, kontrollierte die Feinbrenner und war für die Ablieferung des Brandsilbers und des Frischbleis an die herzogliche Faktorei verantwortlich.³⁴⁹

Christoph Andreas Schlüter wurde im Alter von 14 Jahren seinem Vater beigeordnet, um ihn ebenfalls zum Hüttenfachmann auszubilden. Als sein Vater im Jahr 1702 starb, folgte er ihm im Amt des Hüttenreiters nach.³⁵⁰

Seine Ausbildung war sehr fundiert, wie er selbst schreibt: „... und habe ich in meinen jungen Jahren alle Hütten-Arbeit erstlich auf denen Unter-Hartzischen / nachgehends auf denen Ober-Hartzischen Hütte-Werken gründlich erlernt / alle Hütten-Arbeit selbst verrichtet und mich darin exerciret ...“.³⁵¹ In dieser Zeit bereiste er Sachsen und Böhmen, wo er die dortigen Hütten kennenlernte. 1698 kehrte er schließlich nach Goslar zurück. Vor 1700 besuchte Christoph Andreas Schlüter auch das Mansfelder Land.³⁵² Es muss jedoch zumindest noch einen weiteren Auslandsaufenthalt gegeben haben, denn er schreibt selbst, dass er 1701 in Schneeberg und in Grüenthal in Sachsen war.³⁵³

Von 1709 bis 1717 hatte er das Amt eines Bergschreibers inne, danach war er bis 1724 als Zehntgegenschreiber tätig. In diesem Amt kontrollierte er die Rechnungsführung des Bergamtes in Goslar, d. h. der unterharzischen Bergwerke. Seit 1724 war Christoph Andreas Schlüter Zehntner und Leiter dieses Bergamtes. Dieses Amt übte er aus, bis er 1743 in Goslar starb.³⁵⁴

Berufliche
Tätigkeit

Durch die Heirat mit Magdalena Elisabeth Trumph im Jahre 1702 knüpfte Christoph Andreas Schlüter familiäre Verbindungen zu einer der einflussreichsten Goslarer Familien. Im selben Jahr wurde er Vollbürger und Mitglied der Wortgilde.³⁵⁵ Die Ehe blieb leider kinderlos, was Christoph Andreas Schlüter sehr bedauerte, da er somit keinen Nachfolger im Amt hatte. Auch sein Neffe, der nach ihm Hüttenreiter am Unterharz war, verstarb früh.³⁵⁶

Christoph Andreas Schlüter verbrachte seine gesamte beruflich Laufbahn im Dienste der Herzöge von Braunschweig-Wolfenbüttel. Sein Wohnort war wohl zeitlebens Goslar, sein Beruf führte ihn auf alle Bergwerke des Harzes.

Wohnorte und
Wirkungs-
stätten

Er muss selbst weitreichende Kontakte in andere Bergreviere gehabt haben, denn nicht nur sein Neffe Christoph Franz Seidensticker, der Ungarn und Siebenbürgen bereiste, sondern auch andere gute Freunde brachten ihm

Vernetzung in
wichtige
Bergbaureviere

³⁴⁹ Die wichtigste Quelle zur Biographie Christoph Andreas Schlüters sein eigenhändig verfasster Lebenslauf aus dem Jahr 1729, Manuskript in der Bibliothek Achenbach, Sign. IV. B. 1.b.73; Hans-Joachim Kraschewski, Schlüter, Christoph Andreas, in: Horst-Rüdiger Jarck, Braunschweigisches Biographisches Lexikon. 8. bis 18. Jahrhundert, Braunschweig 2006, 620 f.; Hans-Joachim Kraschewski, Schmelzhütten und Schmelzarbeit im Harz des 17./18. Jahrhunderts, Bochum 2012 (= Montanregion Harz, Bd. 9), 256 – 258.

³⁵⁰ Hans-Joachim Kraschewski, 2006, 620 f.; Hans-Joachim Kraschewski, 2012, 256 – 258.

³⁵¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, Vorrede pag. 2^v.

³⁵² Christoph Andreas Schlüter, 1938, HT, 62.

³⁵³ Christoph Andreas Schlüter, 1938, HT, 55, 531.

³⁵⁴ Hans-Joachim Kraschewski, 2006, 620 f.; Hans-Joachim Kraschewski, 2012, 256 – 258.

³⁵⁵ Anja Schmidt-Engbrodt, Von den Lustbarkeiten eines Gartenhauses. Forschungen zu einem bürgerlichen Gartenhaus in Goslar von 1725, in: Christoph Heuter, Michael Schimek, Carsten Vorwig (Hrsg.), Bauern-, Herren-, Fertighäuser. Hausforschung als Sozialgeschichte, Münster - New York 2014, 109 – 122, hier 117.

³⁵⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, Widmungsbrief, pag. 1^v, 2^r; Vorrede, pag. 3^r.

Berichte und Zeichnungen ausländischer Hüttenwerke mit, durch die er sein Fachwissen erweitern konnte.³⁵⁷

Christoph Andreas Schlüter war ein hervorragender Hüttenfachmann, der seine Kenntnisse von Jugend an erlernte und der sich in leitender Position um alle Belange der herzoglichen Hüttenbetriebe kümmerte. Dass er selbst sehr innovativ war, zeigen Hinweise in seinem Buch. Mehrfach schreibt Christoph Andreas Schlüter, dass er neue Techniken ausprobiert oder auch, wohl nach positiven Erfahrungen, eingeführt habe.³⁵⁸

*Persönlicher
Bezug zum
Montanwesen*

In seinem Werk zieht Christoph Andreas Schlüter auch andere Autoren in bestimmten Zusammenhängen heran und setzt sich mit ihren Darstellungen auseinander. Namentlich erwähnt werden Georgius Agricola, Alvaro Alonso Barba, Erasmus Ebener, Lazarus Erker, Georg Engelhardt Löhneyß und Johann Mathesius. Alle diese wichtigen Schriften zum Bergbau und Hüttenwesen kannte er sehr genau, wie die Belegstellen zeigen.

*Wissenserwerb
durch
Fachbücher*

Wie bereits erwähnt, reiste Christoph Andreas Schlüter zur Ausbildung nach Sachsen und Böhmen. Später hat er nochmals Schneeberg und Grünenthal in Sachsen (1701), und das mansfeldische Revier (um 1700) besucht. Die dort vorhandenen hüttentechnischen Einrichtungen hat er dann in seinem Buch beschrieben.

*Wissenserwerb
durch Reisen*

Darüber hinaus nutzte er seine Kontakte, um weitere Kenntnisse über die Verhüttungstechnik in anderen Ländern zu gewinnen. Er beschreibt Einrichtungen in Sachsen, Böhmen (Joachimsthal), im Stollbergischen (Straßberg), im Mansfeldischen, im Hallischen (Rothenburg), im Weimarischen (Illmenau), Hessen (Riegelsdorf), Ungarn (Schemnitz, Schmelnitz, Fölgengangen, Cremnitz, Neusohl), Tirol, Kärnten (Villach), Schweden (Falun), Norwegen und England. Sogar die Beschreibung eines alten türkischen Schmelzofens findet man in seinem Werk.

Der Hauptteil der niedergeschriebenen Kenntnisse beruht auf eigener Erfahrung, weshalb auch die Beschreibung der Hütteneinrichtung am Rammelsberg und auf dem Harz stets den größten Raum einnimmt. In diesem Rahmen legt er dar, welche Verhüttungsmethoden unter seiner Leitung erfolgreich eingesetzt wurden, welche Verbesserungsversuche unternommen wurden, aber auch welche Verfahren scheiterten. Sein umfangreiches Werk zeugt von einem in der Praxis erworbenen Wissen, das er hier nach mehr als fünfzig Jahren Arbeit darstellt.

*Wissenserwerb
durch Autopsie*

3.3 Fazit und Vergleich

3.3.1 Biographischer Hintergrund

Betrachtet man die Biographien der Autoren, so gibt es vor allem eine Konstante, nämlich dass sie alle, bis auf Peder Månsson, in Bergbaugebieten beheimatet waren, dort lebten oder arbeiteten. Die bedeutenden

³⁵⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1938, Vorrede, pag. 3f.

³⁵⁸ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT, 13, 21, 30, 32; die Details werden im 5. Kapitel dargestellt.

Bergbauzentren Sachsens, Böhmens, der Harz und Tirol sind die Regionen, in denen die meisten Montanschriftsteller den größten Teil ihres Lebens zubrachten.

Eine weitere Gemeinsamkeit, die fast alle Autoren aufweisen, ist die aus heutiger Sicht als humanistisch zu bezeichnende Ausbildung in der Jugend. Diese umfasste den Besuch einer Elementarschule in der Kindheit, der sich später die Lateinschule und eine Universitätsausbildung anschlossen. Zu den Ausnahmen gehört hier Christoph Andreas Schlüter, der schon in seiner Jugend die Ausbildung zum Hüttenfachmann begann.

Im übrigen haben wir es mit einem breiten Spektrum von Berufsfeldern zu tun, in denen die Autoren tätig waren. Zwei der bekanntesten von ihnen, Ulrich Rülein von Calw und Georgius Agricola waren Mediziner. Der eine war Stadtphysikus in Freiberg und später Professor für Medizin in Leipzig, der andere Stadtphysikus und –apotheker in St. Joachimsthal und hatte nach seiner Übersiedlung nach Chemnitz ebenfalls die Stelle des Stadtphysikus‘ inne. Beide waren in ihrem Umkreis auch politisch tätig, waren Ratsmitglieder und Bürgermeister und dienten ihren jeweiligen Landesherrn als Berater. Ulrich Rülein von Calw wirkte im Auftrag der sächsischen Herzöge als Stadtplaner, während Georgius Agricola diplomatisch tätig war.

Auch Geistliche waren unter den Autoren, die in ihren Werken montanistische Kenntnisse verarbeiteten. Peder Månsson war Mönch und Doktor des kanonischen Rechts, später Bischof von Västerås. Johann Mathesius war nach verschiedenen beruflichen Stationen erst Diakon, dann Pfarrer in St. Joachimsthal. Hardanus Hake war nach seiner Ordination Pfarrer der Bergstadt Wildemann. Zu Peder Månsson ist dabei anzumerken, dass sein Bergbuch und sein Kunstbuch nur zwei von vielen Fachbüchern waren, in denen er das ihm zugängliche Wissen sammelte, um es in seine Heimat zu bringen. In den Schriften der beiden Pfarrer steht die Vermittlung montanistischen Fachwissens nicht im Mittelpunkt. Johann Mathesius brachte die Heilige Schrift seinen Gemeindemitgliedern über Gleichnisse und Vergleich mit dem Bergbau nahe, die diese Menschen besser verstanden. Bei Hardanus Hake findet man hüttentechnische Darstellungen im größeren Rahmen einer Chronik des Oberharzes und seiner Bergstädte.

Zum Kreis der Bergverwaltungsbeamten sind der Berggerichtsschreiber Ludwig Lässl, der am Schwazer Bergbuch mitwirkte, Georg Engelhardt Löhneyß, der bis zum Berghauptmann der braunschweigisch-wolfenbüttelschen Bergwerke aufstieg, und Christian Berward, der schließlich die Leitung des inneren Bergamtes in Clausthal innehatte, zu zählen. Diese kannten den Bergbau vor allem von der administrativen und juristischen Seite her. Um diese Ämter auszuführen, musste man keine berg- oder hüttenmännische Erfahrung haben. So nahm Georg Engelhardt Löhneyß sein Amt lange Jahre von Remlingen aus wahr. Allerdings hatten diese hohen Bergbeamten sicher auch die Möglichkeit, sich vor Ort über technische Fragen umfassend zu informieren.

Ausgesprochene Fachleute, die ihre Kenntnis in jahrelanger Arbeit erworben hatten, waren Vannoccio Biringuccio, Hans Stöckl, Christof Hofer, Lazarus Ercker, Balthasar Rösler und Christoph Andreas Schlüter. Der erste begann seine Karriere als Leiter einer Eisenhütte, leitete dann eine Gesellschaft für Silberbergbau in den Karnischen Alpen, war städtische Baumeister und

Werkmeister, vor allem aber war er ein hervorragender Geschützgießer. Hans Stöckl war Hüttenverwalter in verschiedenen Tiroler Schmelzhütten, während Christof Hofer Silberbrenner in Schwaz war. Lazarus Ercker begann seine berufliche Laufbahn als Münzwardein in Annaberg, wurde Probationsmeister in Dresden, wirkte als Münzmeister in Goslar und ging schließlich nach Böhmen, wo er zum Obersten Bergmeister und Ersten Münzmeister des Königreiches aufstieg. Balthasar Röslers erstes Amt war das des Markscheiders in Marienberg, in Böhmen war er Schichtmeister und leitete einen Eisenhammer, schließlich wirkte er in wiederum in Sachsen als Markscheider, Gegenschreiber und Bergmeister. Christoph Andreas Schlüter lernte seinen Beruf als Hüttenreiter bei seinem Vater. Er folgte ihm in diesem Amt nach, wurde Zehntgegenschreiber und hatte als Zehntner schließlich die Leitung des Goslarer Bergamtes inne. Auch bei den am „Speculum Metallorum“ beteiligten Autoren oder Kopisten handelt es sich um Berg- und Hüttenfachleute.

Wie weit persönliche Netzwerke der Montanschriftsteller reichten, ist völlig unterschiedlich. Einige waren auf ihre unmittelbare Heimat beschränkt wie Hardanus Hake und Christian Berward. Andere pflegten weitreichende Kontakte wie Georgius Agricola, Lazarus Ercker, Johann Mathesius und Christoph Andreas Schlüter. Über Peder Månsson oder Vannoccio Biringuccio sind zu wenige biographische Informationen vorhanden, um solche Kontakte zu belegen.

Unter den Autoren finden sich auch immer wieder Gewerke bzw. Kuxbesitzer, bei denen ein weitergehendes Interesse am Bergbau nahe liegt, vor allem da sie sich durch den eigenen Wohnort relativ einfach informieren konnten. Hierzu gehören Ulrich Rülein von Calw, Georgius Agricola, Johann Mathesius, Hardanus Hake, vermutlich auch Georg Engelhardt Löhneyß und Balthasar Rösler. Andere Autoren kommen aus Familien, die z. T. schon über Generationen mit dem Berg- und Hüttenwesen verbunden waren. Hierzu zählen Lazarus Ercker, Christian Berward und Christoph Andreas Schlüter.

Grundsätzlich kann man festhalten, dass eine entsprechende Bildung und das Leben und Arbeiten in einem Bergrevier die Voraussetzung waren, um qualifiziert über Bergbau und Hüttenwesen schreiben zu können. Da es eine Universitätsausbildung im technischen Bereich nicht gab, war die Anwesenheit vor Ort unabdingbar, um entsprechende Informationen zu sammeln und schriftlich darzustellen. Welchen Beruf man dort ausübte, war hingegen sekundär. Letztlich waren das eigene Interesse und ein gewisses Maß an naturwissenschaftlich-technischem Verständnis die wichtigsten Voraussetzungen, die zur Abfassung entsprechender Schriften befähigten.

Dies änderte sich erst im 18. Jahrhundert, in dem mit Henning Calvör einer der letzten Autoren auftrat, der nicht primär Bergbaufachmann, sondern Rektor der Schule in Clausthal, später Pfarrer in Altenau war. Die seither verfassten Fachbücher zum Berg- und Hüttenwesen, wie die Werke von Christian Böse, Franz Ludwig Cancrinus, Christoph Traugott Delius, Friedrich Wilhelm Heinrich von Trebra, Wilhelm August Lampadius oder Antoine-Marie Héron de Villefosse, wurden von Fachleuten verfasst. Dies wurde sicher gefördert durch die Ausbildung des Hochschulwesens für die montanwissenschaftlichen Fächer seit dem 18. Jahrhundert. Neben den Praktikern vor Ort trugen auch die Hochschullehrer zur Zunahme der montanwissenschaftlichen Fachliteratur bei.

3.3.2 Wissenserwerb der Autoren

Alle Autoren erwarben ihr Wissen auf unterschiedlichem Wege und in unterschiedlichem Umfang. Die größte Differenz zwischen den Werken besteht darin, ob nur das regional erworbene Wissen die Basis der Darstellung bildet, oder ob die jeweiligen Werke darüber hinaus gehen.

3.3.2.1 Wissenserwerb durch Fachbücher

Das Studium der damals bereits vorhandenen montanwissenschaftlichen Literatur war für fast alle Autoren selbstverständlich. Bereits Ulrich Rülein von Calw schöpfte sein Wissen „auß der alten weysen Bucher“.³⁵⁹ Antike Autoren insbesondere C. Plinius Sec., aber auch Platon, Aristoteles, M. Pollio Vitruvius, Pedanius Dioscorides, Vitellius und Celius wurden gelesen. Peder Månsson, Vannoccio Biringuccio, Georgius Agricola, Johann Mathesius und Georg Engelhardt Löhneyß nahmen auf diese Autoren Bezug. Lazarus Ercker und Balthasar Rösler erwähnten sie nur unter der Sammelbezeichnung „Philosophen“. Der sagenhafte Philosoph Hermes Trismegistos³⁶⁰ wurde ebenfalls konsultiert, so von Ulrich Rülein von Calw³⁶¹ und im „Speculum Metallorum“.³⁶²

Von den mittelalterlichen Schriften war die Schrift „De mineralibus et rebus metallicis“ des Albertus Magnus weit verbreitet. Ulrich Rülein von Calw,³⁶³ Peder Månsson, Vannoccio Biringuccio, Georgius Agricola und Johann Mathesius bezogen sich auf dieses Werk. Peder Månssons Schriften beruhten in weiten Teilen auf dem Studium dieses Autors.³⁶⁴ Ebenfalls aus dem Mittelalter stammt die Alchemie des Geber,³⁶⁵ die u. a. Peder Månsson³⁶⁶ und Vannoccio Biringuccio bekannt war. Die mittelalterlichen Werke von Albertus Magnus und Geber nutzten auch die Verfasser des „Speculum Metallorum“.³⁶⁷ Aus der arabischen Welt wurde vor allem das Werk Avicennas³⁶⁸ genutzt, das sowohl Georgius Agricola als auch Vannoccio Biringuccio erwähnten. Die antiken und mittelalterlichen Quellen werden im 4. Kapitel noch ausführlich behandelt.

Am interessantesten ist jedoch, wie schnell die hier untersuchte montanwissenschaftliche Literatur in der Frühen Neuzeit Verbreitung fand und

³⁵⁹ Wilhelm Pieper, 1955, 67 (Faks. 3).

³⁶⁰ Der „dreimalgroße Hermes“ ist eine Mythengestalt, dem zahlreiche alchemistische Texte aus der Zeit von 100 v. Chr. bis 300 n. Chr. zugeschrieben wurden. Dieser „Vater der Alchemie“ vereinigte in sich zwei Götterfiguren, den ägyptischen Thot und den griechischen Hermes, und symbolisierte damit die Herkunft des durch ihn wiedergegebenen Wissens. Seine Schriften sollen auf wundersame Weise in den Besitz der Menschen gekommen sein, so Claus Priessner 2011, 25. Wesentlich ausführlicher hierzu: Edmund Oskar von Lippmann, 1919, 54 – 60.

³⁶¹ Wilhelm Pieper, 1955, 72 (Faks. 8).

³⁶² Speculum Metallorum, 1575, Fol. 12^v.

³⁶³ Wilhelm Pieper, 1955, 103 (Faks. 39).

³⁶⁴ Otto Johannsen, 1941, 21; in der Übersetzung finden sich dann in den Fußnoten die Verweise auf Albertus Magnus.

³⁶⁵ Zu diesem Werk siehe Ernst Darmstaedter, 1922 (ND 1969).

³⁶⁶ Otto Johannsen, 1941, 85 Anm. 114.

³⁶⁷ Speculum Metallorum, 1975, Fol. 14^r und 70^r.

³⁶⁸ Helmut Wilsdorf, 1955 (AGA II), Arabische Quellenbezüge, 222; Ibn-Sina, der in Europa unter dem Namen Avicenna bekannt war, lebte von 970 bis 1037 und war einer der bedeutendsten Gelehrten der arabischen Welt.

zwar in kürzester Zeit über die jeweiligen Landes- und Sprachgrenzen hinaus. Während Ulrich Rülein von Calw noch auf keinen frühneuzeitlichen Autor zurückgreifen konnte, war sein Bergbüchlein Vannoccio Biringuccio wahrscheinlich bekannt.³⁶⁹ Mit Sicherheit kannte dieser den „Bermannus“ des Georgius Agricola, denn er erwähnte ihn namentlich.³⁷⁰ Johann Mathesius kannte den „Bermannus“ ebenfalls.³⁷¹ Georgius Agricola wiederum nannte in seinem Widmungsbrief für „De re Metallica“ aus dem Jahr 1550 sowohl das Bergbüchlein als auch die „Pirotechnia“.³⁷² Lazarus Ercker, dessen Werk 1574 erschien, kannte die „Pirotechnia“ ebenfalls und selbstverständlich auch „De re metallica“.³⁷³ Im „Speculum Metallorum“ wurde die Sarepta des Johann Mathesius erwähnt.³⁷⁴ Außerdem orientierte sich der erste Teil des Werkes an Ulrich Rülein von Calw, während der zweite Teil dem Schwazer Bergbuch entnommen wurde.³⁷⁵ Hardanus Hake wiederum verwies mehrfach detailliert auf Georgius Agricola und Lazarus Ercker.³⁷⁶ In welchem Umfang Georg Engelhardt Löhneyß auf seine Vorgänger zurückgriff, ohne diese zu benennen, wird bei der Behandlung seines Werkes ausführlich dargestellt. Nachweisbar nutzte er Georgius Agricola „De re metallica“, Lazarus Ercker „Das große Proberbuch“ und Johann Mathesius „Sarepta“. Christian Berward wiederum erwähnte Johann Mathesius, Lazarus Ercker und Georg Engelhardt Löhneyß namentlich.³⁷⁷ Christoph Andreas Schlüter, der keine universitäre Ausbildung hatte, kannte dennoch fast alle Werke seiner Vorgänger, nämlich Georgius Agricola, Johann Mathesius, Lazarus Ercker und Georg Engelhardt Löhneyß.³⁷⁸

Festzuhalten ist, dass diese Druckschriften, die in deutscher, lateinischer und italienischer Sprache verfasst wurden, in sehr kurzer Zeit weite Verbreitung fanden und anderen Fachleuten zur Verfügung standen. Neben dem Austausch von Fachwissen über persönliche Kontakte gab es also schon zu Beginn der Frühen Neuzeit einen Wissenstransfer durch die einschlägige Fachliteratur. Eine Übersicht über die Verwendung der Schriften durch jeweils nachfolgende Autoren wird in der nachfolgenden Tabelle gegeben.

³⁶⁹ Otto Johannsen, 1925, XIII.

³⁷⁰ Otto Johannsen, 1925, 47.

³⁷¹ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, 7. Seite der Vorrede.

³⁷² Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 30.

³⁷³ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 10, 12 – 14, 224; Lothar Suhling, 1976, 143 – 146.

³⁷⁴ Speculum Metallorum, Fol. 31^v.

³⁷⁵ Christoph Bartels, 1990, 152.

³⁷⁶ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 137, 141 finden sich Verweise auf Georgius Agricola, 101, 143 auf Lazarus Ercker.

³⁷⁷ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 2, 4, 6, 23, 28.

³⁷⁸ Christoph Andreas Schlüter, HT 1938, 74, 239 wird Johann Mathesius erwähnt, 476 Georgius Agricola, 475 f. Lazarus Ercker und 175, 231 und 475 Georg Engelhardt Löhneyß.

Wird erwähnt oder genutzt von:	Rülein von Calw	Agricola, Berm.	Biringuccio	Agricola, DRM	Mathesius	Ercker, Bericht	Ercker, Gr. Prob.	Hake	Löhneyß	Berward	Rösler	Schlüter
Rülein von Calw Bergbüchlein (1500)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agricola Bermannus (1530)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Biringuccio Pirotechnia (1540)	x	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agricola De re metallica (1556)	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mathesius Sarepta o. Bergpostill (1562)	x	X	-	?	-	-	-	-	-	-	-	-
Ercker Bericht vom Rammelsberg (1565)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ercker Großes Probierbuch (1574)	x	-	o	x	-	-	-	-	-	-	-	-
Hake Bergchronik (1583)	-	-	-	X	X	x	X	-	-	-	-	-
Löhneyß Bericht vom Bergwerk (1617)	-	-	-	x	x	-	x	-	-	-	-	-
Berward Interpres Phraseolog. Metallur. (1673)	-	-	-	-	X	-	X	-	X	-	-	-
Rösler Bergbauspiegel (1700)	-	-	-	X	X	-	X	-	X	-	-	-
Schlüter Unterricht von Hütte-Werken (1734)	-	-	-	X	X	-	X	-	X	-	-	-
Jugel Berg- und Schmelz (1743) Mineralischer Hauptschlüssel (1753)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Böse Generale Haushalts-Principia (1753)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Honemann Alterthümer des Harzes (1754/55)	-	-	-	X	X	X	-	X	X	-	-	X
Calvör Maschinenwesen (1763)	-	-	-	X	X	-	-	X	X	-	X	X
Calvör Histor. Nachrichten (1765)	-	-	-	X	X	X	-	X	X	-	-	-
Cancrinus Beschreibung d. Bergwerke (1767)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Cancrinus Berg- u. Salzwärkskunde (1773)	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X
Delius Bergbaukunst (1773)	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	X	-
von Trebra, von Born Bergbaukunde (1789/90)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lampadius Allg. Hüttenkunde (1817-27)	-	-	-	X	X	-	X	-	X	-	X	X

Tabelle 3-1: Rezeption der Werke durch nachfolgende Autoren

X = vom Autor selbst erwähnt

x = wurde vom Autor benutzt, nach Aussagen der entsprechenden
Forschungsliteratur

o = war dem Autor bekannt, nach Aussagen der entsprechenden
Forschungsliteratur

Bei dieser Übersicht wurden nur die verschiedenen Druckschriften einbezogen. Die aus unterschiedlichen Gründen behandelten Handschriften sind zwar oft mehrfach abgeschrieben, weitergegeben und benutzt worden, als Quellen wurden sie jedoch nur selten benannt. Heute bekannte Verbindungen zwischen dem „Schwazer Bergbuch“ und dem „Speculum Metallorum“ beruhen deshalb auf der Forschung zu diesen Werken. Auch die Hinweise darauf, dass Lazarus Ercker das Schmelzbuch des Hans Stöckl kannte, ist das Ergebnis heutiger Forschung.

Für die Frage der Rezeption der montanwissenschaftlichen Literatur wurden auch Werke des späten 18. und frühen 19. Jahrhunderts herangezogen, um die Nachwirkung eines Autors besser beurteilen zu können. Die in der Tabelle dargestellten Ergebnisse werden im vierten Kapitel erläutert.

3.3.2.2 Wissenserwerb durch Bildungsreisen

Die Reisen, die einige der Autoren unternahmen, fanden aus ganz verschiedenen Anlässen statt. Ulrich Rülein von Calw bereiste das Erzgebirge um seine Aufgaben als Stadtplaner wahrzunehmen. Da es dabei explizit um Bergstädte ging, war eine Erweiterung bergbaulicher Kenntnisse sicher möglich. Die weite Reise Peder Månssons nach Rom brachte ihn nicht mit dem Bergbau in Kontakt, aber mit entsprechenden Fachbüchern. Auch Georgius Agricola Reisen von und nach Italien waren noch nicht von bergbaulichem Interesse geprägt. Man kann aber davon ausgehen, dass er seine späteren Fahrten innerhalb des Erzgebirges (Freiberg, Marienberg, St. Joachimsthal) vor dem Hintergrund seiner profunden Kenntnisse des Berg- und Hüttenwesens nun auch zum weiteren Wissenserwerb nutzte.

Ganz anderes stellt sich die Situation für Vannoccio Biringuccio dar, der zwei Reisen nach Oberdeutschland und Österreich nur zur Erweiterung seiner hütten technischen Kenntnisse unternahm. Eine Reise unternahm er, als er noch Leiter einer Silberhüttengesellschaft war, die andere unmittelbar danach. Hier standen also sowohl privates Interesse als auch betriebliche Erfordernisse hinter der Reisetätigkeit.

Eine Studienreise nach Tirol unternahm auch Lazarus Ercker, als er noch im Dienst der sächsischen Herzöge stand. Diese wurde von seinem Landesherrn bewilligt, ob dieser dafür auch die Kosten trug, ist fraglich. Die Inspektionsreisen, die er dann in böhmischen Diensten in Böhmen, Mähren und Ungarn unternahm, waren beruflich bedingt, trugen aber auch zur Vertiefung seiner Fachkenntnisse bei.

Auch Christoph Andreas Schlüter unternahm nach seiner ersten Ausbildungszeit vor 1698 eine ausgedehnte Studienreise nach Sachsen und Böhmen, um die dortigen Hütten kennenzulernen. Um 1701 reiste er nochmals nach Sachsen, wie seinem Werk zu entnehmen ist. Sicher stand auch ein Interesse des Landesherrn hinter diesen Reisen, denn da Christoph Andreas Schlüter in dessen Diensten stand, musste er sich diese bewilligen lassen.

3.3.2.3 Wissenserwerb durch persönliche Kontakte

Über persönliche Kontakte zu den Berg- und Hüttenleuten vor Ort aber auch durch Gespräche mit Fachleuten aus anderen Regionen konnte das Wissen über das Montanwesen begründet oder erweitert werden.

Bereits Ulrich Rülein von Calw gab an, dass er sein Wissen der Erfahrung geübter Bergleute verdankte.³⁷⁹ Auch seine Kenntnisse über Bergbaugebiete außerhalb des Erzgebirges könnte er durch Kontakte mit Bergleuten erworben haben. Vannoccio Biringuccio befragte Leute, die ihm fachkundig erschienen, zu berg- und hüttentechnischen Fragen, um seine eigenen Fachkenntnisse zu erweitern. Georgius Agricola pflegte gute Beziehungen zu den oberen Bergbeamten in St. Joachimsthal. Hierzu gehörten Heinrich von Könneritz, der dort Berghauptmann war, und Lorenz Wermann, dem er im „Bermannus“ ein Denkmal setzte. Er hatte aber auch Beziehungen zu Fachleuten aus weit entfernten Bergrevieren. Lazarus Ercker hatte schon durch seine Tätigkeit im Hüttenwesen ständig mit den dort tätigen Hüttenleuten Kontakt. Im Bericht vom Rammelsberg beruft er sich für seine historischen Ausführungen auf Aussagen der Bergleute vor Ort.³⁸⁰ Auch in Tirol muss er Kontakte geknüpft haben, da er über die dortigen Schmelzprozesse gut informiert war.³⁸¹ Hans Stöckl hatte Kontakte zu Hüttenmännern, die ihm über Schmelzverfahren in anderen Bergrevieren berichteten.³⁸² Christoph Andreas Schlüter schreibt an zahlreichen Stellen, dass er Berichte und Zeichnungen von verschiedenen Personen zur Verfügung hatte, die ihm die Darstellung von Verhüttungsprozessen in weit entfernten Bergbaurevieren ermöglichten. Darüber hinaus vermittelte ihm sein Neffe, der Böhmen und Ungarn bereist hatte, Kenntnisse über diese Regionen.

Die persönlichen Kontakte der Autoren trugen wesentlich dazu bei, dass diese auch Informationen sammeln konnten, die außerhalb ihrer eigenen Lebens- und Arbeitswelt lagen. Nicht immer ist zu ermitteln, wie diese Kontakte konkret aussahen, ob es sich um auswärtige Besucher, um zugewanderte Berg- und Hüttenfachleute oder um einen brieflichen Austausch handelt, durch den die entsprechenden Informationen vermittelt wurden. Festzuhalten ist im Ergebnis, dass durch solche Netzwerke Fachwissen über teilweise weit entfernte Bergbauregionen erlangt werden konnte und über die in diesem Kontext entstandenen Fachbücher weitervermittelt wurde.

3.3.2.4 Wissenserwerb durch Autopsie

Einen großen Teil ihres Wissens verdankten die Autoren, die dies nicht durch eigene praktische Erfahrungen im Berg- und Hüttenwesen erwarben, der Autopsie. Ulrich Rülein von Calw war Bürgermeister und Stadtarzt Freibergs, so dass er hier eigene Beobachtungen anstellen konnte, die er dann in seinem Bergbüchlein beschrieb. Eine Ausnahme ist hier das Bergbuch Peder Månssons, das in weiten Teilen auf anderen Werken beruht. Es spricht jedoch einiges dafür, dass auch Peder Månsson den schwedischen Kupfer- und Silberbergbau kannte oder zumindest Berichte darüber erhielt. Auch Georgius

³⁷⁹ Wilhelm Pieper, 1955, 67; wörtlich schreibt Ulrich Rülein von Calw „geeuften Bergkleuten erfarungk“.

³⁸⁰ Paul Heinrich Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 239 f.

³⁸¹ Lothar Suhling, 1976, 144 f.

³⁸² Lothar Suhling, 1976, 131 f.

Agricola kannte den Bergbau in St. Joachimsthal aus eigener Anschauung, indem er die dortigen Berg- und Hüttenwerke persönlich besuchte. Den Saigerhüttenprozess lernte er vermutlich in Chemnitz genau kennen. Johann Mathesius, der ebenfalls in St. Joachimsthal wirkte, besuchte die Berg- und Hüttenwerke gleichfalls persönlich, um die Arbeitswelt seiner Gemeindemitglieder kennenzulernen. Ähnlich verhielt sich der Wildemanner Pastor Hardanus Hake, der die Berg- und Hüttenwerke des Ober- und Unterharzes aus eigener Anschauung kannte.

Bergbeamte wie Ludwig Lässl, Georg Engelhardt Löhneyß und Christian Berward kannten den Bergbau ihres Verwaltungsbezirks entweder aus eigener Anschauung oder über die ihnen vorliegenden Akten. Sie wohnten nicht immer direkt im Bergbaugebiet, wie Georg Engelhardt Löhneyß, der erst auf ausdrücklichen Wunsch seines Landesherrn seinen Wohnsitz in Zellerfeld nahm. Zumindest aus den ihnen zugehenden Akten und persönlichen Berichten waren ihnen viele Sachverhalte des Berg- und Hüttenwesens bekannt.

Vannoccio Biringuccio, Lazarus Ercker, Hans Stöckl, Christof Hofer und Martin Sturtz sowie Balthasar Rösler waren selbst Fachleute des Berg- und Hüttenwesens. Ihre Kenntnisse erwarben sie durch ihre Tätigkeit und ergänzten sie durch die Literatur, durch Bildungsreisen oder den Austausch mit anderen Fachleuten. Besonders bei Christoph Andreas Schlüter wird immer wieder deutlich, wie er eigene Erfahrungen mit erworbenem Wissen verband, um innovativ in den ihm unterstellten Hüttenbetrieben tätig zu sein.

3.3.3 Transfer von berg- und hüttentechnischen Fachkenntnissen

Es gab also zu Beginn der Frühen Neuzeit bereits vielfältige Möglichkeiten sich Fachwissen anzueignen, das noch nicht an speziellen Schulen oder Universitäten gelehrt wurde. Fachbücher standen zumindest in den Bergbaurevieren zur Verfügung und fanden weite Verbreitung. Die Neuauflagen und auch Übersetzungen einiger Schriften werden bei der Darstellung der einzelnen Werke behandelt. Die Besichtigung anderer Bergreviere war möglich und wurde auch unternommen. Christoph Andreas Schlüter gibt eigens detaillierte Anweisungen für den Besuch fremder Hüttenwerke. Umgekehrt fanden auch Besuche aus anderen Bergrevieren statt, wie insbesondere für Georgius Agricola in St. Joachimsthal und Christoph Andreas Schlüter in Goslar bei der Untersuchung der jeweiligen Quellen deutlich wird. Erwarb man Fachkenntnisse nicht durch die eigene Berufstätigkeit, so hatte man doch die Möglichkeit Erkundigungen bei erfahrenen Berg- und Hüttenleuten einzuholen.

Dies widerspricht aber der oft geäußerten Ansicht vom Bergbau und insbesondere von der Hüttentechnologie als „Geheimwissenschaft“.³⁸³ Belegt ist eine solche Haltung beispielsweise im Schwazer Bergbuch.³⁸⁴ Auch Lazarus Ercker schreibt, dass die Saigerherren anfangs versuchten, ihre Verfahren

³⁸³ So z. B. Hans Hartmann, Georg Agricola 1494 – 1555. Begründer dreier Wissenschaften. Mineralogie – Geologie – Bergbaukunde, Stuttgart 1953 (= Große Naturforscher, Bd. 13.), 19; Lothar Suhling, 1976, 64.

³⁸⁴ Erich Egg, 1988, Fol. 156^v; der Herausgeber gibt als weiteren Beleg einen Zeitschriftenartikel an (R. Canaval, Das Vorkommen silberhaltiger Bleierzze am Calesberg bei Trient, in: Zeitschrift für praktische Geologie, Jg. 1916, H. 1, 24 – 25).

geheim zu halten, was aber nicht gelungen war, denn zu seiner Zeit waren diese bereits allgemein bekannt.³⁸⁵ Dagegen konnte Hans Stöckl nicht nur die Schmelzrezepte seines Lehrmeisters, sondern auch die anderer Hüttentechniker abschreiben. Selbst ein aus dem Ausland angereister Hüttentechniker wie Lazarus Ercker erhielt detailliert Einsicht in die Tiroler Schmelzrezepte.³⁸⁶ Viel häufiger wird der Grund dafür, dass zu den Hütten kein Zutritt gewährt wurde, darin gelegen haben, dass dort wertvolle Rohstoffe, Zwischenprodukte und Fertigprodukte lagerten. So gibt auch Christoph Andreas Schlüter Hinweise, wie man die Hütten vor Diebstahl sichern könne.³⁸⁷ Bei Georgius Agricola begleitet ein bewaffneter Wachmann mit Hund den Hüttenmann, der das Blicksilber wegträgt.³⁸⁸ Diese Sicherungsmaßnahmen dienten jedoch nicht der Geheimhaltung der Verhüttungsprozesse.

Betrachtet man die vielfältigen Informationsquellen der Autoren und ihre europaweite Vernetzung, so wird deutlich, dass der Bergbau und das Hüttenwesen vor allem durch den Austausch von Kenntnissen bedeutende Fortschritte machten. Die Erkenntnis dieser Notwendigkeit führt am Ende des 18. Jahrhunderts zur Gründung der „Societät der Bergbaukunde“,³⁸⁹ in der sich Mitglieder aus 15 Ländern zusammenschlossen, um den wissenschaftlichen Austausch zu fördern und damit weitere Fortschritte zu erzielen.

Durch die Gründung von Bergakademien als Vorläufer der entsprechenden Universitäten in dieser Zeit wurde ebenso wie durch die Gründung der „Societät“ eine Entwicklung zu internationalem Austausch institutionalisiert, die bereits zur Zeit Georgius Agricola begonnen hatte und zu der die montanwissenschaftlichen Autoren durch die schriftliche Niederlegung und Verbreitung ihrer Kenntnisse erheblich beigetragen haben.

³⁸⁵ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 211.

³⁸⁶ Lothar Suhling, 1976, 131 f., 144 f.

³⁸⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1738, Fol. 23.

³⁸⁸ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 588.

³⁸⁹ Ignaz von Born & Friedrich Wilhelm Heinrich von Trebra, 1789 / 1790, Anlass der Gründung der Societät war ein Treffen in Ungarn zu Glashütte (Szkleno) unweit von Schemnitz im Jahr 1786, wo die großen Vorteile der Amalgamation durch Ignaz von Born wiederentdeckt und vorgeführt worden waren.

4 Die Schriften zum Hüttenwesen – Analyse der formalen Aspekte

4.1 Die Schriften im Überblick

Die Schriften der im vorhergehenden Kapitel behandelten Autoren sollen im Folgenden daraufhin untersucht werden, wann und wo sie erstmals erschienen sind und ob es Neuauflagen oder Übersetzungen in andere Sprachen gab.

Die Frage, für wen der Autor überhaupt sein Werk verfasst hat, soll ebenfalls soweit wie möglich geklärt werden. Auch die literarische Form, in der die Schriften verfasst wurden, ist sehr unterschiedlich.

Einerseits soll dargestellt werden, welche Quellen die Autoren herangezogen haben und ob sie diese überhaupt benannten. Andererseits ist die Rezeption der Schriften durch nachfolgende Autoren, also ihre Verwendung als Quelle von Bedeutung. Von Interesse sind das zentrale Thema der Schrift, die behandelten Unterthemen und der Raum, den die Hüttentechnologie in dem Werk einnimmt.

Auch für diesen Themenkomplex sollen Vergleiche gezogen, Veränderungen aufgezeigt und Entwicklungen deutlich gemacht werden. Neuauflagen und Übersetzungen zeigen ebenso wie die Adressaten der Werke die Reichweite des dadurch möglichen Wissens- und Technologietransfers. Insbesondere die Nutzung von Quellen bzw. die Rezeption der behandelten Werke soll zeigen, in welchem Umfang diese Transferprozesse allein auf Grund der schriftlichen Überlieferung möglich war. Der formale Aufbau der Schriften lässt Entwicklungen zum neuzeitlichen, wissenschaftlichen Fachbuch deutlich werden, die bereits in der Frühen Neuzeit ihre Wurzeln haben. Hierbei spielt die Nutzung und Angabe von Quellen ebenso eine Rolle wie die systematische Aufbereitung und Präsentation des Stoffes.

4.1.1 Das Bergbüchlein von Ulrich Rülein von Calw (um 1500)

Das Bergbüchlein des Ulrich Rülein von Calw ist die erste deutschsprachige Druckschrift über den Bergbau. Sie erschien um das Jahr 1500 herum anonym und ohne Angabe des Druckorts, des Druckjahres oder des Druckers.³⁹⁰

Erscheinungs- jahr und -ort

Die erste Ausgabe des Bergbüchleins trägt den Titel: „Eyn nutzlich bergbuchleyn. Eyn collation von Bergkgeschicken gehalten tzwyschen / daniele dem Bergkverstendigen und knappio seinem Bergkiungen In welcher ein anweysung gegeben wirt / welche Bergkwerck vor die anderen zubawen seyndt.“ Von dieser Ausgabe sind nur zwei Exemplare bekannt, eines in der Staats- und Stadtbibliothek Augsburg, das andere in der Bibliothèque Nationale Paris. Letzteres liegt dem Faksimile in dem Werk von Wilhelm Pieper zu Grunde.³⁹¹

Dass Ulrich Rülein von Calw der Verfasser dieses Werkes war, blieb bis in das 19. Jahrhundert unbekannt, obwohl Georgius Agricola in „De re metallica“ zweimal auf ihn verweist. Offenbar geriet der Zusammenhang zwischen dieser

³⁹⁰ Wilhelm Pieper, 1955, 9, 17 f., 139 f. benennt und erläutert der Autor insgesamt 16 Ausgaben des Bergbüchleins, von denen die ersten neun bis 1539 erschienen. Die Ausgaben von 1518 und 1527 sind als Online-Ressource in der SLUB verfügbar.

³⁹¹ Wilhelm Pieper, 1955, 140 – 143, das Format ist etwa 95 x 140 mm.

Namensnennung und dem Bergbüchlein später in Vergessenheit. Erst 1889 stellte Georg Heinrich Jacobi dann die Autorschaft klar.³⁹²

Eine erste Neuauflage erfolgt 1505 bei Erhart Ratdolt in Augsburg unter dem Titel: „Ein wolgeordnet und nützliche büchlin wie man bergwerck suche und erfinden sol von allerley metall...“, der ausführlich auf den Inhalt der Schrift verweist. Von dieser Ausgabe ist nur ein Exemplar bekannt, das die Bibliothek der École Nationale Supérieure des Mines in Paris besitzt.³⁹³

Neuauflagen
und
Übersetzungen

Mit den Neuauflagen wechselten auch die Titel. Die Ausgabe von 1518, erschienen in Worms, trägt den Titel „Eyn wolgeordnet und nützlich büchlin, wie man Bergwerck suchen un finden sol, von allerley Metall, mit seinen figuren, nach gelegenheyt deß gebirgs artlich angezeygt. Mit anhangenden Bercknamen den anfahenden bergleuten vast dinstlich.“ Von dieser Ausgabe sind Wilhelm Pieper acht Exemplare bekannt. Alle späteren Ausgaben, bis auf die von 1527, gehen auf dieses Werk zurück. Interessant ist ein hier erstmals auftauchendes Verzeichnis der Bergnamen, bei dem es sich um das älteste bergbauliche Wörterbuch handelt.³⁹⁴ Das 1527 in Erfurt aufgelegte Buch trägt den Titel: „Ein nützlich Bergbüchlin von allen Metallen als Golt, Silber, Zcyn, Kupferertz, Eisenstein, Bleyertz und vom Quecksilber.“ Hiervon sind drei Exemplare überliefert.³⁹⁵

Weitere Ausgaben erschienen in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts, nämlich 1533 in Frankfurt (5 bekannte Exemplare), 1534 in Augsburg (4 Exemplare) und 1535 wiederum in Frankfurt (7 Exemplare). Das Bergbüchlein ist enthalten in der Sammlung „Der Ursprung gemeiner Bergrecht“, die ohne Ortsangabe zwischen 1535 und 1538 erschien (7 Exemplare). 1539 erfolgte ein Nachdruck in Augsburg (5 Exemplare).³⁹⁶ Nachdem Georgius Agricola 1556 sein großes Werk „De re metallica“ herausbrachte, scheint das Interesse am Bergbüchlein nachgelassen zu haben. Erst 1616 wurde es in Leipzig erneut gedruckt, dann wiederum in Frankfurt im Jahr 1698. Von beiden Exemplaren besitzen zahlreiche Bibliotheken (20 bzw. 25) ein Exemplar.³⁹⁷

Im Jahr 1792 wurde die Ausgabe von 1534 im „Magazin für die Bergbaukunde“ unter dem Titel „Ein altes Bergbüchlein von 1534“ abgedruckt. Die erste kritische Edition erfolgte 1885 durch Heinrich von Dechen, der die Ausgabe Augsburg 1539 zugrunde legte. Nach der gleichen Ausgabe arbeitete Gabriel August Daubrée 1890.³⁹⁸

Bei der Wiederentdeckung der Schrift und der erneuten Herausgabe durch Heinrich von Dechen (1885)³⁹⁹ und Gabriel Auguste Daubrée (1890)⁴⁰⁰ war der

³⁹² Wilhelm Pieper, 1955, 182; er verweist auf Georg Heinrich Jacobi, Der Mineralog Georgius Agricola und sein Verhältnis zur Wissenschaft seiner Zeit, Werdau/Sachsen 1889, 46 f.

³⁹³ Wilhelm Pieper, 1955, 143 – 147, hier beschreibt der Autor die Geschichte dieser Ausgabe und begründet ausführlich, warum er die undatierte Ausgabe für die ältere hält.

³⁹⁴ Wilhelm Pieper, 1955, 148 – 150.

³⁹⁵ Wilhelm Pieper, 1955, 150 – 154, nach Wilhelm Pieper, 1955, 180, ist diese Ausgabe der einzige getreue Nachdruck der Erstausgabe.

³⁹⁶ Wilhelm Pieper, 1955, 154 – 166.

³⁹⁷ Wilhelm Pieper, 1955, 168 – 171.

³⁹⁸ Wilhelm Pieper, 1955, 171 – 176.

³⁹⁹ Heinrich von Dechen, Das älteste deutsche Bergwerksbuch, Abdruck aus der Zeitschrift für Bergrecht, Bd. 26, Bonn 1885, 219 – 274, 508. Hierbei handelt es sich um die erste kritische

Autor weiterhin unbekannt. Bei Gabriel Auguste Daubrée ist eine Teilübersetzung ins Französische enthalten. Das Bergbüchlein wurde auch ins Englische übersetzt und in Amerika 1949 durch Anneliese Grünhaldt Sisco und Cyril Stanley Smith und 1953 durch Judica I.M. Mendels⁴⁰¹ herausgegeben. 1955 erfolgte dann die aktuellste deutsche Edition durch Wilhelm Pieper, die neben einem Faksimile eine neudeutsche Übertragung sowie ausführliche biographische und bibliographische Angaben enthält. L sl  Zs mboki gab 1987 ein Faksimile mit einer ungarischen Übersetzung heraus.⁴⁰²

Ulrich Rülein von Calw bleibt sehr allgemein, wenn er schreibt, „Dein unwissenheytt der Berckwerck hadt mich tzu dyser erbeyt getrungen.“⁴⁰³ Der so Angesprochene ist allerdings ein „junger Knappe“, woraus man auch auf den Leserkreis schließen kann. Die Nutzung der deutschen Sprache weist ebenfalls darauf hin, dass dieses Werk für die Berg- und Hüttenleute geschrieben wurde.

Adressaten des
Werkes

Der Autor gestaltet diese Schrift als Dialog, bei der Daniel der Bergverst ndige⁴⁰⁴ dem unerfahrenen, jungen Knappen Auskunft über den Bergbau gibt. Der Hauptteil ist dann in Form eines langen Vortrages gehalten. Dabei äußerte sich der Erzähler vereinzelt in direkter Rede, was zum einen die Dialogform stützt, zum anderen die Authentizität der berichteten Fakten unterstreicht. Seit der Ausgabe von 1518 wurde dieses Werk durch ein berg- und hüttentechnisches Glossar ergänzt.

Literarische
Form

Die Quellen für sein Werk gibt Ulrich Rülein von Calw gleich am Anfang an, indem er schreibt, er habe es „auß der alten weysen Bucher vnd geeupten Bergkleuten erfahrungk gezogen.“⁴⁰⁵ Namentlich erwähnt werden der sagenhafte Philosoph Hermes Trismegistos und Albertus Magnus.⁴⁰⁶ Auch bei seiner Darstellung zur Entstehung der Edelsteine (aus trockenen Ausd unstungen der Erde) und der Metalle (aus feuchten Ausd unstungen der Erde) bezieht sich Ulrich Rülein von Calw auf Albertus Magnus.⁴⁰⁷

Quellen

Bearbeitung und Erläuterung des Bergbüchleins, die einen Abdruck der Ausgabe Augsburg 1539 wiedergibt.

⁴⁰⁰ Gabriel Auguste Daubrée, La génération des minéraux métalliques, dans la pratique des mineurs du moyen  ge, d’après le Bergbüchlein, Extrait du Journal Savants, Paris 1890, 379 – 392, 441 – 452. Nach Wilhelm Pieper, 1955, 139, ist darin eine französische Teilübersetzung des Bergbüchleins enthalten.

⁴⁰¹ Anneliese Grünhaldt Sisco, Cyril Stanley Smith, Bergwerk- und Probierebüchlein. A translation from the German of the Bergbüchlein, a 16.-century book on mining geology, by Anneliese Grünhaldt Sisco and of the Probierebüchlein, a 16.-century work on assaying, by Anneliese Grünhaldt Sisco and Cyril Stanley Smith, with technical annotations and historical notes, New York 1949; Judica I.M. Mendels, Das “Bergbüchlein”. A text edition, Baltimore/Maryland, 1953 (Diss.). Nach Wilhelm Pieper, 1955, 139 f., war die Arbeit von Mendels noch nicht im Druck erschienen.

⁴⁰² L sl  Zs mboki (Hrsg.), Ulrich Rülein von Calw, Renszeres  s hasnos kisk nyv s B ny zatr l, Bergbüchlein (Scriptores rerum metallicarum antiquiores1) Miskolc-Rudab nya 1987.

⁴⁰³ Wilhelm Pieper, 1955, 69 (Faks. 5).

⁴⁰⁴ Wilhelm Pieper, 1955, 183, „Der biblische Prophet Daniel ist von den Bergleuten der Alpenländer, vorwiegend Tirols, und des sächsischen Erzgebirges als ihr Schutzpatron verehrt worden.“

⁴⁰⁵ Wilhelm Pieper, 1955, 67 (Faks. 3).

⁴⁰⁶ Wilhelm Pieper, 1955, 72 (Faks. 8), 103 (Faks. 39).

⁴⁰⁷ Wilhelm Pieper, 1955, 103 (Faks. 39).

Nach einer Einleitung folgt das erste Kapitel (S. 7 – 9) „von gemeinem ursprungk der ertz, sey silber, golt, tzyn, kupfer, eysen oder pley“, wobei der Himmel und die Gestirne als Wirkkraft, Quecksilber und Schwefel als Ausgangsmaterie bei der Entstehung der Metalle gelten. Das andere also zweite Kapitel (S. 10 – 14) handelt „von gemeyner geschicklichkeyt der geprig“, während das dritte Kapitel (S. 14 – 28) „von des streichen und auszgehndt der gengk und klüffte“ berichtet. Hier werden die unterschiedlichen Lagerstätten beschrieben, der mögliche Verlauf der Erzgänge und ihr Ausbiss an der Oberfläche. In den folgenden Kapiteln werden die verschiedenen Erze („von dem silberertz und seynen gengen“ S. 28 – 36, „von dē goldertz“ S. 36 – 43, „von dem tzynertz“ S. 43 – 44, „von dē kupferertz“ S. 44 – 46, „von dem eysen stein“ S. 46 – 47, „vō des pleyertz“ S. 47 und „von dē gemeinen quecksilber“ S. 48) beschrieben.⁴⁰⁸ Dass das Silbererz noch vor dem Golderz beschrieben wird, begründet Ulrich Rülein von Calw damit, dass das Land zu Meißen, seine Heimat, besonders reich an Silbererz war.⁴⁰⁹

Übersicht über
das Werk

Der Schwerpunkt des Bergbüchleins des Ulrich Rülein von Calw liegt eindeutig auf dem Bergwesen. Das Werk schließt mit dem Hinweis an den Knappen, dass man die Hütten am nächsten Tag besuchen werde. Hier wird praktisch ein weiteres hüttentechnisches Werk in Aussicht gestellt. In der Ausgabe von 1518 folgen erstmals ein Glossar zum Bergwesen (S. 44 – 50) und eines zum Hüttenwesen (S. 50 – 51), das als erstes bergbauliches Wörterbuch bezeichnet werden kann.⁴¹⁰ Aus diesem kann man zumindest einige Schlussfolgerungen auf Vorgänge der Erzverhüttung ziehen.

Anteil des
Hüttenwesens
am
Gesamtwerk

Die erste Erwähnung dieses Bergbüchleins erfolgte bei Georgius Agricola, *De re metallica*,⁴¹¹ allerdings beruhte auch die *Pirotechnia* des Vannoccio Biringuccio bei der Beschreibung der Erze und Metalle auf dem Bergbüchlein ohne dies zu benennen.⁴¹² Weiterhin zitierten es Petrus Albinus,⁴¹³ Johannes Mathesius, Theophrastus Paracelsus, Lazarus Ercker und Georg Meyer,⁴¹⁴ um nur auf die Rezeption im 16. Jahrhundert hinzuweisen.

Rezeption
durch spätere
Autoren

Das „nutzlich bergbuchleyn“ war ein Volksbuch, in dem sich Ulrich Rülein von Calw an alle am Bergbau Interessierten wandte. Es erlebte zahlreiche Auflagen und war bis zum Erscheinen von „*De re metallica*“ im Jahre 1556 bzw. der

⁴⁰⁸ Wilhelm Pieper, 1955, 65 – 112 Faksimiledruck, 115 – 138 neudeutsche Übertragung des Textes; die angegebenen Seitenzahlen beziehen sich auf die Zählung des Urtextes, die in der Faksimileausgabe angegeben sind.

⁴⁰⁹ Wilhelm Pieper, 1955, 92 f. (Faks. 28 f.).

⁴¹⁰ Ulrich Rülein von Calw, 1518, 44 – 51; Wilhelm Pieper, 1955, 150, 186, der Verfasser ist umstritten, auf jeden Fall ist es nicht Ulrich Rülein von Calw. Dieses Verzeichnis der „Bergnamen“ ist den Ausgaben des Bergbüchleins von 1518, 1534, 1539, 1535/38, 1616 und 1698 angefügt, es findet sich aber auch in etlichen Ausgaben des Probierrbüchleins, auf das später noch einzugehen sein wird.

⁴¹¹ Georgius Agricola nennt Ulrich Rülein von Calw im Widmungsbrief und im 3. Buch (über die goldführenden Flüsse), Wilhelm Pieper, 198, Anm. 19; Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 30, 130.

⁴¹² Siehe die Ausgabe der *Pirotechnia* durch Otto Johannsen, 1925, XIII, 24, 65 und 94, sowie Wilhelm Pieper, 1955, 197 Anm. 18.

⁴¹³ Petrus Albinus, 1589, 15, 42, 43, 194, nach Wilhelm Pieper, 1955, 198, Anm. 20.

⁴¹⁴ Wilhelm Pieper, 1955, 9, 197 – 199; Manfred Koch, 1963, 21 – 23, der Autor behandelt das erste Erscheinen, Neuaufgaben und spätere Veröffentlichungen des Bergbüchleins, wertet es inhaltlich aber nicht aus.

deutschen Übersetzung 1557 eine wichtige Informationsquelle für die Bergleute.⁴¹⁵

4.1.2 Das Probierbüchlein eines unbekanntes Verfassers (um 1518)

Das Probierbüchlein ist die erste Druckschrift, die die unterschiedlichen Probiervorschriften als Grundlage für die Verhüttung der Erze darstellt. Es erschien ohne Angabe des Druckorts, des Druckjahrs oder des Druckers anonym etwa im Jahr 1518.⁴¹⁶

Erscheinungs-
jahr und -ort

Die erste Ausgabe trägt den Titel „Probirbüchlin / uff Golt / Silber / Kupfer / Blei / un(d) allerley ertz gemeynem nutz zu gut geordnet. Müntzmeystern / Gwardeine(n) / Goltschmidern / Goltschlahern / Müntzregirern / Bergkleutten / und Probierern / fast dinstlich und nütz.“ Dieses Werk hat nach der Vorrede auf Bl. 2^r 58 gezählte Blätter. Es folgen 9 Seiten mit Bergnamen und 2 Seiten mit einem Register. Es wurde zusammengebunden mit einem Rechenbuch von „Henrich Grammateus von Erfurt“ und dem oben beschriebenen Probierbüchleins, beide aus dem Jahr 1518. Damit, dass sich die Holzschnitte des Probierbüchleins und des Rechenbuches sehr ähnlich sind, begründet Ernst Darmstaedter seine Vermutung, dass auch das Probierbüchlein aus demselben Jahr stammt.⁴¹⁷

Die erste Neuauflage erfolgte bereits 1524 in Magdeburg. Diese enthält die im Kapitel 3 zitierte Widmung. Der Druck aus dem Jahr 1527 enthält keine Ortsangabe. Er hat denselben Inhalt wie die beiden älteren Probierbüchlein.⁴¹⁸

Neuauflagen
und
Übersetzungen

Die nächste Auflage wurde im Jahr 1534 gedruckt.⁴¹⁹ Weitere Auflagen erschienen 1546 ebenfalls in Augsburg, 1549 (ohne Ort), 1564 in Nürnberg, 1565 in Augsburg, 1574, 1580 und 1608 in Frankfurt am Main. Einige dieser Auflagen erhalten auch die bereits in der Erstausgabe enthaltenen „Bergnamen“, so die frühen Drucke aus den Jahren 1524 und 1527 sowie die der Jahre 1574 und 1608.⁴²⁰

Außerdem erschien in den Jahren 1533 und 1535 ein Zusammendruck von Bergwerks- und Probierbüchlein in Frankfurt am Main.⁴²¹

Eine neuzeitliche Ausgabe des Probierbüchleins erschien zusammen mit dem Bergbüchlein in englischer Sprache von Anneliese Grünhaldt Sisco und Cyril Stanley Smith im Jahr 1949.⁴²²

⁴¹⁵ Wilhelm Pieper, 1955, 184 f.; Manfred Koch, 1963, 22.

⁴¹⁶ Ernst Darmstaedter, 1926 a, 62 f.; für die inhaltlichen Angaben nutzt der Autor die Ausgabe des Jahres 1527. Der Autor benennt in der bibliographischen Übersicht insgesamt elf Ausgaben dieser Druckschrift. Die Ausgaben aus den Jahren 1534 und 1546 sind in der SLUB online verfügbar.

⁴¹⁷ Ernst Darmstaedter, 1926 a, 62 – 64.

⁴¹⁸ Ernst Darmstaedter, 1926 a, 64, 66.

⁴¹⁹ Ernst Darmstaedter, 1926 a, 72 f., dieser gibt als Druckort Augsburg an und zwar auf Grund eines Druckvermerks auf der letzten Seite („Getruckt zü Augspurg durch Heinrich Steyner / am III Julii M.D.XXXIII Jars.“) Dabei zieht er das Exemplar der Bergakademie Freiberg heran. In dem Exemplar der SLUB findet man diesen Hinweis nicht, statt dessen ein Schreiben, in dem als Druckort Straßburg diskutiert wird.

⁴²⁰ Ernst Darmstaedter, 1926 a, 59, 80 – 82, 87 f., 90 – 94, 97, in allen Fällen gibt der Autor kurze bibliographische Angaben zu dem jeweiligen Druck.

⁴²¹ Ernst Darmstaedter, 1926 a, 59, 70 – 72, 75 f.

⁴²² Anneliese Grünhaldt Sisco, Cyril Stanley Smith, 1949.

Einzig der Titel weist darauf hin, an wen sich der Verfasser wandte. „Allen Müntzmaystern / Wardeyn / Goltwerckern / Berckleuten / vn(d) kauffleüte(n) der Metall zu nutz“ wurden die Vorschriften für das Probieren der Erze und Metalle zusammengetragen.

Adressaten des
Werkes

Bei diesem Werk handelt es sich um eine Sammlung von Rezepten und Anweisungen, wie sie schon in den Handschriften des Mittelalters Verwendung fanden, so in dem „Mittelalterlichen Hausbuch“. Dabei wird fast durchgehend der Imperativmodus gewählt und der Leser wird häufig in direkter Rede angesprochen.

Literarische
Form

Angaben zu den Quellen sucht man in dem Probierbüchlein vergeblich. Die gesamte Darstellung spricht dafür, dass hier ein erfahrener Probierer, Wardein oder Münzmeister seine eigenen Kenntnisse und Erfahrungen darlegt.

Quellen

Das Probierbüchlein umfasst einschließlich des Titelblattes 62 Blätter und ist durchgehend paginiert. Es besteht aus zahlreichen kurzen Kapiteln, die durch Überschriften kenntlich gemacht sind. Die Einleitung stellt kurz die Nützlichkeit der Probierkunst dar (pag. 1^v, 2^r). Dann folgen schon praktische Anweisungen über die Einteilung der Probiergewichte (pag. 2^v). Die ersten Kapitel behandeln die schon im Altertum angewandte Strichprobe mit Hilfe von Probiernadeln (pag. 3^r – 7^r sowie 7^v – 9^v). Eingeschoben sind Kapitel über die Probierwaage, die Kapellen für das Schmelzen der Metalle (pag. 7^r, 7^v) und wiederum die Probiergewichte (pag. 9^v – 13^v). Dann folgen die Anweisungen für die Probe „durch das Feuer“, bei der Erze und Metalle in kleinen Mengen geschmolzen wurden, bevor man in den Hütten große Mengen durchsetzte (pag. 13^v – 14^v). Die Probieröfen werden ebenso wie weitere Geräte, nämlich Muffeln und Kapellen, dargestellt (pag. 15^r – 18^v). Dann wird der Vorgang des Probierens selbst beschrieben (pag. 18^v – 22^r).

Übersicht über
das Werk

Weitere Kapitel betreffen vor allem das Münzwesen, wobei dieses in den vorigen Abschnitten auch berücksichtigt wurde, so bei der Herstellung von einigen Probiergewichten. Münzen mussten gleichfalls auf ihre Zusammensetzung und ihren Metallgehalt probiert werden (pag. 22^r – 23^v).

Erz wurde daraufhin probiert, welche Metalle es enthielt und in welcher Menge. In den folgenden Kapiteln werden dafür verschiedene Verfahren beschrieben (pag. 23^v – 27^v). Ferner wird die Herstellung eines Flussmittels beschrieben (pag. 27^v – 28^v). Es folgen Kapitel über das Herstellen von Tiegeln und Testen, die man in der Probierstube benötigte (pag. 28^v – 30^r). Das Feinbrennen des Silbers und weitere Verfahren, um Silber von anderen Metallen zu scheiden, werden im Folgenden dargestellt (pag. 30^r – 38^r). Die Gold-Silber-Scheidung wird ausführlich behandelt (pag. 38^r – 57^r). Eingeschoben findet man auch immer wieder Rezepte zur Scheidung von Gold und Kupfer, Verfahren zur Behandlung von recyceltem Edelmetall (z. B. Gold zusammen zu bringen, das von alten Tafeln oder vergoldeten Bildern geschabt wurde) sowie Verfahren, die von Münzmeistern und Goldschmieden benötigt wurden (z. B. Geschmeidigmachen von Gold). Die nächsten Kapitel behandeln das Zementieren des Goldes (pag. 57^v – 60^r). Weitere Abschnitte enthalten verschiedene Rezepte zur Scheidung von Metallen (pag. 60^r – 62^v).⁴²³

⁴²³ Für diese Angaben wurde das Probierbüchlein von 1534 herangezogen.

Das Probiervuch war ein Handbuch für den Probierer in der Probierstube, den Wardein in der Münze, den Goldschmied und den Kaufmann. Es handelt sich eher um eine Rezeptsammlung als um ein systematisch aufgebautes Fachbuch. Nur ein Teil dieser Probiervorschriften wurde in den Schmelz- und Saigerhütten umgesetzt. So dienten Anweisungen, wie die über die Strichprobe oder das Erkennen der Metalle an der Farbe der Erze, dem Probierer zur Orientierung. Ein großer Teil der Anweisungen war vor allem für die Münzmeister, Goldschmiede und Kaufleute interessant, die den Gold- oder Silbergehalt verschiedener Legierungen genau kennen mussten.

*Anteil des
Hüttenwesens
am
Gesamtwerk*

Keiner der nachfolgenden Autoren gibt das Probiervuchlein als Quelle an. Ähnlich Rezeptsammlungen zur Probierkunst waren das „Kleine Probiervuch“, das Lazarus Ercker für den sächsischen Kurfürsten verfasste, und sein wesentlich umfangreiches „Großes Probiervuch“ von 1574. Auch Christoph Andreas Schlüter hat seinem „Unterricht von Hüttewerken“ ein umfangreiches Probiervuch angefügt. Diese Fachleute waren auf das „Probiervuchlein“ als Quelle überhaupt nicht angewiesen.

*Rezeption
durch spätere
Autoren*

Das heißt aber nicht, dass diese Schrift keine Rezipienten fand. Allein die zahlreichen Neuauflagen innerhalb des 16. Jahrhunderts sprechen dafür, dass es durchaus Leser fand. Nur als Quelle wurde es eben nicht benannt. Franz Ludwig Cancrinus benennt in seinem Werk „zwei zu Nürnberg herausgekommene Probiervücher, das eine vom Jahr 1750 und das andere vom Jahr 1766.“⁴²⁴ Diese Form der Überlieferung von Anleitungen für die Probierstube blieb also noch lange Zeit in Gebrauch.

4.1.3 Die Bergmannskunst und das Kunstbuch des Peder Månsson (zwischen 1508 und 1524)

Peder Månsson benutzte für seine Arbeiten mehrere kleine Notizbücher, in denen der Stoff ziemlich wahllos angeordnet war. Insgesamt erwähnt er vier Bücher, von denen Liber A und D verlorengegangen sind. Neben Liber B und C, die in verschiedenen Bibliotheken aufbewahrt werden, gibt es noch einige weitere Handschriften. Seine Schriften verfasste Peder Månsson teilweise lateinisch, teilweise schwedisch.⁴²⁵

*Entstehung der
Werke und
weitere Über-
lieferung*

Eine Veröffentlichung der Bücher in Schweden fand nicht statt, so dass nur seine Handschriften in der Königlichen Bibliothek zu Stockholm und in der Stiftsbibliothek zu Linköping erhalten blieben. Außer diesen Originalhandschriften existieren noch weitere Handschriften in der Königlichen Bibliothek Stockholm sowie eine Abschrift (datiert zwischen 1570 und 1579) in der Universitätsbibliothek Uppsala und eine Abschrift des Bergbuches aus dem 17. Jahrhundert ebenfalls in Stockholm.⁴²⁶ Erst seit dem späten 19. Jahrhundert wurden Peder Månsson Schriften gedruckt und zumeist kommentiert

⁴²⁴ Franz Ludwig von Cancrinus, 1773, 27.

⁴²⁵ Otto Johannsen, 1941, 11 – 13, die Bücher haben ein Format von etwa 100 x 140 mm, 14 – 19 wird eine Übersicht über die 22 lateinischen und 16 schwedischen Schriften Peder Månssons gegeben. Neben Taktraten über die Alchimie übersetzte der Autor Bücher über das Seekonsulat (Seerecht), die Kriegskunst und das Kriegsgesetz, die Bauernkunst, einen Wetterkalender, ein Kunstbuch, ein Steinbuch, Bücher über die Steinschneidekunst, die Lederbereitung, die Glaskunst, die Glockenordnung, ein Heilbuch, ein Kinderbuch und das hier wichtige Bergbuch.

⁴²⁶ Otto Johannsen, 1941, 11 – 13.

veröffentlicht.⁴²⁷ Eine Ausgabe eines Teils der Schriften in deutscher Übersetzung erfolgte dann 1941 durch Otto Johannsen, wobei vor allem die für die Technikgeschichte relevanten Texte berücksichtigt wurden.⁴²⁸

In der gereimten Vorrede zur **Bergmannskunst** schrieb Peder Månsson „Den Bergleuten wird dieses Buch geschrieben, damit sie geschickt im Bergbau werden.“ und weiter: „Drum schreib ich dem Bergmanne dieses Buch, damit er lese und werde klug.“⁴²⁹ Hier wurden also die Berg- und Hüttenleute angesprochen, die ihre Kenntnisse erweitern sollten. Im Weiteren wandte er sich dann aber an ein breiteres Publikum, da der schwedische Bergbau oftmals darunter litt, dass die Menschen nicht erkannten, welche Schätze im Boden zu finden waren.⁴³⁰

Adressaten des
Werkes

Das Bergbuch ist ein Sachtext, ein Bericht der über die technischen Sachverhalte des Berg- und Hüttenwesens unterrichtet. Allerdings wird der Leser auch direkt angesprochen, wenn Anweisungen zur Durchführung bestimmter technischer und chemischer Verfahren gegeben werden.

Literarische
Form

Die Bergmannskunst von Peder Månsson gibt in vielen Abschnitten den Stand der Berg- und Hüttentechnik des Mittelalters wieder. Es beruht in weiten Teilen auf dem Traktat „De mineralibus et rebus metallicis“ des Albertus Magnus. Daneben wurde auch öfter C. Plinius Sec. herangezogen sowie Theophilus Presbyter.⁴³¹ Allerdings findet man auch Hinweise auf den zeitgenössischen schwedischen und europäischen Bergbau, für die es jedoch keine Quellenangaben gibt. Bezüglich der außereuropäischen Goldvorkommen verweist Peder Månsson auf ein Buch, in dem über die Entdeckungsfahrten im Auftrag der spanischen und portugiesischen Könige berichtet wurde.

Quellen

Das Werk wurde in Schwedisch verfasst und zwar während des Italienaufenthaltes Peder Månssons.⁴³² Die „Bergmannskunst“ ist in 31 Kapitel unterteilt, von denen er sich in den Kap. 1 – 11 allgemein mit den Erzen, ihrer Zusammensetzung, ihrer Entstehung, ihrer Gewinnung und ihren Eigenschaften befasst sowie mit ihrer Unterscheidung von den Steinen. Ausnahme ist das 5. Kapitel „Wo das Gold gebildet wird“.⁴³³ Anschließend werden der Schwefel und sieben Erze behandelt, wobei vor allem in Kap. 17 „Gewinnung des Silbers aus Steinen“, Kap. 18 „Blei und Silber scheiden“ und Kap. 20 „Kupfergewinnung aus Steinen“ Verhüttungsprozesse dargestellt werden.⁴³⁴ Ab Kapitel 22 geht es um

Übersicht über
das Bergbuch

⁴²⁷ Robert Geete, Peder Månssons skrifter på svenska (Samlingar utgifna af Svenska Fornskrift-Sällskapet) Stockholm 1913 – 15; Gunnar Olof Hyltén-Cavallius, Peder Månssons Stridskonst och Stridslag. Efter Författerens Handskrift. (Samlingar utgifna af Svenska Fornskrift-Sällskapet) Första Delen, Häft 3, Stockholm 1845; John Granlund (Hrsg.), Peder Månssons Bondakonst jämte parallelltexter, Uppsala 1983.

⁴²⁸ Otto Johannsen, 1941.

⁴²⁹ Otto Johannsen, 1941, 190.

⁴³⁰ Otto Johannsen, 1941, 190.

⁴³¹ Diese Quellen werden im Werk nicht genannt, Otto Johannsen weist jedoch in den Fußnoten detailliert darauf hin.

⁴³² Otto Johannsen, 1941, 11 – 13, 19; Manfred Koch, 1963, 22, stuft Peder Månsson als mittelalterlichen Autor ein, wobei er nicht berücksichtigt, wie weit dieser Albertus Magnus durch Berichte über den schwedischen und anderen Bergbau seiner Zeit ergänzt.

⁴³³ Otto Johannsen, 1941, 191 – 207.

⁴³⁴ Otto Johannsen, 1941, 207 – 227.

die „Zwischenstoffe“, wie Salz, Alaun, Arsen, Marchasita, Nitrum, Vitriol und Chrysocola.⁴³⁵

Peder Månssons Bergmannskunst besteht in weiten Teilen aus Übersetzungen und Bearbeitungen des Werkes von Albertus Magnus, wie Otto Johannsen in seinen Fußnoten immer wieder festhält. Die Lagerstättenkunde, die Metallogenie, die Gewinnung der Metalle aus den Erzen und die Gewinnung anderer Rohstoffe wie Salz und Alaun sind die Themen, die Peder Månsson behandelt, während der Bergbau praktisch nicht vorkommt. Von den genannten 22 Kapiteln werden in drei Kapiteln Verhüttungsprozesse beschrieben. Außerdem enthalten das 5., das 6. und das 7. Kapitel bereits erste Hinweise auf die Verhüttung der dargestellten Erze.

Anteil des
Hüttenwesens
am
Gesamtwerk

Das zweite im Zusammenhang mit Verhüttungsverfahren interessante Werk Peder Månssons ist sein **Kunstabuch**, das er ebenfalls während seines Romaufenthaltes in schwedischer Sprache verfasste.⁴³⁶ Es erinnert in seinem Aufbau stark an die bereits im Mittelalter kursierenden Zusammenstellungen von medizinischen und technischen Anweisungen, wie z. B. im „Mittelalterlichen Hausbuch“.⁴³⁷ Diese waren nicht nur für die Berg- und Hüttenleute wichtige Handbücher, sondern je nach Inhalt für Goldschmiede, Münzmeister und verschiedenen Handwerker von Bedeutung.⁴³⁸

Adressaten des
Werkes

Das Kunstabuch steht in der Tradition der Probier- und Kunstbüchlein, die zunächst handschriftlich, dann auch in gedruckter Form überliefert wurden. In dieser Rezeptsammlung wird der Leser stets im Imperativ direkt angesprochen.

Literarische
Form

Als Vorlage für einige Kapitel seines Kunstabuchs benutzte Peder Månsson das Testamentum Geberi.⁴³⁹ Otto Johannsen nennt daneben noch einige Quellen, die ähnliche Rezepte enthielten, ohne dass er dazu Stellung nimmt, ob Peder Månsson diese bekannt gewesen sind.⁴⁴⁰ Er nimmt an, dass die Rezepte des Kunstabuches zu verschiedenen Zeiten niedergeschrieben wurden und aus verschiedenen größtenteils italienischen Quellen stammen.⁴⁴¹ Nur ausnahmsweise kommentierte Peder Månsson seine Sammlung mit Hinweisen,

Quellen

⁴³⁵ Otto Johannsen, 1941, 227 – 242; Marchasita entspricht wohl Markasit (FeS_2), über den Georgius Agricola im *Bermannus* diskutiert. Dabei wird die Frage besprochen ob der Markasit mit Kupferkies (Pyrit) identisch sei (vgl. AGA II, 100 f.). Bei Nitrum handelt es sich um ein Salz, wie Peder Månsson selbst schreibt; Georgius Agricola unterscheidet vier Arten Nitrum, der lateinischen Bezeichnung für Soda (vgl. AGA VIII, 805, Mineralregister). Chrysocoll ist ein kupferhaltiges Mineral, das auch Georgius Agricola beschreibt (vgl. Hana Prescher, 1974 (AGA VIII), 800, Mineralregister). Otto Johannsen, 1941, 227, nach Anm. 402 übernahm Peder Månsson die Einteilung der Stoffe in Metalle, Steine und Zwischenstoff von Albertus Magnus.

⁴³⁶ Otto Johannsen, 1941, 84 – 138.

⁴³⁷ August von Essenwein, 1887 (ND 1986).

⁴³⁸ Ernst Darmstaedter, 1926 a, 108.

⁴³⁹ Otto Johannsen, 1941, 85 Anm. 114; er verweist auf Ernst Darmstaedter, 1922 (ND 1969) und ders., 1926.

⁴⁴⁰ Otto Johannsen, 1941, verweist in verschiedenen Anmerkungen auf das „Mittelalterliche Hausbuch“ aus dem 15. Jahrhundert, „T Bouck va Wondre“ von 1513, einen alchemistischen Sammelband mit Handschriften aus dem 15. Jahrhundert, Theophilus Presbythers „*Diversarum artium schedula*“ aus dem 12. Jahrhundert und „*Anonymi de arte metallica*“, die Carlo Oreste Zuretti 1930 herausgab.

⁴⁴¹ Otto Johannsen, 1941, 17.

zur Herkunft einer Rezeptur, so z. B. bei den Rezepten zur Herstellung einer Seife oder einer Glasur.⁴⁴²

Kunstabücher waren Sammlungen von rezeptartigen Anweisungen für die verschiedensten handwerklichen und hauswirtschaftlichen Bereiche. Neben Rezepten zur Bereitung von Salzen, Säuren, Seifen, Schönheitsmitteln und Farben enthielten sie auch Anweisungen zur Metallverarbeitung.⁴⁴³ Im Kunstbuch des Peder Månsson gibt es ein Rezept zur Herstellung von „Litargirium“, in dem das Feinere von Silber auf dem Treibherd beschrieben wird, und ein Rezept zur Scheidung von Gold und Silber vom Kupfer, das dem Saigerverfahren entspricht.⁴⁴⁴ Ein Rezept dient zur Herstellung eines Mittels, durch das Erze schneller schmelzen sollten.⁴⁴⁵ Daneben findet man zahlreiche Anweisungen zur Verwendung von Gold, Silber, Kupfer und Blei, einschließlich der Gold-Silber-Scheidung.⁴⁴⁶ Anweisungen für die Eisenverarbeitung oder -verwendung werden ebenfalls gegeben.⁴⁴⁷

Übersicht über
das Kunstbuch

Beim Kunstbuch gewinnt man den Eindruck, dass Peder Månsson eine möglichst große und vielseitige Sammlung von Rezepten anlegte, die er selbst nicht auf ihre Wirksamkeit überprüfen konnte. Für die Hüttentechnik interessant sind nur wenige Abschnitte aus dem Kunstbuch, vor allem das Treibverfahren zur Blei-Silber-Trennung und das Saigerverfahren zur Entsilberung von Kupfererzen.

Anteil des
Hüttenwesens
am
Gesamtwerk

Da die handschriftlichen Notizen des Peder Månsson nicht zum Druck kamen, wurden sie auch von nachfolgenden Montanwissenschaftlern nicht zitiert. Wie weit Peder Månssons Schriften in Schweden weiter genutzt wurden, ließ sich im Rahmen dieser Arbeit nicht feststellen. Die bis in 17. Jahrhundert reichenden Abschriften sprechen jedoch dafür, dass Peder Månsson Bemühungen nicht vergeblich waren.

Rezeption
durch spätere
Autoren

4.1.4 De La Pirotechnia. Libri X des Vannoccio Biringuccio (1540)

Das Werk „De La Pirotechnia“ verfasste Vannoccio Biringuccio in seinen letzten Lebensjahren, er hat die Herausgabe jedoch nicht mehr erlebt. Otto Johannsen bezeichnet es als Vermächtnis, „in denen die Meister ihre gesammelten Erfahrungen niederlegten, wenn die müden Hände zur Arbeit nicht mehr taugten.“⁴⁴⁸

1540 erschien das Buch in Venedig unter dem Titel „De La Pirotechnia. Libri X.“ in italienischer Sprache. Herausgegeben wurde es von Curtio Navo, der auch den Widmungsbrief an Herrn Bernadino di Moncelesi da Salo verfasste.

Erscheinungs-
jahr und -ort

⁴⁴² Otto Johannsen, 1941, 104 f.

⁴⁴³ Lothar Suhling, 1976, 88; auch das „Mittelalterlich Hausbuch“ von 1480 enthält solche Rezeptsammlungen, siehe August von Essenwein, 1887 (ND 1986).

⁴⁴⁴ Otto Johannsen, 1941, 105 f.

⁴⁴⁵ Otto Johannsen, 1941, 127, das dabei hergestellte Salz hieß Anticar und sollte das Borax ersetzen.

⁴⁴⁶ Otto Johannsen, 1941, 107 – 113, 122 – 129, 132 – 137.

⁴⁴⁷ Otto Johannsen, 1941, 106 f., 116 – 122, 131.

⁴⁴⁸ Otto Johannsen, 1925, IX, der Autor verweist auf Textstellen (26, 33, 156, 319 seiner Ausgabe), nach denen das Werk erst ab 1533/34 eventuell sogar noch später verfasst worden sei.

Dieser Verleger besorgte auch die zweite Auflage 1550, sowie die dritte Auflage 1558. Weitere italienische Ausgaben folgten 1559 durch P. Gironimo Giglio und 1678 durch Gioseffo Longhi in Bologna.⁴⁴⁹ Eine Übersetzung ins Französische erfolgte 1556 in Paris. Als Übersetzer wurde maistre Jaques Vincent angegeben und das Werk 1572 und 1627 erneut aufgelegt.⁴⁵⁰ Außerdem gab es 1555 und 1560 Übersetzungen einzelner Bücher der *Pirotechnia* ins Englische.⁴⁵¹ Eine angeblich erfolgte Übersetzung ins Lateinische bezweifelt Otto Johannsen.⁴⁵²

Neuaufgaben
und
Übersetzungen

1914 erfolgte eine kritische Gesamtausgabe von Aldo Mieli,⁴⁵³ die allerdings unvollständig geblieben ist. Eine weitere Ausgabe der *Pirotechnia* erschien 1977 herausgegeben von Adriano Carugo.⁴⁵⁴

Bereits 1856 erfolgte eine Übersetzung von Teilen der Bücher V, VI und VII ins Französische durch einen Professor Rieffel in Paris.⁴⁵⁵ Otto Johannsen übersetzte auf Grundlage der ersten Ausgabe das Werk 1925 ins Deutsche und versah es mit Erläuterungen.⁴⁵⁶ Eine vollständige englische Ausgabe erschien 1942 und wurde 1943, 1959, 1966, 1990 erneut gedruckt.⁴⁵⁷

Das Werk ist dem Herrn Bernardino di Moncelesi da Salo gewidmet, allerdings nicht von Vannoccio Biringuccio, sondern von dem Verleger Curtio Navo. Nach dieser Widmung zu urteilen, war dieser Herr auch der Auftraggeber Vannoccio Biringuccios.⁴⁵⁸ Im gesamten Werk wird der Leser oft direkt angesprochen, so dass Bernardino di Moncelesi da Salo diese Anrede auf sich beziehen konnte. Man kann jedoch davon ausgehen, dass sich der Autor an ein breiteres fachkundiges Publikum wandte, sonst hätte man das Werk nicht in Druck geben müssen. Aus der Widmung zu schließen, das Werk sei „für Edelleute und Herren oder für deren vornehme Ingenieure“⁴⁵⁹ verfasst, grenzt den Kreis der Leser zu stark ein, wenn man berücksichtigt, welche Arbeiten konkret beschrieben werden. Besondere Authentizität erlangt Vannoccio Biringuccio, wenn er in der ersten Person Singular von seinen eigenen Erfahrungen berichtet.

Adressaten des
Werkes
Literarische
Form

Vannoccio Biringuccio zitiert in seinem Werke oft antike Autoren insbesondere die Naturgeschichte des C. Plinius Sec., erwähnt aber auch Platon, Aristoteles, Pedanius Dioscorides, Vitellius, Celius und Hermes Trismegistos.⁴⁶⁰ Von den mittelalterlichen Autoren benutzte er eine Pergamenthandschrift des Marcus

Quellen

⁴⁴⁹ Otto Johannsen, 1925, X, der Autor kritisiert die fast unverständlichen Zeichnungen der Ausgabe von 1559.

⁴⁵⁰ Otto Johannsen, 1925, X f., demnach war diese Übersetzung von schlechter Qualität und lückenhaft.

⁴⁵¹ Cyril Stanley Smith, Martha Teach Gnudi, 1959 (RP 1990), XXI – XXIII.

⁴⁵² Otto Johannsen, 1925, X.

⁴⁵³ Aldo Mieli, 1914.

⁴⁵⁴ Adriano Carugo, Vannoccio Biringuccio. *De la pirotechnia*, Milano 1977, Nachdruck der Ausgabe von 1540.

⁴⁵⁵ Cyril Stanley Smith, Martha Teach Gnudi, 1959 (RP 1990), XXI.

⁴⁵⁶ Otto Johannsen, 1925.

⁴⁵⁷ Cyril Stanley Smith, Martha Teach Gnudi, 1959 (RP 1990), hier findet man im Appendix C (458 – 461) eine Liste der Ausgaben der *Pirotechnia* mit vollständigen Titeln und Anmerkungen der Verfasser.

⁴⁵⁸ Otto Johannsen, 1925, 2.

⁴⁵⁹ Otto Johannsen, 1925, XII f.

⁴⁶⁰ Otto Johannsen, 1925, u. a. 35, 104, 400, 457, 458.

Graecus. Er erwähnt Avicenna und Thomas von Aquino.⁴⁶¹ Eventuell waren ihm auch Albertus Magnus, Theophilus Presbyter und alchemistische Schriften, wie die Alchemie des Geber, bekannt.⁴⁶² Otto Johannsen hält eine Benutzung des Feuerwerksbuches aus der Mitte des 15. Jahrhunderts für wahrscheinlich. Auch andere mittelalterliche Schriften zur Kriegskunst weisen Ähnlichkeiten mit der „Pirotechnia“ auf. Georgius Agricolas Bermannus war ihm ebenfalls bekannt und er beruft sich in seiner Beschreibung der Silbererze ausdrücklich auf ihn.⁴⁶³ Bei den Probiervorschriften gibt es Parallelen zum „Mittelalterlichen Hausbuch“ von 1480, auf die Bernhard Neumann hingewiesen hat.⁴⁶⁴

Die „Pirotechnia. Libri X“ umfasst, wie schon der Titel aussagt, zehn Bücher. Das erste Buch behandelt die Metalle und ihre Eigenschaften (S. 9 – 86), das zweite die Halbmineralien (S. 86 – 158), wobei hier auch das Quecksilber eingeordnet wird. Das dritte Buch „Das Probieren und Vorbereiten der Erze zum Schmelzen“ (S. 159 – 214) ist hier von besonderem Interesse. Es folgen jeweils ein Buch über die Trennung des Goldes vom Silber (S. 214 – 244), über die Legierungen der Metalle (S. 244 – 249) und über die Gießkunst (S. 250 – 331). Das siebente Buch über die Metallschmelzverfahren (S. 331 – 384) behandelt das Schmelzen reiner Metalle im Rahmen der Metallgießerei insbesondere der Bronze, also nicht die Verhüttungsprozesse der Erze. Es schließt sich ein Buch über die Kleingießerei an (S. 384 – 397). Im neunten Buch werden die Techniken verschiedener Feuerarbeiten beschrieben (S. 397 – 475). Hier ist auch ein Kapitel über die Alchemie enthalten. Ferner werden die verschiedenen Metallschmiedekünste aber auch die Töpferkunst und die Ziegelei dargestellt. Das letzte Buch (S. 475 – 531) enthält alles über künstliche Brandstoffe und Feuerwerkskörper, sowohl für „Schutz und Trutz im Kriege“ als auch „zur Belustigung bei Festlichkeiten“.⁴⁶⁵

Übersicht über
das Werk

Der Schwerpunkt der „Pirotechnia“ liegt auf dem Hüttenwesen und der weiteren Verarbeitung der Metalle in der Metallgießerei insbesondere dem Bronzeguss. Der Bergbau und die Metallogeneese werden nur kurz behandelt. Dabei ist der Hüttentechnologie nur eines der zehn Bücher der „Pirotechnia“ gewidmet. Das dritte Buch, das immerhin 55 Seiten umfasst, hat die Probierkunst, die Erzaufbereitung und die Hüttentechnologie als Thema, d. h. etwa in einem Zehntel des Werkes werden diese Verfahren beschrieben.

Anteil des
Hüttenwesens
am
Gesamtwerk

Georgius Agricola erwähnte Vannoccio Biringuccio in seinem Widmungsbrief zu „De re metallica“ und bezeichnete ihn als beredten, in vielem bewanderten Mann. Er hatte das Buch von dem venezianischen Gesandten Francesco

Rezeption
durch spätere
Autoren

⁴⁶¹ Otto Johannsen, 1925, u. a. 35, 104.

⁴⁶² Otto Johannsen, 1925, weist in den Fußnoten oft auf Ähnlichkeiten zu den Werken dieser Autoren hin.

⁴⁶³ Otto Johannsen, 1925, XII – XIV, der Autor meint, dass Vannoccio Biringuccio die antiken Autoren nur nach ihm bekannten mittelalterlichen Autoren zitiert. Neben den von Vannoccio Biringuccio selbst erwähnten Autoren nennt Otto Johannsen Diodorus, Empedocles, Galenus, Strabo, Theophrast und Vitruv. Auf die zahlreichen Parallelen zu Georgius Agricola weist Otto Johannsen in seinen Fußnoten hin, meist handelt es sich jedoch dabei um Verweise auf „De re metallica“, die Vannoccio Biringuccio im Gegensatz zum Bermannus gar nicht kennen konnte.

⁴⁶⁴ Bernhard Neumann, 1920 a, 168 – 177; Otto Johannsen, 1925, 160, Anm. 1.

⁴⁶⁵ Otto Johannsen, 1925, nach dem von Autor verbesserten Inhaltsverzeichnis 3 – 8, das Original muss ein wesentlich anderes Format gehabt haben, denn nach den im Text angegebenen Blattnummern hatte es nach der ersten Vorrede nur 168 Blätter.

Bodoario, der Marienberg besuchte, als Geschenk erhalten.⁴⁶⁶ Lazarus Ercker stand in der Dresdner Proberstube bereits ein Exemplar von Biringuccios *Pirotechnia* zur Verfügung, es ist im dortigen Inventar aufgeführt.⁴⁶⁷

Die *Pirotechnia* wurde Mitte des 16. Jahrhunderts ins Französische und in Auszügen ins Englische übersetzt. Bernardo Péres de Vargas verwendete Vannoccio Biringuccios Werk für sein 1568/69 in spanischer Sprache verfasstes Fachbuch.⁴⁶⁸ In den wichtigen Bergbaugebieten Mitteleuropas stand die *Pirotechnia* nicht in der Landessprache zur Verfügung. Wie erwähnt, besaß Georgius Agricola ein italienisches Exemplar. Da dessen berg- und hüttenmännisches Hauptwerk 1556 herauskam und schon 1557 ins Deutsche übersetzt wurde, erlangte dies als Handbuch, das die meisten Berg- und Hüttenleute heranzogen, weitaus größere Bedeutung.

4.1.5 Das Schwazer Bergbuch (1554) (Anonyme Sammlung unterschiedlicher für den Bergbau wichtiger Texte)

Das Schwazer Bergbuch behandelt fast nur Gegenstände, die den Tiroler Bergbau betreffen. Dieser war im frühen 15. Jahrhundert mit Funden am Falkenstein aufgekommen und war für die nächsten Jahrzehnte das bedeutendste Bergrevier in Mitteleuropa. Die Grafschaft Tirol, schon seit 1363 im Besitz der Habsburger, war seit 1490 mit dem Herzogtum Österreich vereint. Der Reichtum des Bergbaus war eine wichtige finanzielle Grundlage für den Aufstieg des Hauses Habsburg im Reich. Als das Revier um 1530 in eine Krise geriet, war es notwendig auf einer Synode zu beraten und Beschlüsse zu fassen, wie der Bergbau fortgeführt werden sollte.⁴⁶⁹

Entstehung des Werkes

In der Vorrede wird dargelegt, dass „die alten Ordnungen und Erfindungen richtig ausgelegt in einer neuen Form der Erfindung zusammenzufassen“ seien. Dies geschah auf Befehl des deutschen Königs und römischen Kaisers, der in Tirol auch Landesherr war. Das damals geltende Bergrecht baute auf den bereits von Kaiser Maximilian seit 1490 erlassenen Berggesetzen auf und sollte eventuell in diesem Kodex übersichtlich und einheitlich zusammengestellt werden. Es wird auch vermutet, dass das Schwazer Bergbuch als Zusammenstellung wichtiger Unterlagen gewissermaßen als Sitzungsvorlage für die oben genannte Synode des Tiroler Bergbaus im Jahr 1557 entstanden sei.⁴⁷⁰

Insgesamt sind 10 Exemplare des Schwazer Bergbuches bekannt und erhalten, von denen neun im 16. Jahrhundert und eine Abschrift vermutlich im 17. Jahrhundert angefertigt wurden. Diese teilt Christoph Bartels in drei Gruppen ein:

Weitere Überlieferung

⁴⁶⁶ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), Widmungsbrief, 30 f.

⁴⁶⁷ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 10, 224.

⁴⁶⁸ Bernardo Péres de Vargas, *De re metallica*. En el qual se tratan muchos y diversos secretos, Madrid 1568/69, vgl. Cyril Stanley Smith, Martha Teach Gnudi, 1959 (RP 1990), XXI; Lothar Suhling, 1976, 100 f., stellt besonders den Wert dieser Schrift für die Verbreitung der montanistischen Fachliteratur in der spanisch sprechenden Welt hervor.

⁴⁶⁹ Erich Egg, 1988, II f., VI – VIII; Christoph Bartels, 1990, 147; zur Bedeutung des Bergbaus für die Landesherrn (Regalherren), insbesondere für die Habsburger, siehe auch Lothar Suhling, 1976, 14 – 17 und Lothar Suhling, 1983, 130 – 133.

⁴⁷⁰ Heinrich Winkelmann, 1957, 3, 6; Erich Egg, 1988, VIII, XIX; Christoph Bartels, 1990, 147.

- ein Entwurfsexemplar von 1554,
- vier Abschriften 1556 (darunter ein Prachtexemplar),
- vier weitere Abschriften im 16. Jh., eine Abschrift im 17. Jh.⁴⁷¹

Das Entwurfsexemplar (Bochumer Exemplar) ist eine Handschrift mit Streichungen und Zusätzen, die 1554 entstand. Diese Handschrift, die 1956 ins Bergbaumuseum kam, wird als der älteste der Kodizes angesehen, weil die dort vorgenommenen Anmerkungen und Korrekturen in den anderen Handschriften zum Teil in den Text übernommen wurden. Ein wichtiger Hinweis ist auch eine Zeitangabe, bei der es im Entwurfsexemplar heißt, es seien 108 Jahre seit der Aufnahme des Bergbaus am Falkenstein vergangen, während die anderen von Heinrich Winkelmann untersuchten Handschriften hier 110 Jahre nennen.⁴⁷² Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die heute erhaltenen zehn Kodizes.⁴⁷³

	Name und ggfs. Inventarnummer	Heutiger Aufbewahrungsort	Format, Umfang, Anzahl der Zeichnungen
1 Entwurfsexemplar von 1554	Bochumer Exemplar	Bibliothek des Bergbaumuseums Bochum	Folio-Format, 200 Folia 114 Miniaturen
4 Abschriften von 1556	Innsbrucker Prachthandschrift (Inv. FB 4312)	Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum Innsbruck	198 Folia, 96 Miniaturen und 20 Faltafeln
	Innsbrucker Codex (Inv. Dip. 856)	Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum Innsbruck	197 Folia, 99 Miniaturen und 22 Faltafeln
	Münchener Codex (Cod. 1203)	Bayerische Staatsbibliothek München	197 Folia, 99 Miniaturen und 22 Faltafeln
	Ettenhardtscher Codex (HS 1971-1)	Deutsches Museum München	Folio-Band, 222 Folia 112 Miniaturen und 19 Faltafeln
4 Abschriften im 16. Jh.	Codex Vindobonensis v. 1561 (Codex 10852)	Österreichische Nationalbibliothek Wien	189 Folia, 98 Miniaturen und 23 Faltafeln
	Leobener Exemplar v. Ende 16.Jh. (Codex 2737)	Bibliothek der Montanistischen Universität Leoben	Folio-Format; 105 Folia, 98 Miniaturen und 2 Faltafeln
	Salzburger Exemplar v. ca. 1571 (Geh.Arch. XXIX, 14)	Salzburger Landesarchiv	
	Wertheimer Exemplar von 1594	Bibliothek der Stiftskirche Wertheim/Main	Folio-Format, 129 Folia, 19 Miniaturen, unvollendet
1 Abschrift im 17. Jh.	Innsbrucker Codex (Inv. FB 2718)	Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum Innsbruck	Groß-Folio, 138 Folia 100 Miniaturen, 18 Faltafeln und eine dreiseitige Tafel

Tabelle 4-1: Die zehn bekannten Codizes des Schwazer Bergbuches

Nach dem Fund des Bochumer Exemplars veröffentlichte Heinrich Winkelmann dieses im gleichen Jahr als Faksimiledruck mit neudeutscher Übertragung.⁴⁷⁴ Der Faksimiledruck von Erich Egg stammt aus dem Jahr 1988.⁴⁷⁵ Eine

Neuzeitliche Drucke

⁴⁷¹ Christoph Bartels, 1990, 146 f.

⁴⁷² Heinrich Winkelmann, 1957, 6 – 8; 3 – 5 behandelt der Autor den Inhalt des Kodex ausführlich.

⁴⁷³ Die Angaben wurden zusammengetragen aus: Erich Egg, 1988, XV – XVII und Christoph Bartels, 1990, 147 – 151; es gibt geringfügige Abweichungen hinsichtlich der Seitenzahl einiger Exemplare.

⁴⁷⁴ Heinrich Winkelmann, 1956.

⁴⁷⁵ Erich Egg, 1988.

dreibändige Edition beruhend auf dem Bochumer Exemplar des Schwazer Bergbuchs gab Christoph Bartels dann 2006 heraus.⁴⁷⁶

Das Schwazer Bergbuch war offenbar nicht für den Druck bestimmt, sondern diente einem kleinen Kreis von Personen zur Unterrichtung über den Bergbau in Schwaz (Tirol). Es wurde eventuell zur Vorbereitung der Bergsynode im Jahr 1557 erstellt.⁴⁷⁷ Dass es in diesem Zusammenhang zur Unterrichtung König Ferdinands I. über den Tiroler Bergbau diente, kann aus der Herstellung des Prachtexemplars 1556 geschlossen werden.

Adressaten des
Werkes

Das Schwazer Bergbuch besteht zum größten Teil aus Anordnungen, die im Imperativmodus verfasst wurden. Dazwischen finden sich Sachtexte, in denen es um die Beschreibung von Bergbediensteten, ihren Tätigkeiten und Gezeuge geht. Lediglich im Bericht über das Schmelzen wechselt der Verfasser in die erste Person Singular und berichtet so von eigenen Erfahrungen und Kenntnissen.

Literarische
Form

Die Quellen lassen sich vor allem aus einem Inventarverzeichnis des Berggerichts in Schwaz erschließen, das 1559 aufgestellt wurde. Darin werden die „Schwazerische Bergwerkserfindung“, andere Befehle und Abschiede, 12 Bücher vom Anfang des Berggerichts bis 1559, enthaltend Berggerichtsurteile, Verträge, Käufe, Zusammenschläge und verlassene Gruben, Schinbücher über die Vermessung der Gruben, ein Buch der rechtlichen Abschiede, Gruben- und Waldlehenbücher aufgeführt. Außerdem gab es dort noch weitere Bücher und alte Schriften, die genutzt werden konnten.⁴⁷⁸

Quellen

Das Schwazer Bergbuch, als Kompilation wichtiger Texte für den Tiroler Bergbau des 16. Jahrhunderts, vermittelt Erkenntnisse über die rechtlichen, wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Verhältnisse dieses bedeutenden Bergreviers.⁴⁷⁹ Als Grundlage administrativen Handelns zusammengestellt, enthält es in erster Linie juristische Texte. Es beinhaltet aber auch Anleitungen für das Berg- und Hüttenwesen. Die technischen Darstellungen sind durch zahlreiche Illustrationen verdeutlicht.⁴⁸⁰

Übersicht über
das Werk

Es ist in zahlreiche größere und kleinere Kapitel eingeteilt und enthält auch ein mehrseitiges Inhaltsverzeichnis. Die Einteilung in verschiedene Fachgebiete ist jedoch erst auf den zweiten Blick erkennbar. Auf Grundlage der neudeutschen Ausgabe von Heinrich Winkelmann nimmt Günter Bernhard Fettweis folgende Gliederung des Werkes vor: Der erste Abschnitt enthält den „Vorspann“ mit Titel, Inhaltsverzeichnis und Vorwort, (12 Seiten), der zweite Abschnitt umfasst das Bergrecht (39 Seiten), der dritte Abschnitt die Bergwirtschaft (19 Seiten) und der vierte Abschnitt das Verhältnis von Bergbau und Staat (30 Seiten). Der fünfte Abschnitt ist der längste und behandelt den Bergbaubetrieb (52 Seiten). Dagegen sind der sechste Abschnitt, Knappschaftwesen, der siebente

⁴⁷⁶ Christoph Bartels (Hrsg.), Das Schwazer Bergbuch. "1556 Perkwerch etc." (Bd. 1. Der Bochumer Entwurf von 1554; Bd. 2. Der Bochumer Entwurf und die Endfassung von 1556; Bd. 3. Der Bergbau bei Schwaz in Tirol im mittleren 16. Jahrhundert), Bochum 2006.

⁴⁷⁷ Erich Egg, 1988, VIII.

⁴⁷⁸ Erich Egg, 1988, XVIII.

⁴⁷⁹ Heinrich Winkelmann, 1957, 3, der Autor gibt auch eine Gliederung und Inhaltsangabe wieder (3 – 5); Erich Egg, 1988, VIII – XIV, stellt ebenfalls den Inhalt des Bergbuchs ausführlich dar.

⁴⁸⁰ Christoph Bartels, 1990, 146.

Abschnitt, Hüttenwesen und der achte Abschnitt, Münzwesen mit 2, 5 und 2 Seiten sehr kurz ausgefallen. Das Werk schließt mit dem neunten Abschnitt, den Anlagen, die 20 Seiten umfassen und zahlreiche Abbildungen auf Faltblättern einschließen.⁴⁸¹

Der Schwerpunkt des Werkes liegt eindeutig auf den Rahmenbedingungen des Bergbaus, nämlich Bergrecht und –wirtschaft, sowie auf dem Bergbau selbst. Das Hüttenwesen, für das sich der Autor als nicht kompetent erklärt, wird hier nur auf wenigen Seiten behandelt. Daneben können aber auch noch Abschnitte über die Prüfung fremder Bergwerke, über die Bergamtleute und über die bergmännischen Wörter herangezogen werden. Außerdem enthält das Werk eine Miniatur, die einen Hüttenplatz darstellt.

*Anteil des
Hüttenwesens
am
Gesamtwerk*

Wie erwähnt, sind bis heute zehn Handschriften erhalten, von drei weiteren hat man Kenntnis, sie sind aber verschollen.⁴⁸² Als Quelle wurde das Schwazer Bergbuch für das Speculum Metallorum, eine Handschrift von 1575, genutzt.⁴⁸³ Erst das neuzeitliche Interesse am historischen Bergbau führte zum Druck des Schwazer Bergbuches. In der Neuzeit wurden zwei Faksimileausgaben (1956 und 1988)⁴⁸⁴ gedruckt, von denen die erste eine Übertragung ins neudeutsch enthält, die jedoch nicht wissenschaftlich ediert sind. Dies erfolgte dann 2006 mit der dreibändigen Ausgabe des Bergbau-Museums in Bochum.⁴⁸⁵

*Rezeption
durch spätere
Autoren*

4.1.6 Bermannus sive de re metallica dialogus (1530) und De re metallica. Libri XII (1556) von Georgius Agricola

Georgius Agricola hatte seit 1520 eine Fülle wissenschaftlicher Werke zu philologischen, historischen, politischen, ökonomischen, medizinischen, zoologischen und mineralogischen-geologischen Themen veröffentlicht. Diese waren durchgehen lateinisch verfasst, bis auf seine letzte historische Schrift über die Wettiner.⁴⁸⁶ Von den 24 bei Helmut Wilsdorf angeführten Werken sind 3 dem Thema „Berg- und Hüttenwesen“ zuzurechnen. Bereits in St. Joachimsthal entstand das 1530 in Basel erschienene Werk „Bermannus sive de re metallica dialogus“. 1546 wurde ebenfalls in Basel „De veteribus et novis metallis. Libri II“ herausgegeben. Das Erscheinen seines lange angekündigten Hauptwerkes „De re metallica. Libri XII“ in Basel 1556 erlebte Georgius Agricola nicht mehr.⁴⁸⁷

*Die Werke:
Erscheinungs-
jahr und -ort*

„**Bermannus sive de re metallica dialogus**“, 1530 bei Hieronymus Froben in Basel erschienen, wurde 1541 in Paris, 1546 nach einer Neubearbeitung durch Georgius Agricola in Leipzig und ebenfalls 1546 in Basel als Teil des erdwissenschaftlichen Sammelwerkes nachgedruckt. Weitere Wiederabdrucke

*Bermannus
Neuauflagen
und
Übersetzungen*

⁴⁸¹ Günter Bernhard Fettweis, 2004, 187 – 191, hier wird in verschiedenen Tabellen auch noch eine feinere Einteilung der einzelnen Abschnitte vorgenommen. Die Einteilung weicht von der Erich Eggs ab, der bei seiner Inhaltsangabe von 21 Abschnitten ausgeht.

⁴⁸² Erich Egg, 1988, VIII, XV; Christoph Bartels, 1990, 146 f.

⁴⁸³ Erich Egg, 1988, XIX.

⁴⁸⁴ Heinrich Winkelmann, 1956; Erich Egg, 1988.

⁴⁸⁵ Christoph Bartels (Hrsg.), 2006.

⁴⁸⁶ Eine detaillierte Übersicht bietet Helmut Wilsdorf, 1955 b, 358 – 370; umfangreiche bibliographische Forschungsergebnisse findet man bei Ulrich Horst, 1971 (AGA X), 874 – 881 sind die Werke Georgius Agricolas in zeitlicher Reihenfolge aufgeführt; beide Autoren gehen auch auf verlorengegangene und unvollendete Werke ein.

⁴⁸⁷ Helmut Wilsdorf, 1955 b, 359 – 361, er rechnet die Bergbaugeschichte jedoch zu den historischen Schriften.

im Rahmen des erdwissenschaftlichen Sammelwerks erfolgten 1558 in Basel, 1612 in Wittenberg und 1657 in wiederum in Basel.⁴⁸⁸

1550 wurde es ins Italienische übersetzt. 1778 erfolgte die erste deutsche Übersetzung⁴⁸⁹ und 1806 erschien die zweite deutsche Übersetzung in Freiberg.⁴⁹⁰ Die dritte deutsche Übersetzung durch Helmut Wilsdorf erschien 1955 als zweiter Band der AGA. Eine tschechische Übersetzung⁴⁹¹ kam 1957 heraus.⁴⁹² Außerdem gibt es noch eine französische⁴⁹³ und eine ungarische Übersetzung.⁴⁹⁴

Die Intention zu diesem Werk war primär, die antike Medizin für die Neuzeit wieder nutzbar zu machen. Georgius Agricola beschäftigte sich zu der Zeit, als er den *Bermannus* verfasste, mit den mineralischen Substanzen vor allem im Hinblick auf ihren medizinischen Nutzen. Dabei musste er feststellen, dass die antiken Bezeichnungen oft nicht mehr zutreffend oder verfälscht waren. Dies schreibt er nicht nur selbst in der Einleitung seines Werkes, auch Desiderius Erasmus von Rotterdam weist in seinem Widmungsbrief darauf hin, dass es ein Anliegen der Zeit sei, die medizinische Wissenschaft wieder herzustellen, wozu Georgius Agricola einen bedeutenden Beitrag geleistet habe.⁴⁹⁵ Dieser wendet sich in dem in lateinischer Sprache verfassten Werk an die humanistischen Gelehrten seiner Zeit. Das „Neuartige des Gegenstandes“⁴⁹⁶ weckte das Interesse dieser Kreise für den Bergbau.

Adressaten des
Werkes

Der „*Bermannus*“ ist ebenso wie das „*Bergbüchlein*“ des Ulrich Rülein von Calw als Dialog gestaltet und folgt damit dem klassischen Vorbild des philosophischen Dialogs.⁴⁹⁷ Daran beteiligt sind drei Personen nämlich Bermann, ein erfahrener Bergmann, Nicolaus Ancon, ein Arzt, der die medizinischen Schriften der Araber sehr gut kennt, und Johannes Naevius, ein Arzt, der vor allem in der antiken Medizin, also den Schriften der Griechen und

Literarische
Form

⁴⁸⁸ Ulrich Horst, 1971 (AGA X), 590 – 593 gibt der Autor eine Übersicht über Erstausgabe, Neuauflagen und Übersetzungen, im Anschluss (593 – 608) werden die einzelnen Ausgaben ausführlich behandelt; Helmut Wilsdorf, 1955 b, 362 – 367. Die Ausgaben Basel 1530, Leipzig 1546 und Wittenberg 1612 sind in der SLUB online verfügbar.

⁴⁸⁹ Johann Gottlieb Stör, *Bermannus sive De re metallica. Gespräch vom Bergwesen. Georg Agricola von Glauchen ehemahls Stadt Arztes zu St. Joachimsthal Gespräch vom Bergwesen, Rotenburg a. d. Fulda 1778.*

⁴⁹⁰ Friedrich August Schmid (Hrsg.), *Georg Agricola's Bermannus eine Einleitung in die metallurgischen Schriften desselben, übersetzt und mit Exkursionen herausgegeben. Freyberg 1806.*

⁴⁹¹ Jan Reiniš, *Georg Agricola. Bermannus aneb rozmluva o hornictví* [z latiny podle prvního Frobenova vydání přeložil Jan Reiniš, Praha 1957.

⁴⁹² Ulrich Horst, 1971 (AGA X), 592 f.; Helmut Wilsdorf, 1955 b, 362 – 367.

⁴⁹³ Robert Halleux, *Georg Agricola. Bermannus (le mineur). Un dialogue sur les mines, Paris 1990.*

⁴⁹⁴ László Zsámboki, *Georg Agricola. Bermannus sive De re metallica dialogus, ungar.: Bermannus avagy Beszélgetés az ásványok csodálatos világáról. Agricola születésének félezedik évfordulójára, Miskolc-Rudabánya 1994.*

⁴⁹⁵ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 60, 66 – 70.

⁴⁹⁶ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 59, Brief des Desiderius Erasmus von Rotterdam.

⁴⁹⁷ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 37, im Folgenden erläutert der Autor diese literarische Form ausführlich. Im Unterschied zum platonischen Dialog, der ein ermittelndes, erörterndes Gespräch darstellt, ist der lukianische Dialog ein bekämpfendes Streitgespräch. Helmut Wilsdorf ordnet das Werk als lukianischen Dialog ein. Hans Prescher, 1985, 35, wählt den neutralen Begriff des philosophischen Dialogs.

Römer, bewandert ist.⁴⁹⁸ Im Gegensatz zu Ulrich Rülein von Calw ist bei Georgius Agricola die Dialogform klassisch ausgeprägt, d. h. der Dialog bildet nicht nur den Rahmen des Werkes, sondern die Inhalte werden durchgehend in dieser Form der Rede und Gegenrede wiedergegeben.

In diesem Werk⁴⁹⁹ nimmt Georgius Agricola vor allem auf die antiken Mediziner Galenos und Pedanius Dioscorides Bezug. Theophrast wird ebenso wie C. Plinius Sec. und M. Pollio Vitruvius zitiert. Bei seinen Ausführungen erwähnt oder zitiert Georgius Agricola ferner die Griechen Aristoteles, Empedokles von Agrigent, Epikur, Hippokrates, Mnesitheos, Oreibasios von Pergamon, Paulus von Aegina, Poseidonios, Ptolemaios, Pythagoras, Strabon, Thales von Milet, Thukydides und Xenophanes sowie die römischen Autoren A. Cornelius Celsus, M. Tullius Cicero, P. Cornelius Tacitus und M. Terentius Varro. Insgesamt gibt es 179 Nennungen antiker Autoren, wobei 51 Namen nur genannt werden, bei 124 Nennungen handelt es sich um Zitate, die allerdings nicht vollständig identifiziert werden konnten. Ferner gibt es einige Anspielungen auf antike Mythen. Die Berufungen auf die Antike überwiegen alle anderen Quellenangaben bei weitem.⁵⁰⁰ Aber auch arabische Gelehrte finden Berücksichtigung, allerdings nicht in gleichem Maße wie die klassischen Autoritäten. Mehrfach werden die Araber allgemein erwähnt, namentlich genannt werden Avicenna (Ibn-Sina), Mesue, Rases und Serapion, wobei Georgius Agricola lateinische Übersetzungen dieser Texte nutzte.⁵⁰¹ Außerdem wird ein byzantinischer Autor unter der Bezeichnung Actuarius angeführt.⁵⁰² Albertus Magnus ist der einzige mittelalterliche Autor, den Georgius Agricola heranzieht, allerdings kritisiert er ihn auffallend häufig. Von der zeitgenössischen Literatur werden nur bedeutende Mediziner, insgesamt 14 Autoren, erwähnt.⁵⁰³

Quellen

Der „Bermannus“ ist vor allem ein lagerstättenkundlich-mineralogisches Werk.⁵⁰⁴ Es beginnt mit dem Widmungsbrief des Desiderius Erasmus von Rotterdam, der es zur Lektüre und zum Druck empfiehlt.⁵⁰⁵ In seiner Einleitung legt Georgius Agricola dar, weshalb er diese Schrift verfasste. Sein Anliegen war es, die von den Griechen und Römern geprägten Bezeichnungen für Substanzen wieder herzustellen, denn diese waren zum Teil verändert oder durch andere Bezeichnungen ersetzt worden, viele von ihnen bezeichnete Substanzen waren ganz in Vergessenheit geraten.⁵⁰⁶ Da mit diesen

Übersicht über
das Werk

⁴⁹⁸ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 70; Hans Prescher, 1985, 35, demnach setzte Georgius Agricola im Bermannus seinem Freund dem Hüttenschreiber Lorenz Wermann ein Denkmal, während Ancon ein Pseudonym für Dr. Wenzeslaus Payer aus Elnbogen ist; Leo Stern, 1955, 26, setzt Bermannus ebenfalls mit Lorenz Wermann gleich und Johannes Naevius mit Georgius Agricolas Studienfreund Johann Neefe. Während die Gleichsetzung von Bermannus und Lorenz Wermann allgemein anerkannt wird, ist die Identität der anderen Personen in der Forschung umstritten.

⁴⁹⁹ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 200 – 246 gibt er eine ausführliche Übersicht über die Quellen.

⁵⁰⁰ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 200, 201 – 216 wird ein Verzeichnis der Autoren und der Belegstellen im Bermannus geboten.

⁵⁰¹ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 219 – 232.

⁵⁰² Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 242, die Identität dieser Person wird hier diskutiert.

⁵⁰³ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 243.

⁵⁰⁴ Ulrich Horst, 1971 (AGA X), 590.

⁵⁰⁵ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 61 f.

⁵⁰⁶ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 66.

Bezeichnungen medizinische Rezepturen verbunden waren, die Georgius Agricola aus seiner Beschäftigung mit Galenus, Dioscorides u. a. bekannt waren, hoffte er durch die Wiedergewinnung der Bezeichnungen, diese medizinisch wirksamen Substanzen zuordnen und einsetzen zu können. Insbesondere der Nutzen der Bergwerksprodukte für die Medizin stand im Mittelpunkt seiner Arbeit.⁵⁰⁷ In dem Dialog geht es überwiegend darum, eine mineralische Substanz, die Bermann den Ärzten zeigt, mit den überlieferten Beschreibungen zu vergleichen, um herauszufinden, für welchen medizinischen Zweck sie nutzbar ist. Dabei bietet Georgius Agricola einen umfassenden Überblick über die im St. Joachimsthaler Bergbaurevier vorkommenden Mineralien. Nach dem Urteil Hans Preschers hat er damit die Mineralien der damals aufgeschlossenen Lagerstätte restlos erschöpft.⁵⁰⁸

Ähnlich wie beim Bergbüchlein Ulrich Rülein von Calws war dem Werk ein Fachwörterverzeichnis angehängt. Allerdings erklärte es nicht die bergmännische Fachsprache, sondern übersetzte die lateinischen in deutsche Fachausdrücke. Das Verzeichnis der Erstausgabe verfasste Petrus Plateanus, das wesentlich umfangreichere Verzeichnis der Ausgabe von 1546 stammte von Georgius Agricola selbst.⁵⁰⁹

Da der Bergsachverständige Bermann mit den Ärzten die Gruben aufsucht, werden auch der Bau der Stollen und Schächte, die Erzförderung mit Haspel und mit Fördermaschinen und lagerstättenkundliche Begriffe erklärt.⁵¹⁰ Der Schwerpunkt des Werkes liegt jedoch eindeutig bei der Beschreibung der Mineralien, ihrer Eigenschaften und ihres Nutzens. Die Hüttentechnologie wird allerdings im Rahmen der Mineralogie immer wieder berührt. Dabei geht Georgius Agricola sehr systematisch auf die metallhaltigen und nichtmetallhaltigen Mineralien ein, die im St. Joachimsthaler Bergbaurevier vorkamen. Ähnlich wie bei Ulrich Rülein von Calw schließt das Buch mit dem Hinweis, dass man sich mit den Hüttenwerken am nächsten Tag befassen wolle. Allerdings zielte der geplante Besuch vor allem auf den dort zu findenden Mineralienreichtum ab.⁵¹¹

*Anteil des
Hüttenwesens
am
Gesamtwerk*

Der „Bermannus“ wurde bis 1657 siebenmal neu aufgelegt. Es ist die am meisten gelesene Veröffentlichung Georgius Agricolas geworden, „nicht obwohl, sondern weil sie in lateinischer Sprache geschrieben war.“⁵¹² Das Werk wurde von Vannoccio Biringuccio genutzt, der auf das Vorkommen gediegenen Silbers Bezug nahm.⁵¹³ Auch Johann Mathesius war dieses Werk, das seine Heimat St. Joachimsthal behandelte, bekannt.⁵¹⁴ Im übrigen ist bei allgemeinen

*Rezeption
durch spätere
Autoren*

⁵⁰⁷ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 68; Leo Stern, 1955, 24.

⁵⁰⁸ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 9 – 11 (in der Einführung durch Hans Prescher).

⁵⁰⁹ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 167 – 172.

⁵¹⁰ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 81, 83 f., 86 – 89, 125 – 127.

⁵¹¹ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 165 f., als interessante Hüttenprodukte werden Silberschlacke, Bleiglätte und eine Art Molybdän genannt.

⁵¹² Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 42 f.; andererseits beurteilt Friedrich Naumann den Gebrauch der lateinischen Sprache für das mineralogische Werk Georgius Agricolas eher negativ, denn dessen Bedeutung wurde erst im 18. Jahrhundert durch Abraham Gottlob Werner erkannt, der dann auch für die Übersetzung sorgte, Friedrich Naumann, 2007, 85.

⁵¹³ Otto Johansen, 1925, 47, Vannoccio Biringuccio benennt Georgius Agricola, jedoch nicht sein Werk.

⁵¹⁴ Johann Mathesius, 1562, Vorrede 7.

Verweisen auf Georgius Agricola durch spätere Autoren nicht immer deutlich, welches seiner Werke jeweils gemeint ist.

„**De re metallica. Libri XII**“, ⁵¹⁵ die zwölf Bücher vom Bergbau und vom Hüttenwesen, waren das Hauptwerk Georgius Agricolae. Das Werk erschien erst nach Georgius Agricolae Tod 1556 bei Hieronymus Froben in Basel. Eine Neuauflage des gleichen Verlages gab es 1561. Die dritte Auflage brachte Ludwig König 1621 in Basel heraus. 1657 erschienen sie als Teil der Gesamtwerke („opera“) ebenfalls in Basel. ⁵¹⁶ Ein Faksimile der Ausgabe 1561 wurde 1959 in Rom gedruckt. ⁵¹⁷ 1991 erschien ein Faksimile der Ausgabe 1556 in Frankfurt/M. ⁵¹⁸

De re metallica

*Neuauflagen
und
Übersetzungen*

Das Werk wurde schon ein Jahr nach der Erstausgabe ins Deutsche übersetzt ⁵¹⁹ und erschien 1557 ebenfalls bei Froben in Basel. Nachdrucke dieser Übersetzung erschienen 1580 und 1621. ⁵²⁰ Die erste neuzeitliche Übersetzung erfolgt durch die Agricola-Gesellschaft beim Deutschen Museum in München und wurde 1928 ⁵²¹ in Berlin verlegt. Diese Übersetzung wurde 1953, 1961, 2003 und 2006 neu aufgelegt. Im Rahmen der AGA erfolgte dann 1974 ⁵²² eine neue, zeitgemäße Übersetzung durch Hans Prescher und Georg Fraustadt. ⁵²³ Eine Faksimileausgabe der deutschen Ausgabe 1557 samt einem Kommentarband von Hans Prescher erschien 1985. ⁵²⁴ Ein Auszug aus „De re metallica“, nämlich die etwas gekürzten ersten beiden Bücher, erschien 1777/78 in deutscher Übersetzung im Sächsischen Bergkalender. ⁵²⁵

Bereits 1563 ⁵²⁶ wurde „De re metallica“ ins Italienische übersetzt, obwohl es dort seit 1540 das Werk Vannoccio Biringuccios gab. Auch diese Übersetzung gab Hieronymus Froben in Basel heraus. Auch im 20. Jahrhundert war das Werk von großem Interesse, denn es erschienen Ausgaben in polnischer

⁵¹⁵ Vollständiger Titel: “Georgii Agricolae De re metallica libri XII. quibus officia, instrumenta, machinae, ac omnia denique ad metallicam spectantia, non modo luculentissime describuntur, sed & per effigies suis locis insertas, adiunctis Latinis, Germanicisque appellationibus ita ob oculos ponuntur, ut clarius tradi non possint. Eiusdem de animantibus subterraneis liber, ab autore recognitus: cum indicibus diuersis, quicquid in opere tractatum est, pulchre demonstrantibus.” Vgl. Ulrich Horst, 1971 (AGA X), 743.

⁵¹⁶ Ulrich Horst, 1971 (AGA X), 742 – 770; Helmut Wilsdorf, 1955 b, 362 – 367.

⁵¹⁷ Georgii Agricolae De re metallica libri XII, Faksimile der Ausgabe Basel 1561, mit mehrsprachiger Einführung von Alberto Mondini, Roma 1959.

⁵¹⁸ Georgii Agricolae De re metallica libri XII. Unveränderter Nachdruck der Ausgabe Basel 1556, Frankfurt a.M. 1991.

⁵¹⁹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 8, 1557 durch Philippus Bechius, der einen eigenen Widmungsbrief verfasste.

⁵²⁰ Die Ausgaben Frankfurt a. M. 1580 und Basel 1621 sind als Online Ressourcen in der SLUB verfügbar.

⁵²¹ Agricola-Gesellschaft beim Deutschen Museum (Hrsg.), 1928.

⁵²² Hans Prescher, 1974 (AGA VIII).

⁵²³ Ulrich Horst, 1971 (AGA X), 770 – 800, hier sind die Übersetzungen bis 1961 erfasst; Helmut Wilsdorf, 1955 b, 362 – 367.

⁵²⁴ Hans Prescher (Hrsg.), 1985. Aus dem Faksimiledruck ist auch ersichtlich, dass Philippus Bechius eine eigene Vorrede verfasste, dafür Georgius Agricolae Vorrede weggelassen hat. Von den Registern ist lediglich das Bergwörterbuch enthalten.

⁵²⁵ Ulrich Horst, 1971 (AGA X), 814.

⁵²⁶ Opera di Giorgio Agricola de l'arte de metalli partita in XII libri, tradotti in lingua Toscana da M. Michelangelo Florio Fiorentino, Basel 1563.

(Teilübersetzung, 1903), englischer (1912, ND 1950),⁵²⁷ tschechischer (1933),⁵²⁸ ungarischer (Teilübersetzung, 1933), russischer (1962) und wiederum in ungarischer (1985)⁵²⁹ Sprache.⁵³⁰ Im Jahr 2003 erschien auch eine rumänische Übersetzung.⁵³¹ Bemerkenswert sind noch zwei spanische Bearbeitungen von Bernardo Perez de Vargas (1569) und Alvaro Alonso Barba (1640), die Agricolas Werk verwenden, häufig nachgedruckt und auch in weitere Sprachen übersetzt wurden.⁵³²

Friedrich Naumann gibt 2007 an, dass über 40 verschiedene Ausgaben von „De re metallica“ vorliegen. Besonders bemerkenswert findet er eine Übersetzung ins Chinesische (Kunyu Gezhi, Peking 1640 – 1643) und die Übersetzung ins Englische durch den späteren amerikanischen Präsidenten Herbert Clark Hoover und seiner Frau Lou Henry Hoover (London 1912).⁵³³

Georgius Agricola befasste sich über einen langen Zeitraum mit „De re metallica“. Bereits 1528/29 fasste er den Plan, das Berg- und Hüttenwesen darzustellen. Im Widmungsbrief zum „Bermannus“ deutet Petrus Plateanus an, dass Georgius Agricola an den Büchern arbeite.⁵³⁴ Im Widmungsbrief zu „De veteribus et novis metallis. Libri II“, schreibt Georgius Agricola „Diesen Büchern werden dann zwölf Bücher de re metallica folgen. Darin werden ich die Verfahrensarten aufzeigen, nach denen man Erze auffinden kann, nach denen man sie herausholen, waschen, schmelzen muss, und überhaupt das ganze Handwerk der Aufbereitung der Metalle und festen Gemenge. Darin werde ich zugleich auch die Grubenmaschinen und vieles andere erklären.“⁵³⁵ Aber erst im Jahr 1553 war das Werk vollendet und die letzten Teile wurden an das Verlagshaus von Hieronymus Froben nach Basel gesandt.⁵³⁶

Entstehung des
Werkes

Georgius Agricola ging davon aus, dass die Bergleute, um den Bergbau erfolgreich betreiben zu können, einige Kenntnisse der zahlreichen Wissenschaften haben mussten, die die Basis des Berg- und Hüttenwesens

Adressaten des
Werkes

⁵²⁷ Georgius Agricola De re metallica, translated from the first latin edition of 1556 with biographical introduction, annotations and appendices ... by Herbert Clark Hoover and Lou Henry Hoover, London 1912 (ND New York 1950). (Ulrich Horst, 1971 (AGA X), 804, 810)

⁵²⁸ Bohuslav Ježek, Josef Hummel, Jiřího Agricoly dvanáct knih o hornictví a hutnictví = Georgii Agricolae de re metallica libri XII, Basileae MDLVI, Praha 1933, hier gibt es Nachdrucke in den Jahren 1976, 1987 und 2001.

⁵²⁹ György Agricola, Tizenkét könyv a bányászatról és kohászatról, Fordította Rezső Becht. Szerkesztette, a bevezetőt, a tanulmányt, a lábjegyzeteket és személyjegy zékeket írta Laszlo Molnár, Budapest ca. 1985.

⁵³⁰ Ulrich Horst, 1971 (AGA X), 800 – 814; Helmut Wilsdorf, 1955 b, 362 – 367.

⁵³¹ Volker Wollmann, "De re metallica Libri XII" in rumänischer Sprache erschienen, in: Der Anschnitt, 59 Jg., 2007, H. 2-3, 89 – 91, demnach ist dies die elfte Sprache, in die das Hauptwerk Georgius Agricolas übersetzt wurde.

⁵³² Ulrich Horst, 1971 (AGA X), 814 – 831.

⁵³³ Friedrich Naumann, 2007, 86; der Autor gibt 88 – 92 einen Überblick über Ausgaben und Übersetzungen von „De re metallica. Libri XII“. Für die chinesische Übersetzung gibt es bisher nur einen Nachweis in einem Bibliothekskatalog, das Werk selber wurde nicht gefunden. Eine genauere Darstellung dieses Technologietransfers durch die Jesuiten zur Ming-Zeit gibt Peter J. Golas, 1999, 39 f.

⁵³⁴ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 64.

⁵³⁵ Georg Fraustadt, 1961 (AGA VI), 69.

⁵³⁶ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 18 – 21, hier wird die Geschichte des Werkes kurz behandelt; Hans Prescher, 1985, 81 – 84; Friedrich Naumann, 2007, 86 f.

bildeten.⁵³⁷ Er widmete sein Werk den Herzögen von Sachsen, Moritz und August, die die reichen Einnahmen ihres Landes vor allem dessen umfangreichen Bergwerken verdankten.⁵³⁸ Das Werk, in lateinischer Sprache verfasst, war nicht nur für die Angehörigen der höheren Bergbehörden bestimmt. Die Wahl der lateinischen Sprache, für Georgius Agricola eigentlich selbstverständlich, deutet darauf hin, dass er es für die Allgemeinheit verfasste, wozu auch ein umfangreiches 36 Folia umfassendes Register für die montanistische Begriffe diente.⁵³⁹ Man kann daraus schließen, dass er mit den „12 Büchern vom Bergwerk“ das Montanwesen im Allgemeinen und in Sachsen im Besonderen fördern wollte, indem er die grundlegenden Kenntnisse den entsprechenden Fachleuten systematisch darlegte. Auch wenn das Werk – wie der „Bermannus“ – in lateinisch geschrieben war, konnten es zumindest die gebildeten Bergbeamten lesen, denn Latein gehörte zu den Schulfächern bereits der Elementarschulen. Wie groß das Interesse daran war, zeigt die schon ein Jahr später erfolgte Übersetzung ins Deutsche.

„De re metallica. Libri XII“ ist ein umfangreiches Fachbuch, das anders als der „Bermannus“ als Sachtext abgefasst wurde. Nur selten schreibt Georgius Agricola hier in der ersten Person Singular, vor allem bei den Einleitungen der einzelnen Bücher, in denen er einen kurzen Ausblick auf den Inhalt gibt, oder wenn er auf eigene Erfahrungen, Erkenntnisse und Überlegungen verweist. Neben zahlreichen hervorragenden technischen Zeichnungen, die als Kupferstiche hergestellt wurden, enthält dieses Werk auch Tabellen. Ergänzt wurde es durch drei Register, die Helmut Wilsdorf als „Weiterbildung methodischer Prinzipien“⁵⁴⁰ würdigt, die für das wissenschaftliche Schrifttum des Humanismus von erheblicher Bedeutung war. Das I. Register verzeichnete zu den wissenschaftlichen Ausführungen jeweils den zugehörigen deutschen Fachausdruck. Dabei folgt die Auswahl der Stichworte der Darstellung im Text. Im II. Register sind die lateinischen Stichworte ins Deutsche übersetzt und alphabetisch geordnet. Das III. Register ist ebenfalls nach den lateinischen Stichworten alphabetisch geordnet und verweist auf die Seite, auf der der Gegenstand behandelt wird. Eine Erschließung des Stoffes in diesem Umfang war eine wegweisende wissenschaftliche Leistung Georgius Agricolas.

Literarische
Form

In dem Widmungsbrief von 1550, den Georgius Agricola seinem Werk voranstellte, geht er selbst auf seine Quellen ein, wobei er bedauerte, dass ihm nur so wenige Schriften zur Verfügung standen. Unter den antiken Autoren benennt er C. Plinius Secundus, Straton von Lampsakos, Philon von Byzanz, Pherekrates⁵⁴¹ und Nonius Marcellinus.⁵⁴² M. Vitruvius Pollio wird im Buch VI zitiert.⁵⁴³ Insgesamt greift er in seinem Werk auf 101 antike Personen zurück, die in 145 Zitaten und Nachrichten erwähnt werden. Als Humanist fühlte er sich diesen Autoren besonders verpflichtet. Aber es war nicht nur ein historisches Interesse, das ihn zum intensiven Studium dieser Schriften führte. Die

Quellen

⁵³⁷ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 29.

⁵³⁸ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 29, 33.

⁵³⁹ Hans Prescher, 1974, (AGA VIII), 4.

⁵⁴⁰ Hans Prescher, 1974, (AGA VIII), 849.

⁵⁴¹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), Personenregister A, 814; Pherekrates lebte um 450 v.Chr.

⁵⁴² Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), Personenregister A, 813; Nonius Marcellinus lebte im 4. Jh. v. Chr.

⁵⁴³ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 237.

Verwendung einiger dieser Darstellungen in seinem Werk zeigen, dass er sie durch für relevant und aktuell hielt.⁵⁴⁴ Sehr negativ urteilt er über die zahlreichen Schriften der Alchemisten.⁵⁴⁵ Von seinen Zeitgenossen erwähnt er Ulrich Rülein von Calw und Vannoccio Biringuccio ausdrücklich in seinem Widmungsbrief. Beide Werke behandeln aber die Thematik seiner Meinung nach nicht umfassend und erschöpfend.⁵⁴⁶ Außerdem kannte er einige gedruckte Bergordnungen, die er für die juristischen Aspekte des Bergbaus nutzen konnte.⁵⁴⁷

Vorläufer seines Werkes waren das „Bergbüchlein“ des Rülein von Calw (Worms, um 1500) und das anonym erschienene „Probierbüchlein“ (um 1518/20), in denen empirisch das zu Beginn des 16. Jahrhunderts vorhandene Wissen zum Berg- und Hüttenwesen zusammengefasst wurde.⁵⁴⁸ Er kannte, wie gesagt, „De la pirotechnia“ von Vannoccio Biringuccio (Venedig 1540). Zu seinen Quellen könnten ferner ein Buch von Hans Rudhart über den St. Joachimsthaler Bergbau (dieser verwendet große Teile des Bergbüchleins von Ulrich Rülein von Calw) erschienen 1523, verschiedene gedruckte Bergordnungen und die „Cosmographia“ von Sebastian Münster (o.O. 1544) gehört haben.⁵⁴⁹ Die Kenntnisse über den Bergbau in Schweden entnahm Georgius Agricola eventuell der „Schondia“ von Jakob Ziegler (Straßburg 1532).⁵⁵⁰ Der größte Teil der dargestellten und beschriebenen Fakten beruhen aber auf Georgius Agricolas eigener Erfahrung. Er besuchte die Berg- und Hüttenwerke persönlich und war mit den Arbeiten dort vertraut. Auch wenn der Schwerpunkt auf dem sächsisch-böhmischen Erzgebirge lag, besaß Georgius Agricola Kenntnisse aus anderen Montanrevieren, die in sein Werk einfließen.⁵⁵¹

Georgius Agricola hat sein Werk in zwölf Büchern verfasst. Das erste (pag. 1 – 18) behandelt die Fähigkeiten und Kenntnisse, die ein Bergmann haben muss, sowie den Nutzen des Bergbaus. Buch II (pag. 19 – 29) zählt sieben Aspekte auf, die für einen erfolgreichen Bergbau zu beachten sind. Im dritten Buch (pag. 29 – 54) werden die Lagerstätten beschrieben. Dem Bergrecht ist das vierte Buch (pag. 55 – 70) gewidmet. Buch V (pag. 57 – 106) befasst sich mit dem Aufschluss und dem Abbau der Erze, der Anlage der Gruben und der Markscheidekunst. Im Buch VI (pag. 107 – 174) werden Geräte, Maschinen und das Gezeug beschrieben. Unglückfälle und Bergkrankheiten werden erörtert. Buch VII (pag. 174 – 207) behandelt die Probierkunst, im Einzelnen die Probieröfen, die Probiergeräte und ihre Herstellung sowie die Probe der acht bekannten Metalle. Die Aufbereitung der Erze für den Schmelzprozess wird im Buch VIII (pag. 208 – 284) dargestellt. Das Schmelzen der Erze und die Verfahren der Metallgewinnung nebst einer Anleitung zum Bau von Schmelzhütten behandelt das neunte Buch (pag. 285 – 353). Das Scheiden der Edelmetalle insbesondere das Abtreiben des Silbers ist Thema des zehnten

Übersicht über
das Werk

⁵⁴⁴ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 7.

⁵⁴⁵ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 30 – 32.

⁵⁴⁶ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 30.

⁵⁴⁷ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 6.

⁵⁴⁸ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 3.

⁵⁴⁹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 5 f.

⁵⁵⁰ Otto Johannsen, 1941, 6, Anm. 8.

⁵⁵¹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 4 – 8.

Buches (pag. 354 – 392). Das Scheiden des Silbers von Kupfer und Eisen wird im Buch XI (pag. 393 – 438) beschrieben. Im Buch XII (pag. 439 – 477) geht es um die Gewinnung und künstliche Herstellung von verschiedenen Salzen, Schwefel, Bitumen und Glas. Es folgen vier Register, ferner ist das Werk mit 292 Abbildungen reich illustriert.⁵⁵² Das „Buch von den Lebewesen unter Tage“ aus dem Jahr 1549 wurde dem Hauptwerk angehängt. Auf diesen Text bezieht sich auch das vierte Register.⁵⁵³ Den Widmungsbrief an den Herzog von Sachsen und Kurfürsten Moritz und seinen Bruder August verfasste Georgius Agricola bereits am 1. Dezember 1550.⁵⁵⁴

Während in den ersten sechs Büchern das Bergwesen behandelt wird, umfassen die nächsten sechs Bücher Bereiche des Hüttenwesens, also Probierwesen als Grundlage der Erzverhüttung, sowie alle ihm bekannten Verfahren der Erzaufbereitung und der Erzverhüttung. Er ging dabei sehr systematisch vor, indem er dem Verarbeitungsprozess in allen seinen Stufen folgte. Formal kann man eine Zweiteilung des Werkes feststellen, allerdings ist der zweite Teil mit 302 (von 477) Seiten erheblich umfangreicher.⁵⁵⁵

Anteil des
Hüttenwesens
am
Gesamtwerk

Die umfassende Darstellung, die Georgius Agricola Mitte des 16. Jahrhunderts vorlegte, wurde über 150 Jahre als praktisches Handbuch für das Berg- und Hüttenwesen in Europa und Amerika genutzt⁵⁵⁶. Lazarus Ercker hatte von diesem Werk vielleicht schon in Dresden gehört, denn Kurfürst August hatte sich bereits 1555 direkt an Georgius Agricola gewandt, um eine deutschsprachige Abschrift von ihm zu erhalten. In diesem Zusammenhang wäre Lazarus Ercker als Übersetzer und Schreiber in Frage gekommen. Auf jeden Fall könnte dies zum einen der Anlass zur Abfassung des „Kleinen Probierbuches“ für den Fürsten gewesen sein, zum anderen diente es Lazarus Ercker als Vorbild für sein 1574 erschienenes „Großes Probierbuch“.⁵⁵⁷ Johann Mathesius erwähnt Georgius Agricola ohne jedoch das Werk zu nennen, auf das er sich bezieht.⁵⁵⁸ Lazarus Ercker benutzt „De re metallica“ als Quelle für sein „Großes Probierbuch“ und übernimmt aus ihm z. B. die Mischungen für das Kupferfrischen. Genaue Angaben macht Hardanus Hake, wenn er auf „De re metallica“ als weiterführende Informationsquelle verweist.⁵⁵⁹ Georg Engelhardt Löhneyß benutzte dann dieses Werk ausgiebig, ohne Angabe der Quelle. Christoph Andreas Schlüter verweist auf dieses Werk im Zusammenhang mit dem Saigerhüttenprozess.⁵⁶⁰ Auch Rudolph Leopold Honemann nennt das Werk in seinem Literaturverzeichnis.⁵⁶¹ Henning Calvör kannte es ebenfalls und

Rezeption
durch spätere
Autoren

⁵⁵² Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 8 – 11; die angegebenen Seitenzahlen beziehen sich auf das Originalwerk. Diese sind in der benutzten Übersetzung als Randnotizen angegeben.

⁵⁵³ Agricola-Gesellschaft beim Deutschen Museum (Hrsg.), 1928, in dieser Übersetzung ist auch das Buch von den Lebewesen unter Tage abgedruckt.

⁵⁵⁴ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 29 – 33.

⁵⁵⁵ Alfred Lange, Georg Agricola und das Hüttenwesen seiner Zeit, in: Georg Sprackler, Rolf Wendler (Hrsg.), Georgius Agricola 1494 – 1555 zu seinem 400. Todestag, Berlin 1955, 113 – 153, hier 115, nimmt dieselbe Einteilung vor.

⁵⁵⁶ Hans Prescher, 1974, 5.

⁵⁵⁷ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 12 – 14, 224.

⁵⁵⁸ Johann Mathesius, 1562, Vorrede 5, es ist hier nicht ersichtlich, welches Werk Georgius Agricolas gemeint ist.

⁵⁵⁹ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 137, 141.

⁵⁶⁰ Christoph Andreas Schlüter, HT 1738, 476.

⁵⁶¹ Rudolph Leopold Honemann, 1754-1755, Literaturverzeichnis nach Teil 4.

gibt das Bergwerksbuch des Georgius Agricola in beiden Werken an.⁵⁶² Bei der Darstellung älterer Verhüttungsprozesse greift Wilhelm August Lampadius auf Georgius Agricola zurück.⁵⁶³

4.1.7 Die Sarepta des Johann Mathesius (1562)

Das literarische Werk Johannes Mathesius' ist sehr umfangreich. Berühmt war seine Biographie Martin Luthers, die nahezu 50 Auflagen erlebte und die für spätere Luther-Biographien eine Quelle ersten Ranges ist. Seiner Gemeinde hielt er zu jedem Anlass entsprechende Predigten, von denen 1500 gedruckt und wiederum mehrfach neu aufgelegt wurden. Für die montanwissenschaftliche Literatur ist vor allem seine Sarepta oder Bergpostill von Bedeutung.⁵⁶⁴

Diese wurde erstmals 1562 in Nürnberg gedruckt. Sie trug den Titel „Sarepta oder Bergpostill. Sampt der Jochimßthalischen kurtzen Chroniken.“⁵⁶⁵

Erscheinungs- jahr und -ort

Die Sarepta wurde wie auch die anderen Predigtsammlungen immer wieder aufgelegt. Die Zahl der Neuauflagen schwankt in der Literatur beträchtlich, so dass hier der Analyse von Anton Haidmann gefolgt wird. Dieser kommt zu dem Ergebnis, dass es insgesamt neun Auflagen gegeben hat. Die Erstauflage erschien, wie erwähnt, 1562 in Nürnberg. Die zweite Auflage erschien im selben Verlag im Jahr 1564. Diese trägt einen Ausgabevermerk, nachdem sie durch Johannes Mathesius selbst überarbeitet und mit einem Register versehen wurde. Die Ausgaben von 1571, 1578 und 1587 erschienen ebenfalls in Nürnberg bei den Nachfolgern der ersten Verleger Ulrich Neuber und Johann von Berg. Es folgte dann dreißig Jahre keine Neuauflage. Schließlich wurde das Werk 1618, 1619 und 1620 in einem Leipziger Verlag gedruckt. Nach weiteren fünfzig Jahren erschien 1679 die neunte Auflage in Freiberg.⁵⁶⁶ In der Neuzeit wurde dann die Ausgabe von 1564 in Prag als Faksimile herausgegeben.⁵⁶⁷

Neuauflagen und Übersetzungen

⁵⁶² Henning Calvör, 1763, I. Teil 3, 25, 36, II. Teil 35, 106, 118; Henning Calvör, 1765 (ND Hildesheim 1990), 61.

⁵⁶³ Wilhelm August Lampadius, 1817 – 1827, Bd. 1, 12, Bd. 2.2, 240 f.

⁵⁶⁴ Emil Treptow, 1925, 170; Herbert Wolf, 1990, 369; Stefan Beyerle, 1993, 1004 f.; Georg Loesche gab zahlreiche Schriften Johannes Mathesius heraus, die in verschiedenen Bibliotheken nachweisbar sind (Georg Loesche, Der Briefwechsel des Mathesius (ges. und erl. von Loesche), Wien [u. a.] 1890 (= Jahrbuch der Gesellschaft für die Geschichte des Protestantismus in Österreich); Georg Loesche (Hrsg.), Johannes Mathesius, Ausgewählte Werke, Prag 1906 (= Bibliothek dt. Schriftsteller aus Böhmen, Mehrb.Werk). Viele Predigtsammlungen sind bereits digitalisiert und damit allgemein zugänglich. Speziell für die Berg- und Hüttenleute wurde neben der Sarepta von Johan. Mathesii, Ein Predigt von dem Bergwerck und Bergkleuten, 1551, verfasst.

⁵⁶⁵ Christoph Bartels, 1990, 159 f.

⁵⁶⁶ Anton Haidmann, Auflagen und Erscheinungsorte von Johannes Mathesius' "Sarepta oder Bergpostill", in: Der Anschnitt, 2001, 155 f., dieser Autor geht dann auch auf die verschiedenen Schriften und die hierin nachweisbaren Fehler genau ein; Herbert Dennert, 1986, 124, nennt ebenso wie Christoph Bartels, 1990, 161, die Zahl von 14 Auflagen bis 1679.

⁵⁶⁷ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975; einige der Sarepta-Ausgaben sind digitalisiert verfügbar, so die Ausgabe Nürnberg 1587 (Johannes Mathesius, Bergpostilla Oder Sarepta. Darinn von allerley Bergwerck vnd Metallen was jr eigenschaft vnd natur vnd wie sie zu nutz ... gemacht guter bericht gegeben wird. Mit ... lehrhaffter erklerung aller spruech so inn heiliger Schrifft von Metall reden ... Jetzund mit fleisz widerumb durchsehen corrigirt vnd gemehret mit einem neuen Register vnd kurtzen Summarien ... Sampt der Jochimßthalischen kurtzen Chroniken biß auff das 1578. Jar, Nürnberg 1587), die letzte Leipziger Ausgabe (Johann Mathesius, Sarepta darin von allerley Bergwerck vnd Metallen was jhr Eigenschafft vnd Natur

Die Vorrede beginnt mit Segenswünschen für die Bergherren, Bergstädte und Bergleute in Böhmen und den deutschen Landen sowie die einheimischen und ausländischen Gewerken. Speziell wandte Johann Mathesius sich an seine Pfarrkinder in St. Joachimsthal, denen er die Bibel erklären und auslegen wollte, insbesondere die Sprüche, Geschichten und Gleichnisse, die vom Bergbau handelten.⁵⁶⁸

Adressaten des
Werkes

Die Sarepta besteht aus Predigttexten, in denen der Zuhörer immer wieder direkt angesprochen wird, um seine Aufmerksamkeit zu gewinnen und zu erhalten. Der Autor spricht von sich selbst in der ersten Person Singular, wenn er eigene Meinungen und Erfahrungen wiedergibt. Ansonsten hat der Text den Charakter einer Ansprache. Man kann sich heute kaum noch vorstellen, dass diese Predigten, die gedruckt mehr als dreißig Seiten einnehmen, in dieser Form gehalten worden sind.

Literarische
Form

Die wichtigste Quelle für die Bergpredigten war die Bibel, in der Bergbau und Hüttenwesen an zahlreichen Stellen erwähnt werden. Für die zweite Auflage des Werkes hatte Johannes Mathesius ein besonderes Register mit allen Belegstellen zusammengestellt. Für die montanistischen Kenntnisse des Johannes Mathesius war die eigene Anschauung in der blühenden Bergstadt St. Joachimsthal die Hauptquelle. Wie Georgius Agricola besaß auch Johannes Mathesius eine Mineraliensammlung. Außerdem war bereits der „Bermannus“ erschienen, den Johannes Mathesius gelesen hatte. Neben diesen Werken zog er die Schriften der alten Naturkundigen, wie Aristoteles, Pedanius Dioscorides, C. Plinius Sec. und Albertus Magnus heran.⁵⁶⁹

Quellen

Der Titel des Werkes stammt aus der ersten Predigt, in der u. a. „von der alten und behümpften glaßhütten und Bergstat Sarepta“ erzählt wird, die im 1. Buch Könige und beim Propheten Obadia erwähnt wird.⁵⁷⁰ In der ersten Ausgabe umfasst der Text 8 Seiten Vorrede und 316 Folia Predigttexte, hinzu kommen 16 Seiten mit der Auslegung des 133. Psalms und 22 Seiten für die St. Joachimsthaler Chronik. Sie trug den Titel „Sarepta oder Bergpostill. Sampt der Jochimßthalischen kurtzen Chroniken.“⁵⁷¹ Die zweite Auflage beginnt mit der Vorrede (10 Seiten), es folgen das neu hinzugekommene Register (9 Seiten), die 16 Predigten, eine weitere Predigt, ein geistliches Berglied und wiederum die Auslegung des 133. Palms und die St. Joachimsthaler Chronik, die nun auch das Jahr 1563 enthält. Den Abschluss bildet ein weiteres Berglied. Die 16 Predigten wurden bei verschiedenen Bergfesten zwischen 1553 und 1562 gehaltenen.⁵⁷²

Übersicht über
das Werk

Die Sarepta ist nach derselben Systematik aufgebaut, wie das Bergbuch des Ulrich Rülein von Calw und „De re metallica“ von Georgius Agricola. Die 1. Predigt behandelt die alte Bergstadt Sarepta, hier wird jedoch auch der Bergbau als gottgefälliges Werk herausgestellt. Die 2. Predigt behandelt die

vnd wie sie [zu] Nutz vnd gut Gemacht guter Bericht gegeben, Leipzig 1620) und die Freiburger Ausgabe durch Adam Christoph Jacobus, Balthasar Meintz, Zacharias Becker, Freyberg 1679.

⁵⁶⁸ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Vorrede 1, 4.

⁵⁶⁹ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, 5. und 7. Seite der Vorrede.

⁵⁷⁰ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 1^r.

⁵⁷¹ Christoph Bartels, 1990, 159 f.

⁵⁷² Die Angaben erfolgen auf Grundlage von Johannes Mathesius, 1562, und František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1564 (ND 1975).

Entstehung der Bergwerke und die 3. Predigt das Entstehen der Metalle und das Aufsuchen derselben durch die Bergleute. Die nächsten Predigten behandeln dann die einzelnen Metalle (4. Predigt = Gold, 5. Predigt = Electron, 6. Predigt = Silber, 7. Predigt = Kupfer, 8. Predigt = Eisen, 9. Predigt = Zinn, Wismut, Blei und Spießglas). In der 10. und 11. Predigt werden Schlacken und verschiedene Mineralien, wie Kies und Kobalt, sowie Salpeter, Borax, Alaun, Kupferwasser, Schwefel und Salz behandelt. In der 12. Predigt geht es um die Werkzeuge der Bergleute, Markscheiden, Wasserkünste und Bewetterung. Die ersten zwölf Predigten betreffen also primär den Bergbau. Das Hüttenwesen wird in der 13. Predigt, vom Schmelzen, Abtreiben und Silberbrennen, dargestellt. Das Münzwesen ist Thema der 14. Predigt. Die 15. Predigt handelt von der Glasherstellung und die 16. Predigt von den alten Bergleuten in Philippi in Griechenland.

Johannes Mathesius betont in seiner Vorrede, dass er kein Lehr- und Unterrichtswerk für das Montanwesen verfassen will.⁵⁷³ Tatsächlich sind die Anteile an berg- und hüttentechnischen Beschreibungen nicht sehr groß. Zum einen benennt Johannes Mathesius zahllose Belegstellen aus der Heiligen Schrift, in denen der Bergbau erwähnt wird, zum anderen nutzt er diese Belege, um Gottes Wort den Mitgliedern seiner Gemeinde auszulegen. Genauere hüttentechnische Angaben enthält schließlich nur die 13. Predigt, während der weitaus größere Teil dem Bergbau gewidmet ist.

*Anteil des
Hüttenwesens
am
Gesamtwerk*

Die Sarepta erlebte bis 1679 insgesamt neun Auflagen, sie war zu jener Zeit in allen Bergrevieren bekannt. So wurde diese Predigtsammlung schon 1564 in der Zellerfelder Kirche genutzt.⁵⁷⁴ Albert Cuppius beruft sich in seiner Zellerfelder Chronik mehrfach auf Johannes Mathesius und zitiert sowohl die Sarepta als auch aus den Luther-Historien.⁵⁷⁵ Auch Christian Berward weist mehrfach auf die Sarepta hin.⁵⁷⁶ Bei Christoph Andreas Schlüter⁵⁷⁷ wird die Sarepta ebenso genannt wie bei Rudolph Leopold Honemann⁵⁷⁸ und Henning Calvör.⁵⁷⁹ Noch im 19. Jahrhundert verweist Wilhelm August Lampadius auf die Sarepta.⁵⁸⁰ In Clausthal wurde eine Grube auf dem Kranicher Gang „Sarepta“ genannt.⁵⁸¹

*Rezeption
durch spätere
Autoren*

4.1.8 Der Bericht vom Rammelsberge und dessen Bergwerk (1565) und das Große Probierbuch (1574) von Lazarus Ercker von Schreckenfels

Von Lazarus Ercker sind vier Schriften bekannt. Das „Kleine Probierbuch“ verfasste er 1556 in Dresden, das „Münzbuch“ 1563 und den „Bericht vom Rammelsberge und dessen Bergwerk“ 1565, beide in seiner Goslarer Zeit. Das

*Die Werke:
Erscheinungs-
jahr und -ort*

⁵⁷³ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975; 5. Seite der Vorrede.

⁵⁷⁴ Otto von Heinemann, 1895, hier 276.

⁵⁷⁵ Otto von Heinemann, 1895, z. B. 257, 274, 299.

⁵⁷⁶ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 2, 4, 6.

⁵⁷⁷ Christoph Andreas Schlüter, HT 1738, 74, 239.

⁵⁷⁸ Rudolph Leopold Honemann, 1754-55, Literaturverzeichnis.

⁵⁷⁹ Henning Calvör, 1763, I. Teil 3, 37, II. Teil 75, 106, 118; Henning Calvör, 1765, 76.

⁵⁸⁰ Wilhelm August Lampadius, 1817 – 1827, Bd. 2.2, 285.

⁵⁸¹ Herbert Dennert, 1986, 124.

Hauptwerk Lazarus Erckers, das ihn weithin bekannt machte, ist das „Große Probierbuch“, das im Jahr 1574 in Prag gedruckt wurde.⁵⁸²

Das „Kleine Probierbuch“ und das „Münzbuch“ sind für den jeweiligen Landesherrn verfasste Handschriften, die keine weitere Verbreitung fanden und aus denen sich Aussagen zum Hüttenwesen nur indirekt erschließen lassen.

Die dritte Frühschrift Lazarus Erckers ist der „**Bericht vom Rammelsberg**“. Dieser wurde 1565 in Annaberg oder Freiberg in einer vermutlich sehr kleinen Auflage gedruckt. Eines dieser Exemplare besaß der Freiburger Berghauptmann Carl von Kirchbach. Es sind bisher zwei Abschriften des „Berichts vom Rammelsberg“ bekannt. Eine befindet sich in der Bücherei der Bergakademie Freiberg. Diese entstand nach Thomas Kirnbauer in der Mitte des 18. Jahrhunderts.⁵⁸³ Eine weitere Handschrift dieses Berichtes befindet sich in der Bibliothek des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung in Wiesbaden. Dessen Vorlage datiert Thomas Kirnbauer in das 16. Jahrhundert, während die Abschrift erst im 17. oder 18. Jahrhundert verfasst wurde.⁵⁸⁴ Eine Abschrift der im Besitz von Carl von Kirchbach befindlichen Handschrift, die auf Veranlassung des Vizeberghauptmannes Friedrich Anton von Heynitz angefertigt wurde, diente Henning Calvör als Vorlage, als er den Bericht in sein Buch „Nachrichten von dem Unter- und Oberharzischen Bergwerk“ (1765) übernahm.⁵⁸⁵ Im Katalog der Universitäts- und Landesbibliothek Halle (LBS Halle-Merseburg) ist einer der seltenen Drucke dieses Werkes nachweisbar.⁵⁸⁶

Der „Bericht vom Rammelsberg“
Geschichte des Werkes

Die Drucke des „Berichts vom Rammelsberg“ waren bereits zu Henning Calvörs Zeiten sehr rar. Somit liegt der „Bericht vom Rammelsberg“ erst wieder seit 1765 in gedruckter Form allgemein zugänglich vor. Dieser Abdruck wurde durch einige fachliche Anmerkungen ergänzt, um die Henning Calvör einen nicht näher benannten Freund gebeten hatte.⁵⁸⁷ Ein neuzeitlicher Abdruck ist durch Paul Reinhard Beierlein 1968 erfolgt.⁵⁸⁸

⁵⁸² Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 6f.

⁵⁸³ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 226; Thomas Kirnbauer, Eine neue Handschrift von Lazarus Erckers "Bericht vom Rammelsberg" aus dem Jahre 1565, in: Der Anschnitt, 45 Jg., 1993 H.1, 37 f.; die Freiburger Abschrift ist der Bibliothek der Bergakademie unter der Signatur XVII 138 verzeichnet. Sie stammt aus der Privatbibliothek von Abraham Gottlob Werner und kam auf unbekanntem Weg in die Freiburger Bibliothek.

⁵⁸⁴ Thomas Kirnbauer, 1993, 37 f., dieser Manuskriptband hat die Signatur IB 15.389. Er befand sich ursprünglich in der Königlichen Bibliothek in Hannover, kam 1866 in die Bibliothek der Königlichen geologischen Landesanstalt Berlin und gelangte 1945 aus der Bibliothek der Reichsstelle für Bodenforschung über Umwege nach Wiesbaden.

⁵⁸⁵ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 226, Thomas Kirnbauer, 1993, 38, die Informationen über die Herkunft des Calvörschen Abdruckes sind diesem direkt vorangestellt. Hier findet sich auch der konkrete Hinweis, dass dieser Bericht „in alten Zeiten gedrucket“ worden sei.

⁵⁸⁶ Es ist dort unter der Signatur pon Xa 1221 aufgeführt und auch online verfügbar. Seit wann es dort verzeichnet und verfügbar ist, wurde im Rahmen dieser Arbeit nicht recherchiert. Dieses Exemplar hatte bereits 1977 Karl-Wolfgang Sanders beschrieben (Karl-Wolfgang Sanders, Neue Funde zur älteren Harzliteratur, in: Harz-Zeitschrift für den Harz-Verein für Geschichte und Altertumskunde, 29. Jg., 1977, 119 – 123) und 1994 nochmals darauf hingewiesen (Karl-Wolfgang Sanders, Zu Lazarus Erckers "Bericht vom Rammelsberg" aus dem Jahre 1565, in: Der Anschnitt, 46. Jg., 1994, H. 2-3, 100).

⁵⁸⁷ Henning Calvör, 1765 (ND 1990), 195 – 214.

⁵⁸⁸ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 237 – 261.

Lazarus Ercker verehrte ein Exemplar seiner Schrift dem „Ehrbahrn Paul Utman“, seinem Verwandten.⁵⁸⁹ Eventuell wollte er damit einen kleinen Kreis von Verwandten und Bekannten in seiner erzgebirgischen Heimat über die Berg- und Hüttenwerke unterrichten, die er in Goslar eingehend kennengelernt hatte.⁵⁹⁰ Hierfür spricht vor allem die äußerst geringe Auflage, in der dieser Druck hergestellt wurde.

Adressaten des
Werkes

Diese Druckschrift ist als sachlicher Bericht formuliert, wobei der Autor einige Male in die erste Person wechselt, wenn er die Aufmerksamkeit auf einen bestimmten Gegenstand lenken will, von eigenen Erfahrungen berichtet oder Sachverhalte beurteilt.

Literarische
Form

Im ganzen Bericht stützt sich Lazarus Ercker nicht auf weitere Quellen, sondern stets auf eigene Beobachtung. Lediglich seine historische Einleitung beruht auf den Erzählungen älterer Bergleute.

Quellen

Der „Bericht vom Rammelsberg“ beginnt mit einem historischen Überblick über die Entdeckung des Erzvorkommens und dem seither dort umgehenden Bergbau. Neben den technischen Einrichtungen des Bergwerks werden auch die Erze und die im Berg zu gewinnenden Mineralien beschrieben. Im Anschluss wird die Verwertung dieser Produkte insbesondere die Vitrolsiederei dargestellt. Dann folgen die Erzwäsche, die Erzröstung und schließlich eine ausführliche Darstellung des Goslarer Hüttenprozesses. Nach der Beschreibung der Messingherstellung geht Lazarus Ercker auf das Treibverfahren ein. Schließlich wird das Feinbrennen des Silbers und das Frischen der Bleiglätte beschrieben. Der Bericht schließt mit verschiedenen allgemeinen Bemerkungen über den Berg, die jedoch nicht vertieft werden.

Übersicht über
das Werk

In seinem „Bericht vom Rammelsberg“ steht die Verhüttung der relativ armen Erze aus diesem Bergwerk im Mittelpunkt. Der Goslarsche Hüttenprozess, als regional entwickelte Methode, war für den Hüttenfachmann Lazarus Ercker so wichtig, dass er diese kleine Schrift in Druck gab.

Anteil des
Hüttenwesens
am
Gesamtwerk

Da diese Schrift offensichtlich nur in einer sehr kleinen Auflage gedruckt wurde, wie oben bereits ausführt, fand sie wohl auch keine weite Verbreitung. Lazarus Ercker selbst gibt in seinem „Großen Probierebuch“ eine erneute Beschreibung des Goslarischen Hüttenprozesses.⁵⁹¹ Es wäre möglich, dass Hardanus Hake sie benutzte, um in seiner Bergchronik die Arbeitsweise der Goslarer Hütten zu schildern. Seine Schilderung gleicht dem Bericht Lazarus Erckers sehr.⁵⁹² Dass man an diesem Bericht interessiert war, zeigen die erhaltenen Abschriften, die sich z. B. Friedrich Anton von Heynitz, Berghauptmann in Zellerfeld, extra anfertigen ließ. Wie schon berichtet, fand der „Bericht vom Rammelsberg“ erst durch den Abdruck von Henning Calvör wieder weitere Verbreitung. Auch Rudolph Leopold Honemann nennt diese kleine Schrift im Literaturverzeichnis.⁵⁹³

Rezeption
durch spätere
Autoren

⁵⁸⁹ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 237.

⁵⁹⁰ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 225 f.

⁵⁹¹ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 239 – 243.

⁵⁹² Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 122 – 124.

⁵⁹³ Rudolph Leopold Honemann, 1754-55, Literaturverzeichnis.

Die drei frühen Schriften Lazarus Erckers können als Vorläufer des „**Großen Probierbuches**“ bezeichnet werden.⁵⁹⁴ Durch dieses Hauptwerk mit dem Titel „Beschreibung allerfürnemisten Mineralischen Ertzt und Bergwercksarten“ erlangte Lazarus Ercker europäischen Ruhm.⁵⁹⁵

Das Große
Probierbuch

Unter dem Titel „Beschreibung Allerfürnemisten Mineralischen Ertzt und Berckwercksarten, wie dieselbigen, unnd eine jede in sonderheit, jrer natur und eigenschafft nach, auff alle Metaln Probirt, und im kleinen feuer sollen versucht werden, mit erklerung etlicher fürnehmen nützlichen Schmelzwercken im grossen feuer, ...“ wurde es 1574 in Prag bei Georg Schwartz gedruckt.⁵⁹⁶

Die zweite Auflage erschien mit leichten Veränderungen und Verbesserungen durch Lazarus Ercker selbst 1580 in Frankfurt/M. Diese wurde 1598 ebenfalls in Frankfurt wörtlich nachgedruckt. Im 17. Jahrhundert erschienen in Frankfurt/M. zwei weitere Auflagen, gedruckt 1623 und 1629. Alle fünf Ausgaben hatten Folio-Format. 1672/73 gab Johann David Zunner in Frankfurt das Werk unter einem neuen Titel, nämlich „Aula subterranea alias Probier Buch Herrn Lazari Erckers“, heraus. Diese Ausgabe gab den Text von 1580 wörtlich wieder, allerdings wurde jedem Buch ein Abschnitt hinzugefügt, der seither gemachte Erkenntnisse wiedergab. Ferner erhielt das Werk einen Anhang von Christian Berward mit Erklärung der Bergphraseologie und bergrechtlichen Bestimmungen. Unter diesem Titel wurde das Werk 1684, 1703, 1736 und 1756 erneut aufgelegt. Alle Auflagen erfolgten in Frankfurt am Main jedoch bei unterschiedlichen Verlegern. 1683 (1. und 2. Ausgabe) und 1686 (3. Ausgabe) erschien die englische Übersetzung durch John Pettus in London. 1745 folgte eine holländische Übersetzung.⁵⁹⁷

Neuauflagen
und
Übersetzungen

Neuzeitlich ist die amerikanische Übersetzung von 1951 auf Grundlage der deutschen Ausgabe von 1580.⁵⁹⁸ Im Jahr 1960 gab Paul Reinhard Beierlein eine in den heutigen Sprachgebrauch übertragene Ausgabe, die ebenfalls auf der Frankfurter Ausgabe von 1580 beruht, heraus.⁵⁹⁹

Mit dem „Großen Probierbuch“ wollte Lazarus Ercker seine in jahrlanger praktischer Tätigkeit gewonnenen Kenntnisse all jenen vermitteln, die in den Bergwerken und Hütten arbeiteten und die diese Kenntnisse benötigten, um die Metalle erfolgreich aus den Erzen auszubringen. Er wollte damit einem Mangel abhelfen, da es zum einen nur sehr wenige Schriftsteller gab, die über die notwendigen Verfahren in Deutsch oder Latein einen gründlichen Bericht

Adressaten des
Werkes

⁵⁹⁴ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 6; Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 22 – 25 wird der Zusammenhang zwischen diesen drei Werken und dem „Großen Probierbuch“ dargestellt.

⁵⁹⁵ Paul Reinhard Beierlein, 1955, 34.

⁵⁹⁶ Paul Reinhard Beierlein, 1955, 34 – 36, 68 f.; Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 18.

⁵⁹⁷ Paul Reinhard Beierlein, 1955, 68 – 97 werden sämtliche Ausgaben ausführlich behandelt und alle Titelblätter abgebildet. Hier findet man auch Angaben zu Blattzahl, Zahl der Kupferstiche und Format; Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 21 f.; Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 6; Bernhard Neumann, 1920 a, 168 – 177, hier 172. Die Ausgabe von 1580 ist als Digitalisat in der Bibliothek des Max-Planck-Instituts für Wissenschaftsgeschichte verfügbar. Die Ausgaben von 1629 und 1673 sind als Online-Ressource in der SLUB verfügbar.

⁵⁹⁸ Anneliese Grünhaldt Sisco, Cyril Stanley Smith, Lazarus Ercker's Treatise on Ores and Assaying translated from the German Edition of 1580, Chicago 1951.

⁵⁹⁹ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 35 – 273.

gegeben hatten, zum anderen die meisten dieser Schriftsteller nur aus der Theorie heraus schrieben und auf Berichte Dritter, nicht immer zuverlässiger Leute, vertrauten. Neben den praktisch arbeitenden Berg- und Hüttenleuten schrieb aber Lazarus Ercker ganz allgemein für die Liebhaber der Montanwissenschaften.⁶⁰⁰

Dieser Text steht ganz in der Tradition der Provierbücher, in denen sich der Autor mit seinen Anweisungen und Rezepten direkt an den Leser wendet. Im Unterschied zu den eher ungeordneten Sammlungen der vorangegangenen Werke bemüht sich jedoch Lazarus Ercker um eine klare Gliederung des Stoffes, indem er den Gegenstand auf fünf Bücher verteilt.

Literarische Form

Im Vorwort verweist Lazarus Ercker auf die Naturforscher, früher Philosophen genannt, deren Schriften bis in seiner Zeit tradiert wurden. Er schränkt jedoch ein, dass zwar vieles über die Metalle, Erze und Mineralien erforscht worden sei, dass aber bisher nur wenige Verfasser darüber geschrieben hätten, wie man die die Verhüttung der Erze betreibt. Auf die Philosophen nimmt er auch im Text manchmal Bezug, womit er die antiken Naturphilosophen meint. Von den arabischen Autoren wird Serapion und sein Werk „De simplicibus et mineralibus“ genannt.⁶⁰¹ Dass er Vannoccio Biringuccio „Pirotechnia“ und Georgius Agricola „De re metallica“ kannte, wurde bereits dargestellt. Als Quellen benennt er diese Autoren jedoch nicht.⁶⁰²

Quellen

Der den Werken dieser Zeit üblicherweise vorangestellte Widmungsbrief ist an den römisch-deutschen Kaiser Maximilian II. gerichtet, der 1574 Lazarus Erckers oberster Dienstherr war. In der Ausgabe von 1580 folgt dann ein kurzes Vorwort zu dieser verbesserten Auflage sowie ein „Kurtzer Eingang in die folgenden fünf Bücher“. Das erste Buch handelt „von den Silber Erzen“ (Fol. 2^v – Fol. 41^r), das zweite „von dem Golt Ertz“ (Fol. 41^v – 90^v), das dritte „vom Kupffer Ertz“ (Fol. 91^r – 112^v), das vierte „vom Bley Ertz“ (Fol. 113^r – 125^r) und das fünfte schließlich „vom Salpetersieden“ (Fol. 125^v – 134^v). Es folgen der „Beschluss“ und ein Register (Fol. 135^r – 137^v). Die erste Ausgabe enthielt 34 Holzschnitte, die Ausgabe von 1580 dann 41.⁶⁰³

Übersicht über das Werk

⁶⁰⁰ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 38 f.

⁶⁰¹ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 38, 72, 74, 255.

⁶⁰² Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 27 f. werden die Ähnlichkeiten zwischen der „Pirotechnia“ und dem „Großen Provierbuch“ dargestellt, 28 wird ein Einfluss der „Cosmographia“ des Sebastian Münster ausdrücklich ausgeschlossen, 28 – 30 wird ein möglicher Einfluss von „De re metallica“ besprochen. Nach Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 10, 12 – 14, 224, stand Lazarus Ercker in der Dresdner Provierstube bereits ein Exemplar von Biringuccios „Pirotechnia“ zur Verfügung, es ist im dortigen Inventar aufgeführt. Da Herzog August Interesse an Agricolas Werk „De re metallica“ gezeigt hatte und diesen um eine deutsche Übersetzung gebeten hatte, kann es sein, dass Lazarus Ercker diese Vorgänge als Anregung zur Verfassung seines „kleinen Provierbuchs“ nahm. Später dürfte ihm Agricolas Werk auf jeden Fall bekannt gewesen sein. Lothar Suhling, 1976, 143 – 146, weist nach, dass Lazarus Ercker seine Ausführungen zum Kupfersaigern aus Georgius Agricola, De re metallica, und aus dem Schmelzbuch von Hans Stöckl, einer relativ seltenen Handschrift, übernommen hat.

⁶⁰³ Paul Reinhard Beierlein, 1955, 70; Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 30; die angegebene Blattzählung und die Buchüberschriften sind der Ausgabe Lazarus Ercker, 1629, entnommen; Ludmila Kubátová et al., 1994, 57 – 59 enthält weitere Angaben zur Entstehung des Werks. Hier wird 52 – 54 auch eine Handschrift beschrieben, die man eventuell als Vorgänger des „Großen Provierbuchs“ ansehen kann und die heute in Prag archiviert ist.

Der Schwerpunkt des Werkes liegt eindeutig auf dem Probierwesen, dennoch werden immer wieder auch die „Großen Werke“ angesprochen. Aufbereitungsverfahren wie das Pochen, Waschen und Rösten der Erze werden behandelt. Überhaupt keine Rolle spielt der Bergbau in diesem Buch, allerdings werden die Waschverfahren für die Seifenlagerstätten thematisiert.

Anteil des
Hüttenwesens
am
Gesamtwerk

Die zahlreichen Neuauflagen des „Großen Probierbuches“ zeigen, dass es über viele Jahre ein unentbehrliches Handbuch für die Probierer und Münzmeister war. Direkt benutzt wurde es von Georg Engelhardt Löhneyß, der in seinem „Bericht vom Bergwerk“ große Teile ohne Angabe der Quelle verwandte. Nach Lothar Suhling hatte er die einzelnen Abschnitte in einer „höchst sinnwidrigen neuen Anordnung“ zusammengestellt.⁶⁰⁴ Auf Lazarus Ercker verweisen jedoch auch Hardanus Hake und Christian Berward, indem sie ihren Lesern dessen Werk zur weiterführenden Lektüre empfahlen.⁶⁰⁵ Christoph Andreas Schlüter verwendete es als Quelle zum Saigerverfahren und führt es im Stichwortverzeichnis an.⁶⁰⁶ Auch Franz Ludwig Cancrinus gibt es als Quelle für seine Darstellung der Probierkunst an.⁶⁰⁷ Ferner ist es bei Wilhelm August Lampadius im Literaturverzeichnis angeführt.⁶⁰⁸

Rezeption
durch spätere
Autoren

4.1.9 Das Speculum Metallorum (1575) (einschließlich des Schmelzbuches von Hans Stöckl, 1550)

Das Speculum Metallorum ist eine Handschrift, die auf das Jahr 1575 datiert wird. Beteiligt an diesem Werk war Christof Hofer, ein Silberbrenner in Schwaz, der wohl zugleich Auftraggeber als auch Lieferant wichtiger Unterlagen zur Zusammenstellung der Schrift war. Sein Name ist auf dem Titelblatt des Exemplars aus Calw vorhanden. Weiterhin trägt dieses den Vermerk „Durch M. Martium Sturtzen in St. Georgen Tal angefangen Trinitatis 1575“.⁶⁰⁹ Das in diese Handschrift aufgenommene Schmelzbuch ist älteren Ursprungs und wurde von seinem Verfasser Hans Stöckl nach eigenem Zeugnis im Jahr 1543 begonnen.⁶¹⁰

Entstehung des
Werkes

Insgesamt sind sieben Handschriften bekannt, die Christoph Bartels in drei Gruppen einteilt:

Weitere
Überlieferung

- ein Exemplar aus Calw in Württemberg, datiert 1575,
- vier Handschriften in Brünn, Dresden, Gotha und Lindau, die alle um 1590 entstanden und die Adam Schnitzler als Verfasser nennen,
- zwei Handschriften in Wien und Stuttgart, nach 1604 angefertigt.

Nach der Einschätzung von Wolfgang Irtenkauf, die auch Christoph Bartels weitgehend teilt, sind diese Handschriften wie folgt einzuordnen.⁶¹¹

⁶⁰⁴ Lothar Suhling, 1976, 142.

⁶⁰⁵ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 26, Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 141.

⁶⁰⁶ Christoph Andreas Schlüter, HT 1738, 475, 476.

⁶⁰⁷ Franz Ludwig Cancrinus, 1773, 27.

⁶⁰⁸ Wilhelm August Lampadius, 1817 – 1827, Bd. 2.2, 240.

⁶⁰⁹ Christoph Bartels, 1990, 152.

⁶¹⁰ Lothar Suhling, 1976, 103.

⁶¹¹ Wolfgang Irtenkauf, 1982, 89 – 90.; Christoph Bartels, 1990, 153 f.

Angaben in der Tabelle: Calw = Christoph Bartels, 1990, 152, Erich Fussek, 1958, 7; Lindau = Werner Dobras, Das Speculum Metallorum des Abraham Schnitzer von 1590 – drittes Exemplar der Handschrift im Stadtarchiv Lindau, in: Der Anschnitt, 25. Jg., 1973, H. 1, 3 – 10, hier 3, (so

	Name und ggfs. Inventarnummer	Heutiger Aufbewahrungsort	Format, Umfang, Anzahl der Zeichnungen
1 Handschrift	Calwer Handschrift	Bibliothek des Museums Georgenaeum	305 x 200 mm, 219 Blätter 92 kolorierte Zeichnungen
4 Handschriften um 1590	Brünner Handschrift (Fond G 10, Nr. 365) Dresdener Handschrift (B 132) Gothaer Handschrift (A 1023) Sign. P 159	Staatsarchiv Brünn Dresden Gotha Stadtarchiv Lindau Reichsstädtische Bibliothek	320 x 205 mm, 547 Blätter
2 Abschriften nach 1604	Codex Vindob. Nr. 11 134 Cod. jur. fol. 27	Österreichische Nationalbibliothek Wien Württembergische Landesbibliothek Stuttgart	315 x 200 mm, 299 Blätter 330 x 215 mm, 315 Blätter

Tabelle 4-2: Übersicht über die Exemplare des Speculum Metallorum

Mit seinen sehr praktischen Anleitungen für die Organisation des Bergbaues und den sehr detaillierten Schmelzrezepten im dritten Teil wandten sich die Verfasser dieser Handschrift in erster Linie an die Fachleute des Berg- und Hüttenwesens.⁶¹²

Adressaten des Werkes

Der erste Teil dieses Werkes ist ein Sachtext, der durch zahlreiche kolorierte Abbildungen ergänzt wird. Im zweiten Teil, der aus dem bereits behandelten Schwazer Bergbuch übernommen wurde, einspricht auch die Form dieser Vorlage. Der dritte Teil enthält überwiegend im Imperativmodus formulierte Anweisungen zum Bergbau und zum Hüttenwesen. Dabei wird der Leser auch in der zweiten Person Singular oder Plural direkt angesprochen. Die Schmelzrezepte sind zum großen Teil nicht deskriptiv, sondern tabellarisch wiedergegeben, was die Übersichtlichkeit deutlich erhöht.

Literarische Form

Während die wesentlichen Quellen, die unten beschriebenen Werke des 16. Jahrhunderts, nicht genannt werden, verweist der Autor auf antike Autoritäten wie Hermes Trismegistos und Aristoteles (Fol. 12^v). Er beruft sich auf den arabischen Geberus (Fol. 14^r), Albertus Magnus (Fol. 40^r) und Theophrastus Paracelsus (Fol. 14^v) sowie auf Johannes Mathesius (Fol. 31^v). Hans Stöckl, der Verfasser des Schmelzbuches, gibt darüber hinaus an, dass er Schmelzverfahren ausländischer Hüttenwerke durch andere teilweise namentlich genannte Hüttenfachleute erhalten habe.⁶¹³ Interessanterweise findet das kurz zuvor erschienen Werk Georgius Agricola „De re metallica“ mit Ausnahme einiger Abbildungen überhaupt keinen Niederschlag im „Speculum Metallorum“.⁶¹⁴

Quellen

Das Speculum Metallorum ist eine Zusammenstellung von Auszügen aus wichtigen montanistischen Schriften des 16. Jahrhunderts, wobei der

Übersicht über das Werk

auch im Findbuch des Archiv verzeichnet); Wien = Franz Kirnbauer, 1961, 37; Stuttgart = Wolfgang Irtenkauf, 1982, 89; Brünn = Manfred Koch, 1963, 57.

⁶¹² Erich Egg, 1973, 12.

⁶¹³ Lothar Suhling, 1976, 131 f., der Autor hat seine Kenntnisse direkt aus dem Manuskript Hans Stöckls, das sich im Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum in Innsbruck (Sign. W 1516) befindet.

⁶¹⁴ Erich Egg, 1973, 12.

Schwerpunkt auf der Darstellung des Tiroler Bergwerks und des Böhmisches Erzgebirges liegt.

Der erste Teil behandelt geologische und mineralogische Fragen (Fol. 6^r – 101^r) und baut auf dem bereits behandelten Bergbüchlein Ulrich Rülein von Calws auf. Es wurde jedoch um religiöse, mystisch-alchemistische und philosophische Inhalte erweitert und umfasst statt zehn nunmehr zwanzig Kapitel. Den zweiten Teil bildet eine weitgehend unveränderte Übernahme von Teilen des Schwazer Bergbuches (Fol. 107^r – 210^v). Der dritte Teil enthält hüttentechnische Verfahren und Schmelzrezepte (Fol. 212^r – 299^r), die aus dem älteren Schmelzbuch des Hans Stöckl übernommen wurden.⁶¹⁵

Den Ausführungen über das Hüttenwesen wird im Speculum Metallorum viel Platz eingeräumt. Legt man die Seitenzahl des von Franz Kirnbauer benutzten Wiener Codex zu Grunde, so umfassen diese fast ein Drittel des Werkes. Das Schmelzbuch des Hans Stöckl ist ausschließlich diesem Thema gewidmet, wir haben hier also ein Fachbuch für die Hüttentechnologie, wie sie in Tirol in der Mitte des 16. Jahrhunderts üblich war, vorliegen.

*Anteil des
Hüttenwesens
am
Gesamtwerk*

Da es sich um eine Handschrift handelt, die vor allem auch regionale Bedeutung hatte, war dieses Werk nicht sehr weit verbreitet und wurde auch später nicht mehr verwendet. Dass überhaupt so zahlreiche Abschriften vor allem durch Adam Schnitzler angefertigt wurden, liegt wohl eher daran, dass dieser sich dadurch Auftraggeber für seine Geschäfte gewogen machen wollte, da er kein ausgewiesener Bergbaufachmann war. Die beiden Abschriften des frühen 17. Jahrhunderts sprechen jedoch für ein länger währendes fachliches Interesse an diesem Werk.

*Rezeption
durch spätere
Autoren*

4.1.10 Die Bergchronik des Hardanus Hake (1583)

Vermutlich unmittelbar durch Herzog Julius selbst oder durch dessen Oberverwalter Christoph Sander (d. Ä.) erging an Pastor Hake die Aufforderung, eine Chronik zu verfassen.⁶¹⁶ Diese Bergchronik trug den Titel „Chronikon der Bergwercke zu Goslar, Zellerfeld, Grunde, Wildeman, Lautendahl, Geschriebenen durch H. Hardanum Haken, weiland Pastorem zu Wildeman“. Sie wurde wohl um 1583 vollendet.⁶¹⁷

*Entstehung des
Werkes*

Aus der Nachricht Albert Cuppius⁶ kann man schließen, dass die Chronik von Hardanus Hake wohl zum Druck vorgesehen war, es dazu aber nicht mehr kam. Über die Ursachen hierfür kann auch Albert Cuppius nur Vermutungen

*Weitere
Überlieferung*

⁶¹⁵ Christoph Bartels, 1990, 152; die Seitenangaben stammen von Franz Kirnbauer, 1961, 15, und entsprechen der Wiener Handschrift; Erich Fussek, 1958, 5 f., 10, der Autor nimmt an, dass auch der dritte Teil des Speculum Metallorum auf dem Schwazer Bergbuch fußt.

⁶¹⁶ Heinrich Denker, Einige Bemerkungen zu der Chronik des Wildemänner Pastors Hardanus Hake, sowie zu der ersten Geschichte der Stadt Grund und der benachbarten Bergstädte, in: Zeitschrift des Harz-Vereins für Geschichte und Altertumskunde, 40. Bd., 1907, 89 – 114, hier 92, der Autor bezieht sich auf den Berghauptmann Adolf Achenbach. (Adolf Achenbach, Notizen betr. die Chronik des Pastors Hardanus Häcke (Hake) zu Wildemann über die im Fürstenthumb Braunschweig am Hartze gelegenen Bergwercke, Handschrift o.J.); Gerhard Müller, 2006, 293; Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, IX; Herbert Dennert, 1986, 125; die beiden letztgenannten verweisen auf Albert Cuppius (Otto von Heinemann, 1895, hier 257).

⁶¹⁷ Heinrich Denker, 1907, 93 f., der Autor begründet diese Jahreszahl aus der Bergchronik selbst mit guten Argumenten.

anstellen.⁶¹⁸ Nach Heinrich Denker, der 1911 die erste gedruckte Fassung der Bergchronik herausgab, gibt es Abschriften der Chronik in Wolfenbüttel (eine ältere und eine jüngere), im Staatsarchiv Hannover, in Berlin und in der Oberbergamtsbibliothek in Clausthal. Das Manuskript aus der Calvörschen Bibliothek zu Zellerfeld ist abhanden gekommen. Neun Abschriften sind nachweisbar, fünf davon erhalten. Die älteste erhaltene Handschrift stammt aus dem Jahr 1617.⁶¹⁹

Das Werk ist Herzog Julius zu Braunschweig-Lüneburg gewidmet und wurde diesem von Hardanus Hake nach Abschluss der Arbeit im Jahr 1583 auch zugesandt.⁶²⁰ Das Werk enthält kein Vorwort und auch an anderer Stelle gibt es keinen Hinweis auf die Intention des Autors. Ob dies bei einer Drucklegung der Schrift geändert worden wäre, ist nicht zu ermitteln. Mit der heute vorliegenden Fassung richtet sich der Autor an seinen Landesherrn und mutmaßlichen Auftraggeber.

Adressaten des
Werkes

Dabei ist die Chronik als Bericht verfasst, der vor allem durch die den einzelnen Abschnitten vorangestellten Jahreszahlen gegliedert wird. An passender Stelle wird auch die Bergordnung von 1556 wiedergegeben und es sind längere Berichte zu Bergbau und Hüttenwesen eingefügt. Lediglich der Schluss ist persönlich formuliert und Hardanus Hake spricht hier im Stil einer Predigt von den Gaben Gottes für das Fürstentum Braunschweig.

Literarische
Form

Hardanus Hake schildert die Verhältnisse auf dem Oberharz und in Goslar vor allem aus der eigenen Anschauung (Autopsie). Bei der Darstellung des Berg- und Hüttenwesens verweist er auf „De re metallica“ Georgius Agricolas und „Das große Probierbuch“ Lazarus Erckers, aus denen der Leser genauere Kenntnisse der beschriebenen Prozesse erhalten konnte. Bezüglich der Salzsiederei erwähnt er Johann Mathesius.⁶²¹

Quellen

Die Bergchronik enthält eine Schilderung des Harzer Bergbaus und die Geschichte der Bergstädte. Die ersten beiden Kapitel „Geschichte des Harzer Bergbaus von Anbeginn bis 1347“ (S. 1 – 32) und „Geschichte des Bergbaus und der Bergstädte auf dem ehemals braunschw. Oberharze von ca. 1500 – 1583“ (S. 32 – 119) sind streng chronologisch aufgebaut. Die weiteren Kapitel sind thematisch eingeteilt, nämlich in die Abschnitte „Vom Rammelsberg“ (S. 119 – 127), „Das Zellerfelder und Wildemanner Bergwerk“ (S. 127 – 146), „Das Eisenbergwerk und Hüttenwerk im Grunde“ (S. 146 – 147) und „Der Reichtum des braunschw. Landes“ (S. 147 – 151). Das mittelalterliche Berg-

Übersicht über
das Werk

⁶¹⁸ Otto von Heinemann, 1895, 257.

⁶¹⁹ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, er beschreibt die Entstehung des Werkes, das demnach 1583 zu Abschluss kam (VIII – XII). Ferner geht er auf die Gliederung und Vollständigkeit des Textes ein (XII – XIV). In der Überlieferungsgeschichte stellt er dar, dass zu seiner Zeit 9 Handschriften nachweisbar waren, die zwischen 1617 und 1720 entstanden und zeigt die Abhängigkeiten zwischen diesen Schriften auf (XIV – XXXIV). Er selbst hat den älteren Wolfenbütteler Codex W zu Grund gelegt, der 1636 – 1641 entstanden ist und den Heinrich Denker als die zuverlässigste und vollständigste Abschrift bezeichnet (XXIX).

⁶²⁰ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, IV (Zitat des eigenhändig verfassten Lebenslaufs Hardanus Hakes vom 5. August 1584).

⁶²¹ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 137 wird auf Agricola allgemein verwiesen, 141 auf Agricola, lib. 11, und Ercker, lib. 3, Fol. 101, 143 auf Ercker Fol. 30. 31, 149 auf Mathesius.

und Hüttenwesen ist Thema der Kapitel „Verwüstung der Schmelzhütten, Schädigung des Rammelsberges und der oberen Bergwerke [durch Heinrich den Löwen]“ (S. 9.), „Bestätigung des Besitzes von Walkenried an Hütten durch Otto“ (S. 11), „Die Hüttenstätten des Alten Mannes“ (S. 15 – 18) und „Hütten und Hüttenfreiheit der Waldleute“ (S. 25 f.). Ein „Kurtzer Auszug des Goßlarischen Berg- und Hüttenwergks“ (S. 79 – 82), ein „Kurtzer Bericht von Goslarischen Schmelzen“ (S. 105 – 108) und „Von Zurichtung der Goßlarischen Schmelzofen“ (S. 122 – 126) handeln vom Hüttenwesen des Unterharzes. Bezüglich des Zellerfelder und Wildemänner Bergwerks sind die Abschnitte über „Die Pocharbeit“ (S. 134 – 138) und „Die Hüttenarbeit“ (S. 139 – 144) grundlegend. Allerdings beschreibt Hardanus Hake die Verhältnisse im Fürstentum Braunschweig-Wolfenbüttel, d. h. der oberen und unteren Bergwerke dieses Fürstentums, und erwähnt andere Harzregionen vor allem den Besitz des Fürstentums Grubenhagen nur selten nebenbei.

Obwohl der historiographische Anteil in der Bergchronik überwiegt, erhält man nicht nur zum Teil sehr detaillierte Beschreibungen der Erzaufbereitung und Erzverhüttung in Goslar und auf dem Oberharz, sondern Hardanus Hake gibt auch historische Rückblicke, weist auf fehlgeschlagene Entwicklungsversuche und auf mögliche Verbesserungen hin.

*Anteil des
Hüttenwesens
am
Gesamtwerk*

Hardanus Hake ist der älteste Chronist des Oberharzes.⁶²² Da seine Handschrift jedoch nicht zum Druck kam, war sie nicht sehr verbreitet. Albert Cuppius, der selbst im Jahr 1629 eine Chronik erstellte, erwähnt, dass die Schrift Hardanus Hakes an den Hof nach Wolfenbüttel gebracht worden sei. Sie stand ihm aber nicht zur Verfügung, was er sehr bedauert.⁶²³ Später ist die Bergchronik vielfach mit und ohne Nennung des Autors zitiert und verwendet worden, so von Franz Ernst Brückmann (Magnalia Dei in locis subterraneis II, Wolfenbüttel 1730), von Henning Calvör in beiden Werken (Braunschweig 1763 und 1765),⁶²⁴ von Rudolf Leopold Honemann für seine „Alterthümer des Harzes“ (Clausthal 1754/55)⁶²⁵ und von Friedrich Günther für „Die Besiedelung des Oberharzes“ (Clausthal 1884) und „Der Harz“ (Hannover, 1885).⁶²⁶ Zumindest im Harzraum kursierte das Manuskript Hardanus Hakes also bis in das 19. Jahrhundert hinein und war dort verfügbar.

*Rezeption
durch spätere
Autoren*

4.1.11 Der Bericht vom Bergwerk von Georg Engelhardt Löhneyß (1617)

Georg Engelhardt Löhneyß war ein vielseitig gebildeter Mann, der für den Druck seiner Schriften eine eigene Druckerei besaß. In dieser ließ er seine Werke von Holz- und Kupferstechern aufwendig ausstatten und drucken.

Neben dem Bericht vom Bergwerk fanden vor allem zwei weitere Werke, nämlich „Della Cavalleria s. de arte equitandi, excercitiis equestribus et torneamentis, gründlicher Bericht von allem, was zu der löblichen Reiterei gehörig ...“ (Remlingen, 1609) und „Aulico-politica oder Hof-, Staats- und

⁶²² Heinrich Denker, 1907, 87.

⁶²³ Otto von Heinemann, 1895, 257.

⁶²⁴ Henning Calvör, 1763, I. Teil 22, 23, 25, 36, 78, II. Teil mehrfach z. T. mit seitenlangen Zitaten; Henning Calvör, 1765, IV.

⁶²⁵ Rudolph Leopold Honemann, 1754-1755, dort wird Hardanus Hake in den Fußnoten und im Literaturverzeichnis genannt.

⁶²⁶ Heinrich Denker, 1907, 87.

Regierungskunst“ (Remlingen, 1622 – 1624) große Beachtung bei seinen Zeitgenossen.⁶²⁷

Der „Bericht vom Bergwerck, wie man dieselben bawen und in guten wolstand bringen sol, sampt allen dazu gehörigen arbeiten, ordnung und Rechtlichen processen ...“, wurde in Zellerfeld, wohin Georg Engelhardt Löhneyß seine Druckerei verlegt hatte, im Jahr 1617 gedruckt. Dieses Werk hat Folio-Format, umfasst 343 Seiten und enthält 15 doppelseitige Tafeln. Diese Holzschnitte stammen von Moses Thym.⁶²⁸

Erscheinungs-
ort und -jahr

Der Bericht vom Bergwerk war im 17. Jahrhundert eines der bekanntesten montanistischen Werke. Es wurde zwischen 1617 und 1625 dreimal aufgelegt, 1672 erschien die vierte Auflage, 1690 (Stockholm und Hamburg) die fünfte und 1717 die sechste Auflage. Die Ausgabe von 1717, erschienen in Hamburg, ist bis heute die letzte.⁶²⁹

Neuauflagen
und
Übersetzungen

Ein Exemplar der Erstausgabe 1617 ist im Besitz der Gottfried-Wilhelm-Leibniz-Bibliothek in Hannover, wird zurzeit aber vermisst, ferner besitzt die Bibliothek Achenbach in Clausthal ein Exemplar. In dem hier verwendeten Werk von 1650 findet sich auf dem Kupferstich N^o 11 der Hinweis auf den Kupferstecher Joachim Wichmann aus Hamburg.⁶³⁰

Der Widmungsbrief ist an Friedrich Ulrich, Herzog zu Braunschweig und Lüneburg gerichtet. Georg Engelhardt Löhneyß benennt hier seine Quellen nur ganz allgemein. Er verweist auf die lange Geschichte des Bergbaus und die zahlreichen Schriften der Naturforscher der Antike. Wörtlich genannt werden C. Plinius Sec., Aristoteles, M. Pollio Vitruvius und Serapion. In der neueren Zeit seien diese Werke erneut und auch verbessert zum allgemeinen Nutzen wieder veröffentlicht worden. Unter den „Scribenten“ der neueren Zeit fände man jedoch nur wenige, die in deutscher oder lateinischer Sprache etwas wirklich Nützlich verfasst hätten. Dies läge vor allem daran, dass diese ihr Wissen nicht der eigenen Anschauung, sondern nur der Theorie verdankten, weshalb ihre Werke für die Bergleute keinen Nutzen hätten.⁶³¹ Erstaunlich ist die eher negative Darstellung seiner unmittelbaren Vorgänger deshalb, weil Georg Engelhardt Löhneyß deren Schriften im Weiteren intensiv nutzt. Als Quellen nachweisbar sind Georgius Agricolas „De re metallica“, Lazarus Erckers „Das große Probierbuch“ und Johannes Mathesius‘ „Sarepta“.⁶³²

Quellen

Folgerichtig sieht sich Georg Engelhardt Löhneyß selbst berufen, das erforderliche Fachwissen in seiner Schrift darzulegen. Adressaten dieses Werkes sind – neben dem Herzog – alle ehrlichen Gewerke und die, die Bergbau betreiben, aber auch die Bergleute, Probierer und Schmelzer,

Adressaten des
Werkes

⁶²⁷ Karl Theodor von Inama-Sternegg, 1884 (ND 1969), 134.

⁶²⁸ Christoph Bartels, 1990, 161; Hans-Joachim Kraschewski, 2006, 452; Herbert Dennert, 1986, 107.

⁶²⁹ Christoph Bartels, 1990, 161; Karl Theodor von Inama-Sternegg, 1884 (ND 1969), 134; in den deutschen Bibliothekskatalogen findet man Ausgaben von 1617, 1620, ca. 1650, ca. 1660 und 1690.

⁶³⁰ Die Auflagen von 1650 und 1690 stehen als Online-Ressource in der SLUB Dresden zur Verfügung.

⁶³¹ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, Vorrede, 1 f., Fol. 68.

⁶³² Eine detaillierte Analyse erfolgt im Kapitel 5.2.10; Christoph Bartels, 1990, 161, weist auch noch darauf hin, dass der von Georg Engelhardt Löhneyß vorgestellte Bergordnungsentwurf von dem Zehntner Zacharias Koch stammt, „was schon zeitgenössisch für Verärgerung sorgte.“

„welchen noch Bericht mangelt, denen ichs zu Nutz und Nachrichtung geschrieben.“⁶³³

Wie die von Georg Engelhardt Löhneyß hauptsächlich benutzten Quellen ist dieses Werk als Sachtext gestaltet. Nur selten wird der Leser direkt angesprochen, ebenso selten wechselt der Autor in die erste Person.

Literarische
Form

Da die frühneuzeitlichen Schriften, aus denen Georg Engelhardt Löhneyß sein Werk kompilierte, bereits oben behandelt wurden, werden im folgenden nur die Abschnitte aus dem „Bericht vom Bergwerck“ behandelt, in denen der Autor direkte Bezüge zu seinem eigenen Wirkungskreis im Harz herstellt.

Der Inhaltsübersicht ist zu entnehmen, dass das Werk in neun Kapitel unterteilt ist. Dabei handelt das erste Kapitel von der administrativen Einrichtung eines Bergwerkes, aber auch von Erzgängen und Lagerstätten (Fol. 1 – 34), das zweite Kapitel von der Bergfreiheit und davon, wie man ein Bergwerk nutzbringend betreiben soll (Fol. 34 – 50), während im dritten Kapitel beschrieben wird, wie man praktisch den Bergbau beginnt (Fol. 51 – 63). Das vierte Kapitel befasst sich mit Erzscheidung, Erzpochen und Erzwäsche (Fol. 63 – 67), das fünfte Kapitel handelt vom Rösten und Schmelzen (Fol. 67 – 97) und das sechste Kapitel vom Saigern der Kupfererze (Fol. 98 – 113). Im siebenten Kapitel geht es um das Probieren der Erze und Metalle (Fol. 113 – 179), im achten Kapitel um das Geld und die Münze (Fol. 179 – 191), das neunte Kapitel enthält schließlich die Bergordnungen (Fol. 191 – 320). Dieses Kapitel ist nochmals in fünf Unterkapitel geteilt. Es folgen noch die Eisenhüttenordnung (Fol. 321 – 328) und ein Abschnitt über weitere Bergbauprodukte (Fol. 328 – 343).⁶³⁴ Der Disposition folgt dann ein detailliertes Inhaltsverzeichnis mit Seitenzahlen. Die 16 Kupferstiche sind am Schluss so in das Werk eingebunden, dass man sie zum besseren Verständnis der Texte ausklappen kann. Von besonderer Bedeutung für das Hüttenwesen sind die Kapitel 4 bis 7.

Übersicht über
das Werk

Georg Engelhardt Löhneyß erläutert in den ersten beiden Dritteln seines Werkes technische Methoden des Berg- und Hüttenwesens. Das letzte Drittel ist den Bergordnungen, also juristisch administrativen Themen, gewidmet. Insgesamt nimmt die Hüttentechnologie etwa ein Drittel des Gesamtwerkes ein, nämlich 116 von 343 Seiten. Dabei umfassen die Ausführungen über die Erzaufbereitung nur 4 Seiten, die zur Erzverhüttung 45 Seiten und die zum Probierwesen 67 Seiten.

Anteil des
Hüttenwesens
am
Gesamtwerk

Christoph Andreas Schlüter bezieht sich mehrfach auf dieses Werk mit genauen Angaben zu den verwendeten Passagen.⁶³⁵ Rudolph Leopold Honemann gibt es in seinem Literaturverzeichnis an.⁶³⁶ Auch Henning Calvör erwähnt Löhneyß in seinen beiden Werken⁶³⁷ ebenso wie Wilhelm August Lampadius.⁶³⁸

Rezeption
durch spätere
Autoren

⁶³³ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, Vorrede, 3.

⁶³⁴ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, Dispositio.

⁶³⁵ Christoph Andreas Schlüter, HT 1738, 175, 231, 475.

⁶³⁶ Rudolph Leopold Honemann, 1754-55, Literaturverzeichnis.

⁶³⁷ Henning Calvör, 1763, I. Teil 3, 7, 37, 38, II. Teil 34, 118, 120, 125; Henning Calvör, 1765, 9,

63.

⁶³⁸ Wilhelm August Lampadius, 1817 – 1827, Bd. 2.2, 241.

4.1.12 **Speculum Metallurgiae Politissimum oder Hellpolierter Bergbauspiegel von Balthasar Rösler (1700)**

Dieses Werk des sächsischen Bergmeisters Baltasar Rösler wurde erst postum von einem Enkel des Autors, Johann Christoph Goldberger ebenfalls Bergmeister in Sachsen, im Jahr 1700 herausgegeben. Es wurde bereits in der Mitte des 17. Jahrhunderts verfasst, d. h. es war zum Zeitpunkt der Drucklegung schon fast 50 Jahre alt.⁶³⁹ Allerdings war schon das Manuskript vervielfältigt und weiter verbreitet worden. Da diese Abschriften einerseits sehr teuer, andererseits häufig ungenau und sinnentstellend waren, nahm Johann Christoph Goldberger eine Drucklegung auf Basis der „Original-Conzepte“ seines Großvaters in Angriff.⁶⁴⁰

Erscheinungs-
jahr und -ort

Der Herausgeber widmet es gleich mehreren hochgestellten Persönlichkeiten, nämlich dem Minister und Geheimen Rat Wolff Dietrich von Beuchlingen, dem Berg-Hauptmann Abraham von Schönberg, dem Berg-Hauptmann Hannß Carl von Carlowitz und dem Berg-Rat Johann Agidio Alemann, die alle eng mit dem Bergbau in Sachsen verbunden waren.⁶⁴¹ Der Widmungsbrief ist an diese „hochwohlgebohrne[n] Herren“ gerichtet und stammt vom 3. Mai 1700.⁶⁴²

Dieses Werk wurde nicht wieder aufgelegt, was eventuell mit seinem späten Erscheinen zusammenhängt. Es fand auch nicht so große Verbreitung, dass es in andere Sprachen übersetzt worden wäre. Erst in der Neuzeit interessierte man sich wieder für diesen Text. Er wurde dann im Jahr 1980 mehrfach als Faksimile gedruckt.⁶⁴³

Neuaufgaben
und
Übersetzungen

Auf dem Titelblatt werden bereits die Adressaten konkret benannt: „Allen Berg-Bau-liebenden, sie kommen in oder nicht in die Grube, item Grund-Herren, Gewercken, Berg-Amtsleuten, Berg- und Hütten-Vorstehern, Dienern und Arbeitern zu Nutz und Unterricht, und dem Edlen Bergwerck zum besten...“ soll diese Schrift dienen.⁶⁴⁴

Adressaten des
Werkes

Johann Christoph Goldberger verweist in seiner Vorrede zunächst auf ein kurz zuvor erschienenenes Werk, den Berg-Rechts-Spiegel,⁶⁴⁵ bevor er auf die zahlreichen vor diesem Buch erschienen Schriften eingeht. Dennoch hält er das Werk seines Großvaters nicht für überflüssig, denn dessen Intention sei gewesen, „einen Berg-Liebhaber zum Berg-Bau an[zuf]ühre[n]“. Er sollte dadurch den Bergbau so betreiben können, dass er keinen Schaden erlitt und davon abgeschreckt wurde. Auch dem Bergmann selbst sollte dieses Werk von Nutzen sein.⁶⁴⁶ Er beruft sich auf die langjährige Erfahrung des Autors im Berg- und Hüttenwesen, da Balthasar Rösler seine Schrift erst verfasste, nachdem er

⁶³⁹ Johann Christoph Goldberger, 1700, Widmungsbrief. („in der Hand nichts, als fast ein halbes Seculum in dem Staube der Vergessenheit vergraben gelegenes Pappier...“)

⁶⁴⁰ Johann Christoph Goldberger, 1700, Vorrede, 3 („zumahl / da schon selbiges / als ein Manuscript, in manches vornehmen Mannes Bücher-Cabinet einen Platz zu haben gewürdigt worden...“)

⁶⁴¹ Johann Christoph Goldberger, 1700, Zuschriften.

⁶⁴² Johann Christoph Goldberger, 1700, Widmungsbrief.

⁶⁴³ Balthasar Rösler, 1700 (ND 1980).

⁶⁴⁴ Balthasar Rösler, 1700, Titelblatt.

⁶⁴⁵ Im Jahr 1698 gab Sebastian Span den Speculum Juris Metallici oder Berg-Rechts-Spiegel heraus, siehe Manfred Koch, 1963, 75.

⁶⁴⁶ Johann Christoph Goldberger, 1700, Vorrede, 1, 3.

1649 Schichtmeister geworden war.⁶⁴⁷ Deshalb wurde der Stil des Verfassers auch unverändert beibehalten, weil dies dem „abgezielten gemeinem Besten“, also dem Nutzen für das Allgemeinwohl, keinen Abbruch tat.⁶⁴⁸

Das „Speculum Metallurgiae politissimum“ ist durchgehend in der dritten Person geschrieben. Selbst in seinem eigenen Fachgebiet, der Markscheiderei nimmt Balthasar Rösler nie persönlich Stellung zu den dargestellten Sachverhalten.

Literarische
Form

In der Vorrede benennt Johann Christoph Goldberger zunächst Aristoteles, C. Plinius Sec. und die anderen Philosophen. Deren Ausführungen seien jedoch für die „heutigen klügern Berg-Verständigen“ nicht von Nutzen.⁶⁴⁹ Er erwähnt die Werke von Petrus Albinus (Meißnische Land- und Bergchronik, 1580), Georgius Agricola, Johannes Mathesius, Theophrastus Paracelsus, Lazarus Ercker, Georg Engelhardt Löhneyß und Johann Joachim Becherus.⁶⁵⁰ Ferner verweist er auf weitere einheimische und fremde Schriftsteller, die die Metalle und Mineralien ihrer Länder beschrieben hatten.⁶⁵¹ Auch aus den zahlreichen Bergordnungen konnte man Erkenntnisse über den Bergbau gewinnen.⁶⁵² Dabei handelt es sich allerdings um Angaben des Herausgebers, inwieweit Balthasar Rösler selbst diese Quellen kannte und benutzte, lässt sich hieraus nicht erschließen. Er selbst erwähnt einmal die „Philosophen“ in Bezug auf die Metallogeneese.⁶⁵³ Im Zusammenhang mit den Pochwerken verweist er auf das 4. Buch von Lazarus Ercker. Georg Engelhardt Löhneyß und Johann Mathesius werden ebenfalls genannt.⁶⁵⁴

Quellen

Nach dem Widmungsbrief und der Vorrede aus der Feder Johann Christoph Goldbergers folgt das Werk Balthasar Röslers. Es ist in sechs Bücher eingeteilt. Das erste Buch (S. 1 – 25) umfasst die Lagerstättenkunde, u. a. das Auffinden der Erzgänge, das zweite Buch (S. 26 – 58) den Aufbau und die technische Einrichtung eines Bergwerkes und das dritte Buch das für den Bergbau benötigte Personal, den Betrieb und die Arbeitsabläufe (S. 59 – 86). Das vierte Buch (S. 86 – 103) beginnt mit Ausführungen zum Markscheiden, es werden aber auch Berggebräuche und vor allem die Erzaufbereitung beschrieben. Die Erzverhüttung ist dann das Thema des fünften Buches (S. 104 – 123), was durch das sechste Buch (S. 123 – 168) ergänzt wird, in dem zahlreiche Beschickungen für die Schmelzprozesse detailliert aufgeführt werden. In diesem Buch wurden die Kapitel 18, 19 und 20 durch Johann Christoph Goldberger mit aktuellen Angaben ergänzt. Es folgen ein Register (18 Seiten) und ein Bergwörterbuch (36 Seiten). Außerdem enthält das Werk 25 Kupferstiche.

Übersicht über
das Werk

Der Bergbau nimmt in diesem Werk einen größeren Teil ein als die Erzaufbereitung und das Hüttenwesen, von denen nur ein gutes Drittel der 168 Seiten handelt. Die Darstellung der Erzaufbereitung, der Erzwäsche, der

Ausführungen
zum
Hüttenwesen

⁶⁴⁷ Johann Christoph Goldberger, 1700, Vorrede, 3.

⁶⁴⁸ Johann Christoph Goldberger, 1700, Vorrede, 4.

⁶⁴⁹ Johann Christoph Goldberger, 1700, Vorrede, 1.

⁶⁵⁰ Johann Christoph Goldberger, 1700, Vorrede, 1 f.

⁶⁵¹ Johann Christoph Goldberger, 1700, Vorrede, 2 („Vid. Kircher, Mund. subterr. Brassanolus de Exam. Metall. Coesius de Exam. Metall. Cæsalp. de Metall. Aldrovand. Cardan. Fallop. Jonston Boet. de Boot. alliq. plures“)

⁶⁵² Johann Christoph Goldberger, 1700, Vorrede, 2.

⁶⁵³ Balthasar Rösler, 1700, 9.

⁶⁵⁴ Balthasar Rösler, 1700, 99, 106, 165.

Pochwerke, der Erzröstung und der Verhüttungsprozesse nimmt den letzten Teil des 4. Buches und das 5. und 6. Buch ein. Ein wichtiges Arbeitsgebiet des Autors, das Markscheidewesen, wird immerhin in drei Kapiteln des 4. Buches dargestellt.

In der Vorrede wird nur allgemein darauf verwiesen, dass bereits das Manuskript für andere Werke herangezogen worden sei.⁶⁵⁵ Rudolph Leopold Honemann hat es in sein Literaturverzeichnis aufgenommen.⁶⁵⁶ Henning Calvör nutzte es für seine Nachrichten vom Maschinenwesen.⁶⁵⁷ Auch bei Wilhelm August Lampadius erscheint es im Literaturverzeichnis.⁶⁵⁸

Rezeption
durch spätere
Autoren

4.1.13 Die *Interpres Phraseologiae Metallurgicae* des Christian Berward (1672/73)

Neben einem Widmungsgedicht für das Werk des Clausthaler Bergpredigers Johann Friedrich Suchland sind zwei Schriften Christian Berwards bekannt. Im Jahr 1667 verfasste er die „Berg Chronika der Fürstl. Braunschweigisch-Lüneburgischen jetziger Zeit Kommunion Berg-, Saltz- und Hüttenwerke am Hartz“, eine Handschrift, die nie gedruckt wurde. Sein Hauptwerk „*Interpres Phraseologiae Metallurgicae* oder Erklärung der fürnehmsten Terminorum und Redarten, welche bey den Bergleuten, Puchern, Schmelzern, Probirern und Müntzmeistern ec. In Benennung ihrer Profession ... gebräuchlich sind“ erschien 1672 oder 1673 in Frankfurt am Mayn.⁶⁵⁹

Erscheinungs-
jahr und -ort

In der Berg-Chronika setzte sich Christian Berward mit „Fragen und Neuerungen der Rammelsberger Streckenförderung und der Transportschwierigkeiten unter Tage auseinander.“⁶⁶⁰ Vor allem die Umstellung der Fördermittel auf den horizontalen Strecken von Körben auf Schubkarren und Hunte⁶⁶¹ beschäftigte ihn. Da es in dieser Schrift offensichtlich nicht um das Hüttenwesen geht, wird sie bei der weiteren Analyse nicht berücksichtigt.

Das erste Manuskript der „*Interpres Phraseologiae Metallurgicae*“ entstand bereits 1667 als Auftragsarbeit der Landesherrschaft.⁶⁶² Gedruckt wurde das Werk dann 1672/73 bei Zunner in Frankfurt am Main und zwar als Anhang des „Großen Provierbuches“ Lazarus Erckers, das hier erstmals unter dem Titel „*Aula subterranea*“ erschien. Weitere Ausgaben erschienen immer als Anhang zum Werke Erckers in den Jahren 1684, 1686, 1703 und 1736 sowie in der niederländischen Ausgabe des Jahres 1745.⁶⁶³ Fraglich ist, ob die „*Interpres ...*“ jemals eine selbständige Publikation war.⁶⁶⁴

Neuaufgaben
und
Übersetzungen

⁶⁵⁵ Johann Christoph Goldberger, 1700, Vorrede, 3.

⁶⁵⁶ Rudolph Leopold Honemann, 1754-55, Literaturverzeichnis.

⁶⁵⁷ Henning Calvör, 1763, I. Teil 8, 21, II. Teil 4, 27, 106, 169, 202.

⁶⁵⁸ Wilhelm August Lampadius, 1817 – 1827, Bd. 2.2, 241.

⁶⁵⁹ Christoph Bartels, 1990, 164; Herbert Lommatzsch, 1967, 26, Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, Titelblatt, und Hans-Joachim Kraschewski, 2006, 84, nennen das Jahr 1673. Auch auf dem Faksimile ist die Jahreszahl 1973 gedruckt.

⁶⁶⁰ Hans-Joachim Kraschewski, 2006, 83.

⁶⁶¹ Hiermit ist ein Förderwagen auf Schienen oder Rollen gemeint, Hund oder Hunt genannt.

⁶⁶² Herbert Lommatzsch, 1966, 20, demnach liegt ein Exemplar dieses Manuskripts in der Bibliothek Achenbach des Landesbergamtes Clausthal-Zellerfeld (so auch Hans-Joachim Kraschewski, 2006, 84).

⁶⁶³ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 31.

⁶⁶⁴ Christoph Bartels, 1990, 164.

Dem Exemplar des Oberbergamtes aus dem Jahr 1672 sind wiederum 15 Kupferstiche aus Georg Engelhardt Löhneyß' „Bericht vom Bergkwerck“ angefügt. Dieses Buch ist möglicherweise als Einzelexemplar für sich gebunden worden.⁶⁶⁵

Ein neuzeitlicher Nachdruck wurde 1987 durch Leopold Auburg herausgegeben, dem die Erstausgabe Frankfurt 1672/73 zu Grunde liegt.

Schon im Titel des Werkes wird erwähnt, dass es im Auftrag der Landesherrschaft erstellt wurde.⁶⁶⁶ In der Vorrede, die vom Verleger zu stammen scheint, werden zunächst ausdrücklich Bergbau und Hüttenwesen und deren allgemeiner Nutzen für die Menschheit unterstrichen. Als Adressat des Werkes wird die breite Öffentlichkeit in der Formulierung „also dem gemeinen Nutz“ angesprochen.⁶⁶⁷ Da jedoch bei den Erklärungen der Stichwörter wiederum als bekannt vorausgesetzte bergmännische Ausdrücke vorkommen, ist wohl davon auszugehen, dass sich der Autor in erste Linie an Fachleute wandte.⁶⁶⁸

Adressaten des
Werkes

Die „Interpres Phraseologiae Metallurgicae“ ist ein Wörterbuch. Alphabetisch geordnet findet man eine umfangreiche Sammlung von berg- und hüttenmännischen Fachbegriffen. Die Erklärungen hierzu sind in vollständigen, jedoch kurzen Sätzen formuliert. Nur selten findet man längere Ausführungen zu einem Thema.

Literarische
Form

Quellen, aus denen Christian Berward seine Informationen gewinnt, werden im Text vereinzelt genannt. So verweist Christian Berward auf Johannes Mathesius, Georg Engelhardt Löhneyß und Lazarus Ercker.⁶⁶⁹ Da er seine Wirkungsstätte, den Harz nur in seiner Jugend kurz verlassen hatte, kann man davon ausgehen, dass die hier geläufigen Termini erläutert werden.

Quellen

Die Schrift, die nur 47 Seiten umfasst (zumindest in dem hier verwendeten Nachdruck), ist thematisch gegliedert und enthält 53 nicht nummerierte Abschnitte. Im ersten Kapitel geht es um „Bergläufftliche Arten zu Reden, die dem Bau vorhergehen“ (S. 1 – 8). Es folgen Abschnitte, die die Gruben, die Förderung – Treiben mit Pferd und mit Kehrrad – die Grubengebäude und die Werkzeuge behandeln. Auch die Wasserhaltung und die Stollengebäude werden hier dargestellt. Die Berufsbezeichnungen der verschiedenen Bergarbeiter, ihre Arbeitszeiten und –löhne werden besprochen. Schließlich gehören Begriffe zur Bergrechnung in diesen Bereich (S. 8 – 24). Mit dem Kapitel „Die Erzte kommen von der Hallen ins Puchwerck“ beginnen die Abschnitte, die die Erzaufbereitung betreffen (S. 24 – 26). Dann folgt die Erzverhüttung mit Abschnitten über die Hütten, den Schmelzofen, den Treibofen, die Probiertube, das Brennhaus und das Münzwesen (S. 26 – 33). Das nächste Kapitel bezieht sich ausdrücklich auf die „unterharzischen Bergwerke“. Im Folgenden werden der Rammelsberg, seine Erze und deren Verhüttung dargestellt (S. 33 – 39). Außerdem werden die Messingherstellung

Übersicht über
das Werk

⁶⁶⁵ Christoph Bartels, 1990, 164.

⁶⁶⁶ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, Titelblatt.

⁶⁶⁷ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, Vorrede.

⁶⁶⁸ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, Einleitung, 29.

⁶⁶⁹ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 2, 4, 6, wird auf die „Sarepta“ hingewiesen, 23, wird Georg Engelhardt Löhneyß erwähnt, 28, wird auf Lazarus Ercker verwiesen.

und das Vitriolsieden behandelt (S. 39 – 40). Das Werk schließt mit einer Übersicht über das seinerzeit gültige Bergrecht (S. 42 – 47).⁶⁷⁰

Ähnlich wie beim Bergwörterbuch, das als Anhang zum Bergbüchlein gedruckt wurde, kann man Schlüsse auf die Technologie nur aus den Stichwörtern ziehen. Lediglich zwei Abschnitte am Schluss haben deskriptiven Charakter. Von 47 Seiten Text sind 16, d. h. ein knappes Drittel, der Erzaufbereitung und -verhüttung gewidmet. Dabei liegt der Schwerpunkt wiederum auf den am Rammelsberg und auf dem Harz angewandten Verfahren.

Anteil des
Hüttenwesens
am
Gesamtwerk

Das Werk Christian Berwards wird von nachfolgenden Autoren nicht erwähnt. Als Wörterbuch konzipiert ist eine Rezeption, die in Zitaten deutlich gemacht wird, auch nicht zu erwarten. Eine mögliche Benutzung fand wohl mehr in Form eines Nachschlagewerks statt. Die bis ins 18. Jahrhundert erfolgten Neuauflagen sprechen jedoch für ein anhaltendes Interesse an diesem Werk.

Rezeption
durch spätere
Autoren

4.1.14 **Gründlicher Unterricht von Hütte-Werken des Christoph Andreas Schlüter (1738)**

„Gründlicher Unterricht von Hütte-Werken, worin gezeiget wird, wie man Hütten-Werke auch alle dazu gehörige Gebäude und Oefen aus dem Fundament recht anlegen solle, auch wie sie am Harz und andern Orten angeleget sind. Und wie darauf die Arbeit bey Gold- Silber- Kupfer- und Bley-Ertzen, auch Schwefel-Vitriol- und Aschen-Werken geführet werden müsse. Nebst einem vollständigen Probier-Buch, darin enthalten wie allerley Ertze auf alle Metalle zu probieren die Silber auf unterschiedene Art fein zu brennen, Gold und Silber mit Vortheil zu scheiden und alles, so dazu gehöret, zu verrichten. Mit verschiedenen zu beyden Theilen gehörigen und nach dem Maaß-Stabe gefertigten Kupfern auch nöthigen Registern“ lautet der ausführliche Titel des umfangreichen metallurgischen Werks Christoph Andreas Schlüters. Es wurde 1738 bei Meyer in Braunschweig gedruckt.

Erscheinungs-
jahr und - ort

Das Werk ist u. a. in der Gottfried-Wilhelm-Leibniz-Bibliothek Hannover aber auch in zahlreichen anderen deutschen Bibliotheken vorhanden, allerdings stets nur die Ausgabe 1738. Somit kann man davon ausgehen, dass es keine Neuauflagen gab. Allerdings wurde dieses metallurgische Standardwerk 1750/53 ins Französische übersetzt und unter dem Titel „De la fonte, des mines, des fonderies“ in Paris herausgegeben. Dort gab es 1764 auch eine zweite Auflage.⁶⁷¹

Neuauflagen
und
Übersetzungen

Das Werk ist Georg II. König von England und Herzog zu Braunschweig-Lüneburg sowie Karl dem regierenden Herzog zu Braunschweig-Lüneburg gewidmet.⁶⁷² Es wendet sich allerdings an ein breites Publikum, wenn Christoph Andreas Schlüter schreibt: „Dieses Werk habe vornehmlich jungen Leuten, welche das Hütten-Werk und was dazu gehöret lernen wollen, zum Unterricht, andern aber, die keine Profession davon machen, zur Curieusité geschrieben, damit sie sehen, was eigentlich Hütten-Werk sey, worin solches bestehe und was vor Nutzen damit geschaffet werden könne.“⁶⁷³ Außerdem wird deutlich die Intention des Autors genannt. Christoph Andreas Schlüter beabsichtigte

Adressaten des
Werkes

⁶⁷⁰ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 1 – 47.

⁶⁷¹ Hans Joachim Kraschewski, 2006, 621.

⁶⁷² Christoph Andreas Schlüter, 1738, Widmungsbrief, pag. 1^r, 2^r.

⁶⁷³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, Vorrede, pag. 2^r.

nämlich, sein in langjähriger Arbeit erworbenes Wissen nicht mit ins Grab zu nehmen, sondern es durch sein Werk an die Bediensteten der Hüttenwerke weiterzugeben, so dass sie es zum Nutzen der Landesherrschaft anwenden könnten.⁶⁷⁴

Das so entstandene umfangreiche hüttentechnische Fachbuch ist im Allgemeinen in der dritten Person als Sachtext verfasst. Allerdings vermittelt Christoph Andreas Schlüter eigene Erfahrungen und Ansichten in der ersten Person. Das Werk zeichnet sich durch mehr als 50 sehr detaillierte Kupferstiche aus und wird durch drei Register ergänzt.

Literarische
Form

Schon in der Vorrede macht Christoph Andreas Schlüter Angaben über seine Quellen. Dies waren vor allem eigene Erfahrung auf den Unterharzer Hüttenwerken, da sein Vater Heinrich Zacharias Schlüter dort 28 Jahre als Hütten-Reiter tätig war und er selbst dort seit seiner Jugend gearbeitet hatte. Er folgte seinem Vater 1698 nach, war bis 1724 Hütten-Reiter im Unter-Harz, seit 1725 Zehntner daselbst. Er schreibt: „...und habe ich in meinen jungen Jahren alle Hütten-Arbeit [...] gründlich erlernt / alle Hütten-Arbeit selbst verrichtet und mich darin exerciret ...“⁶⁷⁵ Weitere Kenntnisse sammelte er durch Bereisung der Hüttenwerke in Sachsen und Böhmen. Außerdem erhielt er Informationen durch seinen Neffen Christoph Franz Seidensticker, der 1722 und 1723 die Hüttenwerke in Ungarn und Siebenbürgen besucht hatte, sowie von guten Freunden, die ihm Nachrichten von ausländischen Hüttenwerken zukommen ließen. Für seine historischen Ausführungen standen ihm Manuskripte seiner Vorfahren zur Verfügung, die auf den Hütten am Unterharz tätig gewesen oder „in den ältesten Zeiten“ dort selbst Hüttenherren gewesen waren.⁶⁷⁶

Quellen

Diese Angaben korrespondieren mit den Quellenangaben im Text selbst, die häufig lauten „hiervon erhielt ich Nachricht“,⁶⁷⁷ wenn Christoph Andreas Schlüter von Hüttentechnologien aus Tirol, Schweden, Norwegen oder England berichtet.

Selten nimmt er Bezug auf andere Autoren, allerdings werden im Zusammenhang mit dem Saigerverfahren Georgius Agricola, Lazarus Ercker und Georg Engelhardt Löhneyß angeführt.⁶⁷⁸ Über die Hüttenwerke in Falun (Schweden) hatte er einiges in Schwedenburgs Regno Subterraneo gelesen.⁶⁷⁹ In Bezug auf die Messingherstellung wird Alvaro Alonso Barba genannt, auch Johannes Mathesius wird erwähnt.⁶⁸⁰

Wie der Titel schon aussagt, beschäftigte sich Christoph Andreas Schlüter ausschließlich mit dem Hüttenwesen und dem Probierwesen. Dabei ist das Werk in zwei Teile geteilt. Nach dem Privileg Kaiser Karls IV. und dem Widmungsbrief an König Georg II. und Herzog Karl zu Braunschweig-Lüneburg folgt die Vorrede, verfasst am 9. Januar 1738. Der Hauptteil umfasst 144

Übersicht über
das Werk

⁶⁷⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, Widmungsbrief, pag. 2^r.

⁶⁷⁵ Christoph Andreas Schlüter, 1738, Vorrede, pag. 2^v.

⁶⁷⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, Vorrede, pag. 2^v – 3^r.

⁶⁷⁷ Christoph Andreas Schlüter, HT 1738, z. B. 282 in Bezug auf Tirol, 289 in Bezug auf Kongsberg/Norwegen, 291 in Bezug auf Schottland, 316 in Bezug auf England, 357 in Bezug auf Brixlegg/Tirol, 453 in Bezug auf Falun/Schweden.

⁶⁷⁸ Christoph Andreas Schlüter, HT 1738, 475 f.

⁶⁷⁹ Christoph Andreas Schlüter, HT 1738, 525.

⁶⁸⁰ Christoph Andreas Schlüter, HT 1738, 235, 74, 239.

Kapitel auf 612 Seiten, die jeweils noch in mehrere Paragraphen unterteilt sind. Für diesen Hauptteil gibt es drei Register, nämlich ein Kapitelverzeichnis, ein Verzeichnis der Erklärungen zu den Kupferstichen und ein Stichwortverzeichnis, das allein 53 ½ Seiten hat. Dann folgt der zweite Teil, das Probierbuch, das eine eigene Seitenzählung hat. Es umfasst 57 Kapitel auf 198 Seiten und hat ebenfalls drei Register, nämlich das Kapitelverzeichnis, die Erklärung der Kupferstiche und das Stichwortverzeichnis mit 19 ¼ Seiten. Ferner erhält das Werk 58 Kupferstiche, die als letztes eingebunden und so ausklappbar sind, dass man sie beim Lesen des Buches betrachten kann. Die Erklärungen der einzelnen Abbildungen erfolgt jeweils am Ende der Kapitel, in denen das dargestellte Thema behandelt wird.

Das Werk ist in beiden Teilen sehr systematisch angelegt. Der Hauptteil behandelt in den Kapiteln 1 bis 19 den Bau der Hütte und ihrer Nebengebäude, die Einrichtung der Hütte, insbesondere die verschiedenen Öfen und die Öfen für die Saigerarbeit. Im Weiteren werden dann die verschiedenen Prozessstufen der Verhüttung erläutert. In Kapitel 20 bis 35 wird das Rösten oder Brennen der Erze behandelt, in Kapitel 36 bis 37 geht es um die Schwefelgewinnung und das Kapitel 38 ist der Amalgamation gewidmet. Das Schmelzen der Erze im Allgemeinen und in speziellen Fällen ist Thema der Kapitel 39 bis 62. In den Kapiteln 63 bis 83 wird die Treibarbeit beschrieben und in den Kapiteln 84 bis 107 wird die Verarbeitung der Kupfererze dargestellt. Das Ausbringen des Silbers aus Kupfererzen durch die Saigerarbeit wird in den Kapiteln 108 bis 125 behandelt. Spezielle Aspekte, wie das Probeschmelzen, das Vitriolsieden und das Pottaschesieden finden sich in den letzten Kapiteln 126 bis 144. Alle diese Abschnitte folgen einer weiteren Systematik, indem Christoph Andreas Schlüter fast immer zunächst die ihm am besten bekannten Verfahren des Unter- und des Oberharzes darstellt und dann auf weitere Prozesse, die in ausländischen Hüttenwerken angewandt wurden, eingeht. Im Probierbuch werden ebenfalls zuerst der Bau und die Einrichtung eines Laboratoriums beschrieben (Kapitel 1 bis 6). Die Probenahme wird in Kapitel 7 behandelt. Es folgen die Proben, die für verschiedene Erze relevant sind, in den Kapiteln 8 bis 22. Die Proben, die für verschiedene Zwischenprodukte der Verhüttung erforderlich waren, findet man in den Kapiteln 23 bis 29. Den Abschluss bilden die Verfahren, die vor allem im Münzwesen Anwendung fanden (Kapitel 30 bis 57), wobei die Gold-Silber-Scheidung einen großen Raum einnimmt. Genau wie bei Georgius Agricola werden die Flussmittel im Probierbuch (in Kapitel 5) behandelt.

Das Werk gibt eine umfassende Beschreibung der Hüttentechnologie, beginnend mit der Auswahl eines geeigneten Standortes, dem Bau der Hütten selbst, dem Bau der Öfen und dem Zubehör und dem Betrieb der Hütten. Es umfasst die damals übliche Kupferhüttenarbeit, die Gold-, Silber- und Bleigewinnung. Verbesserungsvorschläge und häufig durch Christoph Andreas Schlüter selbst initiierte Neuerungen kennzeichnen den technischen Fortschritt. Ferner gibt es immer wieder Beschreibungen ausländischer Einrichtungen sowie historische Exkurse. Hans-Joachim Kraschewski bezeichnet es als „Standardwerk frühneuzeitlicher Hüttenkunde“.⁶⁸¹

Ausführungen
zum
Hüttenwesen

⁶⁸¹ Hans Joachim Kraschewski, 2012, 257.

Rudolph Leopold Honemann war dieses Werk bekannt, denn er führt es im Literaturverzeichnis auf.⁶⁸² Auch Henning Calvör benennt es in seinen Nachrichten zum Maschinenwesen.⁶⁸³ Franz Ludwig Cancrinus gibt Christoph Andreas Schlüter als Quelle für die Probiervorschritte und für die Erzaufbereitung an.⁶⁸⁴ Carl Abraham Gerhard erwähnt das Werk in Bezug auf die Nutzung der Steinkohlen im Hüttenwesen.⁶⁸⁵ Als wichtigen Autor führt Wilhelm August Lampadius Christoph Andreas Schlüter bereits in seiner Einleitung auf und nimmt sein Werk selbstverständlich im Literaturverzeichnis auf.⁶⁸⁶

Rezeption
durch spätere
Autoren

4.2 Fazit und Vergleich

4.2.1 Verbreitung der Schriften und Rezeption

Als erste deutschsprachige Druckschrift für das Berg- und Hüttenwesen erschien um 1500 das „Bergbüchlein“ von Ulrich Rülein von Calw. Bald darauf wurden die bis dahin bekannten Probiervorschriften im „Probiervbüchlein“ von 1518 zusammengefasst. Beide Bücher erschienen mehrfach einzeln, ab 1533 auch als Zusammendruck.⁶⁸⁷ Es folgten 1530 „Bermannus sive de re metallica dialogus“ von Georgius Agricola, 1540 die „Pirotechnia“ von Vannoccio Biringuccio und 1556 „De re metallica. Libri XII“. In diesem Werk hat Georgius Agricola erstmals das gesamte Fachwissen des Montanwesens systematisch und umfassend dargestellt, wobei alle Teilgebiete dieser Wissenschaft wie z. B. das Markscheidewesen und die Probiervkunst Berücksichtigung fanden. Die kleine Druckschrift „Bericht vom Rammelsberge und dessen Bergwerk“ von 1565 und das „Große Probiervbuch“ von 1574, die Lazarus Ercker verfasste, haben wiederum nur Teilaspekte im Blick.

Ergänzt wurden diese Druckschriften des 16. Jahrhunderts durch verschiedene Handschriften. Mit dem „Bergbuch“ und dem „Kunstabuch“ brachte Peder Månsson im frühen 16. Jahrhundert das ihm zugängliche Wissen über das Montanwesen nach Schweden. Im „Schwazer Bergbuch“ von 1554, im Schmelzbuch Hans Stöckls von 1550 und im „Speculum Metallorum“ von 1575 wurden die Kenntnisse des Tiroler Hüttenwesens detailliert niedergelegt. Durch die mehrfachen Abschriften wurde dieses Wissen zumindest für das österreichische Gebiet verfügbar.

In dieser Buchproduktion spiegelt sich deutlich die erste Blütezeit des Bergbaus in Mitteleuropa wieder. Dieser schnell wachsende und ertragreiche Wirtschaftszweig führte zu neuen montanwissenschaftlichen Kenntnissen, die nicht nur von den Berg- und Hüttenleuten selbst tradiert wurden. Wie im vorigen Kapitel dargelegt, waren verschiedene Leute in der Lage, dieses Wissen zu sammeln und zu veröffentlichen.

Im 17. Jahrhundert stagnierte nicht nur der Bergbau aus unterschiedlichen Gründen, auch die Zahl der berg- und hüttentechnischen Druckschriften ging

⁶⁸² Rudolph Leopold Honemann, 1754-55, Literaturverzeichnis.

⁶⁸³ Henning Calvör, 1763, I. Teil 7, II. Teil 138, 146, 172, hier wird auf die Kupferstiche zum Bau verschiedener Öfen hingewiesen.

⁶⁸⁴ Franz Ludwig Cancrinus, 1773, 27 f.

⁶⁸⁵ Carl Abraham Gerhard, Beiträge zur Chymie und Geschichte des Mineralreichs, 2. Bände, Berlin 1776, hier Zweiter Theil, 238.

⁶⁸⁶ Wilhelm August Lampadius, 1817 – 1827, Bd. 1, 12, Bd. 2.2, 242.

⁶⁸⁷ Ernst Darmstaedter, 1926, 59, 70 – 72, 75 f.

merklich zurück. Georg Engelhardt Löhneyß ließ 1617 seinen „Bericht vom Bergwerk“ drucken, in dem jedoch weitestgehend auf die Werke des 16. Jahrhunderts zurückgegriffen wird. Aus der Mitte des Jahrhunderts stammt das „Speculum Metallurgiae Politissimum“ von Balthasar Rösler, wobei es zunächst als Handschrift verbreitet und erst 1700 gedruckt wurde. 1672/72 erschienen die „Interpres Phraseologiae Metallurgicae“ von Christian Berward.

Eine wirklich umfassende Druckschrift zum Hüttenwesen erschien erst wieder im 18. Jahrhundert, als Christoph Andreas Schlüter 1738 sein Werk „Gründlicher Unterricht von Hütte-Werken“ herausgab.

Die erwähnten Schriften wurden sehr unterschiedlich rezipiert, wie in der folgenden Tabelle dargestellt ist:

Druckschriften					
Titel		Auflagen (einschl. Erstausgabe)	Übersetzungen	Neuzeitliche Nachdrucke	Neuzeitliche Übersetzungen
Bergbüchlein (um 1500)	dt.	11	-	3 ND (ab 1792)	1 französisch 2 englisch 1 ungarisch
Probierbüchlein (um 1518)	dt.	11	-	-	-
Berg- und Probierbüchlein	dt.	2	-	-	1 englisch
Bermannus sive de re metallica dialogus (1530)	lat.	7	1 italienisch (1550)		3 deutsch (1778, 1806, 1955) 1 tschechisch 1 französisch 1 ungarisch
De La Pirotechnia (1540)	lt.	5	3 französisch 2 englisch	1 Teilausg. (1914) 1 ND	1 französisch 1 deutsch 1 engl. (4 ND)
De re metallica. Libri XII (1556)	lat.	4	1 deutsch (1557 + 2 ND) 1 italienisch (1563) 2 spanische Bearbeitungen (1569 + 1640)	2 ND lat./ 1 ND dt.	1 deut. (4 ND) 1 deutsch 1 polnisch 1 engl. (1 ND) 1 tschechisch 2 ungarisch 1 russisch 1 rumänisch
Sarepta (1562)	dt.	9	-	1	-
Bericht vom Rammelsberge und dessen Bergwerk (1565)	dt.	2 Abschriften	-	1 bei Calvör 1765	-
Große Probierbuch (1574)	dt.	11	1 englisch (2 ND) 1 holländisch	1 (neudt.)	1 englisch
Bericht vom Bergwerk (1617)	dt.	7	-	-	-
Interpres Phraseologiae Metallurgicae (1672/73) Ausgaben stets als Zusammendruck mit dem Großen Probierbuch	dt.	5	1 holländisch	1	-
Speculum Metallurgiae Politissimum (1700)	dt.	- mehrere Abschriften	-	3	-
Gründlicher Unterricht von Hütte-Werken (1738)	dt.	-	1 französisch (1 ND)	-	-
Handschriften					
Titel		Abschriften	Übersetzungen	Neuzeitliche Nachdrucke	Neuzeitliche Übersetzungen
Bergbüchlein, Kunstbüchlein (1508 - 24)	sw.	2	-	1	1 deutsch
Schwazer Bergbuch (1554)	dt.	9	-	3	-
Speculum Metallorum (1575)	dt.	6	-	1 Teilausg. (1961)	-
Bergchronik des Hardanus Hake (1583)	dt.	-	-	1 (1911)	-

Tabelle 4-3: Neuauflagen und Übersetzungen der Druck- und Handschriften (ND = Nachdrucke)

Zu beachten ist, dass in der Übersicht nur die Zahl der Auflagen, Übersetzungen und Nachdrucke wiedergegeben wird, über die Höhe der jeweiligen Druckauflage jedoch keine Aussage getroffen werden kann, da diese im Allgemeinen nicht mehr zu ermitteln ist.⁶⁸⁸ Es fällt auf, wie zahlreich das Berg- und das Probierebüchlein zu Beginn des 16. Jahrhunderts nachgedruckt wurden. Offenbar war hier ein großer Bedarf, da zum einen die wenigen vorhandenen mittelalterlichen Schriften veraltet waren, zum anderen der Bergbau in eine neue Blütezeit eintrat. Auch die Werke Georgius Agricolas wurden immer wieder neu aufgelegt, der „Bermannus“ sechsmal, „De re metallica“ siebenmal, wenn man die lateinischen und deutschen Ausgaben zusammenfasst. Ein weiteres auflagenstarkes Werk war das „Große Probierebuch“ von Lazarus Ercker. Der wiederholte Nachdruck der „Sarepta“ ist nicht der Vermittlung von Fachkenntnissen geschuldet, sondern der Tatsache, dass es sich um eine sehr beliebte, speziell für die Bergleute konzipierte Predigtsammlung handelt.

In der späteren Literatur zum Berg- und Hüttenwesen, die unter diesem Aspekt bis ins 19. Jahrhundert hinein untersucht wurde, wurden die Schriften, die Georgius Agricola „De re metallica“ vorausgingen, nicht mehr erwähnt oder zitiert. Dieses umfassende montanwissenschaftliche Handbuch machte die Benutzung früherer Werke offensichtlich überflüssig. Lange Zeit genutzt wurden „Das Große Probierebuch“ von Lazarus Ercker und schließlich der „Unterricht von Hütte-Werke“ von Christoph Andreas Schlüter. Im regionalen Bereich des Harzes spielte Georg Engelhardt Löhneyß „Bericht vom Bergwerk“ eine Rolle, die „Bergchronik“ von Hardanus Hake wurde seit dem 18. Jahrhundert als montanhistorische Quelle für den Harzbergbau genutzt.

Das neuzeitliche Forschungsinteresse spiegelt sich in den dann erfolgten Nachdrucken, Faksimiles und Übersetzungen. Eindeutig steht Georgius Agricola im Mittelpunkt der montangeschichtlichen Forschung des 19. und 20. Jahrhunderts.

4.2.2 Adressaten der Werke

Das Bergbüchlein Ulrich Rülein von Calws ist die erste deutschsprachige Druckschrift über das Berg- und Hüttenwesen. Sein Werk richtete sich an die Berg- und Hüttenleute.⁶⁸⁹ Dasselbe gilt auch für das Probierebüchlein, das sich darüber hinausgehend auch an Goldschmiede und Kaufleute wandte, die ebenfalls genaue Kenntnisse der Metalle und Metalllegierungen haben mussten.⁶⁹⁰ Peder Månsson verfasste sein Bergbuch für die schwedischen Bergmänner, die ihre Kenntnisse erweitern sollten, aber auch für die Allgemeinheit, die den Bergbau kennenlernen und betreiben sollte.⁶⁹¹ An ein größeres Fachpublikum wandte sich Vannoccio Biringuccio, der den Leser oft direkt ansprach, auch wenn das Werk als Rede an seinen Auftraggeber

⁶⁸⁸ Im Falle von Georgius Agricolas Schriften wurde der Versuch unternommen, die Auflagenhöhe an Hand heute bekannter Bibliotheksbestände, Verluste in diesen Beständen und Buchbewegungen nach Katalogangaben zu errechnen. Dabei gibt es jedoch viele Fehlerquellen, die der Autor auch erläutert. Für die Erstausgabe des „Bermannus“ kommt er auf eine Auflagenhöhe von 275 Stück, für „De re metallica“ auf 800 Stück, vgl. Ulrich Horst, 1971 (AGA X), 852 f. Bei allen anderen Werken findet man hierzu gar keine Angaben.

⁶⁸⁹ Wilhelm Pieper, 1955, 69 (Faks. 5).

⁶⁹⁰ Probierebüchlein, 1534, Titelblatt.

⁶⁹¹ Otto Johannsen, 1941, 190.

konzipiert war. Dies belegt auch das Faktum, dass das Werk in der italienischen Volkssprache verfasst wurde.⁶⁹² Die des Lateinischen kundigen Bergbeamten und Bergbautreibenden waren die Zielgruppe Georgius Agricolas mit seinem Werk „De re metallica“. Mit der ein Jahr später folgenden deutschen Übersetzung erreichte das Werk dann ein noch größeres Publikum. Insbesondere durch die lateinische Fassung war es aber über die deutschen Länder hinaus bekannt, wie die italienische und spanische Rezeption des Textes zeigt. Lazarus Ercker verfasste sein „Großes Probierbuch“ ebenfalls für die praktisch arbeitenden Berg- und Hüttenleute. Beide Werke erreichten einige Neuauflagen und wurden sicher von breiteren, am Montanwesen interessierten Kreisen gelesen. Auch Georg Engelhardt Löhneyß sah sich berufen, den Bergleuten, Probierern und Schmelzer ein Fachbuch an die Hand zu geben.⁶⁹³ Zum Nutzen des Bergbaus wollte auch Balthasar Rösler den Berg- und Hüttenleuten aber auch am Bergbau beteiligten Grundherren und Gewerken seine in langjähriger Tätigkeit gewonnenen Kenntnisse weitergeben. In diesem Fall war das um 1650 entstandene Manuskript bereits mehrfach abgeschrieben worden, bevor es auf Grund der großen Nachfrage 1700 schließlich gedruckt wurde.⁶⁹⁴ Entsprechend argumentierte Christian Berward, der sein Werk zum allgemeinen Nutzen verfasste, sich dabei aber in erster Linie an die fachkundigen Berg- und Hüttenleute wandte. Zur Unterrichtung des hüttenmännischen Nachwuchses schrieb Christoph Andreas Schlüter sein Werk. Aber auch an ein allgemein interessiertes Publikum wandte er sich ausdrücklich.⁶⁹⁵

Johann Mathesius wandte sich mit seinen Predigten an die Bergherren, Bergleute und Gewerken, jedoch nicht in der Absicht diese über den Bergbau zu unterrichten.⁶⁹⁶ Bei Hardanus Hake muss man davon ausgehen, dass er seine Chronik zunächst nur für seinen Landesherrn verfasste.

Mit dem „Bermannus“ sprach Georgius Agricola vorrangig ein humanistisch gebildetes Publikum, vor allem medizinisch interessierte Gelehrte, an. Er weckte allerdings auch das Interesse der gelehrten Welt an diesem bisher kaum wissenschaftlich betrachteten Gegenstand.

Das Schwazer Bergbuch war nur für einen kleinen Personenkreis bestimmt. Neben König Ferdinand I. gehörten Mitglieder seiner Regierung und eventuell auch kapitalstarke Gesellschaften, die man für den Bergbau interessieren wollte, zu den Adressaten.⁶⁹⁷ Das Speculum Metallorum war ebenfalls nur wenigen Personen zugänglich, war aber auf die berg- und hüttentechnische Praxis abgestimmt und wurde für die entsprechenden Fachleute verfasst.⁶⁹⁸ Auch der „Bericht vom Rammelsberge“ von Lazarus Ercker war nur für wenige Personen bestimmt, weshalb er nur in wenigen Exemplaren gedruckt worden ist. Er richtete sich in erster Linie an die Berg- und Hüttenleute im Erzgebirge, d. h. an ein Fachpublikum.

⁶⁹² Otto Johannsen, 1925, 2.

⁶⁹³ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, Vorrede, 3.

⁶⁹⁴ Johann Christoph Goldberger, 1700, Vorrede, 3 und Titelblatt des Werkes.

⁶⁹⁵ Christoph Andreas Schlüter, 1738, Vorrede, pag. 2^f.

⁶⁹⁶ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Vorrede 1, 5.

⁶⁹⁷ Erich Egg, 1988, VIII.

⁶⁹⁸ Erich Egg, 1973, 12.

Im Ergebnis zeigt sich hier, wie die Autoren, selbst in unterschiedlichen Bergbaurevieren beheimatet, durch die schriftliche Niederlegung ihres Fachwissens dies an ein breites zumeist selbst fachkundiges Publikum weitergaben. Mit diesem Wissenstransfer wurde auch ein Technologietransfer möglich, denn es stand dem Leser frei, die beschriebenen Verhüttungsverfahren selbst zu erproben.

Fast alle montanwissenschaftlichen Schriftsteller verfassten ihre Werke primär für ein fachkundiges Publikum und darüber hinausgehend für eine Öffentlichkeit, die man für den Bergbau zu interessieren hoffte. Zumeist begründeten die frühneuzeitlichen Autoren ihre Intention damit, dass sie ihr Wissen an nachfolgende Generationen weitergeben wollten. Sie hofften, durch eine weitere Verbreitung fundierten, oft in eigener Erfahrung erworbenen Wissens, den Bergbau und das Hüttenwesen zu fördern, das die meisten dort tätigen Menschen als Handwerk lernten und dabei meist nur auf die Kenntnisse ihrer Lehrmeister zurückgreifen konnten. Darüber hinaus war der Bergbau aber auch stets auf finanzkräftige Gewerke angewiesen. Indem man auch Menschen ansprach, die nicht direkt mit dem Bergbau befasst waren, hoffte man, Kapital anzuziehen und auf diese Weise das Bergwerk zu befördern.

4.2.3 Literarische Form

Zwei Autoren gestalteten ihre Werke in der Form eines Dialogs, nämlich Ulrich Rülein von Calw und Georgius Agricola den „Bermannus“. Hier spielt sicher das antike Vorbild für diese humanistisch gebildeten Wissenschaftler eine wesentliche Rolle. Bei der ältesten Druckschrift, dem Bergbüchlein, ist diese Form eher angedeutet, denn der Dialog bildet nur den Rahmen für einen langen Sachtext, den der Autor nur selten in direkter Rede formuliert. Dagegen ist der „Bermannus“ vollständig als Gespräch zwischen drei Fachleuten durchgestaltet. Jedoch wählt Georgius Agricola für seine späteren Werke, auch für „De re metallica“, diese Form nicht mehr.

Der direkten Rede begegnet man vor allem in den Werken, die das Probierwesen betreffen. Das Probierbüchlein und das Kunstbuch Peder Månssons enthalten kurze, im Imperativ formulierte Anleitungen, wie bestimmte Prozesse durchzuführen waren. Ein Beispiel aus dem Probierbüchlein sei hier angeführt:

„Capellen züm probiern die güt seyn. Nym roßpayn / pren sie / un darnach stoß sie zü pulver / un nym laugen aschē die wol geschlemppt sey ein teyl / peyn aschen ein teil / feücht die züsamē / davō schlag Capellen / sie sein güt.“⁶⁹⁹

Diese Sammlungen technischer Vorschriften und metallurgischer Anweisungen stehen in der Tradition der alchemistischen Literatur des Mittelalters. Auch die „Schedula diversarum artium“ von Theophilus Presbyter und das „Mittelalterliche Hausbuch“ sind damit vergleichbar. Solche Rezeptsammlungen für Werkstatt und Haushalt enthielten eine Fülle von technischen Anweisungen,⁷⁰⁰ die häufig unsystematisch angeordnet waren. Der Stil der ersten gedruckten Probierbücher orientiert sich an diesen Schriften.

⁶⁹⁹ Probierbüchlein, 1534, Fol. 18^r.

⁷⁰⁰ Ernst Darmstaedter, 1926 a, 10 f.

In der *Pirotechnia* Vannoccio Biringuccios und im „Große Probierebuch“ Lazarus Erckers wird der Leser auch fast durchgehend direkt angesprochen. Im Gegensatz zu den zuvor genannten Probierebüchern sind diese Schriften jedoch systematisch aufgebaut und in entsprechende Kapitel – oder libri – eingeteilt.

Die Vorstellungen von einem montanwissenschaftlichen Fachbuch erfüllen in sprachlicher Hinsicht das Bergbuch Peder Månssons, Georgius Agricolas „*De Re metallica*“, der Bericht vom Rammelsberg von Lazarus Ercker, die Bergchronik von Hardanus Hake, Georg Engelhardt Löhneyß' „Bericht vom Bergwerk“, Balthasar Röslers „Bergbauspiegel“ und das große Werk Christoph Andreas Schlüters. In diesen Werken wird das systematisch dargestellte Fachwissen neutral (3. Person, sing.) dargeboten. Nur in seltenen Fällen wechseln die Autoren in die erste Person. Dies geschieht im Allgemeinen nur dann, wenn persönliche Erfahrungen dargestellt werden oder eine persönliche Stellungnahme zu bestimmten Sachverhalten erfolgt.

Sonderformen, die einer eigenen sprachlichen Form folgen, sind die Predigtsammlung „Sarepta“, die zahlreichen Verordnungen im Schwazer Bergbuch und im „*Speculum Metallorum*“, die zumeist im Imperativ formuliert wurden, sowie das Wörterbuch Christian Berward.

Man sieht, dass die heute üblichen Anforderungen, die an ein Sachbuch gestellt werden, schon Mitte des 16. Jahrhunderts entwickelt wurden. Hierzu gehören eine sachliche Sprache in der dritten Person, eine systematische Einteilung des Stoffes, wenn nötig die Darstellung von Sachverhalten mit Hilfe von Zeichnungen und Tabellen sowie die Erstellung von Registern, die das Auffinden des Stoffes erleichtern. Hier hat Georgius Agricola mit „*De re metallica*“ Maßstäbe gesetzt. Die antiken Vorbildern folgende Dialogform wurde damit aufgegeben. An älteren Vorbildern wurde vor allem noch in den ersten Probierebüchern der Frühen Neuzeit festgehalten. Die übrigen Werke erfüllen in unterschiedlichem Maße die genannten Kriterien.

Diese Form der Aufbereitung und Präsentation von Fachwissen trug zur Verwissenschaftlichung eines Fachgebietes bei. Die Rezeption des Wissens wurde so erleichtert und eine kritische Auseinandersetzung mit einzelnen Fragestellungen gefördert. Dies wird auch bei verschiedenen Autoren deutlich, die sich mit den Erkenntnissen ihrer Vorgänger auseinandersetzten.

4.2.4 Benutzte Quellen

Inwieweit die Autoren die Schriften ihrer Vorgänger kannten und als Quellen nutzten, wurde bereits im 3. Kapitel behandelt, um Zusammenhänge zwischen den Werken darzustellen. Hier sollen nun die von den Autoren benutzten Quellen aus der Antike und dem Mittelalter genauer betrachtet werden.

In der Frühen Neuzeit war es ein allgemeiner wissenschaftlicher Standard, bei der Verfassung eines gelehrten Werkes die antiken Quellen zu konsultieren. Dies tat Ulrich Rülein von Calw,⁷⁰¹ der die Bücher der „Weisen Alten“ nennt, allerdings nur den Hermes Trismegistos namentlich erwähnt. Peder Månsson hat zumindest C. Plinius Sec. herangezogen, ohne diesen zu nennen.⁷⁰² Für

⁷⁰¹ Wilhelm Pieper, 1955, 67 (Faks. 3), 72 (Faks. 8).

⁷⁰² Otto Johannsen, 1941, 198 f. Fußnoten, auch später wird noch mehrmals auf C. Plinius Secundus, *Naturalis Historia*, lib. XXXIV und XXXV Bezug genommen.

den „Bermannus“ nutzte Georgius Agricola vor allem die antiken medizinischen Werke von Hippokrates, Galenus und Dioscorides, aber auch Theophrast, M. Pollio Vitruvius und C. Plinius Sec. werden mehrfach erwähnt. Daneben werden noch zahlreiche weitere Autoren zitiert oder zumindest genannt.⁷⁰³ Bei Vannoccio Biringuccio werden C. Plinius Sec., Platon, Aristoteles, Dioscorides, Vitellius und Celius genannt.⁷⁰⁴ Für sein Hauptwerk „De re metallica“ konsultierte Georgius Agricola ebenfalls die antiken Autoritäten ausführlich.⁷⁰⁵ Die Schriften der antiken Naturphilosophen nutzte Lazarus Ercker für sein „Großes Probierbuch“. ⁷⁰⁶ Aristoteles und Hermes Trismegistos werden im „Speculum Metallorum“ erwähnt.⁷⁰⁷ Die Lektüre der antiken Autoren Aristoteles, Dioskorides und C. Plinius Sec. war auch für Johann Mathesius selbstverständlich. Wie er im Vorwort schreibt, war ihm diese u. a. von Georgius Agricola empfohlen worden.⁷⁰⁸ C. Plinius Sec. und Aristoteles waren Georg Engelhardt Löhneyß bekannt.⁷⁰⁹ Johann Christoph Goldberger erwähnt im Vorwort Aristoteles, C. Plinius Sec. und die anderen Philosophen, während Balthasar Rösler die „Philosophen“ nur allgemein erwähnt.⁷¹⁰

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die antiken Schriftsteller, die in der Frühen Neuzeit herangezogen wurden.

⁷⁰³ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 200, 201 – 216 wird ein Verzeichnis der Autoren und der Belegstellen im Bermannus geboten.

⁷⁰⁴ Otto Johannsen, 1925, u. a. 104, 400, 457, 458.

⁷⁰⁵ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 7, ein ausführliches Personenverzeichnis mit Nennung der Belegstellen findet man 807 – 819.

⁷⁰⁶ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 38.

⁷⁰⁷ Franz Kirnbauer, 1961, 73 (Fol. 9^f), Speculum Metallorum, 1575, Fol. 12^v.

⁷⁰⁸ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, 5. Seite der Vorrede.

⁷⁰⁹ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, Vorrede, 3, Fol. 68.

⁷¹⁰ Johann Christoph Goldberger, 1700, Vorrede, 1.

Autor	Nennt / Zitiert	Benutzt nachweislich
Ulrich Rülein von Calw	Bücher der weisen Alten, 67 (Faks. 3) Hermes Trismegistos, 72 (Faks. 8)	
Probierbüchlein	-	-
Peder Månsson, Bergbuch	-	C. Plinius Sec.
Peder Månsson, Kunstbuch	-	-
Vannoccio Biringuccio	C. Plinius Sec., Platon, Aristoteles, Dioscorides, Vitellius, Celsus	-
Schwazer Bergbuch	-	-
Georgius Agricola, Bermannus	C. Plinius Sec, Dioscorides, Galenos, Theophrast, M. Pollio Vitruvius mit mehrfachen Zitaten Aristoteles, Empedokles, Epikur, Hippokrates, Mnesitheos, Oreibasios, Paulus von Aegina, Poseidonios, Ptolemaios, Pythagoras, Strabon Thales, Thukydides, Xenophanes, A. Cornelius Celsus, M. Tullius Cicero, P. Cornelius Tacitus, M. Terentius Varro	-
Georgius Agricola, De re metallica	C. Plinius Secundus, Straton von Lampsakos, Philon von Byzanz, Pherekrates, Nonius Marcellinus, M. Vitruvius Pollio,	-
Lazarus Ercker, Ber.v. Rammelsberg	-	-
Lazarus Ercker, Gr. Probierbuch	Naturforscher, Philosophen	-
Speculum Metallorum	Hermes Trismegistos, (fol. 12 ^v) Aristoteles, (fol. 12 ^v)	-
Johann Mathesius	Aristoteles, Dioscorides, C. Plinius Sec.	
Hardanus Hake	-	-
Georg Engelhardt Löhneyß	C. Plinius Sec., Aristoteles	-
Balthasar Rösler (Johann Christoph Goldberger)	Philosophen Aristoteles, C. Plinius Sec., M. Pollio Vitruvius, Philosophen	-
Christian Berward	-	-
Christoph Andreas Schlüter	-	-

Tabelle 4-4: Antike Autoren, die in den montanwissenschaftlichen Werken verwendet wurden

Auffällig ist, dass zum einen der ausgewiesene Naturwissenschaftler C. Plinius Sec. immer wieder herangezogen wurde, zum anderen die Lehren des Hermes Trismegistos immer noch als wichtig angesehen wurden. Vergleicht man insbesondere die von Georgius Agricola genannten Autoren mit den uns heute bekannten antiken Schriftstellern, so wird deutlich, dass bereits in der Frühen Neuzeit ein großer Teil der relevanten Literatur bekannt war und genutzt wurde. Daneben waren die Naturphilosophen und Aristoteles Autoritäten, die nicht übergangen wurden, obwohl sie keine Fachleute für Bergwissenschaften waren. Mit der Nutzung dieser Quellen dokumentierte man aber auch die eigene Bildung und erhöhte in humanistisch gebildeten Kreisen sein Ansehen.

Immer wieder äußerten die Autoren dabei die Meinung, dass ihnen die Schriften der antiken Autoritäten nicht von Nutzen waren. So äußerte sich Georgius Agricola schon in seinem Hauptwerk, aber auch Georg Engelhardt Löhneyß

und der Herausgeber des „Speculum Metallurgiae politissimum“ Johann Christoph Goldberger machten diese Erfahrung. Christoph Andreas Schlüter zog diese Werke dann nicht mehr zu Rate.

Die mittelalterlichen Werke zur Berg- und Hüttenkunde sind nicht sehr umfangreich. Ulrich Rülein von Calw zog von diesen Werken nur Albertus Magnus heran.⁷¹¹ Auf dieser Schrift beruht auch Peder Månssons „Bergmannskunst“ in weiten Teilen, eventuell stand ihm auch das Werk Theophilus Presbyters zur Verfügung. Für das Kunstbuch kommt noch die Alchemie des Geber als Quelle in Frage. Albertus Magnus ist auch der einzige Autor den Georgius Agricola im „Bermannus“ nennt.⁷¹² Vannoccio Biringuccio nutzte Albertus Magnus, Marcus Graecus und erwähnt Thomas von Aquino. Außerdem kannte er ebenfalls das Testamentum Geberi und weitere alchemistische Schriften.⁷¹³ Georgius Agricola kannte die alchemistischen Schriften ebenfalls, beurteilte sie aber in „De re metallica“ durchgehend negativ.⁷¹⁴ Im „Speculum Metallorum“ wurden Albertus Magnus, Theophrastus Paracelsus und Geberus berücksichtigt.⁷¹⁵ Albertus Magnus' Werk hielt auch Johann Mathesius für wichtig.⁷¹⁶

Häufig benutzt wurden somit Albertus Magnus, Theophilus Presbyter und die Alchemie des Geber. Die späteren Autoren hielten diese Schriften wohl für überholt und konsultierten sie nicht mehr, wie die nachstehende Tabelle deutlich macht.

⁷¹¹ Wilhelm Pieper, 1955, 103 (Faks. 39).

⁷¹² Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 233 – 241.

⁷¹³ Otto Johannsen, 1925, u. a. 35, 104.

⁷¹⁴ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 30 – 32.

⁷¹⁵ Speculum Metallorum, 1575, Fol. 14^r, 22^v, 40^f.

⁷¹⁶ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, 5. Seite der Vorrede.

Autor	Nennt / Zitiert	Benutzt nachweislich
Ulrich Rülein von Calw	Albertus Magnus, 103 (Faks. 39).	
Probierbüchlein	-	-
Peder Månssons, Bergbuch	-	Albertus Magnus, Theophilus Presbyter
Peder Månssons, Kunstbuch	-	Testamentum Geberi eventl.: Theophilus Presbyter „T Bouck va Wondre“ „Anonymi de arte metallica“
Vannoccio Biringuccio	Marcus Graecus, Avicenna, Thomas von Aquino	-
Schwazer Bergbuch	-	Örtliche Quellen
Georgius Agricola, Bermannus	Albertus Magnus	-
Georgius Agricola, De re metallica	Schriften der Alchimisten	-
Lazarus Ercker, Ber.v. Rammelsberg	-	-
Lazarus Ercker, Gr. Probierbuch	-	-
Speculum Metallorum	Geberus (fol. 14 ^f) Albertus Magnus (fol. 40 ^f) Theophrastus Paracelsus (fol. 22 ^v)	-
Johann Mathesius	Albertus Magnus	-
Hardanus Hake	-	-
Georg Engelhardt Löhneyß	-	-
Balthasar Rösler	-	-
Christian Berward	-	-
Christoph Andreas Schlüter	-	-

Tabelle 4-5: Mittelalterliche Autoren, die in den montanwissenschaftlichen Werken verwendet wurden

Der einzige Autor, der auch arabische Quellen aus dem Mittelalter umfangreich berücksichtigte, war Georgius Agricola. Dieser erwähnt in seinem „Bermannus“ die Araber mehrfach allgemein, namentlich genannt werden Avicenna (Ibn-Sina) (970 – 1037 n.Chr.), Mesue (um 777 – 857 n.Chr.), Rases (860 – 925 n.Chr.) und Serapion (erste Hälfte d. 12. Jh. n. Chr.).⁷¹⁷ Er ist auch der einzige, der einen byzantinischen Autor unter der Bezeichnung Actuarius, kannte.⁷¹⁸ Ferner zog er 14 namentlich genannte zeitgenössische Mediziner heran.⁷¹⁹ Lediglich Vannoccio Biringuccio erwähnt auch Avicenna⁷²⁰ und Lazarus Ercker zieht Serapion für die Beschreibung des Magnetsteins heran.⁷²¹ Serapion wurde bei Georg Engelhardt Löhneyß ebenfalls erwähnt.⁷²²

Einige Autoren kamen auch vollständig ohne diese Quellen aus, so die Verfasser des Schwazer Bergbuchs, Lazarus Ercker in seinem „Bericht vom Rammelsberg“, Hardanus Hake, Christian Berward und Christoph Andreas Schlüter. Bei den Werken, die die lokalen Gegebenheiten zum Inhalt hatten, ist dies durchaus nachvollziehbar. Christian Berward und Christoph Andreas

⁷¹⁷ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 219 – 232.

⁷¹⁸ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 242, die Identität dieser Person wird hier diskutiert.

⁷¹⁹ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 243.

⁷²⁰ Otto Johannsen, 1925, 104.

⁷²¹ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 255.

⁷²² Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, Vorrede, 1.

Schlüter stützten sich vor allem auf die Schriften ihrer frühneuzeitlichen Vorgänger und geben dies auch an.

Der Verfasser des „Probierbüchleins“ und Peder Månsson sind die einzigen Autoren, die gar keine Quellenangaben machten, wobei für Peder Månsson die Quellen durch Textvergleiche nachweisbar sind.⁷²³

Neben den schriftlichen Quellen dienten vor allem die Auskünfte erfahrener Berg- und Hüttenleute der Sammlung des erforderlichen Fachwissens. Auf eine Vermittlung dieser Kenntnisse zwischen weit entfernt liegenden Bergrevieren gibt Hans Stöckl konkrete Hinweise. Eine große Rolle spielten die eigene Erfahrung oder zumindest die Beobachtung des Berg- und Hüttenwesens beim Erwerb der entsprechenden Kenntnisse, was bereits im 3. Kapitel erläutert wurde.

4.2.5 Inhalt der Schriften und Anteil des Hüttentechnologie am Gesamtwerk

Die Auswahl der untersuchten Werke bedingte, dass das Hüttenwesen auf jeden Fall in ihnen behandelt wurde. Daneben gibt es selbstverständlich Druck- und Handschriften, die ausschließlich den Bergbau zum Thema hatten sowie spezielle Werke zu Teilgebieten, wie dem Markscheidewesen, die in diese Untersuchung nicht einbezogen worden sind. Die näher betrachteten Werke unterscheiden sich u. a. darin, ob die Verhüttung das einzige oder nur ein Fachgebiet unter anderen ist. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über den Inhalt der verschiedenen montanwissenschaftlichen Bücher.

⁷²³ Dies ist durch Otto Johannsen in seiner Ausgabe der Schriften Peder Månsson in den Fußnoten umfassend erfolgt.

Werk	Metallogenese und Lagerstättenkunde	Bergbau Grubenbau Erzförderung Wasserhaltung Bewetterung	Erzaufbereitung Scheidung Erzwäsche Pocharbeit	Probierkunde	Verhüttung Erzröstung Schmelztechnik Saigerung Treibarbeit Silberbrennen	Weitere Themen:
Bergbüchlein	Kap. 1 – 10		Im Anhang		Im Anhang	
Probierbüchlein	Pag. 1 ^v – 2 ^r		Pag. 23 ^v	Pag. 2 ^v – 62 ^v		Münzwesen
Bergbuch	Kap. 1 – 6 9 – 16, 19		Kap. 17, 20		Kap. 5, 7, 8, 17, 18, 20	Eisen Salz, Alaun etc.
Kunstabuch				X	X	Münzwesen
Bermannus	X	X			X	
Pirotechnia	Kap. 1, 2	Vorrede	Kap. 3	3 Kap.	Kap. 3, 4	Legierungen Gießkunst Feuerarbeiten Feuerwerkskunst
Schwazer Bergbuch	X	X	X	X	X	Bergrecht Markscheiden Bergbauberufe Organisation
De re metallica	Lib. III	Lib. V, VI	Lib. VIII	Lib. VII	Lib. IX, X, XI	I: Nutzen d. Bergbaus Bergbauberufe II: Organisation IV: Bergrecht V: Markscheiden IX: Eisen XII: Salz, Glas
Bericht vom Rammelbg.	X		X		X	
Großes Probierbuch	X		X	X	X	Eisen
Speculum Metallorum	Fol. 6 ^r – 101 ^r				Fol. 212 ^r – 299 ^r	Fol. 107 ^r – 210 ^v ≈ Schwazer Bergbuch
Sarepta	3., 4. – 7., 9. Pred.	3. Pred. 12. Pred.			13. Pred.	1. Nutzen des Bergbaus 2. Bergbaugeschichte 8. Eisen 10.-11. Div. Mineralien 14. Münze 15. Glas
Bergchronik		X	X		X	Bergbaugeschichte
Bericht vom Bergwerk	1. Teil	3. Teil	4. Teil	7. Teil	5., 6. Teil	Organisation Bergrecht Münzwesen
Speculum Metallurgiae Politissimum	1. Buch	2., 3. Buch	4. Buch		5., 6. Buch	
Interpres Phraseolog. Metallurgicae		X	X		X	Bergrecht Bergbauberufe
Gründlicher Unterricht von Hütte-Werken			Kap. 126	Probierbuch	Kap. 1 – 35, 39 – 125, 127	Probeschmelzen Ausbildung Ökonomie

Tabelle 4-6: Behandelte Themen in den montanwissenschaftlichen Werken

Beim Vergleich aller hier berücksichtigten Werke fällt auf, dass es nur wenige Schriften gibt, die ausschließlich die Hüttentechnologie und als wichtige, den Hüttenprozess stets begleitende Wissenschaft das Probierwesen behandeln.

Hierzu zählen zunächst die frühen Probierbücher, die dem praktisch arbeitenden Hüttenverwalter eine Unterstützung boten. Im Probierbüchlein von ca. 1518 erhält man Informationen zur Verhüttung von Bunt- und Edelmetallen in einigen der angeführten „Proben im kleinen Feuer“. Im Kunstbuch von Peder Månsson werden immerhin zwei metallurgische Prozesse, die auch großtechnisch Anwendung fanden, dargestellt. Im „Großen Probierbuch“ Lazarus Erckers werden die Probiervverfahren erstmals systematisch nach Metallen geordnet beschrieben. Christoph Andreas Schlüters „Gründliche[r] Unterricht von Hütte-Werken“ ist das erste Werk, in dem alle zu dieser Zeit entwickelten Verhüttungsverfahren gründlich behandelt wurden. Ergänzt wurde diese Abhandlung durch ein mit eingebundenes Probierbuch. Eine ebenso umfassende, ausschließlich das Hüttenwesen betreffende Schrift erschien erst wieder im frühen 19. Jahrhundert. Die Allgemeine Hüttenkunde von Wilhelm August Lampadius⁷²⁴ wurde in mehreren Bänden herausgegeben.

Wollte man also vor dem Erscheinen von Christoph Andreas Schlüters umfassender Abhandlung Informationen zur praktischen Durchführung von Verhüttungsprozessen haben, musste man auf die Übersichtswerke zurückgreifen, in denen das Hüttenwesen mit behandelt wurde. Hier bot vor allem Georgius Agricola mit „De re metallica“ allen Fachleuten ein hervorragendes Handbuch an, in dem in mehr als der Hälfte des Werks die Verhüttungsverfahren und zugehörige Themen beschrieben wurden. Aber auch bei Peder Månssons Bergmannskunst, Vannoccio Biringuccios Pirotechnia, Georg Engelhardt Löhneyß' „Bericht vom Bergwerk“ und Balthasar Röslers „Speculum Metallurgie Politissimum“ handelt es sich um Übersichtswerke, in denen dem Hüttenprozess unterschiedlich viel Raum geboten wird.

Sehr detaillierte Angaben zur Verhüttung, insbesondere zur Beschickung der Schmelzöfen in verschiedenen Stadien des Verhüttungsprozesses, enthalten die beiden Handschriften, das Schwazer Bergbuch und das Speculum Metallorum. Hier bilden die nur auf die örtlichen Verhältnisse bezogenen Schmelzrezepte eine Ergänzung zu anderen berg- und hüttentechnischen Abhandlungen über den Tiroler Bergbau.

In weiteren Werken findet man nur vereinzelt Hinweise auf die Hüttentechnologie. Das Bergbüchlein Ulrich Rülein von Calws enthält Hinweise zur Verhüttung nur in dem angehängten berg- und hüttenmännischen Wörterbuch. Auch der „Bermannus“, der Bericht vom Rammelsberg Lazarus Erckers, die Bergchronik Hardanus Hakes und die „Interpres Phraseologiae Metallurgicae“ Christian Berwards wurden nicht als hüttentechnische Fachbücher verfasst. Das gleiche gilt auch für die „Sarepta“, die jedoch in ihrer Gliederung allen Arbeitsschritten des Berg- und Hüttenwesens folgt. Diese Werke wurden vor allem deshalb in die Untersuchung einbezogen, weil hieran Fortschritte in der Technologie deutlich werden, wie im nächsten Kapitel erläutert werden wird.

⁷²⁴ Wilhelm August Lampadius, 1817 – 1827.

Im Bereich der Hüttentechnologie gibt es insgesamt nur wenige Fachbücher, deren Autoren sich ausschließlich mit dieser Thematik befassen. Hierzu zählen die Probierebücher, neben den frühen Probierebüchlein also Lazarus Erckers „Großes Probierebuch“ und Christoph Andreas Schlüters Probierebuch als Teil des Gesamtwerkes. Ferner ist auch das Schmelzbuch des Hans Stöckl in diese Kategorie einzuordnen. Das einzige ausschließlich die Hüttenkunde betreffende Werk ist Christoph Andreas Schlüters „Unterricht von Hütte-Werken“. Dieser Sachverhalt hängt möglicherweise mit dem hohen Grad der Spezialisierung zusammen, die dieses Fachgebiet erforderte. Es ist zu vermuten, dass die meisten Hüttenfachleute mit Probierebüchern und der Sammlung von Schmelzrezepten ausreichend unterrichtet waren. Die für die erfolgreiche Erzverhüttung differenzierte Prozessführung konnte man nur durch jahrelange Übung und Erfahrung erlernen. Nicht umsonst gab es innerhalb der Hütten wiederum Spezialisten vom einfachen Schmelzer über den Kupferer hin zum Silberbrenner. Wie bei Christoph Andreas Schlüter deutlich wird, konnte man diese aufwendigen Arbeiten durchaus nicht jedem Hüttenarbeiter anvertrauen. Die in diesen Schriften niedergelegten spezifischen Kenntnisse waren nur für ausgewiesene Hüttenfachleute nutzbar, woraus sich eventuell die eher geringe Zahl der Veröffentlichungen zu diesem Thema erklären ließe.

5 Die Schriften zum Hüttenwesen – inhaltliche Analyse der Schriften

5.1 Aufbereitung und Verhüttungsverfahren – ein Überblick

Die wichtigsten Arbeitsschritte, die nach der bergmännischen Gewinnung und Förderung der Erze erforderlich waren, sollen hier in einem kurzen Überblick dargestellt werden, da diese in den unten behandelten Schriften thematisiert werden.

In einem historischen Überblick über die Metallverhüttung gibt Franz Kirnbauer⁷²⁵ für die Frühe Neuzeit für die unterschiedlichen Metalle folgende Verhüttungsverfahren an:

Gediegenes **Gold** wurde häufig aus Flussschotter und –sandem gewaschen. Bei diesen Goldvorkommen ist das Gold meist mit Silber legiert. In Erzen gebunden kommt Gold hauptsächlich als Schwefelkies vor.⁷²⁶ Methoden der Verarbeitung solcher Goldseifen und -erze waren:

- Die Amalgamation des Seifengoldes mit Quecksilber (erste Nachrichten über dieses Verfahren in Deutschland stammen aus dem 14. Jahrhundert). Es bestand aus folgenden Arbeitsschritten:
 - Pochen der Erze im Pochwerk.
 - Mahlen der Erze in Mühlen.
 - Seit Lazarus Ercker: Behandlung der Goldschliche mit Essig und Alaun, bevor man sie amalgamierte.
 - Vermischen des Erzmehls mit Quecksilber mit Hilfe eines Rührwerkes.
 - Pressen des Amalgams durch einen Beutel aus Leder, Fell oder Baumwolle, wobei ein Teil des Quecksilbers austrat, während das Goldamalgam im Beutel blieb.⁷²⁷
 - Scheidung des Goldes vom Quecksilber durch Destillation, bei der das Quecksilber verdampfte.
- Verhüttung goldhaltiger Erze.

⁷²⁵ Franz Kirnbauer, 1941 a, 44 – 63; berücksichtigt werden hier nur die Ausführungen zum Spätmittelalter und zur Frühen Neuzeit.

⁷²⁶ Heinrich Quring, Geschichte des Goldes. Die Goldenen Zeitalter in ihrer kulturellen und wirtschaftlichen Bedeutung, Stuttgart 1948, 3 f. demnach tritt gediegenes Gold entweder eingewachsen im Gestein als „Berggold“ oder aus dem Gestein herausgelöst als „Seifengold“ auf. Das „Seifengold“, als sekundäres entstandenes Gold, kann wiederum eingeteilt werden in „Eluvialgold“, das durch Verwitterung herausgelöst als Schutt auf und neben der primären Goldlagerstätte liegt, und in „Alluvialgold“, das aus der Goldlagerstätte herausgelöst und fortgeschwemmt wird und dann im Sand und Kies von Flüssen abgelagert wird. Als Begleiter anderer Metalle tritt Gold ebenfalls auf, es wird dann nicht als gediegenes Gold bezeichnet. Wichtig ist diese Unterscheidung für die bergmännische Gewinnung des Goldes.

⁷²⁷ Werner Kroker et al., 1998, 16, Anm. 33: „Bei diesem Vorgang entstehen zwei silberfarbene Arten von Goldamalgam verschiedener Zusammensetzung: Die kaum goldhaltige ist flüssig und wird durch die Haut ausgepresst, die goldreiche ist fest und bleibt zurück.“

- Schmelzen im Schachtofen (ca. 1,8 m hoch) unter Zugabe von Blei. Dabei Anreicherung von Gold (und Silber) im Blei.
- Abtreiben der Edelmetalle aus dem erschmolzenen Werkblei.
- Scheidung von Gold und Silber.
 - Trennung mit Salpetersäure (Aqua fort oder Scheidewasser) oder einem Gemisch aus Salpeter- und Salzsäure (Aqua regis oder Königswasser).
 - Trennung durch Guss und Fluss (Gießen des Goldes), d. h. Scheiden im Guss mit Schwefelantimon, wobei das Silber in Schwefelsilber umgewandelt wird und sich dadurch vom Gold abscheidet.
 - Zementation, d. h. Glühen der Edelmetalllegierung mit Kochsalz unter Zuschlag von Ton, Alaun, Eisenvitriol und Sand. Das Silber wurde als Chlorsilber vom Gold getrennt.

Die Metallurgie des Goldes machte nach Franz Kirnbauer in der Zeit zwischen 1600 – 1800 keine wesentlichen Fortschritte.⁷²⁸

Silber findet man nur in geringen Mengen als gediegenes Metall. Meist kommt es zusammen mit anderen Elementen in Mineralien wie Bleiglanz oder Fahlerzen vor. Zur Gewinnung des Silbers waren folgende Arbeitsschritte erforderlich:

- Gediegenes Silber reinigte man durch oxidierendes Schmelzen (Garmachen, Feinbrennen, Raffinieren).
- Sehr reiche Silbererze wurden durch Eintränken in Blei im Treibherd gewonnen. Entweder tränkte man das Silber in Bleibäder ein und trieb dieses dann ab oder man setzte reiches Silbererz beim Abtreiben des Werkbleies zu.

Zur Gewinnung des Silbers aus Blei- oder Kupfererzen waren folgende Arbeitsschritte notwendig:

- Aufbereiten und Schmelzen der silberhaltigen Erze zur Gewinnung der darin enthaltenen Metalle.
- Anreicherung des Silbers im Blei, d. h. Schmelzen der Erze mit bleiischen Zuschlägen.
- Abtreiben des Silbers aus dem gewonnenen Werkblei.
 - Oxidierendes Schmelzen, bei dem das Blei zu Bleioxid (= Glätte) oxidierte, dabei kontinuierliches Abziehen der leichteren und deshalb auf dem schwereren Silber schwimmenden Glätte.
 - Das Abziehen des letzten Bleioxids führte zum Silberblick, bei dessen Auftreten das Treiben sofort gestoppt wurde, um ein Oxidieren des Silbers zu verhüten.
- Feinbrennen des Silbers im Brennofen.

Fortschritte des 16. Jahrhunderts waren die Entwicklung überwölbter Treibherde (mit Treibhut) und der Einsatz von Gebläsen statt natürlichem

⁷²⁸ Franz Kirnbauer, 1941 a, 44 – 46.

Luftzug. Um 1712 wurde zuerst am Unterharz ein Windofen eingeführt, bei dem die Flamme in den Treibherd schlug.

In der Zeit zwischen 1500 und 1800 blieb der Stand der Metallurgie des Silbers nach Franz Kirnbauer ohne weitere Entwicklung.⁷²⁹ In Süd- und Mittelamerika gewann man dagegen auch das Silber durch Amalgamation. Dieses sogenannte Patio-Verfahren wurde im 17. Jahrhundert auch in Europa bekannt.⁷³⁰

Der Stand der Metallurgie des **Kupfers** umfasste im 16. Jahrhundert die folgenden sieben Arbeitsschritte:

- Röstung der Erze.
 - Röstung in großen Rösthaufen, die mehr als dreißig Tage brannten.
- Rohschmelzen.
 - Schmelzen in Schachtöfen, die mit Erz, Zuschlägen, Holzkohlen und Schlacken von oben beschickt wurden.
 - Abstechen des Schmelzgutes in den Vorherd.
- Rösten des gewonnenen Rohsteins.
 - Rösten des Rohsteins in gemauerten Stadeln, die etwa acht Tage brannten. Sechs- bis zehnmaliges Umsetzen der Stadel, bis der fertige „Garrost“ gewonnen war.
- Konzentrationsschmelzen.
- Totrösten des gewonnenen Konzentrationssteins.
- Schwarzkupferschmelzen.
- Raffinieren, Garkupferherstellung.

Bei der Kupferverhüttung sind im 16. und 17. Jahrhundert einige Fortschritte gemacht worden. 1555 erfand Barthel Köhler in Freiberg das Rohschmelzen und führte 1585 daselbst Hochöfen zum Erzschnmelzen ein. Georg Neßler erfand 1577 ein Verfahren mit dem sich die kiesigen Kupfererze des Rammelsberges verhütten ließen. Zur Verbesserung der Gebläse setzte man am Harz seit 1620 statt der Lederbälge hölzerne Kastengebläse ein. Es gab auch Schmelzöfen mit zwei Vorherden, in die das Schmelzgut abwechselnd abgestochen wurde.

Da die meisten Kupfererze auch Silber enthielten, wurde seit Beginn des 16. Jahrhunderts fast alles Kupfer entsilbert. Hierfür standen grundsätzlich zwei Verfahren zur Verfügung:

- Saigerung des Schwarzkupfers.
 - Frischen des Kupfers mit Blei, d. h. das Zusammenschmelzen beider Metalle in Gebläse-Schachtöfen.

⁷²⁹ Franz Kirnbauer, 1941 a, 46 – 49, wieso der Autor zu diesem Ergebnis kommt, obwohl er konkrete Fortschritte dieser Zeit benennt, ist nicht nachvollziehbar.

⁷³⁰ Franz Kirnbauer, 1941 a, 47 f., Hermann Kellenbenz, 1986, 46.

- Saigern der erschmolzenen Frischstücke auf dem Saigerherd, bei dem das silberhaltige Blei ausschmolz und in einen davor befindlichen Tiegel floss, während das Kupfer in Form der Kienstöcke zurückblieb.
- Weiterverarbeitung beider Metalle, des Kupfers und des silberhaltigen Bleis, wobei das Kupfer zu handelsfähigem Garkupfer geschmolzen wurde, während das silberhaltige Blei im Treibverfahren entsilbert wurde.
- Extraktion des Silbers aus dem Kupferstein durch Blei.⁷³¹

„Der Hauptunterschied zwischen der traditionellen Steinentsilberung und dem Kupferseigern nach dem Seigerhüttenprozess besteht darin, dass das erste Verfahren beim silberhaltigen Kupferstein (überwiegend Cu_2S) ansetzt, das zweite dagegen erst beim Schwarzkupfer (Rohkupfer mit einem geringen Schwefelgehalt).“⁷³² Durch die Kupfersaigerung waren auch silberhaltige Kupfererze für die Entsilberung interessant, die man der traditionellen Steinentsilberung nicht unterworfen hätte.

Ein Fortschritt war das Spleißen silberarmen Schwarzkupfers in Spleißöfen, bei dem eine Anreicherung des Silbers in einem Teil der Schmelze erreicht wurde. Christoph Andreas Schlüter errichtete im Harz (1734) einen Saigerofen mit getrenntem Feuerraum.⁷³³

In England entwickelte man die Verhüttung der Kupfererze im Flammofen mit Steinkohlenfeuerung. 1696 hatte man schon in Schneeberg im Erzgebirge einen Flammofen angelegt. Während beim deutschen oder schwedischen Kupferhüttenprozess die Kupferoxide durch den Kohlenstoff des Brennstoffes reduziert wurden, erreichte man beim englischen Verfahren die Abscheidung des Kupfers durch Reaktion der Oxide mit Sulfiden, wobei man den sulfidischen Erzen entsprechend oxidische Erze zusetzen musste.⁷³⁴

Blei kommt meist gemeinsam mit Silber in den Erzen vor, weshalb Bleierze zu den wichtigsten Erzen der Silbergewinnung gehören. Zur Gewinnung des Bleies (und damit auch des Silbers) gab es verschiedene Verfahren:

- Um das Blei aus seinen Schwefelverbindungen zu lösen nutzte man
 - entweder die Bindung an zugeschlagenes Eisen im Schachtofen, sog. Niederschlagsverfahren,
 - oder die Oxidation im Flammofen oder Herd, sog. Röstreaktionsarbeit. Hierbei bildeten sich aus dem Bleisulfit zunächst Bleioxid und Bleisulfat. Beide Verbindungen bildeten bei weiterem Erhitzen mit dem Rest des Bleisulfits Blei und Schwefeloxid.

Diese Verfahren eigneten sich nur für Erze mit hoher Reinheit (70 – 80 % Pb für die Röstreaktionsarbeit, 60 bis 70 % Pb für die Niederschlagsarbeit).

⁷³¹ Franz Kirnbauer, 1961, 40.

⁷³² Lothar Suhling, 1976, 21, hier auch weitere Ausführungen und Fließschemata für beide Prozesse; Lothar Suhling, Verhüttung silberhaltiger Kupfererze, in: Uta Lindgren, Europäische Technik im Mittelalter 800 bis 1200. Tradition und Innovation, Berlin 1996 (²1997), 269 – 276.

⁷³³ Franz Kirnbauer, 1941 a, 51.

⁷³⁴ Franz Kirnbauer, 1941 a, 49 – 55.

- Andere Bleierze wurden im Röstreduktionsprozess verhüttet. Die Röstung der Erze befreite diese von Schwefel und Arsen. Das geröstete Erz wurde im Schachtofen mit Holzkohle reduzierend geschmolzen.

Blei wurde seit dem frühen Mittelalter in niedrigen Schachtöfen mit Gebläsewind verhüttet. Seit 1533 kamen Krummöfen mit Holzkohlenfeuer und Blasebälgen auf. Das meist im Blei enthaltene Silber wurde im oben beschriebenen Treibverfahren gewonnen.⁷³⁵

Das einzige Erz, das **Zinn** enthält, ist Zinnstein. Dieser konnte anstehend abgebaut werden oder aus Seifenlagerstätten ausgewaschen werden. Zur Verarbeitung der Erze waren dann folgende Arbeitsschritte erforderlich:

- Rösten in Röststadeln oder backofenartigen Öfen.
- Schmelzen in ca. 2,5 m hohen Schachtöfen, die schichtweise mit Erz und Holzkohle befüllt wurden.
 - Sammeln des ausfließenden Metalls und Schlacken in Herden auf der Hüttensohle.
 - Sammlung des Flugstaubs in großen Rauchfängen und Rückführung in den Schmelzprozess.

Eine wesentliche Veränderung war die Einführung von Flammöfen mit Holzkohlenfeuerung für die Zinnverhüttung.⁷³⁶

Quecksilber kommt nur selten gediegen, sondern im Allgemeinen als Zinnober vor. Im 16. Jahrhundert gab es mehrere Verfahren zur Quecksilbergewinnung:

- Destillieren mit einer Kammervorlage und Niederschlag auf grünen Zweigen.
- Destillation in großen irdenen Töpfen auf Herdöfen, wobei der Topf mit Quecksilbererz gefüllt und mit Sand oder Asche bedeckt wurde. Niederschlag der Quecksilbertröpfchen im Sand und Auswaschen aus diesem.
- Destillation in kleinen Töpfen mit glasierten Deckeln, die in großen Gruben aufgereiht und von oben mit brennenden Holzscheiten erhitzt wurden.
- Destillation in Töpfen mit Destillierhauben.

In Idrina wandte man ein sehr einfaches Verfahren an, bei dem man große Haufen aus Erz und Holz aufschüttete und diese mit Erde bedeckte. Man zündete diese Haufen an. Nach dem Abbrennen riss man die Meiler auseinander und konnte das ausgeschmolzene Quecksilber sammeln.

In Almaden nutzte man schon im 17. Jahrhundert runde Schachtflammöfen, die überwölbt und in zwei Kammern geteilt waren. In die obere Abteilung füllte man das Erz, in der unteren Abteilung wurde ein Holzfeuer unterhalten. Die Quecksilberdämpfe entwichen durch Seitenöffnungen, die mit langen bauchigen Tonröhren (Aludeln) verbunden waren. Hier wurde das Metall niedergeschlagen.⁷³⁷

⁷³⁵ Franz Kirnbauer, 1941 a, 55 f.

⁷³⁶ Franz Kirnbauer, 1941 a, 56.

⁷³⁷ Franz Kirnbauer, 1941 a, 57 f.

Zink war nur in der Form von Galmei bekannt und wurde für die Messingherstellung benötigt. Das Verfahren war im 16. Jahrhundert allgemein bekannt. Neben dem bergmännisch gewonnenen Galmei nutzt man (zumindest am Unterharz) seit 1553 die zinkhaltigen Ofenbrüche zur Herstellung von Messing. Die Gewinnung von Zink aus Zinkblende gelang erst im 18. Jahrhundert.⁷³⁸

Weitere Metalle, die man schon in der Frühen Neuzeit aus den entsprechenden Erzen ausbrachte, waren Antimon, Arsen, Wismut, Kobalt und Nickel.⁷³⁹ Die Verfahren zur Gewinnung dieser Erze werden später insoweit behandelt, wie die verschiedenen Montanwissenschaftler sie in ihren Schriften beschreiben. Antimon (Stibium) gewann man durch Saigerung in Töpfen, was Lazarus Ercker und Balthasar Rösler beschreiben. Arsen (Arsenik) wurde durch Rösten und Brennen der Erze und Niederschlagen der Dämpfe in einem Mehlfang gewonnen, was ebenfalls Balthasar Rösler darstellt. Wismut (Bismuthum) erschmolz man durch Saigerung, was bereits Georgius Agricola und Johannes Mathesius bekannt war.

Wohin diese von Franz Kirnbauer überblicksartig beschriebene Entwicklung bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts führte, wird in Carl Friedrich Rammelsbergs⁷⁴⁰ „Lehrbuch der Metallurgie“ deutlich, der den damaligen Stand der Technik ausführlich darstellt. Ältere Verfahren wurden hier jedoch nur berücksichtigt, wenn sie weiterhin zu Anwendung kamen. Technische Entwicklungen wurden nur selten beschrieben. Ähnlich verhält es sich mit der Darstellung Carl Schiffners,⁷⁴¹ der einleitend zu seinem Werk einen Überblick über die Gewinnungsverfahren der unterschiedlichen Metalle gibt und dabei vor allem das 18. und 19. Jahrhundert im Blick hat.

5.2 Inhaltliche Betrachtung der verschiedenen Werke

Im Rahmen einer inhaltlichen Analyse der Schriften soll dargestellt werden, welche Erzaufbereitungs- und Verhüttungsprozesse die Autoren thematisierten. Die Wiedergabe der wesentlichen Passagen, diese Themen betreffend, soll in einen Vergleich münden, in dem der technische Fortschritt, den die Schriften abbilden, dargestellt wird. Dabei werden nur die Hüttenprozesse genauer untersucht und verglichen, bei denen „durch Hülffe des Feuer“, wie Christoph Andreas Schlüter⁷⁴² diese Arbeiten bezeichnet, die Metalle aus den Erzen gewonnen werden. Auf chemischen Reaktionen beruhende Verfahren wie die Gold-Silber-Scheidung mit Scheidewasser oder im Guss, das Auslaugen des Kupfers mit Eisen sowie die Amalgamation der Erze mit Quecksilber gehörten zwar auch häufig zu den Aufgaben der Hüttentechniker, diese zu behandeln, würde jedoch den Rahmen der Arbeit sprengen.

Obwohl Franz Kirnbauer bereits auf einige Fortschritte in der Entwicklung der Metallurgie aufmerksam macht, stellt sich die Frage, ob die Unterschiede nicht doch und vor allem im Detail erheblicher waren. Die ausführliche Analyse der

⁷³⁸ Franz Kirnbauer, 1941 a, 61 f.

⁷³⁹ Franz Kirnbauer, 1941 a, 58 – 61.

⁷⁴⁰ Carl Friedrich Rammelsberg, Lehrbuch der chemischen Metallurgie, Berlin 1850 (ND 2007, hrsg. v. Esther von Krosigk).

⁷⁴¹ Carl Schiffner, 1960, 24 – 60.

⁷⁴² Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 218.

montanwissenschaftlichen Schriften der Frühen Neuzeit kann hier zu genaueren Erkenntnissen darüber führen, welche Fortschritte stattfanden. Da solche Fortschritte möglicherweise durch den Informationsaustausch erzielt wurden, ist es von Interesse, ob der Autor nur seinen eigenen Wirkungsbereich berücksichtigte oder ob und in welchem Umfang er Kenntnisse anderer Bergreviere hatte und diese wiedergab. Daraus läßt sich wiederum das Ausmaß des Wissens- und Technologietransfers ersehen.⁷⁴³

Ein weiterer Aspekt, der nur durch eine genaue Analyse der Werke geklärt werden kann, ist die nach dem wissenschaftlichen Anspruch der Autoren. Fast alle Schriften zum Bergbau und Hüttenwesen setzten sich mit den bereits im Mittelalter entwickelten Theorien zur Metallogenie und Transmutation auseinander, die wiederum ihren Ursprung in der altägyptischen Metallurgie hatten. Das alchemistische und astrologische Gedankengut der Philosophen hatte auf das Montanwesen der Renaissance einen wichtigen Einfluss ausgeübt, wie Lothar Suhling bemerkt.⁷⁴⁴

Die Alchemisten kamen ausgehend von der Elementenlehre des Aristoteles zu dem Schluss, dass man durch die richtige Zusammensetzung dieser Elemente jede Materie herstellen könne. Für den Bergbau und das Hüttenwesen hatte dies nicht unbedingt praktische Auswirkungen. Es ist jedoch bemerkenswert, dass nach dieser Lehre die Metalle in der Erde praktisch „wachsen“ und auch edlere Metalle aus unedleren hervorgehen konnten. Die Hüttenleute, die sonst von den chemischen Kenntnissen, die die Alchemisten durch ihre zahlreichen Versuche gewonnen hatten, durchaus profitierten, gaben sich auf Grund eigener Erfahrungen selten der Illusion hin, die Metalle selbst verwandeln zu können.⁷⁴⁵ In den montanwissenschaftlichen Schriften wurden diese Theorien aufgegriffen und referiert. Zwei Komplexe waren dabei von Bedeutung. Die Metallogenie in den Erzlagerstätten war nach den alchemistischen Theorien ein relativ kurzfristiger Prozess, den man nicht zu früh durch den Abbau der Erze unterbrechen durfte, da man dadurch die Entwicklung der Buntmetalle zu Edelmetallen verhinderte. Die Transmutation ging von der Möglichkeit aus, ein Metall in ein anderes verwandeln zu können und die unedlen Metalle zu „heilen“, also zu veredeln. Dies war für die Hüttenfachleute von Bedeutung. Allerdings ergaben sich durchaus Widersprüche zu den praktischen Erfahrungen, die die Berg- und Hüttenleute machten. Wie die Autoren im Einzelfall damit umgingen und ob es hier eine Entwicklung gab, soll ebenfalls untersucht werden.

Durch die inhaltliche Analyse der Schriften soll jedoch nicht nur der Transfer von Fachwissen und Technologien untersucht, es soll auch aufgezeigt werden,

⁷⁴³ Zur Überprüfung und zum Vergleich der Quellen werden bei der inhaltlichen Wiedergabe der Schriften die dort verwendeten zeitgenössischen geographischen Bezeichnungen verwandt. Bei der Erläuterung der geographischen Reichweite dieser Schriften, werden dann die neuzeitlichen Benennungen angegeben.

⁷⁴⁴ Lothar Suhling, 1986, 294.

⁷⁴⁵ Eine ausführliche Darstellung der Entwicklung der Alchemie und vor allem der hinter ihr stehenden Theorien und Weltanschauungen findet man bei Edmund Oskar von Lippmann, 1919; einen kürzeren Überblick gibt Claus Priesner, 2011. Beide Werken gehen bis auf die ägyptischen Papyri zurück und stellen die geistesgeschichtliche Einwicklung über die griechische Philosophie, die arabischen Einflüsse und die Übernahme dieser Kenntnisse seit dem 12. Jahrhundert in Europa dar.

wie vor allem durch das Probierwesen wissenschaftliche Arbeitsmethoden aus den Anforderungen der praktischen Arbeit in den Hütten entwickelt wurden. Hierzu gehören Anleitungen zur exakten Probenahme und zur Dokumentation der Ergebnisse. In Bezug auf die praktische Arbeit gibt es aber auch Ansätze, aus den täglichen Beobachtungen allgemeine Regeln und Gesetze herzuleiten und diese den Hüttenleuten als Anweisungen an die Hand zu geben.

Ein weiterer Aspekt, der nur durch die inhaltliche Analyse der verschiedenen Schriften untersucht werden kann, ist die wirtschaftliche Optimierung der Hüttenwerke. Dabei geht zum einen um eine genaue Buchhaltung, in der Rohstoffe, Energie- und Arbeitsaufwand genau erfasst wurden, um die Kosten der Verhüttung dem Ertrag gegenüberstellen zu können, zum anderen um die Überwachung des gesamten Hüttenprozesses durch das Probierwesen, wodurch eine Qualitätssicherung auf allen Prozessstufen erreicht wurde.

5.2.1 Das Bergbüchlein von Ulrich Rülein von Calw (um 1500)

Ulrich Rülein von Calw beschreibt zunächst die Entstehung der Erze im ersten Kapitel. Nach einer allgemeinen Darstellung der Lagerstätten werden die Erze der damals bekannten sieben Metalle beschrieben.⁷⁴⁶ Dass das Bergbüchlein ein lagerstättenkundliches Werk ist, kann man auch dem zusätzlichen Titel „von ertzlicher oder mineralische geburd“⁷⁴⁷ entnehmen. Hinweise auf die Weiterverarbeitung der Erze in der Hütte findet man dann in dem angefügten Glossar.⁷⁴⁸

Bücher zur
Hütten-technik

Die Metalle bzw. ihre Erze entstanden in der Erde durch das Zusammentreffen eines „Wirkers“ und eines „unterworfenen Dinges“. Als Wirkkraft galten der Himmel und die Gestirne mit ihrem Lauf. Dabei bewirkte jeweils ein Planet (einschließlich Sonne und Mond) die Entstehung eines bestimmten Metalls, das ihm in seinen Eigenschaften ähnlich war. Die Ausgangsmaterie, auf die die Planeten einwirkten, waren Quecksilber und Schwefel. Dabei wurde die Entstehung der Metalle mit der Zeugung eines Kindes verglichen, wobei der Schwefel der männliche Same und das Quecksilber der weibliche Same waren, aus denen unter dem himmlischen Einfluss die Metalle – wie alle Dinge die geboren werden – entstanden.⁷⁴⁹ Aus diesem Grund mussten auch die Lagerstätten so beschaffen sein, dass die dort befindliche Materie von der „minerische oder ertzliche krafft“ erreicht werden konnte.⁷⁵⁰ Ferner bestand jedes Metall demnach aus Schwefel und Quecksilber bestimmter Qualität und in einem bestimmten Verhältnis zueinander.⁷⁵¹ Mit dieser Darstellung stand Ulrich Rülein von Calw ganz in der Tradition der Alchemie. Er verband in seinem Werk das praktische Erfahrungswissen seiner Zeit mit philosophischen Erörterungen über die Entstehung der Erze in den Lagerstätten.⁷⁵² Er integrierte diese in seine Darstellung, ohne explizit Stellung zu nehmen. Wo ihm Einzelheiten in

Metallogenese
– Verhältnis zur
Alchemie

⁷⁴⁶ Wilhelm Pieper, 1955, 65 – 112 Faksimiledruck, 115 – 138 neudeutsche Übertragung des Textes.

⁷⁴⁷ Wilhelm Pieper, 1955, 71; 117 übertragen „von der Geburt der Erze oder der Erzstoffe“.

⁷⁴⁸ Dieses Verzeichnis der „Bergnamen“ ist den Ausgaben des Bergbüchleins von 1518, 1534, 1539, 1535/38, 1616 und 1698 angefügt.

⁷⁴⁹ Wilhelm Pieper, 1955, 71 – 73 (Faks. 7 – 9), 117 f.

⁷⁵⁰ Wilhelm Pieper, 1955, 74 (Faks. 10). 118 f.

⁷⁵¹ Wilhelm Pieper, 1955, 93, 100 f., 107 – 112 (Faks. 29, 36 f., 43 – 48), 128, 132, 135 – 138.

⁷⁵² Lothar Suhling, 1986, 297.

verschiedener Weise überliefert wurden,⁷⁵³ stellte er dies dar, ohne sich selbst festzulegen.

Bezüglich der Silbererzgänge wird ausgeführt, dass bei etlichen von ihnen das Hangende und Liegende aus Quarz (qwertz), Spat, Hornstein (hornstein), Eisenstein (eystein), weiße Letten (weiß lettigk geprig) oder Tonstein (klagstein) besteht. Die Erzgänge selbst sind teils weißer oder gelber Kies, teils Bleiglanz oder Wismuterz sowie andere Mineralien und Verwitterungsprodukte. Bei den Kupfererzgängen und Bleierzgängen wird ihr unterschiedlicher Gehalt an Silber erklärt.⁷⁵⁴

Lagerstättenkunde

An Ende des Bergbüchleins fragt der Knappe, die Dialogform des Buches wieder aufnehmend, den Bergverständigen nach der Verhüttung der Erze. Allerdings will Daniel hierauf nicht weiter eingehen, sondern antwortet nur: „Die schicht ist auff gefare, ytzt ist gnugk von dem gesagt morgen wol wir ausz der kaw in dye hutten g[e]hen, so wil ich dir sagen, mit welchem tzusatz d[a]s schwefeligk ertz, mit welchem d[a]s lichtflussig [ertz], mit welchem d[a]s wild mit welchem das grob oder kleynspysigk ertz geschmeltz sol werden. Amen.“⁷⁵⁵ Daraus ist zu schließen, dass Ulrich Rülein von Calw die Verhüttung in einem weiteren Werk darstellen wollte.

In der Ausgabe von 1518 folgen erstmals ein Glossar zum Bergwesen (S. 44 – 50) und eines zum Hüttenwesen (S. 50 – 51), das als erstes bergbauliches Wörterbuch bezeichnet werden kann.⁷⁵⁶ Aus diesem kann man zumindest einige Vorgänge der Erzverhüttung ersehen. Erwähnt werden der Pocher und der Wäscher, die in der Erzaufbereitung tätig waren, das Erz pochten und das Erzklein wuschen und damit das Metall von der Gangart trennten. Als Zuschläge zum Silbererz werden Frischblei, Hartblei, Glätte, Herd(blei), Flussmittel, Kupferschlacken, Stein und Kohlen genannt. Das Abtreiben des Werkbleis und der Treibherd werden kurz erklärt. Als Zuschläge zum Kupfererz benötigt man nur Flussmittel, manchmal nicht einmal diese. Hier wird das mehrmalige Rösten der Erze erwähnt, die von der Qualität des Erzes (wild oder geschmeidig) abhing. Aus Kupfererz erhielt man in aufeinander folgenden Schmelzprozessen Kupferstein, Schwarzkupfer und Garkupfer. Allerdings sollte man, wenn das Kupfer mehr als 6 Lot Silber pro Zentner enthielt, dieses nicht gar machen, sondern es beim Schwarzkupfer belassen. Vermutlich sollte aus diesem Kupfer durch Saigerung Silber gewonnen werden.⁷⁵⁷ Als

Verfahren zur Erzaufbereitung
Verhüttungsprozesse

⁷⁵³ Wilhelm Pieper, 1955, 72 f. (Faks. 8 f.), 117 f., konkret geht es hierbei um die Frage, ob Metalle aus Schwefel und Quecksilber entstehen oder ob diese aus einem schwefelfreien Grundstoff und Schwefel gewirkt werden, da man in den Lagerstätten nur sehr selten Quecksilber antraf.

⁷⁵⁴ Wilhelm Pieper, 1955, 93 – 95, 109 f., 111 (Faks. 29 – 31, 45 f., 47), 128 f., 136 f., 137 f.

⁷⁵⁵ Wilhelm Pieper, 1955, 112 (Faks. 48), 138.

⁷⁵⁶ Ulrich Rülein von Calw, 1518, 44 – 51; Wilhelm Pieper, 1955, 150, 186, der Verfasser ist umstritten, auf jeden Fall ist es nicht Ulrich Rülein von Calw. Dieses Verzeichnis der „Bergnamen“ ist den Ausgaben des Bergbüchleins von 1518, 1534, 1539, 1535/38, 1616 und 1698 angefügt, es findet sich aber auch in etlichen Ausgaben des Probierrbüchleins, auf das später noch einzugehen sein wird.

⁷⁵⁷ Nach Bernhard Neumann, 1920 b, 336, wird hier der sog. „deutsche Kupferhüttenprozess“ beschrieben. Lothar Suhling, 1976, 84 f., nimmt auf Bernhard Neumann Bezug, wenn er schreibt, dass man hier einen Hinweis auf die Kupfersaigerung sehen kann, denn das Kupfer, das mehr als 6 Lot Silber hielt, sollte nicht zu Garkupfer verarbeitet, sondern gesaigert werden.

Hüttenwerkzeuge werden Feuerhacken, Renneisen, Stecheisen und Brechstangen aufgezählt.⁷⁵⁸

Ulrich Rülein von Calw stellt vor allem die Lagerstätten des Freiburger Bergbaureviers dar, er erwähnt aber auch Erzvorkommen in anderen Ländern wie den mitteldeutschen Kupferschiefer, die Goldseifen und Zinnseifen des Erzgebirges sowie die Golderze in Schlesien und Böhmen. Er selbst erwähnt diese geographischen Bezeichnungen zwar nicht, benutzt aber vereinzelt Formulierungen wie „an etlichen Orten“.⁷⁵⁹

Geographische Reichweite

Von Bedeutung ist die Erwähnung von Wismuterz (wyszmudertz)⁷⁶⁰ als Nebengestein des Silbererzes. Obwohl dieses Mineral als Erz bezeichnet wird, schreibt Ulrich Rülein von Calw später nichts über eine eventuelle Gewinnung und Verarbeitung. Es hätte allerdings auch sein Schema, nachdem jedem Metall ein Planet zugeordnet war, in Frage gestellt, denn mehr als sieben Planeten (einschließlich Sonne und Mond) waren damals nicht bekannt.

Technische Entwicklungen und Fortschritte

In dem Glossar sind alle wesentlichen Arbeitsstufen der Verhüttung genannt, nämlich die Pocharbeit, die Erzwäsche, der Röstprozess, der Schmelzprozess, der Treibprozess und die jeweiligen Zuschläge beim Schmelzen von Silber- bzw. Kupfererz. Wie die Weiterverarbeitung des silberhaltigen Schwarzkupfers geschehen sollte, wird nicht erläutert, d. h. der Kupfersaigerprozess wird nicht explizit beschrieben. Dass die Entsilberung von Schwarzkupfer mit mehr als 6 Lot pro Zentner Silbergehalt in einer Saigerhütte erfolgen sollte, der es zugeliefert wurde, kann man daraus schließen, dass die weitere Verhüttung zu Garkupfer unterbleiben sollte. Das ältere Verfahren, die gewöhnliche Bleiarbeit bestand im Verbleien und Entsilbern von Kupferstein, d. h. man setzte damit bei der vorausgehenden Arbeitsstufe an. Die Saigerung von Schwarzkupfer mit einem verhältnismäßig geringen Silbergehalt setzte außerdem die Kenntnis weiterer hüttentechnische Prozesse nämlich des Armfrischens oder Spleißens des Schwarzkupfers zur Silberanreicherung voraus.⁷⁶¹ Somit ist das Bergbuch Ulrich Rülein von Calws ein Zeugnis des Standes der Hüttentechnologie zu Beginn der Frühen Neuzeit, als in Mitteleuropa gerade eine Blütezeit des Bergbaus begann.

5.2.2 Das Probierbüchlein eines unbekanntes Verfassers (um 1518)

Für die Darstellung von Hüttenprozessen ist das Probierbuch insofern interessant, weil hierin die Vorgänge in der Probierstube beschrieben werden, die in der Hütte dann großtechnisch ausgeführt wurden.⁷⁶² So gibt es hier Anweisungen für die Probe „durch das Feuer“, bei der Erze und Metalle in kleinen Mengen geschmolzen wurden, bevor man in den Hütten große Mengen durchsetzte (pag. 13^v – 14^v). Es werden verschiedene Verfahren zum Probieren

Abschnitte zur Hüttentechnik

⁷⁵⁸ Ulrich Rülein von Calw, 1518, 49 – 51.

⁷⁵⁹ Wilhelm Pieper, 1955, 189; dieser schließt diesen Sachverhalt aus der Lagerstättenbeschreibung im Bergbüchlein, Ulrich Rülein von Calw nennt diese Landschaften nicht namentlich, erwähnt aber Gold- und Zinnseifenlagerstätten (100 f., Fak. 36/37, 132 f. bzw. 107, Fak. 43, 136) und Kupferschieferflöze (109, Fak. 45, 136).

⁷⁶⁰ Wilhelm Pieper, 1955, 95, 99 (Faks. 31 und 35), 129 Anm. 34, demnach handelt es sich um die älteste Erwähnung von Wismuterz.

⁷⁶¹ Lothar Suhling, 1976, 20 f., hier ist der Unterschied zwischen beiden Verfahren in einem Schema übersichtlich dargestellt.

⁷⁶² Ernst Darmstaedter, 1926 a, 30, schreibt von einer großen Ähnlichkeit der Methoden.

der Erze beschrieben (pag. 23^v – 27^v), die Herstellung eines Flussmittels (pag. 27^v – 28^v), das Feinbrennen des Silbers und weitere Verfahren, um Silber von anderen Metallen zu scheiden (pag. 30^r – 38^r). Die Gold-Silber-Scheidung, die Trennung von Gold und Kupfer und die Behandlung von recyceltem Edelmetall wird ausführlich dargestellt (pag. 38^r – 57^r).⁷⁶³

Schon der Anfang dieser Schrift macht deutlich, dass sie in der Tradition der mittelalterlichen Alchemie steht. Mit Hilfe der Planeten wurden nach Ansicht des Verfassers die Metalle in den Gebirgen generiert, wobei die übliche Zuordnung der Planeten zu bestimmten Metallen erfolgt. Dabei wird das Wismut zusammen mit dem Zinn dem Planeten Jupiter zugeordnet, so dass schließlich jedes bekannte Metall einen „Wirker“ hat.⁷⁶⁴

*Metallogene-
se
– Verhältnis zur
Alchemie*

Da diese „Wirkung“ der Metalle nicht für jedes Metall separat erfolgte, sondern die Erze miteinander vermischt entstanden, musste man wissen, wie man diese voneinander scheiden konnte. Wie diese zu geschehen hatte, konnte man durch die Probierrkunst ermitteln. Dadurch dass man den Metallgehalt feststellte, erfuhr man auch, ob die Scheidung der Erze und Metalle überhaupt wirtschaftlich war.⁷⁶⁵

Eine einfache Methode den Metallgehalt von Legierungen festzustellen, die vor allem von Münzmeistern und Goldschmieden genutzt wurde, war die Probe mit Probiernadeln. Dazu wurden Metallnadeln mit verschiedenen stufenweise zu- bzw. abnehmenden Metallgehalten hergestellt. Probiernadeln für eine Silber-Kupfer-Legierung hatten z. B. eine Abstufung von einem Grän. Jede Nadel wog 12 Denar und während die erste Nadel reines Kupfer enthielt, bestand die 24. Nadel aus 12 Denar reinem Silber.⁷⁶⁶ Solche Sätze von Probiernadeln konnte man auch für andere Legierungen, insbesondere aus Silber und Gold, und nach anderen Gewichtseinteilungen herstellen. Man strich dann mit dem zu prüfenden Metallstück über einen dunklen Stein und verglich dies mit den Strichen der Probiernadeln, wodurch man den Metallgehalt des Probestücks ermitteln konnte.⁷⁶⁷

*Probierrkunde
Strichprobe*

Um den Metallgehalt von Erzen genauer zu bestimmen, probierte man diese „durchs Feuer“, indem man eine kleine Menge Erz im Probierofen auf ähnliche Weise schmolz, wie dies später in der Schmelzhütte geschah.⁷⁶⁸ Dafür benötigte man einen Probierofen, der rund oder eckig gebaut werden konnte, was durch eine Zeichnung anschaulich dargestellt ist. Er war innen etwa eine Spanne weit und anderthalb Spannen hoch und wurde aus Ton hergestellt. Ferner benötigte man Muffeln, unter die man dann die Kapellen im Probierofen platzieren konnte und die ebenfalls aus Ton gefertigt waren. Besondere Aufmerksamkeit kam der Herstellung der Kapellen zu. Für diese benötigte man gelaugte Asche, die fein gemahlen und durch ein feines Sieb gegeben wurde. Man konnte sie auch mit viel Wasser schlemmen, so dass man unreine Bestandteile abschöpfen konnte. Sand und ähnliches setzte sich dabei am Boden ab. Die darüber befindliche Trübe bestand nur noch aus reiner Asche

*Einrichtung der
Probierstube*

⁷⁶³ Probierrbüchlein, 1534.

⁷⁶⁴ Probierrbüchlein, 1534, 1^v.

⁷⁶⁵ Probierrbüchlein, 1534, 1^v, 2^r.

⁷⁶⁶ Probierrbüchlein, 1534, 2^v, 3.

⁷⁶⁷ Probierrbüchlein, 1534, 3^r – 9^v.

⁷⁶⁸ Probierrbüchlein, 1534, 13^v – 14^r.

und Wasser. Man goss diese ab, die Asche setzte sich ab und man konnte diese schließlich trocknen. Die Asche von Weinrebenholz war hierfür gut geeignet. Man nahm auch Asche von Knochen oder Fischgräten. Hatte man die Asche sauber hergestellt, so wurde sie mit Wasser oder Bier wieder angefeuchtet. Diese kam dann in eine vorbereitete Form, das Kapellenfutter, und wurde darin so gut wie möglich festgeschlagen. Man setzte die Kapellen in den Probierofen, brachte sie zum Glühen und trocknete sie auf diese Weise vollständig aus. Sie wurden schließlich vor dem Gebrauch mit einer „Klär“,⁷⁶⁹ d. h. mit gebrannter und zerkleinerter Asche bestreut. Die Kapellen musste so sorgfältig angefertigt werden, damit sie beim Probieren nicht einrissen oder zersprangen. Die Trocknung war erforderlich, damit das Probiergut beim Schmelzen nicht mit Feuchtigkeit in Kontakt kam.⁷⁷⁰ Dieselbe Problematik gab es auch im großtechnischen Bereich. Die Herstellung der Herde in den Schmelz- und Treiböfen musste ebenfalls mit großer Sorgfalt geschehen. Diese bestanden bei den Schmelzöfen aus Gestübe, Lesche oder Kohlenlesche,⁷⁷¹ einem Gemisch aus fein gemahlenem Lehm und Holzkohlen, und bei den Treiböfen aus Asche unterschiedlicher Qualität. Das Material musste gleichmäßig eingebracht und festgeschlagen werden, damit der Herd nicht während des Schmelzens beschädigt wurde. Ebenso wichtig war das sorgfältige „Abwärmen“ der Herde vor dem eigentlichen Schmelzen, denn Feuchtigkeit im Schmelz- oder Treibofen richtete großen Schaden an.

Neben den Kapellen benötigte der Probierer auch Tiegel und Teste, die er ebenfalls selbst herstellte. Die Tiegel bestanden aus Ton, den man mit Sand oder magerer Erde mischte. Man konnte alte Tiegel oder Ziegelsteine fein zerstoßen. Das Material wurde mit Wasser mischt, in einer Holzform festgeschlagen und an der Luft getrocknet. Die Teste wurden aus fein gesiebter Knochenasche gefertigt. In einem eisernen Ring schlug man die angefeuchtete Asche so fest, wie es nur möglich war. Man trocknete diesen dann in der Sonne oder auf dem Kachelofen. Die Teste wurden vor dem Einbringen des Silbers in einer Esse erhitzt und so vollkommen getrocknet.⁷⁷²

Ferner waren Waagen und Gewichte notwendig. Der Probierer benötigte eine Waage zum Einwiegen der zu probierenden Metalle und eine feinere Waage zum Abwiegen des Silbers, das er aus der Probe erhalten hatte. Die Probiergewichte stellte der Probierer ebenfalls selber her. Dabei war zu beachten, dass das Zentnergewicht in Nürnberg und auch anderenorts in 100 Pfund geteilt war, während in Stolberg, Eisleben und Goslar 112 Pfund pro Zentner gerechnet wurden. Interessant ist, dass in diesem Zusammenhang

⁷⁶⁹ Lazarus Ercker geht viel genauer darauf ein und beschreibt in seinem „Kleinen Probierbuch“ mehrere Arten eine Klär zuzubereiten. Im „Großen Probierbuch“ wird das Herstellen der Kapellen, das Festschlagen der Kapellenasche in der Form und das Ausschleimen mit der Klär ausführlich beschrieben. Siehe Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 37, und Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 56 f.

⁷⁷⁰ Probierbüchlein, 1534, 15^r – 18^v, Kapellen war kleine Schalen, in die das Probiergut kam. Die Muffeln waren halbrund gewölbt und hatten seitliche Öffnungen. Sie schützten die Kapellen vor dem Feuer. Nach Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 754, schmolz man in den Kapellen edelmetallhaltiges Blei, wobei das Blei oxidierte, das Bleioxid von der Kapelle aufgesogen wurde und das Edelmetall in Form eines Königs auf der Kapelle zurückblieb.

⁷⁷¹ Die Bezeichnungen wurden regional unterschiedlich gebraucht.

⁷⁷² Probierbüchlein, 1534, 28^v – 29^v. Hier wird als Herkunftsort für den blauen oder grauen Ton das Stift zu Hildesheim genannt. Tiegel waren tiefere Gefäße, die Teste flache Schalen.

auch die Saigertechnik genannt wird, d. h. die Kenntnis über dieses Verfahren schon weit verbreitet war.⁷⁷³

Beim Probieren der Erze sollte der Gehalt an Metallen möglichst genau ermittelt werden. Vermutete der Probierer, dass das Erz sehr reich an Silber war, so wurde auf das Rösten und Waschen verzichtet, damit möglichst kein Edelmetall verloren ging. Dieses Erz wurde für die weitere Verarbeitung nur zerkleinert. Wurde aber nur ein geringer Edelmetallgehalt vermutet, so sollte das Erz zunächst geröstet und gewaschen werden.⁷⁷⁴ Dann wurde ein Teil Erz mit einem halben Teil Glasgallen,⁷⁷⁵ besser aber mit einem halben Teil Bleiglätte, gemischt und in einen Schmelztiegel getan. Darauf wurde Salz gestreut und das ganze so zugedeckt, dass nichts in den Schmelztiegel fallen konnte. Durch ein starkes Feuer schmolz das Material im Tiegel zusammen. Das Metall sammelte sich auf dem Grund des Tiegels, so dass man durch die Probe sah, welches und wieviel Metall das Erz enthalten hatte.⁷⁷⁶

Probieren im
„kleinen Feuer“

Auch in den Hütten wurden die Stufferze nur zerkleinert, um sie für das Schmelzen vorzubereiten. Der Problematik der Metallverluste bei der Erzwäsche begegnete man mit stetiger Verbesserung bei diesem Aufbereitungsprozess, indem man Rückstände immer wieder auffing und in den Prozess zurückführte. Dennoch waren die Verluste sehr hoch und mit den Buntmetallen gingen auch die Edelmetalle verloren.

Weitere Proben werden dann im Folgenden dargestellt. Das Erz oder die Stufen wurden vom tauben Gestein so gut wie möglich gereinigt. Man mischte dann zwei Teile Erz mit einem Teil Eisenspänen sowie einem Teil Salz. Diese Mischung schmolz man im Tiegel und erhielt dabei den Metallkönig, d. h. das Metall, das sich am Tiegelboden sammelte. Alternativ machte man in einem Topf Blei flüssig und setzte dann eine Handvoll Salz zu. Daraus erhielt man dann ein gelbes Pulver. Dies wurde zerkleinert und zusammen mit dem ebenfalls zerkleinerten Erz zu gleichen Teilen gemischt. Hinzu kamen Eisenspäne und die Mischung wurde in einem Tiegel eingeschmolzen. Man erhielt dabei ebenfalls den Metallkönig. Diesen sollte man abtreiben, d. h. oxidierend schmelzen, dann wusste man welche Menge Edelmetall das Erz enthalten hatte.⁷⁷⁷

Für eine Probe, die nur geringe Kosten verursachte, benötigte man eine Mischung aus Salz und „Harm“,⁷⁷⁸ die getrocknet wurde. Dieses Pulver füllte man abwechselnd mit dem zu probierenden Erz in einen Tiegel, verschloss diesen sorgfältig mit „Lutum sapientie“⁷⁷⁹ und setzte ihn auf ein Kohlenfeuer.

⁷⁷³ Probierbüchlein, 1525, 7^r, 9^f – 13^f. Lothar Suhling, 1976, 86, zitiert die entsprechende Passage.

⁷⁷⁴ Probierbüchlein, 1534, 23^v.

⁷⁷⁵ Nach Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 756, entstanden Glasgallen beim Glasschmelzen und bestanden hauptsächlich aus Natrium- oder Calciumsulfat.

⁷⁷⁶ Probierbüchlein, 1534, 23^v – 24^f.

⁷⁷⁷ Probierbüchlein, 1534, 24^r – 24^v.

⁷⁷⁸ Gemeint ist Urin, siehe Jacob und Wilhelm Grimm, Deutsches Wörterbuch (DWB), 16 Bde. in 32 Teilbänden, Leipzig 1854 – 1961, Online-Version vom 11.05.2017, hier Bd. 10, Sp. 480.

⁷⁷⁹ Diese Mittel kam in der Probierkunde zum Einsatz, um Tiegel und Töpfe dicht zu verschließen. Rezepte für die Herstellung findet man u. a. im nachfolgend behandelten Kunstbuch (Otto Johannsen, 1941, 130). Demnach bestand Lutum sapientie meist aus Lehm,

Nachdem der Inhalt verschmolzen war, ließ man ihn abkühlen, zerschlug den Tiegel und erhielt auf diese Weise den Metallkönig. Dieser wurde nochmal mit Blei geschmolzen und abgetrieben, so dass man den Edelmetallgehalt ermitteln konnte.⁷⁸⁰ Man konnte das Erz auch langsam in flüssiges Blei eintränken, so dass es sich in der Schmelze verflüssigte. Trieb man anschließend das Blei ab, erhielt man wiederum das aus dem Erz gelöste Metall und konnte es weiter untersuchen, so dass man auch den Silbergehalt ermittelte.⁷⁸¹

Zum Probieren der verschiedenen Bleierze nahm man das vorbereitete Erz oder Schlich davon, mischte dieses mit braunem Kupferstein und Glasgallen und ein wenig Salz. Diese Mischung kam in einen Messingtiegel und man erwärmte sie langsam. Nachdem das Erz vollständig geschmolzen war, nahm man den Tiegel aus dem Feuer und ließ ihn abkühlen. Das Blei sammelte sich unten im Tiegel und die Schlacke blieb auf der Schmelze. Der Tiegel wurde nach dem Abkühlen zerschlagen, so dass man das Metall in einem König fand und daraus abschätzen konnte, wieviel Metall aus dem Erz auszubringen war. Das Schwarzblei wurde dann auf seinen Silbergehalt probiert.⁷⁸² Für eine andere Erzprobe wurde das Erz zunächst geröstet, zerkleinert und gewaschen. Dann ließ man es trocknen. Ein Lot Erzpulver wurde dann mit 4 Lot Salpeter und 1 Lot Glasgallen oder Salz gut gemischt. Diese Mischung kam in einen Tiegel und wurde geschmolzen. Dabei bildete sich ein König, den man auf einem Treibscherven abtrieb, um den Silbergehalt zu ermitteln.⁷⁸³

Die Herstellung von Sal Alculi, mit dem man den Schmelzprozess unterstützen konnte, wird ebenfalls beschrieben. Dafür nahm man 1 Pfund Vitriol, 1 Pfund Salpeter, ½ Pfund Sal armoniac, 1 Pfund Alaun und 1 Pfund Schwefel. Alles wurde fein zerstoßen. Dann bereitete man eine Lauge aus Waidasche, ungelöschtem Kalk und Buchenasche. In dieser Lauge siedete man die verschiedenen Pulver und ließ die Mischung schließlich trocken werden. Man musste sie an einem warmen Ort aufbewahren.⁷⁸⁴ Deutlich wird hier der Einsatz von Flussmitteln, der auch bei der Verhüttung üblich war. Bleiglätte und andere bleiische Zusätze sowie Eisen kamen häufig zum Einsatz. Allerdings wurden in den Hütten die erforderlichen Flussmittel nicht gesondert hergestellt, sondern man nutzte die Rohstoffe, die dort in den erforderlichen Mengen auch zur Verfügung standen. Mittel wie Glasgallen, Salpeter und Salz setzte man in der Probierstube ein.

*Herstellung
eines
Flussmittels*

Das Abtreiben des Silbers aus dem Blei erfolgte in der Probierstube auf einem Test. Dieser wurde in der Esse erhitzt, bevor man das Werkblei hineinlegte. Dann wurde der Blasebalg so eingerichtet, dass er mitten ins Werk und in den Test blies. Nun begann das Werk zu treiben, wobei man das Feuer der Holzkohlen mit dem Blasebalg regulieren konnte. Das Werk durfte nicht erkalten, aber auch nicht zu heiß werden, da sonst der Test zersprang. Schließlich hatte sich die Bleiglätte in den Test gezogen und das Silber blickte.

*Abtreiben und
Feinbrennen
des Silbers*

gemahlenem Glas, gemahlenem Ziegelstein und ähnlichen und wurde mit Eiweiß oder Essig gemischt.

⁷⁸⁰ Probierbüchlein, 1534, 24^v – 25^r.

⁷⁸¹ Probierbüchlein, 1534, 25^r – 25^v.

⁷⁸² Probierbüchlein, 1546, 25^v – 26^v.

⁷⁸³ Probierbüchlein, 1546, 27^r – 27^v.

⁷⁸⁴ Probierbüchlein, 1546, 27^v – 28^r.

Dann ließ man die Kohlen ausbrennen und nahm das Silber aus dem Test.⁷⁸⁵ Das Blicksilber wurde schließlich auf einem Test unter Zugabe von Blei feingebrannt.⁷⁸⁶

Enthielt das gewonnene Silber auch Gold, so war es möglich diese Metalle voneinander zu scheiden. Dies geschah entweder mit Scheidewasser, auch „starkes Wasser“ genannt, oder mit Hilfe von Schwefel, den man mit gradiertem Silber mischte und diese Mischung in einem geschlossenen Topf einschmolz bis man einen König erhielt.⁷⁸⁷ Dies und zahlreiche weitere Verfahren zur Trennung der Edelmetalle von Eisen oder Buntmetallen werden in dem Probierrbüchlein dargestellt. Hierbei handelt es sich jedoch nicht um Verhüttungsprozesse, sondern um chemische Verfahren, auf die hier nicht weiter eingegangen wird.

Grundsätzlich folgten die Erzproben denselben Prozessen, die auf den Hütten angewendet wurden. Man bereitete das Erz, wenn nötig, durch Rösten und Waschen für die Schmelzprozesse vor und zerkleinerte es. Man schmolz es dann in mehreren Stufen, so dass die nichtmetallischen Bestandteile in die Schlacken übergangen. Das Silber, und falls vorhanden auch das Gold, erhielt man durch die Zugabe von Blei, das die Edelmetalle an sich band. Die Trennung von Blei und Edelmetall erfolgte dann durch das Abtreiben. Das Einziehen der Bleiglätte in die Kapelle ist ein Spezifikum der Probierrstube. Allerdings wurde auch auf den Treibherden ein Teil der Metalle von der Herdasche aufgenommen, weshalb sie ausgebrochen und in den Verhüttungsprozess zurückgeführt wurde.

Im Probierrbüchlein werden überhaupt keine Orts- und Landschaftsnamen genannt.

Geographische Reichweite

Nach Ernst Darmstaedter gingen die Prozesse in der Probierrstube auf sehr alte Erfahrungen zurück. Man findet viele Rezepte zur Scheidung der Metalle bereits bei Theophilus, Geber und Albertus Magnus.⁷⁸⁸ Im Gegensatz zum Glossar des „Bergbüchleins“ werden hier zahlreiche Verfahren detailliert und mit Gewichtsangaben beschrieben.

Technische Entwicklungen und Fortschritte

Man kann aus dem Inhalt des Probierrbüchleins auf einige Hüttenprozesse schließen und vor allem auch auf Probleme, die dort bewältigt werden mussten. So war die sorgfältige Einrichtung der Herde, der richtige Einsatz von Flussmitteln und die genaue Beobachtung des Schmelzprozesses, um diesen steuern zu können, für die erfolgreiche Verhüttung der Erze unverzichtbar. Diese Themen waren auch im Probierrwesen wichtig und werden im Probierrbuch behandelt. Allerdings beruhte die Verhüttung zu dieser Zeit in erster Linie auf dem Erfahrungswissen der Arbeiter an den Öfen und dieses Wissen wurde mündlich weitergegeben. Man merkt deutlich, dass der Verfasser des Probierrbuches zahlreiche Kenntnisse voraussetzte, was für den angesprochenen Personenkreis sicher auch angemessen war. Mit dem

⁷⁸⁵ Probierrbüchlein, 1534, 29^v – 30^f.

⁷⁸⁶ Probierrbüchlein, 1534, 30^r – 30^v, 31^f.

⁷⁸⁷ Probierrbüchlein, 1534, 35^r – 36^v, 38^r – 38^v, Scheidewasser = Salpetersäure; es wurde auch *agua fortis* genannt.

⁷⁸⁸ Ernst Darmstaedter, 1926 a, 30 – 33, genannt werden Theophilus, *Schedula diversarum artium*, Geber, *Summa perfectionis*, Albertus Magnus, *De mineralibus libri quinque*, sowie das „Mittelalterliche Hausbuch“.

Probierebuch wurden zu Beginn des 16. Jahrhunderts die metallurgischen Prozesse „im kleinen Feuer“ erstmals in gedruckter Form herausgegeben. Die ältere Überlieferung war lediglich über Handschriften erfolgt. Dass die Drucklegung den Bedürfnissen der Zeit entsprach, zeigen die zahlreichen Neuauflagen des Werkes.

5.2.3 Das Bergbuch und das Kunstbuch des Peder Månsson (zwischen 1508 und 1524)

Von den 31 Kapiteln der „**Bergmannskunst**“ ist das 5. Kapitel „Wo das Gold gebildet wird“,⁷⁸⁹ für die Erzaufbereitung interessant. Verhüttungsprozesse werden vor allem in den Kapiteln 17 „Gewinnung des Silbers aus Steinen“, 18 „Blei und Silber scheiden“ und 20 „Kupfergewinnung aus Steinen“ dargestellt.⁷⁹⁰

Kapitel zur
Hüttentechnik

Auch bei Peder Månsson findet man die Theorie, dass alle Erze aus Schwefel und Quecksilber entstanden seien. Dieser Prozess wird zum einen durch die Hitze, die in der Erde ist, verursacht, zum anderen hilft dabei die Kraft der Sterne und Planeten.⁷⁹¹ Dementsprechend kannte er siebenlei Erze (gemeint sind die sieben Metalle). Die Alchemisten wollten beweisen, dass alle Erze eins, nämlich Gold seien. Dieses sei vollkommen, während die übrigen Metalle unvollkommen seien, jedoch in Gold umgewandelt werden könnten. Peder Månsson verwirft diese Theorien, indem er schreibt, sie wären nicht der Mühe wert, erörtert zu werden, schließlich wären die sieben Metalle allgemein bekannt.⁷⁹² Dennoch kommt er im 11. Kapitel auf diese Theorie zurück und gibt an, dass aus einem Erz ein anderes werden könne, da sie als gemeinsamen Ursprung Quecksilber und Schwefel hätten.⁷⁹³ Hier widerspricht sich Peder Månsson teilweise selbst. Offenbar war er doch geneigt, den Alchemisten zu glauben, wenn man berücksichtigt, dass er in seinen lateinischen Schriften zahlreiche alchemistische Rezepte gesammelt hatte.⁷⁹⁴

Metallogenese
– Verhältnis zur
Alchemie

In einigen Kapiteln des Bergbuches werden Hinweise zur Erzaufbereitung gegeben. Im 5. Kapitel „Wo das Gold gebildet wird“ geht Peder Månsson kurz auf die Gewinnung von Gold aus Flusssand durch die Goldwäscherei ein. Man wusch den goldhaltigen Sand in flachen Trögen. Durch die Schwerkraft sanken die Goldkörner auf den Boden des Troges, während der leichte Sand vom Wasser fortgespült wurde. Neben vielen goldführenden Flüssen, die Peder Månsson anführt, nennt er auch Rhein und Elbe. In Bezug auf im Bergbau gewonnenes Golderz beschreibt Peder Månsson die Verarbeitung dieser Erze in Ungarn (Neusohl). Das Erz wurde geröstet, dann mit Hammer und Schlegel grob zerkleinert und schließlich in Mühlen gemahlen. Durch mehrmaliges Waschen wurde es vom Gestein getrennt. Anschließend wurde das gewonnene Gold mit Hilfe von Quecksilber amalgamiert. Das Gemisch presste man durch ein Tuch, so dass ein Teil des Amalgams austrat. Anschließend wurde das

Verfahren zur
Erzaufbereitung

⁷⁸⁹ Otto Johannsen, 1941, 194 – 200.

⁷⁹⁰ Otto Johannsen, 1941, 213 – 215, 219 – 223.

⁷⁹¹ Otto Johannsen, 1941, 193 f., 200, 207.

⁷⁹² Otto Johannsen, 1941, 194, ob die Metalle einen gemeinsamen Ursprung hätten, hielt Peder Månsson an dieser Stelle für nicht relevant, da es im weiteren vor allem um die einzelnen Erze, die der Bergmann vorfand, ging und nicht um ihre Entstehung.

⁷⁹³ Otto Johannsen, 1941, 194 (Kap. 4 des Bergbuches), vgl. 48 – 52 (über die Gradation des Goldes) und 207 (Kap. 11 des Bergbuches).

⁷⁹⁴ Dies bemerkt auch Otto Johannsen, 1941, 194 Anm. 331; Lothar Suhling, 1986, 300, weist ebenfalls auf diesen Gegensatz hin.

zurückbleibende Goldamalgam durch glühende Kohlen gereinigt.⁷⁹⁵ Hier werden also mechanische und chemische Gewinnungsmethoden beschrieben. Im 6. Kapitel „Wie die verschiedenen Erze gebildet werden“ geht Peder Månsson auch schon auf deren Verarbeitung ein. Über die Silbererze schreibt er, dass sie vor dem Schmelzen gebrannt und gemahlen wurden. Kupfererze, die auch in Schweden gefördert wurden, röstete man, wobei Schwefel abfloss.⁷⁹⁶

Bei der Silbergewinnung aus Steinen – gemeint ist silberhaltiges Bleierz – wurde das Erz auf Wenderösten zehnmal geröstet, wobei nach jedem Röstvorgang das Erz zerkleinert wurde. Danach begann der Schmelzprozess im Ofen. In Ungarn wurde das Silbererz vor dem Schmelzprozess in Mühlen gemahlen. Ferner benötigte manches Erz nicht so viele Röstvorgänge, wie eingangs beschrieben.⁷⁹⁷ Bei der Kupfergewinnung aus Steinen wurde das Erz auch zunächst zerkleinert und dann geröstet. Dazu legte man eine Lage Holz aus, darauf kam eine Schicht Erz. So wurden im Wechsel Holz und Erz zu einem Röststadel geschichtet und mit „gutem Feuer“ gebrannt. Diese Röste hießen „Kallröste“.⁷⁹⁸

Die Gewinnung von Quecksilber in doppelten Tongefäßen, von denen das untere mit Wasser, das obere mit Erz gefüllt wurde, wird dargestellt. Die Tongefäße wurden fest mit Lehm verbunden und erhitzt. Das Quecksilber sammelte sich dann im Wasser des unteren Tontopfes. Dabei wurde nach Peder Månsson gutes Silbererz eingesetzt, das Quecksilber enthielt.⁷⁹⁹

Verhüttung von
Quecksilbererz

Bei der Beschreibung des Bleies unterscheidet Peder Månsson zwischen Schwarzblei und Weißblei, die in unterschiedlichen Lagerstätten vorkommen. Er schreibt, dass Schwarzblei entweder allein oder zusammen mit Silbererz entsteht. Daraus gewann man im Schmelzprozess entweder Blei oder man erschmolz Blei und Silber, die dann wiederum durch Schmelzen getrennt wurden, was in einem späteren Kapitel geschildert wird.⁸⁰⁰

Verhüttung von
Blei-Silber-
Erzen

Ein Schmelzofen musste an einem Fließgewässer errichtet werden, da man dieses zum Antreiben eines Wasserrades für die Blasebälge brauchte. Zunächst wurde eine große Steinplatte neben dem Gewässer verlegt, so dass darunter Wasser abfließen konnte, also eine Abzucht gebaut. Auf dieser Steinplatte wurde eine Grundmauer errichtet und darauf der Ofen quadratisch aufgebaut. Der Ofen sollte am Boden zwei Ellen und an der Oberkante eine Elle im Quadrat messen und dabei drei Ellen hoch sein. Man erbaute den Ofen also

⁷⁹⁵ Otto Johannsen, 1941, 194 – 196 (Kap. 5 des Bergbuches); ein solches Verfahren beschreibt Georgius Agricola sehr ausführlich im 8. Buch seines Hauptwerkes (Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 380 f.) sowie bei den Probiervorfahren im 7. Buch (ebd., 321 f.).

⁷⁹⁶ Otto Johannsen, 1941, 201 f. (Kap. 6 des Bergbuches), dass man den Schwefel so auch gewinnen konnte, schreibt Peder Månsson allerdings nicht ausdrücklich.

⁷⁹⁷ Otto Johannsen, 1941, 213 (Kap. 17 des Bergbuches).

⁷⁹⁸ Otto Johannsen, 1941, 219 (Kap. 20 des Bergbuches), nach Anm. 386 waren dies große, hufeisenförmig gemauerte Röststadel, die zunächst mit großen Baumstämmen und dann lagenweise mit Holz und Erz aufgeschichtet wurden. Der Schilderung von Peder Månsson kann man das nicht entnehmen.

⁷⁹⁹ Otto Johannsen, 1941, 202 (Kap. 6 des Bergbuches), nach Anm. 351 handelte es sich um quecksilberhaltiges Fahlerz. Peder Månsson gibt einen wesentlich besseren Bericht in seinen lateinischen Schriften (26 f.).

⁸⁰⁰ Otto Johannsen, 1941, 210 f. (Kap. 14 des Bergbuches).

in Form eines Pyramidenstumpfs. Während drei Ofenwände dick gemauert wurden, sollte die Vorderwand dünner sein, da sie zur Erneuerung des Ofens eingerissen werden musste. Der Ofenboden, also der Herd, wurde mit feingesiebter Kohle und gestoßenem, gesiebttem Lehm hergestellt.⁸⁰¹ Der Schmelzofen besaß eine Öffnung an der Rückseite für die Blasebälge und eine an der Vorderseite, aus der während des Schmelzens kontinuierlich die Schlacke abfloss. Wenn sich am Ofenboden genug Blei gesammelt hatte, was mit einer Eisenstange ausprobiert wurde, kellte man das Blei in eine Grube aus. Man zog die restliche Schlacke ab und ließ das Blei abkühlen. Dann hob man das Blei scheibenweise aus der Grube. Bei hoher Erzqualität konnte man das Blei zweimal jeden dritten Tag auskellen. War der Schmelzprozess beendet, ließ man den Ofen auskühlen, erneuerte ihn bis auf den Boden und begann mit der nächsten Ofenreise.⁸⁰²

Das so gewonnene silberhaltige Blei wurde dann im Treibprozess geschieden. Der Treibofen bestand aus einem vierkantigen kniehohen Mauerwerk, das einen Klafter breit war. Auf diesem Mauersockel wurde ein Test hergestellt, indem man Asche, die aus Knochen gebrannt wurde, anfeuchtete und von Hand daraus den Test in Form eines großen Tellers modellierte. Dieser wurde dann mit glühender Kohle getrocknet. Anschließend wurde auf diesem Ofen das „aus den Steinerzen gewonnene Blei“ geschmolzen, wobei man handbetriebene Blasebälge nutzte. Während des Schmelzens wurde die Masse mit einem Eisenhaken beständig gerührt. Dann wurde auf das Schmelzgut dürres Kleinholz gelegt und verbrannt. Dabei verbrannte das Blei zum Teil („fliegt mit dem Rauch fort“), zum Teil zog es sich in den Test. Wenn das Silber weiß wurde, war der Treibprozess beendet.⁸⁰³

Auch das Kupfererz wurde zunächst geröstet und zerkleinert. Der Schmelzofen für die Verhüttung von Kupfererz war genauso gebaut wie der vorherbeschriebene Schmelzofen für Blei-Silber-Erz, nur war er fünf Ellen hoch und hatte eine lichte Weite von 2 Ellen im Quadrat am Boden und einer Elle im Quadrat an der Oberkante. Der Herd wurde aus einem Gemisch bestehend aus drei Teilen Kohlen und einem Teil Lehm gefertigt. In den Herd wurde eine Elle tief ein Spor⁸⁰⁴ geschnitten. Allerdings hatte der Schachtelofen nicht nur eine Öffnung für die Blasebälge, bei denen die Luft durch eine eingemauerte eiserne Form in die Ofenmitte geführt wurde, sondern auch zwei Öffnungen in der Vorderwand, so dass Schlacken und Kupferstein getrennt abfließen konnten. Das erschmolzene Kupfer wurde also nicht ausgekelt, sondern trat in einen Vorherd aus. Während die Schlacke kontinuierlich abfloss, wurde das Kupfer abgestochen, sobald sich im Ofen genug Schmelzgut gesammelt hatte. Der so erschmolzene Kupferstein wurde wiederum bis zu achtmal geröstet und zerkleinert. Der Schmelzofen

Verhüttung von
Kupfererzen

⁸⁰¹ Otto Johannsen, 1941, 213 f. (Kap. 17 des Bergbuches).

⁸⁰² Otto Johannsen, 1941, 214 (Kap. 17 des Bergbuches), nach Anm. 375 a bezieht sich diese Beschreibung auf die schwedische Silbergewinnung auf Öster-Silvberget. Diese liegt ca. 30 km südlich von Falun.

⁸⁰³ Otto Johannsen, 1941, 215 (Kap. 18 des Bergbuches).

⁸⁰⁴ Grimms Wörterbuch, Bd. 16, Sp. 2677: „spor neben spur im hüttenwesen, eine in das gestübe des schmelzofens eingeschnittene grube oder rinne zur aufnahme des geschmolzenen metalls“.

wurde dann abwechselnd mit Kohle und Röstgut gefüllt und der Kupferstein zu Kupfer geschmolzen.⁸⁰⁵

Ob man Silber- oder Kupfererz zu verarbeiten hatte, konnte man erkennen, indem man das „Steinerz“ auf einem Kohlenfeuer brannte. War die Flamme hell und weiß, so handelte es sich um Silbererz, war die Flamme blaubraun, so hatte man Kupfererz.⁸⁰⁶ Dementsprechend wurde dann der Schmelzprozess gewählt.

Peder Månsson beschreibt vorrangig die Verhältnisse in Schweden, wenn er jedoch Kenntnisse aus anderen Ländern hatte, so bezog er diese in seine Schilderung ein. So gab es nach seiner Kenntnis auch Orte, an denen man zwei Schmelzöfen mit jeweils zwei Blasebälgen durch ein Wasserrad antrieb, in Schweden hatte man jedoch in jeder Hütte nur einen Ofen.⁸⁰⁷ Bei der Beschreibung der verschiedenen Metalle wurden auch ihm bekannte Erzvorkommen angeführt, so „Item in Deutschland ist ein Silberberg, der Freiberg heißt. Dort findet man weißes und weiches Silber ...“ und „Item das Kupfer ... ist auch in Deutschland im Goßlarer Berge“.⁸⁰⁸ Bei den Goldlagerstätten erwähnt er Ungarn und Spanien.⁸⁰⁹ Seine Informationen gehen vereinzelt weit über Europa hinaus, wenn er von Goldvorkommen in Japan oder den Metallvorkommen in Indien berichtet.⁸¹⁰

Geographische Reichweite

Peder Månsson beschreibt die Röstung der Erze zur Vorbereitung des Rohschmelzens und auch die Anlage eines Röststadels. Er behandelt ferner zwei verschiedene Schmelzöfen, einen für Silbererz und einen für Kupfererz, sowie den Treibherd für die Silbergewinnung aus Werkblei. Dabei handelt es sich um verschiedene Ofentypen, für die auch erstmals die Maße genannt werden. Der Ofen für die Verhüttung der Silbererze maß auf der Sohle ca. 120 cm im Quadrat und an der Oberkante ca. 60 cm im Quadrat, wobei er ca. 180 cm hoch war. Der Schmelzprozess erfolgte mit offenem Stich. Der Kupfererz-Schmelzofen verjüngte sich ebenfalls von ca. 120 cm auf ca. 60 cm im Quadrat, allerdings handelte es sich ausdrücklich um die Innenmaße des Ofens. Hier betrug die Höhe ca. 300 cm und um den Ofen beschicken zu können, war er zur Hälfte in der Hüttensohle eingesenkt. Es war ein Stichofen mit Vorherd, in den das Schmelzgut periodisch abgestochen wurde. Es handelt sich um die erste Schilderung eines Schachtofens mit offener Brust, wie Otto Johannsen feststellt. Auffällig ist, dass die Schmelzöfen an der Oberkante eine geringere Weite hatten als am Boden. In späteren Darstellungen z. B. bei Vannoccio Biringuccio und Georgius Agricola ist dies genau umgekehrt. Auch für den Treibherd wurden die Maße ungefähr angegeben. Allerdings wird auf das Abziehen der Bleiglätte überhaupt nicht eingegangen. Auf die Verfahren zur Silbergewinnung aus Kupfererz geht Peder Månsson nicht ein, obwohl sowohl der mitteldeutsche Saigerhüttenprozess als auch der Tiroler Abdarrprozess

Technische Entwicklungen und Fortschritte

⁸⁰⁵ Otto Johannsen, 1941, 219 – 223 (Kap. 20 des Bergbuches), nach Anm. 386 handelt es sich um die Darstellung der Kupfergewinnung auf dem Stora Kopparberget (Falun); nach Anm. 388 handelt es sich hier um die früheste klare Schilderung eines Schachtofens mit offener Brust.

⁸⁰⁶ Otto Johannsen, 1941, 220.

⁸⁰⁷ Otto Johannsen, 1941, 223.

⁸⁰⁸ Otto Johannsen, 1941, 201 f.

⁸⁰⁹ Otto Johannsen, 1941, 195.

⁸¹⁰ Otto Johannsen, 1941, 195, 211.

bereits in den letzten Jahrzehnten des 15. Jahrhunderts entwickelt worden waren.⁸¹¹

Man muss bei der Beurteilung des Bergbuchs von Peder Månsson berücksichtigen, dass er selbst kein Hüttenfachmann war und auch die technologisch führenden Zentren des Bergbaus in Mitteleuropa nicht besucht hatte. Seine Darstellung entspricht also nicht dem aktuellen Stand der Technik, sondern eher dem des späten Mittelalters, weil er seine Ausführungen in weiten Teilen auf Albertus Magnus stützt. Die genauesten Darstellungen vor allem der Verhüttungsprozesse betreffen das schwedische Montanwesen. Da nicht geklärt werden konnte, ob er dieses aus eigener Anschauung kannte, Informationen von zeitgenössischen Berg- und Hüttenleuten nutzte oder auch hier auf eine ältere Überlieferung zurückgreifen musste, kann man die Darstellung schwer zeitlich einordnen. Dennoch hat man einen guten Ausgangspunkt für die Beurteilung der weiteren Entwicklung der Schmelzverfahren.

Kunstabücher waren Sammlungen von rezeptartigen Anweisungen für die verschiedensten handwerklichen und hauswirtschaftlichen Bereiche. Neben Rezepten zur Bereitung von Salzen, Säuren, Seifen, Schönheitsmitteln und Farben enthielten sie auch Anweisungen zur Metallverarbeitung.⁸¹² Im **Kunstabuch** des Peder Månsson gibt es ein Rezept zur Herstellung von „Litargirium“, in dem das Feinen von Silber auf dem Treibherd beschrieben wird, und ein Rezept zur Scheidung von Gold und Silber vom Kupfer, das dem Saigerverfahren entspricht.⁸¹³ Ein Rezept dient zur Herstellung eines Mittels, das Erze schneller schmelzen sollte.⁸¹⁴ Daneben findet man zahlreiche Anweisungen zur Verwendung von Gold, Silber, Kupfer und Blei, einschließlich der Gold-Silber-Scheidung.⁸¹⁵ Anweisungen für die Eisenverarbeitung oder -verwendung werden ebenfalls gegeben.⁸¹⁶

Abschnitte zur
Hüttentechnik

Während ein Verfahren für die Treibarbeit auch im Bergbuch, wie oben beschrieben, enthalten ist, geht es bei der Herstellung von Litargirium letztlich um den Rohstoff für eine Glasur. Das Litargirium d. h. Bleiglätte oder Bleioxid (PbO) wurde dafür jedoch genauso wie bei der Treibarbeit gewonnen. Man gab das Blei zusammen mit Blei-Silber auf einen Test, der aus gesiebter Asche gemacht wurde, und schmolz es. Um das Silber zu reinigen und fein zu machen, setzte man Blasebälge ein, d. h. man führte ein oxidierendes Schmelzen durch. Das schwarze Blei sammelte sich schließlich am Rand des Tests, während das weiße Silber in der Mitte blieb. Das Blei wurde dann vorsichtig aus dem Tiegel abgelassen und weiterverarbeitet.⁸¹⁷

Treibprozess
zur Blei-
Entsilberung

⁸¹¹ Lothar Suhling, Schmelztechnische Entwicklungen im ostalpinen Metallhüttenwesen des 15. und 16. Jahrhunderts, in: Werner Kroker, Ekkehard Westermann, Montanwirtschaft Mitteleuropas vom 12. bis 17. Jahrhundert. Stand, Wege und Aufgaben der Forschung (= Der Anschnitt, Beiheft 2), 1984, 125 – 130.

⁸¹² Lothar Suhling, 1976, 88; auch das „Mittelalterlich Hausbuch“ von 1480 enthält solche Rezeptsammlungen. August von Essenwein, 1887 (ND 1986).

⁸¹³ Otto Johannsen, 1941, 105 f.

⁸¹⁴ Otto Johannsen, 1941, 127, das dabei hergestellte Salz hieß Anticar und sollte als wirksameres Flussmittel den Borax ersetzen.

⁸¹⁵ Otto Johannsen, 1941, 107 – 113, 122 – 129, 132 – 137.

⁸¹⁶ Otto Johannsen, 1941, 106 f., 116 – 122, 131.

⁸¹⁷ Otto Johannsen, 1941, 105.

Bei der Trennung der Edelmetalle Gold und Silber vom Kupfer wurde das edelmetallhaltige Kupfer zunächst mit Blei verschmolzen und zwar nach Peder Månsson Angaben in einem Verhältnis von 100 Pfund Kupfer zu 15 Pfund Blei. Bei Abkühlen der Masse konnte man flache Scheiben abheben, die dann zusammen mit Kohlen senkrecht stehend in einen Saigerherd, reverberationis genannt, eingesetzt wurden. Unter den Scheiben befanden sich ein Rost und darunter ein Herd zum Auffangen der Schmelze. Nun wurden die Kohlen angezündet, wobei das Feuer jedoch nicht so stark sein durfte, dass das Kupfer schmolz. Das Blei schmolz jedoch bei geringeren Temperaturen, so dass es aus dem Kupfer austrat und in den Herd tropfte. Das Blei zog dabei die im Kupfer enthaltenen Edelmetalle mit sich. Anschließend konnte man diese auf dem Treibherd vom Blei abtreiben und schließlich mit „aquam fortem“ das Gold vom Silber scheiden.⁸¹⁸

Saiger-
verfahren zur
Kupfer-
Entsilberung

Anticarsalz stellt man her, indem man Salz mit ungelöschtem Kalk im Verhältnis 1 : 2 vermischt. Diese Mischung wurden in einem fest verschlossenem Gefäß eine Nacht lang erhitzt. Danach wurde der Gefäßinhalt gemahlen und in warmem Wasser aufgelöst. Die Mischung wurde gefiltert, getrocknet und mit weiterem ungelöschtem Kalk gemischt. Der Vorgang des Erhitzens, Mahlens, Auflöserns, Filtrierens und Trocknens wurde wiederholt. Im Ergebnis erhielt man ein Salz, das man Anticar nannte. Peder Månsson schließt mit dem Satz „es schmelzt alles.“⁸¹⁹ Weiterhin wird die Herstellung von Borax⁸²⁰ und Sal Alkali⁸²¹ beschrieben, die ebenfalls als Flussmittel in der Proberstube eingesetzt wurden. Peder Månsson gibt hierfür aber keinen Verwendungszweck an.

Herstellung
eines
Flussmittels

Die Bedeutung dieser Handschrift liegt vor allem darin, dass hier erstmals das Kupfersaigerverfahren beschrieben wurde, eine Technologie, die für die Hüttentechnik des ausgehenden 15. und frühen 16. Jahrhunderts von großer Bedeutung war. Mit Hilfe des Saigerverfahrens konnte das silberhaltige Kupfer weitaus effektiver entsilbert werden als mit der traditionellen Bleiarbeit und es konnten auch Kupfererze, die wegen ihres geringen Silbergehaltes bis dahin nicht für die Silbergewinnung genutzt wurden, wirtschaftlich entsilbert werden. Damit wurden Erzlagerstätten für die Silbergewinnung erschlossen, die insbesondere für die Habsburger mit ihrem Besitz in Tirol, Ungarn und Böhmen von großer Bedeutung waren.⁸²²

Technische
Entwicklungen
und Fortschritte

Bemerkenswert ist, dass Peder Månsson keine Verbindung zwischen den metallurgischen Rezepten seines Kunstbuches und seinem Bergbuch zieht. Ob er diesen Zusammenhang selbst nicht erkannte oder ob er seine Sammlung später noch systematisieren wollte, muss offen bleiben. Insgesamt ging der

⁸¹⁸ Otto Johannsen, 1941, 105 f., Lothar Suhling, 1976, 89 f., verweist auf diese frühe Beschreibung der Kupfersaigerung. Er weist jedoch darauf hin, dass das Mischungsverhältnis von Kupfer und Blei der metallurgischen Erfahrung widerspreche. Üblicherweise überwog die dem Kupfer zugesetzte Bleimenge diese um ein mehrfaches. Er nimmt einen Übertragungsfehler oder eine absichtliche Verfälschung aus Geheimhaltungsgründen an.

⁸¹⁹ Otto Johannsen, 1941, 127.

⁸²⁰ Otto Johannsen, 1941, 92.

⁸²¹ Otto Johannsen, 1941, 115 f.

⁸²² Lothar Suhling, 1976, 15 – 17; Otto Johannsen, 1941, 105 Anm. 166, schreibt, dass es sich hierbei neben der Beschreibung im Bergbuch des Ulrich Rülein von Calw um die älteste schriftliche Darstellung des Saigerverfahrens handelt. Dort wird jedoch eine solche Beschreibung eben gerade nicht gegeben. Recht hat der Autor mit seinem Hinweis auf die älteste zeichnerische Darstellung einer Saigerhütte im „Mittelalterlichen Hausbuch“ von 1480.

Autor bei der Zusammenstellung des Kunstbuches sehr unkritisch vor, indem er einerseits zahlreiche Anweisungen zur Herstellung von Gold oder Silber aus unedlen Metallen übernahm, andererseits überlieferte er Rezepte, mit denen man falsches Gold oder Silber erkennen konnte.⁸²³

Obwohl es sich bei diesen Werken um Handschriften handelt, werden sie im Rahmen dieser Arbeit behandelt, weil es sich um wichtige Bindeglieder zwischen Albertus Magnus' „De Mineralibus“ und den mittelalterlichen Rezeptbüchern der Alchemisten auf der einen Seite und den ersten Druckschriften zum Hüttenwesen, nämlich Vannoccio Biringuccios „Pirotechnia“ und Georgius Agricolas „De re metallica“, auf der anderen Seite handelt.⁸²⁴

5.2.4 **Bermannus sive de re metallica dialogus (1530) von Georgius Agricola**

Der „Bermannus“ wurde von Georgius Agricola verfasst, um die Mineralien in der Umgebung von St.Joachimsthal genauer beschreiben und systematisieren zu können, da er als Stadtarzt und –apotheker diese Stoffe als Heilmittel nutzen konnte.⁸²⁵ In diesem lagerstättenkundlich-mineralogischen Werk⁸²⁶ findet man nur vereinzelt Hinweise auf die hüttentechnische Nutzung dieser Mineralien.

Abschnitte zur
Hüttentechnik

Georgius Agricola macht in seiner Einleitung zu diesem Werk auch seine Vorstellung von wissenschaftlicher Arbeit deutlich, für die vor allem die antiken Gelehrten sein Vorbild waren. Diese hatten die meisten naturwissenschaftlichen Probleme bereits sorgfältig schriftlich behandelt, wobei das Wissen, das in langer praktischer Erfahrung gewonnen wurde, durch theoretische Überlegungen abgesichert worden war.⁸²⁷ An diese Tradition knüpft er an, wenn er die antiken griechischen und lateinischen Autoren konsultiert, um Aufschluss über die Eigenschaften bestimmter Mineralien zu erhalten.

Metallogene-
se – Verhältnis zur
Alchemie

Über die Alchemisten findet man hier erstmals ein sehr negatives Urteil. Sie werden als „ahnungslose und tolpatschige Chemikaster“⁸²⁸ bezeichnet, denen es eben nicht gelang, durch ihre Verfahren Metalle herzustellen. Die Ursache lag nach Georgius Agricolas Meinung darin, dass sie von den von den Arabern entwickelten Wegen sehr weit abwichen und nicht einmal den Spuren der Griechen folgten. Die Kunst der Chemie wird nicht grundsätzlich in Frage gestellt, sondern nur die Art wie zu dieser Zeit angewendet wurde. Georgius Agricola bezeichnet sie als verdächtige Wissenschaft, die von den Leuten verlacht würde. Die Ursache hierfür lag darin, dass neuere Schriftsteller die Chemiekunst beinahe ganz und gar vernichtet hätten.⁸²⁹

⁸²³ Otto Johannsen, 1941, 113, 133.

⁸²⁴ So auch Otto Johannsen, 1941, in seiner Bewertung der Schriften Peder Månssons, 20 – 23.

⁸²⁵ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 66 – 68, Georgius Agricola schreibt hier, dass ein erheblicher Teil der Verwendungsmöglichkeiten der in der Erde vorkommenden Stoffe, unbekannt sei.

⁸²⁶ Ulrich Horst, 1971 (AGA X), 590.

⁸²⁷ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 67.

⁸²⁸ So die Übersetzung von Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 121, im lateinischen Text von steht „indocti isti & inepti Chymiste“.

⁸²⁹ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 121; Lothar Suhling, 1986, 303 f., dieser führt auch noch weitere Belegstellen für die negative Bewertung der Alchemie durch Georgius Agricola aus dessen Werk De ortu et causis subterraneorum libri V, Basel 1546, an.

Die „Genesis der Metalle“ wird in diesem Werk nicht weiter erörtert. Georgius Agricola stellt hier nur fest, dass das Thema komplex sei und es sehr verschiedene Ansichten zu diesen Vorgängen gäbe. Hier wird sein Anspruch an naturwissenschaftliche Erkenntnisprozesse deutlich, denn er will zunächst die Eigenschaften der Mineralien untersuchen, um daraus Schlüsse auf ihre Entstehung zu ziehen.⁸³⁰

Über die Hüttentechnologie erhält man jedoch aus diesem Werk Georgius Agricolas bei der Diskussion über die einzelnen Mineralien weitere Informationen. Bei einigen Mineralien wird ihr Metallgehalt erläutert, auch wird beschrieben, aus welchen Mineralienarten sich welche Metalle schmelzen ließen und in welcher Form die Metalle gediegen vorkamen.

Verhüttungs-
prozesse

Blei wurde vor allem aus Bleiglanz erschmolzen. Im Bleiglanz (PbS) konnte das Blei sehr rein, wie in Villach, vorkommen oder in unterschiedlichem Maße mit Silber gemischt, wobei die Gehalte zwischen einer Mark bis zu einem Pfund Silber pro Zentner Blei schwankten. Das Ausbringen des Silbers war – nach C. Plinius Sec. – nur mit Blei oder bleischem Erz möglich.⁸³¹

Die nächsten Mineralien, über deren Formen und Verwendung Georgius Agricola Auskunft gibt, sind die Pyrite oder Kiese. Insgesamt sind diese sehr vielgestaltig und sie enthalten unterschiedliche Metalle. Man konnte aus ihnen ebenfalls Silber erschmelzen, vor allem aber Kupfer.⁸³² In St. Joachimsthal kam Kupferkies (CuFeS₂) häufig vor.⁸³³ Bei den beschriebenen Kiesen handelte es sich um Kupferkies (CuFeS₂), Pyrit (FeS₂), Markasit (FeS₂), Magnetkies (FeS), Arsenkies (FeAsS) und Löllingit (FeAs₂).⁸³⁴ Georgius Agricola klassifizierte diese vor allem nach ihrem Gehalt an Gold, Silber oder Kupfer, nach ihrer Farbe und ihrer Härte. Ein ebenfalls beschriebener „metallfreier Kies“ – Flussspat (CaF₂) – wurde als Zuschlag für das Erschmelzen von Silber genutzt.⁸³⁵ Bei der später folgenden Beschreibung der Flussspate wird ebenfalls gesagt, dass sie als Zuschlag beim Ausschmelzen der Metalle Verwendung fanden.⁸³⁶

Silbererzarten wurden nach ihrer Farbe unterschieden. Es werden sechs Arten, nämlich purpurrotes Rotgüldigerz (Ag₃(Sb/As)S₂₍₃₎), bleigrauer Silberglanz (Ag₂S), schwarzer Melanglanz (Ag₁₀SbS₈), braunes Chlorsilber (AgCl), aschgraues Fahlerz (Cu/Sb-Ag) und hellrotes Rotgüldigerz (Ag₃(Sb/As)S₂₍₃₎), genannt. Rotgüldigerz und Silberglanz verloren beim Schmelzen nur wenig von ihrer Masse. Auch Melanglanz und Chlorsilber hatten einen hohen Silbergehalt, der in den Hütten ausgebracht werden konnte. Das Fahlerz war ebenfalls häufig sehr silberreich, allerdings war der Silbergehalt unterschiedlich, was bereits an seinem mineralischen Erscheinungsbild zu erkennen war.⁸³⁷

⁸³⁰ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 133.

⁸³¹ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 75, 90 f; im weiteren Verlauf des Dialogs wird dann über die Bezeichnungen Molybdän bei C. Plinius Sec. und Bleistein bei Dioscorides diskutiert.

⁸³² Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 98 – 104.

⁸³³ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 100, Anm. 14.

⁸³⁴ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 101, Anm. 15 und Mineral-Register.

⁸³⁵ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 103, Anm. 18, dieser ist metallfrei, man würde ihn heute aber nicht mehr als Kies bezeichnen.

⁸³⁶ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 162 f.

⁸³⁷ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 115 – 119.

Neben den allgemein bekannten sieben Metallen fand man in St. Joachimsthal auch Wismut. Dieses Metall wurde geröstet und man gewann ihn als reines Metall, stellte aus ihm Blaufarben her oder legierte ihn mit Blei. Dass es mehr als sieben Metalle geben sollte, wurde kontrovers diskutiert, letztlich aber auf Grund der eigenen Erfahrungen und Beobachtungen verifiziert.⁸³⁸ Hier zeigt sich die wissenschaftliche Arbeitsweise Georgius Agricolas, der auf die bis dahin angenommene Theorie der Verbindung von Metallen und Planeten verzichtete, wenn seine Erfahrung dagegen sprach.

Schließlich fand man in St. Joachimsthal auch gediegenes Silber in großer Menge, allerdings auch in anderen Bergbauorten des böhmischen und sächsischen Erzgebirges. Im Folgenden wird dann erörtert, welche Metalle in der Natur gediegen vorkamen und welche nur in Mineralien gebunden. Nach Georgius Agricola Kenntnis kamen neben Silber auch Gold, Kupfer und Quecksilber in gediegener Form vor, während Blei und Zinn nur durch den Schmelzprozess gewonnen werden konnten.⁸³⁹

Dass die antike Unterscheidung bei G. Plinius Sec. zwischen natürlichem und künstlichem Quecksilber (*argentum vivum* und *hydrarhyrum*) aufgrund der Eigenschaften dieses Metalls nicht zu begründen sei, wird hier ebenfalls festgestellt. Das Erschmelzen von Quecksilber aus Zinnober in geschlossenen Gefäßen bei mildem Feuer wird in Bezug auf den Bergbau in Almadén erwähnt.⁸⁴⁰

Zum Verhütten von zinnhaltigem Schwefel- oder Arsenkies schreibt Georgius Agricola, dass dieser geröstet, gemahlen und gewaschen wurde, um die Zinngraupen davon zu scheiden und daraus Zinn zu erschmelzen.⁸⁴¹

Gold kam gediegen zum einen in Flüssen vor (sog. Seifengold) und es wurde mit Quarz verwachsen gefunden.⁸⁴² Schmelztechnisch gewann man das Gold aus Arsenkies (FeAsS), Realgar (AsS), Chrysokoll und Kupferlasur.⁸⁴³

Neben zahlreichen anderen nicht metallhaltigen Mineralien wird auch die bergmännische Gewinnung von Steinkohlen im Kohlberg bei Zwickau erwähnt, die vor allem von Eisenschmieden genutzt wurde. In diesem Zusammenhang wird auch der Brand der Zwickauer Kohlenflöze geschildert.⁸⁴⁴

Es wird nicht nur der Silberreichtum der Erzgänge in St. Joachimsthal beschrieben. Auch die Bergbauorte des sächsischen Erzgebirges (Freiberg, Annaberg, Geyer, Schneeberg, Altenberg in Meißen, Ehrenfriedersdorf), Böhmens und Mährens (St. Joachimsthal, Iglau, Kuttenberg, Graupen,

*Geographische
Reichweite*

⁸³⁸ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 119 f., da sich Wismut sowohl von Blei als auch von Zinn deutlich unterschied, hatte man hier ein achttes Metall vorliegen.

⁸³⁹ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 122 – 128.

⁸⁴⁰ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 127 f, 149.

⁸⁴¹ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 129.

⁸⁴² Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 130; der hier genannte Fundort Kottenheide wird nur bei Georgius Agricola genannt und findet sonst keine Bestätigung.

⁸⁴³ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 130 f.; nach Anm. 38 handelt es sich hier um blaue bzw. grüne Kupferminerale, nach dem Mineral-Register um Malachit ($\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$) und Azurit ($2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$).

⁸⁴⁴ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 147 f.

Schlaggenwald, Bleistadt, Plan, Schönbach),⁸⁴⁵ Schlesiens (Reichenstein, Altenberg, Kupferberg, Goldberg)⁸⁴⁶ und des Harzes (Eisleben, Mansfeld, Hettstedt, Goslar) werden genannt und Auskunft darüber gegeben, welche Metalle dort hauptsächlich gewonnen werden.⁸⁴⁷ Weiterhin hatte Georgius Agricola eine Vorstellung von den Erzvorkommen bei Rauris in den Hohen Tauern, bei Villach in Kärnten und in Ungarn.⁸⁴⁸

Weiterreichende geographische Kenntnisse hat Georgius Agricola vor allem aus antiken Werken. So erwähnt er die antike Silbergewinnung in Spanien, die antiken Silbergruben Athens in Attika gelegen und den Zinnerbergbau in Almadén, bei dem man durch Schmelzen Quecksilber gewann. Er wusste von der Herkunft des Ockers aus Attika, von Malachit aus Cypern, Zinnober aus Ephesus und Steinkohlen, die bei Elis an der Straße nach Olympia vorkamen. Dass die meisten dieser Lagerstätten zu seiner Zeit bereits ausgebeutet waren, war ihm ebenfalls bekannt.⁸⁴⁹

Mit diesem Werk begründete Georgius Agricola die Mineralogie im Allgemeinen und die Lagerstättenkunde im Besonderen. Während in allen vorausgegangenen Schriften von Silber-, Blei- und Kupfererzen die Rede ist und dabei vorausgesetzt wird, dass dem Hüttentechniker die Erze seines Bergreviers bekannt waren, wählt Georgius Agricola einen anderen Ansatz. Er beschreibt zunächst die Mineralien und systematisiert sie nach bestimmten Kennzeichen wie Farbe, Gewicht und Härte. Erst dann geht er darauf ein, welche Metalle aus ihnen gewonnen und wie sie sonst nutzbringend zu verwenden seien. Obwohl sich diese Schrift vorrangig auf St. Joachimsthal konzentriert, konnten nach dieser Systematik auch andere Mineralien untersucht und klassifiziert werden. Damit erhielt die Hüttentechnik einen theoretischen Überbau, der vor allem bei der Erschließung neuer Lagerstätten von großem Nutzen sein konnte. Zahlreiche Neuauflagen dieses Werkes lassen auf ein großes Interesse an dieser Thematik schließen. Im Jahr 1546 erschienen dann noch drei weitere mineralogisch-geologische Werke, von denen „De natura fossilium“ besonders hervorzuheben ist.

Technische
Entwicklungen
und Fortschritte

5.2.5 De La Pirotechnia. Libri X des Vannoccio Biringuccio (1540)

Im ersten Buch der „Pirotechnia“ werden die Metalle und ihre Eigenschaften (S. 9 – 86) behandelt und im zweiten die Halbmineralien (S. 86 – 158), wobei hier auch das Quecksilber eingeordnet wurde. Das dritte Buch „Das Probieren und Vorbereiten der Erze zum Schmelzen“ (S. 159 – 214) ist hier von besonderem Interesse. Auch das folgende Buch über die Trennung des Goldes vom Silber (S. 214 – 244) beschreibt Arbeiten, die von Hüttenfachleuten ausgeführt wurden. Im neunten Buch ist ein Kapitel über die Alchemie (S. 397 – 400) enthalten.⁸⁵⁰

Kapitel zur
Hüttentechnik

⁸⁴⁵ Heute Jáchymov, Jihlava, Kutná Hora, Krupka, Horní Slavkov, Oloví, Planá und Horní Luby in Tschechien.

⁸⁴⁶ Heute Złoty Stok, Radzimowice, Miedzianka und Złotoryja in Polen.

⁸⁴⁷ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 72 – 76.

⁸⁴⁸ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 91, 102, 150.

⁸⁴⁹ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 123, 134, 149, 133, 136, 145, 146.

⁸⁵⁰ Otto Johannsen, 1925, nach dem von Autor verbesserten Inhaltsverzeichnis 3 – 8, das Original muss ein wesentlich anderes Format gehabt haben, denn nach den im Text angegebenen Blattnummern hatte es nach der ersten Vorrede nur 168 Blätter.

Bevor Vannoccio Biringuccio auf die einzelnen Metalle eingeht, stellt er in seiner Vorrede zum ersten Buch den Bergbau, also die Entstehung der Erze, ihre Auffindung, die Anlage der Gruben, die Förderung und Wasserhaltung kurz dar.⁸⁵¹ Auch auf die Verhüttung geht er an dieser Stelle schon kurz ein Die Hütten sollten demnach „nahe am Holze liegen, um die Kohlen bequem herstellen zu können, wie auch bequem zur Grube gelegen sein. Am allerwenigsten aber darf es an Wasser fehlen, denn dieses ist für diese Arbeit [als Antriebsenergie] sehr wichtig. [...] Am besten ist es, wenn Kohlen, Hütte und Grube eine einzige Anlage bilden. Andernfalls muss man sich nach den vorliegenden Verhältnissen richten.“⁸⁵²

Metallogene

Bei der Darstellung der einzelnen Metalle beginnt Vannoccio Biringuccio mit dem Golderz, denn „Gold ist eine Erzverbindung, die von den Philosophen und von allen Gebildeten für die vollkommenste aller Mineralmischungen gehalten wird.“ Vannoccio Biringuccio kannte Golderzlagerstätten nicht aus eigener Anschauung, allerdings war ihm durch zuverlässige Leute und verschiedene Schriftsteller bekannt, dass es Gold in Skythien, im Orient und in dem kürzlich entdeckten Peru gab. Europa hatte Goldvorkommen in Schlesien, Böhmen, Ungarn, im Rhein, nach Plinius auch in Österreich und Portugal. Vannoccio Biringuccio unterschied zwischen Golderz, das als Begleiter anderer Metallerze vorkam, und Gold, das aus dem Sand vieler Flüsse gewonnen wurde. Beim Verschmelzen bestand die Gefahr, dass das Gold in die Schlacken ging. Zur Gewinnung war auf jeden Fall Quecksilber erforderlich.⁸⁵³

Silbererz kam nur selten in reiner Form vor, obwohl Vannoccio Biringuccio ein solcher Fall durch Georgius Agricolas „Bermannus“ bekannt war.⁸⁵⁴ Silberhaltiges Erz enthielt fast immer auch andere Metalle. Es wurde auch dann als Silbererz bezeichnet, wenn das Silber mengenmäßig viel geringer war als die begleitenden Metalle.

Das Silber wurde häufig zusammen mit Kupfer oder mit Blei gefunden, oft kamen auch alle drei Metalle zusammen vor. Um diese voneinander zu trennen, mussten „technische Kunstgriffe“ angewendet werden. Wollte man das Silber abscheiden, so musste noch mehr Blei zugesetzt werden. Wollte man jedoch das Kupfer gewinnen, musste man „ein anhaltend starkes Feuer anwenden, bis die schwächeren Stoffe verzehrt“ waren.⁸⁵⁵ Eine ausführliche Beschreibung der Silbergewinnung folgt dann im dritten Buch, auf das Vannoccio Biringuccio hier schon verweist.

Kupfererz fand sich in verschiedenen Weltgegenden, nach Biringuccios Meinung war besonders Italien sehr reich daran. Allerdings wurde hier der Bergbau aus verschiedenen Gründen nur in sehr geringem Umfang betrieben. Kupfer kam oft zusammen mit Silber zuweilen auch zusammen mit Blei vor. Es

⁸⁵¹ Otto Johannsen, 1925, 9 – 20.

⁸⁵² Otto Johannsen, 1925, 20.

⁸⁵³ Otto Johannsen, 1925, 26 – 28, 27 zum Schmelzen von Golderz, 28 zur Gewinnung von Gold aus Flusssand mit Hilfe der Amalgamation.

⁸⁵⁴ Otto Johannsen, 1925, 47, Anm. 1, demnach stammt der Bericht aus Georgius Agricolas Bermannus aus dem Jahr 1530. Vannoccio Biringuccio erwähnt G. Agricola, jedoch nicht den Buchtitel, gemeint sind die Ausführungen über das gediegene Silber, das in der Grube St. Georg in Schneeberg gefunden wurde, vgl. Helmut Wilsdorf, 1955 (AGA II), 123 f.

⁸⁵⁵ Otto Johannsen, 1925, 49 – 51, die meisten und besten Erze fand man nach Vannoccio Biringuccio im Vigentino in Schio.

war ein vielseitig einsetzbares Metall, leicht zu bearbeiten und ließ sich mit Hilfe von Galmei gelb färben.⁸⁵⁶

Blei war nach Biringuccios vor allem von großem Nutzen, da es zur Gewinnung von Silber aus Kupfererzen notwendig war und auch bei der Bearbeitung von Edelsteinen eingesetzt wurde. Beim Erzschnmelzen erhielt man eine Mischung der darin vorkommenden Metalle, meist Silber, Gold, Kupfer und Blei. Man konnte diese nur mit Hilfe des Bleis voneinander trennen.⁸⁵⁷ Hier beschreibt Vannoccio Biringuccio auch ausführlich die Verhüttung der Bleierze, auf die später noch eingegangen wird.

Zum Vorkommen von Zinnerz wird bemerkt, dass dieses sehr selten war und die größten Vorkommen in England lagen. Außerdem kam es in Flandern, Böhmen und Bayern vor.⁸⁵⁸ Zur Verhüttung dienten genau wie beim Blei offene Öfen.⁸⁵⁹

In den letzten Kapiteln des ersten Buches werden das Eisenerz, die Stahlherstellung und die Messingherstellung beschrieben, die hier jedoch nicht weiter betrachtet werden sollen.⁸⁶⁰

Vannoccio Biringuccio setzt sich mit den Lehren der Alchemisten an verschiedenen Stellen intensiv auseinander. Er beschreibt bei einigen Metallen, welcher Planet ihre Entstehung beeinflusst. Auch ist es für ihn von Bedeutung, welche Eigenschaften die Grundsubstanzen haben, aus denen die einzelnen Metalle entstehen, weil dies auch die Eigenschaften der Metalle selbst bestimmt. Die Kenntnis hierüber stammt von den Philosophen, die er aber nicht genauer benennt.⁸⁶¹ Obwohl Vannoccio Biringuccio annahm, dass sich die Metalle aus bestimmten Grundstoffen in einem bestimmten Verhältnis bildeten, ging er nicht davon aus, dass sich ein Metall in ein anderes verwandeln ließ, wenn er schreibt: „Ich glaube aber, ..., dass das Silber eigene Erze haben kann und hat, denn jeder Stoff, der sich in Metall verwandelt, kann an sich rein in seiner Art vorkommen, wie er auch seine Art behält, selbst wenn er in einer Mischung vorkommt. Man sieht dies daran, dass sich in einer Masse aus jedem Stoff das betreffende Metall bildet.“ Hier wird deutlich, dass Vannoccio Biringuccio nicht an eine Umwandelbarkeit der Metalle glaubte.⁸⁶² Ferner wendet er sich gegen die Annahme, dass das Quecksilber die metallische prima materia sei bzw. zusammen mit dem Schwefel die Grundsubstanz der Erze bildet.⁸⁶³ Für Vannoccio Biringuccio standen die Grundlehren der Alchemie und die Naturkunde in einem fundamentalen Gegensatz. „Die Natur dringt nämlich bei ihren Werken in das Innere ein und macht, daß alle Grundstoffe

Verhältnis zur
Alchemie

⁸⁵⁶ Otto Johannsen, 1925, 52, 58 f.; gemeint ist die Herstellung von Messing durch die Legierung von Kupfer und Galmei.

⁸⁵⁷ Otto Johannsen, 1925, 60.

⁸⁵⁸ Otto Johannsen, 1925, 66, der Autor merkt an, dass Flandern als Verarbeitungsort des Zinns wohl verwechselt worden sei mit den Lagerstätten.

⁸⁵⁹ Otto Johannsen, 1925, 67.

⁸⁶⁰ Otto Johannsen, 1925, 68 – 86.

⁸⁶¹ Otto Johannsen, 1925, 23 f., 48, 56 f., 89.

⁸⁶² Otto Johannsen, 1925, 48.

⁸⁶³ Otto Johannsen, 1925, 89 f., 99: „Was ich oben vom Quecksilber entgegen der Ansicht der theoretischen Alchemisten über die Erschaffung der Metalle gesagt habe, wiederhole ich hier beim Schwefel, denn ich glaube nicht, dass einer von beiden Stoffen selbst in den Metallen vorkommt, wohl aber in ähnlichen Elementarsubstanzen.“

vollständig ineinander aufgehen. Die Kunst sucht sie nachzuahmen, da sie aber ihr gegenüber sehr unvollkommen ist, geht sie auf äußeren und oberflächlichen Wegen vor und kann sehr schwer, ja unmöglich in das Innere der Stoffe eindringen.⁸⁶⁴ Er steht vielmehr in der Tradition der aristotelischen Lehre, denn er nimmt an, dass alle Metalle von der Natur unter dem Einfluss der Gestirne aus der prima materia gebildet würden. Den Alchemisten sei es jedoch unmöglich, die erforderlichen Bedingungen zur Bildung der Metalle selbst herzustellen.⁸⁶⁵

Für die Verfahren der Metallverhüttung ist dies insofern von Bedeutung, als dass die Versuche, die die Alchemisten unternahmen, um Metalle umzuwandeln, insbesondere um geringwertigere Metalle in Gold zu verwandeln, in die praktische Arbeit des Hüttenmannes keinen Eingang fanden. Auch Vannoccio Biringuccio lehnte die Methoden der Alchemisten zur Goldherstellung ab. Im ersten Kapitel des neunten Buches diskutiert er die alchemistische Kunst kontrovers. Verwerflich ist vor allem die aus Habgier betriebene Alchemie, die auf Betrug beruht. Auch die wissenschaftliche Alchemie hält er nicht für erfolgversprechend, was die Herstellung von Gold und ähnliche Ziele betrifft. Er hält den Alchemisten aber zu Gute, dass sie bei ihren zahllosen Versuchen auch Heilmittel, Farben, Wohlgerüche und andere nützliche Dinge erfunden hätten.⁸⁶⁶

Das dritte Buch behandelt „Das Probieren und Vorbereiten der Erze zum Schmelzen“ ausführlich, weshalb es auch für diese Arbeit von besonderer Bedeutung ist.⁸⁶⁷ Es wird eingeleitet mit einem Kapitel über „das Probieren aller Metallerze und besonders der silber- und goldhaltigen Erze“. Das Probieren der Erze war grundsätzlich wichtig, weil man nur an Hand des erprobten Metallgehaltes feststellen konnte, ob die Verhüttung des Erzes kostendeckend möglich war. Außerdem konnte man so rechtzeitig feststellen, ob bei der Verhüttung besondere Schwierigkeiten auftreten würden. Vannoccio Biringuccio spricht von der „Bösartigkeit des Erzes“.⁸⁶⁸ Beim Probieren wurde eine kleine Menge Erz in derselben Weise geschmolzen, wie man größere Mengen Erz zu verhütten beabsichtigte. Dabei unterschied Vannoccio Biringuccio zunächst die Blei-, Zinn-, Kupfer- und Eisenerze, die man einfach schmelzen und dann den Metallgehalt am Gewicht feststellen sollte, von den Silber- und Golderzen, bei denen man auf Grund des hohen Metallwertes viel sorgfältiger und genauer arbeiten musste.⁸⁶⁹

Probierkunde

Für das Probieren der Erze musste man sich „irgendwie“ einen Vorrat an Erz beschaffen. Einen Teil davon sollte man ohne Zuschlag schmelzen, um zu sehen, ob es leicht schmelzbar war. Gelingt dies nicht, so war ein kräftiges, stärkeres Feuer für den Schmelzvorgang notwendig. Wenn diese „gewöhnlichen“ Mittel versagten, musste man versuchen, die Erze mit Zuschlägen zu „erweichen“. Als Flussmittel kamen Marmor, gestoßenes Glas,

⁸⁶⁴ Otto Johannsen, 1925, 37.

⁸⁶⁵ Otto Johannsen, 1925, 37 – 41; Lothar Suhling, 1986, 301 f.

⁸⁶⁶ Otto Johannsen, 1925, 397 – 400, speziell zum Goldmachen 34 – 44.

⁸⁶⁷ Otto Johannsen, 1925, 159 – 214.

⁸⁶⁸ Otto Johannsen, 1925, 159.

⁸⁶⁹ Otto Johannsen, 1925, 160.

Blei, Bleierz,⁸⁷⁰ Bleiglätte, Hammerschlag oder Schlacken anderer Erze in Frage. Bei kleineren Erzmengen konnte man auch Borax, Salpeter oder Ocker verwenden. Wenn die Erze jedoch „roh und wild“ waren, mussten diese zwei- oder dreimal geröstet werden. Zum Abtrennen der Gangart wurde das Erz gemahlen und gewaschen.⁸⁷¹

Hatte man für die Kupfer-, Blei-, Zinn- und Eisenerze das richtige Verhüttungsverfahren ermittelt, musste man beim Silbererz den Edelmetallgehalt durch Probieren genau bestimmen. Hierfür fertigte man Kapellen, einen Probierofen und eine Muffel an, die Vannoccio Biringuccio genau beschreibt und für die er auch eine Zeichnung einfügt. Im Probierofen wurde zunächst das Erz zusammen mit Blei geschmolzen. Anschließend wurde aus dem reinen Metall das Silber ebenfalls im Probierofen abgeschieden und der Silbergehalt der Erze durch Wiegen ganz genau bestimmt.⁸⁷² Auch die Strichprobe, bei der das Erz auf einem Stein die Farben hinterlässt, die den im Erz enthaltenen Metallen entsprechen, war Vannoccio Biringuccio bekannt. Er beschreibt sie im ersten Buch.⁸⁷³

Nachdem die Erze auf ihren Metallgehalt probiert waren, konnte man mit der Verhüttung beginnen. Der erste vorbereitende Arbeitsschritt bei der Erzaufbereitung war das Sortieren der Erze, bei dem das Roherz mit dem Hammer gebrochen wurde und möglichst viel Gangart oder erdige Bestandteile abgeschieden wurden. Als zweites wurde das Erz im offenen Herd geröstet und mit Wasser abgelöscht. Während das Rösten nur für schwer zu verhüttende Erze notwendig war, mussten alle Erze gewaschen werden. Das Waschen der feingemahlten Erze erfolgte in einem Waschgerinne mit Waschbrett oder Waschschiiffchen. Zum Schmelzen sollten die Erze so rein wie möglich sein.⁸⁷⁴

Erzaufbereitung

Letztlich folgen die gleichen Arbeitsgänge, die sich zuvor durch das Probieren der Erze als optimal für die Verhüttung erwiesen hatten. Sehr reinen Erzen konnte man mit Verbleien und Abtreiben die Edelmetalle entziehen und anschließend das Gold vom Silber trennen. Auch das Amalgamieren mit Quecksilber war Vannoccio Biringuccio geläufig.⁸⁷⁵ Erze, bei denen diese einfachen Methoden anwendbar waren, waren aber sehr selten, so dass man „den Weg über das Feuer“ benutzen musste, der im Weiteren beschrieben wird.⁸⁷⁶

Verhüttungsprozesse

Dabei waren drei Komplexe von Bedeutung:

⁸⁷⁰ Cyril Stanley Smith, Martha Teach Gnudi, 136, übersetzen „vena di piombo“ mit Galena, diesen Begriff verwendet Georgius Agricola im Sinne von „Glanz und Bleierz“ (siehe Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 168).

⁸⁷¹ Otto Johannsen, 1925, 161.

⁸⁷² Otto Johannsen, 1925, 161 – 165. Auf die Bestimmung des Goldgehaltes geht Vannoccio Biringuccio nicht ein.

⁸⁷³ Otto Johannsen, 1925, 48.

⁸⁷⁴ Otto Johannsen, 1925, 166 f., gemeint ist die Erzwäsche in einem aus rauen Brettern bestehenden Graben und die Siebwäsche in Waschtrögen.

⁸⁷⁵ Otto Johannsen, 1925, 168, Anm. 1, demnach findet man hier erstmals eine Beschreibung der Amalgamation von Silber, die bei der Silbergewinnung in Südamerika später das bevorzugte Verfahren war. In Europa wurde dieses Verfahren erst im 18. Jahrhundert eingeführt.

⁸⁷⁶ Otto Johannsen, 1925, 167 f.

1. Das Entfernen „böartiger“ Begleitstoffe, vor allem des Arseniks, durch Rösten und Ablöschen.
2. Die Zugabe von Zuschlägen, nämlich Bleierz, Marmor, weißer Glassand, andere Gesteine aus Flüssen, Sand, Tuff, Eisenschlacke, Treibofenglätte, Schlacken anderer Erze, Ocker, Bolus, Salpeter, Borax, Glasscherben, Alkalisalz, gewöhnliches geschmolzenes Glas, verschmolzene Ofenmauersteine, reines Blei. Diese Zuschläge konnten allein oder als Mischung und jeweils in unterschiedlichen Mengen eingesetzt werden. „Hiernach muss man Proben über Proben anstellen und solange suchen, bis man das gewünschte Mittel findet.“
3. Der Einsatz geeigneter Schmelzöfen, wobei gewöhnlich Schachtöfen genutzt wurden, die mit Holzkohlen und Gebläsewind betrieben ein sehr starkes Feuer gaben. Alternativ waren geschlossene Flammöfen, die mit Holz und Holzkohlen betrieben wurden, einsetzbar.⁸⁷⁷

„Als allgemeine Merkregel, die ihr sicher leicht versteht, sei euch gesagt, daß man leichte Mittel bei leichtflüssigen Erzen und alle starken bei schwerschmelzenden Erzen anwenden muss, um sie zu bezwingen,“ gibt Vannoccio Biringuccio dem geschätzten Leser mit auf den Weg.⁸⁷⁸

Bei der Verhüttung von Silbererzen waren vor allem die begleitenden Stoffe problematisch. Schwefel, nichtfixiertes Quecksilber und Arsenik, die das Silber entweder verbrannten oder es verflüchtigten, so dass vom Erz letztlich nur die unschmelzbare Gangart zurückblieb, mussten entfernt werden. Um solche Erze erfolgreich zu verhütten, „muss man Verstand, Geduld und die richtigen Mittel anwenden.“ Somit war nach Vannoccio Biringuccio folgendes Verfahren anzuwenden: Zuerst sollte die Erze geröstet oder in rohem Zustand gut zerkleinert werden. Dann wurden sie gewaschen und zum Schluss durch ein starkes Feuer oder durch große Bleibäder gereinigt. Erfolgversprechend war auch der Versuch, das Erz nach dem Vermahlen in einer Mühle mit Quecksilber zu amalgamieren. Bei Erzen mit hohem Silbergehalt und großer Reinheit ließ sich dieses Verfahren mit großem Gewinn anwenden.⁸⁷⁹

Verhüttung der
Silbererze

Zur Verhüttung der Bleierze schreibt Vannoccio Biringuccio bereits im ersten Buch: „Man schmelzt sie ohne viele Schmelzkünste, und zwar allein wie auch oft zusammen mit anderen Erzen.“⁸⁸⁰ Letzteres geschah, um die anderen Erze leichter schmelzbar zu machen oder um diese vor starker Hitze zu schützen, damit das Arsenik das Silber nicht verbrannte. Der Ofen für die Verhüttung der reinen Bleierze war denkbar einfach. Man erbaute einen „viereckigen, oben offenen Ofen wie einen Windofen von beliebiger Größe und Höhe.“⁸⁸¹ War genug Erz vorhanden, sollte der Ofen eine Höhe von 3 oder 4 Ellen haben. „Dreiviertel Ellen über Flur oder etwas höher macht man statt eines Eisenrostes so viele Mauerbögen im Ofenraum, wie Platz haben, wobei man zwischen den Bögen Abstände von 2 Zoll belässt. Auf dem Boden macht man auf drei Seiten

Verhüttung der
Bleierze

⁸⁷⁷ Otto Johannsen, 1925, 168 – 170, 182.

⁸⁷⁸ Otto Johannsen, 1925, 167.

⁸⁷⁹ Otto Johannsen, 1925, 49 – 51.

⁸⁸⁰ Otto Johannsen, 1925, 61; hier weist Vannoccio Biringuccio darauf hin, dass Bleierz andere Erze leichter schmelzbar macht, diese vor zu starker Hitze schützen kann und verhindert, dass Silber zusammen mit Arsen verbrennt. Bleierz wurde dabei als Zuschlagstoff eingesetzt.

⁸⁸¹ Otto Johannsen, 1925, 61.

schüsselartige Sammelbehälter, die durch ihre Neigung einen Ablaufkanal bilden. Die vierte, vordere Seite lässt man für den Eintritt des Windes und den Abfluss des Bleis offen. Während des Schmelzens fließt das Blei fortwährend ab und kann sich infolge der rinnenförmigen Gestalt des Bodens in einer großen Grube sammeln, die gegenüber oder seitlich von der Öffnung gemacht ist, die man für den Eintritt des Windes und zum Herausholen der hindurch fallenden glühenden Kohlen und Gangart gelassen hat. Das in den Sumpf gelaufene gereinigte Blei lässt man darin oder in einer anderen Form erstarren,...“⁸⁸² Bei der Inbetriebnahme des Ofens wurde zunächst Holz über die Bögen gelegt, dann Kohlen darauf ausgebreitet. Es folgte eine Lage Erz. In dieser Reihenfolge – Holz, Kohlen, Erz – wurde der Ofen bis oben hin gefüllt und dann angezündet. Das Erz musste in kleine Stücke gepocht und eventuell auch gewaschen sein. Der Ofen kam von selbst in Gang und konnte dann ununterbrochen betrieben werden, indem man stets frisches Erz, Holz und Kohlen oben in den Ofen füllte. Dieses einfache Verfahren war nur bei sehr reinen und leicht schmelzbaren Bleierzen anwendbar.⁸⁸³

Bei schwer zu schmelzenden Bleierzen wurden diese zunächst gepocht und gewaschen. Dann wurde ein Herd aus Lehm, Kohlen und Asche wie ein Treibherd gemacht. Dieser wurde gut festgestampft, zum Schluss getrocknet und mit glühenden Kohlen abgewärmt. Der Ofen benötigte ein Gebläse. In den Herd kam zunächst gereinigtes Blei, das mit Holz und Kohlen geschmolzen wurde. War der Ofen heiß genug, wurde das Erz auf das Holz und die Kohlen gegeben. Das Erz wurde heiß, sank in das Bleibad und schmolz dort. Seitlich am Herd machte man einen Abstich, aus dem das geschmolzene Blei kontinuierlich abfließen konnte. Die Schlacke wurde mit einem Eisen abgezogen.⁸⁸⁴

Falls auch dieses Verfahren nicht anwendbar war, weil das Erz sehr fein im Gestein verteilt war, so benötigte man zum Schmelzen ein noch stärkeres Feuer. Dieses ließ sich mit einem Schachtöfen, der auch zum Schmelzen der anderen Metalle eingesetzt wurde, erreichen. Für die Beschreibung dieses Verfahrens verweist Vannoccio Biringuccio auf ein späteres Kapitel.⁸⁸⁵

Die weitere Beschreibung der Schmelzöfen im dritten Buch bezieht sich auf das Kupfererz als Begleiter von Silber und Gold, da Vannoccio Biringuccio die Verhüttung von Bleierz bereits weiter oben beschrieben hatte. Die Hütte sollte über ausreichend Wasserkraft zum Betrieb der Blasebälge verfügen, man benötigte Holz zum Bau der Hütte, der Wasserräder und der Blasebälge sowie für die Herstellung der Holzkohle, ferner geeignete Steine für den Bau der Öfen. Je nach Erzmenge und verfügbarem Aufschlagwasser wurden 4 bis 6 Öfen in

Verhüttung der
Kupfererze

⁸⁸² Otto Johannsen, 1925, 61 f.; nach Cyril Stanley Smith, Martha Teach Gnudi, Anhang 457 f. sind 1 braccio (Elle) = 58,36 cm, 1 palmo (Spanne) = 29,18 cm, 1 dito (Zoll) = 2,92 oder 2,43 cm.

⁸⁸³ Otto Johannsen, 1925, 62.

⁸⁸⁴ Otto Johannsen, 1925, 62 f.; den Treibherd beschreibt Vannoccio Biringuccio erst im dritten Buch.

⁸⁸⁵ Otto Johannsen, 1925, 63; eine Darstellung von Schachtöfen gibt Vannoccio Biringuccio im ersten Buch im Zusammenhang mit der Eisenerzverhüttung (70 – 72) und im dritten Buch bei der Kupfererzverhüttung (171 – 174).

einer Hütte errichtet. Dabei genügte nach Ansicht Vannoccio Biringuccios ein einziges Wasserrad, um alle erforderlichen Blasebälge anzutreiben.⁸⁸⁶

„Erfahrung vereint mit Überlegung haben nun ergeben, dass der sogenannte Schachtofen am besten ist.“ Ein solcher Ofen wurde an einer gemauerten Wand errichtet, die auch bequem zur Radstube liegen musste. Günstig war es, die Öfen jeweils zwischen zwei Pfeilern zu errichten, die jedoch höher als die Öfen sein mussten (2 ½ Ellen Abstand und 4 Ellen Höhe). Der Ofen wurde aus feuerfestem Stein gebaut und er wurde besonders an den Stellen, die das Feuer erreichte, mit wenig Kalk und engen Fugen gemauert. Das Fundament des Ofens wurde durch eine etwas nach vorn geneigte Ebene gebildet, die ½ Elle über dem Boden lag. Darauf errichtete man einen viereckigen Hohlraum von 1 ½ Spannen Weite am Boden und 2 ¼ Ellen⁸⁸⁷ an der Oberkante. Er sollte 2 bis 1 ¾ Ellen hoch sein. Der Ofen erhielt also die Form eines Mülhentrichters oder eines umgekehrten Pyramidenstumpfes, wie auf der Abbildung Vannoccio Biringuccios gut zu sehen ist. Die Vorderwand sollte jedoch beinahe senkrecht sein und nur so hoch, dass die Schmelzer problemlos Kohlen und Erz aufschütten konnten.⁸⁸⁸

An der Rückseite des Ofens wurde eine Windform aus Kupfer eingesetzt, die die Düsen der beiden Blasebälge aufnahm. Vannoccio Biringuccio ging stets von einem Paar Blasebälge aus, das über das Wasserrad angetrieben wurde. Er hatte aber auch von Öfen gehört, die zwei Formen und zwei Balgpaare hatten, die dann jedoch einander gegenüber angeordnet sein sollten.⁸⁸⁹ An der Vorderseite des Ofens wurde ein steinernes Türchen eingelassen, durch das man das Erz im Ofen aufbrechen und bearbeiten konnte. Unterhalb davon in Höhe der Sohle gab es ein kleines Loch von 2 Zoll Weite, durch das die geschmolzene Masse abfließen konnte. An der Mündung des Abstiches baute man einen Vorherd, der ein Volumen von 1 Ster haben sollte, und seitlich hiervon machte man in die Erde eine Grube von 1 Elle Breite und ½ Elle Tiefe. Unterhalb des Vorherdes führte ein Ablauf in die Grube.⁸⁹⁰

Um den Ofen in Betrieb zu nehmen, musste zunächst die Ofensohle hergestellt werden. Hierzu benötigte man eine Mischung von Kohlenstaub, Lehm oder weißem Ton und etwas Asche, die mit Wasser angefeuchtet, in den Ofen eingebracht und gut festgeschlagen wurde. Diese Ofensohle musste ein Gefälle zum Abstich haben. Auch der Vorherd wurde mit einer Mischung aus

⁸⁸⁶ Otto Johannsen, 1925, 171 – 174. Die Antriebsvorrichtung für die Blasebälge beschreibt Vannoccio Biringuccio im siebenten Buch über „Die Metallschmelzverfahren“ im 8. Kapitel, wo der Antrieb mit Wasserkraft aber auch mit menschlicher Arbeitskraft dargestellt wird (357 – 364).

⁸⁸⁷ Cyril Stanley Smith, Martha Teach Gnudi, 148, geben ebenso wie Otto Johannsen für die untere Weite 1 ½ Spannen (= 44 cm) an. Für die obere Weite wird keine Maßeinheit genannt. Nimmt man hier Spannen wie bei dem unteren Maß an, so wäre der Ofen oben 66 x 66 cm weit. Nach den Angaben von Otto Johannsen hätte der Ofen eine obere Weite von 131 x 131 cm. Eine so extreme Verjüngung des Schachtofens ist aber kaum denkbar und so auf der zugehörigen Zeichnung auch nicht dargestellt.

⁸⁸⁸ Otto Johannsen, 1925, 173 – 175.

⁸⁸⁹ Otto Johannsen, 1925, 175.

⁸⁹⁰ Otto Johannsen, 1925, 175 f.; Cyril Stanley Smith, Martha Teach Gnudi, 148, übersetzen hier statt Ster (ca. 1 m³) bushel measure (amerikanisches Hohlmaß von 35,2 l).

Kohlenklein und Lehm ausgeschlagen. Aus dem Schachtofen führte eine Rinne in den Vorherd.⁸⁹¹

Wenn das Erz geschmolzen wurde, was später beschrieben wird, füllte sich der Ofenraum von der Sohle bis zur Windform mit Metall und flüssiger Schlacke. Dann stach man den Ofen mit einer Eisenstange ab und ließ die Schmelze durch die Rinne in den Vorherd abfließen. Im Vorherd setzte sich das Metall am Boden ab, während sich die leichteren Schlacken absonderten und oben schwammen. Für die weiteren Arbeitsschritte zur Reinigung der geschmolzenen Erze verweist Vannoccio Biringuccio auf einen späteren Abschnitt im Text.⁸⁹² Auch die Schmelzarbeit selbst wird später noch genauer dargestellt.

Vannoccio Biringuccio schreibt, dass es auf die Maße des Ofens nicht genau ankam, schließlich gab es „ebenso viele Verfahren, wie es Ansichten der Meister und Erzarten gibt, jedoch ist der Unterschied zwischen den einzelnen Verfahren tatsächlich gering“,⁸⁹³ wie er bereits früher anmerkt. Allerdings stellt er einen wichtigen Zusammenhang fest, wenn er schreibt: „Vergeßt nicht, daß die Erze, ..., um so länger im Feuer bleiben, je höher die Öfen sind, und an der Stelle, wo der Angriff des Windes das Feuer am stärksten macht, um so weicher und heißer werden.“⁸⁹⁴

Nach der Beschreibung des einfachen Schachtofens folgen die Sonderformen. Vannoccio Biringuccio gibt an, dass es auch doppelte Öfen gebe, wobei er deren Effizienz bezweifelt.⁸⁹⁵ Ferner gebe es Öfen in Form eines Winkels (Ellenbogens), deren Ausführung ihm ebenfalls nicht sinnvoll erscheint. Da sich die Windöffnung an der Biegung des Ofens oder nur knapp darüber befand, fürchtete Vannoccio Biringuccio, dass Kohlen und Flammen aus der vorderen Ofenöffnung heraus getrieben würden.⁸⁹⁶ Er nimmt jedoch diese Ofenformen in seine Abbildung auf.

Als nächstes erwähnt Vannoccio Biringuccio die Windöfen, die zum Schmelzen leichtschmelzender Erze Verwendung fanden und die er auch schon bei den Bleierzen behandelt hatte. Eine Alternative waren die mit Holzfeuerung betriebenen Flammöfen. Beide Öfen waren bei Blei, Zinn und „gewissen sehr unreinen Erzen“ einsetzbar, bei denen ein weniger starkes Feuer von Nutzen war, da sonst die Gefahr bestand, dass sich die Erze im Feuer verflüchtigten. Obwohl Vannoccio Biringuccio einen Flammofen selbst nicht kannte, gibt er

⁸⁹¹ Otto Johannsen, 1925, 176.

⁸⁹² Otto Johannsen, 1925, 176.

⁸⁹³ Otto Johannsen, 1925, 168.

⁸⁹⁴ Otto Johannsen, 1925, 175.

⁸⁹⁵ Otto Johannsen, 1925, 176 f., er hält die doppelten Öfen für eine Phantasterei, wie ja auch Vannoccio Biringuccio sie offensichtlich selbst nicht kannte, sondern nur von ihnen gehört hatte.

⁸⁹⁶ Otto Johannsen, 1925, 177, er schreibt, dass es sich hier um die erste Erwähnung von Öfen mit offener Brust handelte, diese findet Otto Johannsen dann jedoch bei Peder Månsson, dessen Schriften er erst 1941 herausgab. Hier merkt er noch an, dass Georgius Agricola (1556) diese Öfen nicht erwähnte. Sie wurden seiner Meinung nach zuerst auf den Kupferhütten eingesetzt, wenn man mit zähen Schlacken arbeitete, und erlangten später auf den Eisenhütten große Verbreitung. Er vermutet, dass Vannoccio Biringuccio auch diese Öfen nur vom Hörensagen kannte.

eine Beschreibung wieder, die er selbst mündlich erhalten hatte, und fertigt auch eine entsprechende Zeichnung an.⁸⁹⁷

Der Flammofen war im Gegensatz zum Schachtofen rund. Der Boden hatte einen Durchmesser von 2 ½ Ellen und war ½ Elle hoch. Darunter befand sich ein Kanal für die Beheizung. In der Mitte der Platte war ein Loch von ¾ Ellen Weite auf den ein trichterförmiger Zug für die Feuerung 1 ½ Ellen hoch aufgemauert wurde. Durch diesen Trichter stieg der Rauch des Feuers empor. Die Ofensole sollte vier zum Außenrand geneigte Rinnen haben. Diese mündeten in kleine Öffnungen, durch die das geschmolzene Erz abfließen konnte. Darunter befand sich jeweils eine Grube, zur Aufnahme der Schmelze. Die Ofenwand war ¼ Ellen dick, eine Höhenangabe fehlt hier. Darüber wurde eine 1 ¼ Ellen hohe Kuppel hergestellt. 3 bis 4 Zoll über der Ofensole waren zwei mit Türchen verschließbare Öffnungen, durch die das Erz beobachtet und bearbeitet werden konnte. Darüber waren vier Auslässe für Dämpfe und Rauch. Vannoccio Biringuccio hielt diese Öfen nicht für wirksam, und auch andere Varianten der Flammöfen, die er im Weiteren beschreibt, finden nicht seine Zustimmung. Er rät entschieden zum Einsatz von Schachtofen, da diese am wirksamsten seien und am leichtesten zum Erfolg führten.⁸⁹⁸

In diesem Zusammenhang geht Vannoccio Biringuccio nochmals auf die Eisenerze ein und beschreibt die hier verwendeten Schachtofen. Diese waren wesentlich größer mit entsprechend großen Blasebälgen. Er selbst hatte Öfen von 7 bis 8 Ellen Höhe und 2 bis 2 ½ Ellen Weite gesehen. Diese mussten so am Hang gebaut werden, dass man sie von oben befüllen konnte. Die kleinsten dieser Öfen benötigten 50 bis 60 Sack Kohlen und 6 bis 8 Lasten Erz.⁸⁹⁹ Dies ist insofern von Bedeutung, als dass Öfen dieser Größenordnung für Nichteisenmetalle erst im 17. Jahrhundert entwickelt wurden. Durch diese Beschreibung wird aber deutlich, dass man in der Eisenverhüttung eventuell Vorbilder zum Bau solcher Öfen hatte, auf die man zurückgreifen konnte.

Verhüttung der
Eisenerze

Nach dem Bau der Öfen geht es im Folgenden um den Schmelzprozess.⁹⁰⁰ Zunächst wurde die Beschickung vorbereitet. Dazu wurde das gepochte und gewaschene Erz auf einem befestigten Platz vor dem Ofen auf einen Haufen geschüttet und mit einem Viertel oder einem Drittel Bleierz als Zuschlag versehen. Weitere Zuschläge waren gepochte Eisenschlacken oder Schlacken anderer Erze. Alternativ kamen auch Schlacken desselben Erzes, grob gestoßener Marmor oder andere leichtschmelzende Steine in Frage.⁹⁰¹

Erzschmelzen

Der Ofen wurde nun mit Kohlen gefüllt und angeheizt, bis die Flammen aus dem Ofen schlugen. Dann gab man weitere Kohlen und die Erzmischung in den Ofen, bis dieser gefüllt war. Der Ofen wurde während des Schmelzens immer wieder aufgefüllt. Wenn die Schmelze im Ofen die Höhe der Windform erreicht

⁸⁹⁷ Otto Johannsen, 1925, 178; ein Windofen war im Prinzip ein Schachtofen mit natürlichem Zug, also ohne Blasebälge. Durch den Verzicht auf den Blasebalg im Windofen bzw. durch den Einsatz von Holz statt Kohle im Flammofen erreichte man denselben Zweck, nämlich ein milderes Feuer.

⁸⁹⁸ Otto Johannsen, 1925, 178 – 180; Otto Johannsen merkt an, dass die Flammöfen, die bei Georgius Agricola nicht erwähnt werden, später besonders in England Bedeutung erlangten.

⁸⁹⁹ Otto Johannsen, 1925, 180.

⁹⁰⁰ Auch hierbei geht es um silberhaltige Kupfererze. Das Rohschmelzen dient dabei der Verschlackung der „Erdigkeit“, wie Vannoccio Biringuccio es nennt, also der Gangart.

⁹⁰¹ Otto Johannsen, 1925, 181 f.

hatte, stach man den Ofen mit einer Eisenstange ab. Das Metall und die Schlacke liefen in den Vorherd oder Sumpf. Der Ofen wurde dann wieder geschlossen und das Schmelzen fortgesetzt, während man sich um das Schmelzgut im Vorherd kümmerte. Die langsam erstarrenden Schlacken wurden mit einer Eisengabel abgehoben. Damit fuhr man fort, bis man auf das reine Metall kam und sah, dass sich darauf keine Schlacke mehr befand. Dieses Metall bestand zu großen Teilen aus Kupfer und Blei sowie aus Silber, gegebenenfalls auch Gold. Während das Blei und Silber im Sumpf zu Boden sanken, schwamm das Kupfer oben, so dass man es ebenso wie die Schlacken mit einer Eisengabel abheben konnte. Der bleierne Metallanteil erstarrte langsamer als das Kupfer und wurde schließlich in die neben dem Vorherd befindliche Grube abgelassen. Im Blei war das Silber bzw. das Gold gebunden. Vannoccio Biringuccio führt noch aus, dass in Deutschland das silberhaltige Blei „Werk“ genannt wurde und das kupferne Metall „Stein“.⁹⁰²

Dieses Verfahren war nach Meinung Vannoccio Biringuccios auch bei Flammöfen anwendbar, wobei er hier noch einige Verbesserungsvorschläge für Bau und Handhabung macht.⁹⁰³

Obwohl in dem beschriebenen Schmelzprozess schon Werkblei und Kupferstein erschmolzen worden waren, diente dieses Verfahren nur dazu, die Metalle von der Gangart zu trennen. Die Metalle hatten noch nicht die Reinheit, die man für die weitere Verwendung benötigte. Es handelt sich bei diesem Schmelzprozess um das Rohschmelzen, dem dann noch weitere Arbeitsschritte folgten. Die weitere Trennung von Blei und Kupfer und die Entsilberung und Entgoldung des Kupfers mit Hilfe von Blei werden im folgenden 5. Kapitel beschrieben.⁹⁰⁴

Weiterverarbeitung von Werkblei und Kupferstein

Das Blei musste vom Kupfer geschieden werden, da daran Silber und, falls vorhanden, auch Gold gebunden waren. Vannoccio Biringuccio waren hierfür zwei Verfahren bekannt. Das bereits gewonnene Kupfer wurde dafür nochmals unter Zusatz von Blei oder Bleierz im Schachtofen geschmolzen. Das Schmelzgut ließ man durch den Abstich in den Vorherd laufen und hob wiederum die oben befindlichen erstarrten Kupferplatten ab, bis man auf das Werk (Werkblei) kam. Das erschmolzene Kupfer wurde auf seinen Silbergehalt probiert und falls dieser noch zu hoch war, wiederholte man den Schmelzprozess, bis der Kupferstein entsilbert war. Das Silber war dann möglichst vollständig in das Werkblei übergegangen.⁹⁰⁵ Ein anderes Verfahren

Steinent-silberung und Saigerverfahren

⁹⁰² Otto Johannsen, 1925, 181 – 184. V. Biringuccio verwendet die Begriffe couolo und confrustagno, deren Bedeutung nicht ganz klar ist, wie sowohl Otto Johannsen als auch Cyril Stanley Smith, Martha Teach Gnudi, 154, anmerken.

⁹⁰³ Otto Johannsen, 1925, 184.

⁹⁰⁴ Otto Johannsen, 1925, 184 f.

⁹⁰⁵ Otto Johannsen, 1925, 185 f., in Anm. 1 bezeichnet Otto Johannsen diesen Prozess als „Spleißen“ des Kupfers. Dies ist nach Ansicht von Lothar Suhling, 1976, 96, Anm. 140 nicht richtig. Demnach versteht man unter „Spleißen“ ein teilweises Verschlacken des Kupfers in oxidierender Atmosphäre. Lothar Suhling, 1976, 96, bezeichnet das von Vannoccio Biringuccio beschriebene Verfahren als „schrittweises Entsilbern des Kupfersteins durch mehrmaliges Verbleien mit Blei, Glätte oder Bleierz.“ Ein Fließschema der Steinentsilberung gibt Lothar Suhling in Abb. 8 (97) wieder. Vergleicht man Vannoccio Biringuccios Beschreibung mit dem Spleißen, wie es Georgius Agricolae darstellt, so kann es sich hier nicht um den gleichen Prozess handeln, da beim Spleißen des Kupfersteins kein Zuschlag von Blei erfolgt (Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 628 f.). Nach Lothar Suhling erhielt man bei diesem Prozess einen

bestand darin, Kupfer und Werkblei zusammen einzuschmelzen, wobei Blei oder Bleierz zugesetzt wurde. Die Menge der Zuschläge betrug mindestens $\frac{2}{3}$ der Gesamtmenge an Kupfer. Das silberreiche Kupfer wurde also verbleit. Die Schmelze wurde in den Vorherd abgelassen, gegebenenfalls von restlichen Schlacken gereinigt und dann weiter in die seitlich gelegene Grube geleitet. Man erhielt so Metallkuchen von 200 bis 250 Pfund.⁹⁰⁶ Nun benötigte man einen länglichen Herd, dessen Oberfläche aus zwei gegeneinander geneigten Platten bestand zwischen denen sich ein Ablaufkanal von geringer Weite ($\frac{1}{2}$ Zoll) befand. Die Metallkuchen wurden hochkant darauf gestellt. Darüber kam ein engmaschiger Gitterrost, auf den man Kohlen gab. Die brennenden Kohlen erhitzen die Metallkuchen, das Blei lief aus ihnen heraus, sammelte sich in der Rinne und floss in einen Sumpf ab. Dort wurde es ausgeschöpft und man ließ es in kleinen Gruben von je 20 bis 25 Pfund Inhalt erkalten. Dieser Prozess dauerte so lange, bis kein Blei mehr aus den Metallkuchen floss. Die zurückbleibenden Metallkuchen bestanden aus Kupfer,⁹⁰⁷ sollten aber wiederum geschmolzen und probiert werden. Falls sich immer noch Silber im Kupfer befand, musste auch hier der Prozess, also Frischen und Saigern, wiederholt werden, bis man das Silber vollständig aus dem Kupfer gewonnen hatte. Das entsilberte Kupfer wurde nun im Schachtofen geschmolzen. Die so hergestellten Kupferscheiben wurden dann in Lagen mit Holz und Kohlen in einem Röstofen vom restlichen Blei gereinigt, so dass man sie zu Feinkupfer weiterverarbeiten konnte.⁹⁰⁸ Über die Verarbeitung der beim Saigerprozess anfallenden Nebenprodukte wird keine Aussage gemacht. „Kurz, alles Silber und Gold, das das verhüttete Erz enthielt, ist nur noch im Blei, und das Kupfer ist als reine Kupfersubstanz vorhanden, so dass beide Stoffe in einem Zustand sind, dass sie sich leicht in ihren äußersten Reinheitsgrad überführen lassen.“⁹⁰⁹

Bei der Weiterverarbeitung des Werkbleis wurde das Silber auf dem Treibherd aus dem Blei abgetrieben. Vannoccio Biringuccio kannte vier Formen von Treibherden, die sich darin unterschieden, wie sie nach oben abgeschlossen wurden. Der übliche Treibofen sollte bezüglich der Größe den zu

Treibverfahren

entsilberten bleihaltigen Kupferstein und stark kupferhaltige Werke mit abnehmendem Silbergehalt.

⁹⁰⁶ Otto Johannsen, 1925, 186; Lothar Suhling, 1976, 97, Anm. 144 geht davon aus, dass bei diesem Verbleien mit Sicherheit wiederum Kupferstein anfällt, der in den Schmelzprozess zurückgeführt werden musste.

⁹⁰⁷ Lothar Suhling, 1976, 97, schreibt, dass es sich hier um die aus den Saigerstücken gewonnenen Kienstöcke handelte.

⁹⁰⁸ Otto Johannsen, 1925, 187, Anm. 1 bezeichnet diesen Prozess als Darren; Lothar Suhling, 1976, 97, ebenso. Er gibt in Abb. 9 (98) ein Fließschema wieder, das diesen Prozess darstellt. Nach den Ausführungen von Lothar Suhling, 1976, 100, könnte es sich bei der Darstellung auch um Beobachtungen des Tiroler Abdarrprozesses oder eines ähnlichen Verfahrens handeln.

⁹⁰⁹ Otto Johannsen, 1925, 187; der gesamte Prozess wird 185 – 188 dargestellt. Lothar Suhling, 1976, 96 – 100 behandelt diesen Abschnitt, weil in ihm neben der traditionellen Bleiarbeit das Saigerverfahren ausführlich dargestellt wird. Die Beschreibung des Saigerherds deutet er als einteiligen Herd mit einer mittigen Vertiefung. Bekannt waren sonst Herde mit zwei parallel angeordneten Saigerbänken und einer Saigergasse in der Mitte. Allerdings ist das in der Zeichnung nicht eindeutig zu erkennen. Auch das Gewicht und die Menge der eingesetzten Saigerstücke sind seiner Meinung nach eigentümlich. Insgesamt würdigt er die Beschreibung Vannoccio Biringuccios als Darstellung eines „differenzierten Entsilberungsverfahrens.“ Die Gewichte sind bei Cyril Stanley Smith, Martha Teach Gnudi, 458, wie folgt angegeben: 1 libbra (= 1 pound) = 339,55 Gramm.

verarbeitenden Metallmengen entsprechen und als dauerhaftes Bauwerk ausgeführt werden. Auch hier war die Verfügbarkeit von Wasserkraft für die Blasebälge wichtig. Die Basis des Ofens war ein rundes, scheibenförmiges Gemäuer, auf einem freien, ringsherum zugänglichen Platz. Das Mauerwerk wurde $\frac{2}{3}$ Ellen hoch und mit beliebigem Durchmesser aufgeführt. Darauf wurde ein ca. 4 Zoll hoher Holzring mit etwas geringerem Durchmesser gesetzt und dieser mit ausgeglühter, gesiebter und angefeuchteter Laugasche gefüllt. Diese wurde sorgfältig fest gedrückt und geschlagen, so dass in der Mitte eine tellerförmige Vertiefung entstand. Über diese Schicht kam eine weitere Schicht, bestehend aus Laugasche, ein Viertel gut gewaschenem Flusssand und etwas Mauerstein- oder Dachziegelpulver. Diese Mischung musste gut vermengt und dann angefeuchtet werden, damit man sie sorgfältig über der ersten Schicht ausbreiten und festschlagen konnte. Diese Schicht war in der Mitte dünner als am Rand und bildete ebenfalls eine tellerförmige Form. Vannoccio Biringuccio betont immer wieder, dass diese Arbeiten mit großer Sorgfalt und Genauigkeit auszuführen seien. Als letztes wurde der Holzring entfernt und der Herd entweder mit weiterer Asche, jedoch besser mit Mauersteinen befestigt.⁹¹⁰

Damit der Herd die notwendige Haltbarkeit erhielt, mussten in ihm Kohlen ausgebreitet und ein Feuer entzündet werden, um ihn auszuglühen. Dieses Feuer sollte nicht weniger als acht bis zehn Stunden brennen. Anschließend mussten ein oder zwei Paar Blasebälge mit langen Düsen oder Formrüsseln, die einen Windstrom erzeugten, der waagrecht über das Metall ging, installiert werden.⁹¹¹

Schließlich wurde die Abdeckung des Herdes hergestellt und hier zeigten sich auch die Unterschiede, die Vannoccio Biringuccio eingangs erwähnt. Man konnte eine gemauerte Kuppel darüber bauen oder einen Eisenhut darauf setzen. Eine weitere Methode war eine Abdeckung aus Eichenholzknüppeln oder dickem Holz. Ferner gab es Abdeckungen aus gebrannten Tonplatten.⁹¹² Für Vannoccio Biringuccio spielte dies offensichtlich keine wesentliche Rolle. Die Vor- oder Nachteile der einzelnen Herde erläutert er kurz, wobei ihm die Abdeckung mit Tonplatten am besten gefiel.⁹¹³

Nachdem der Treibherd fertiggestellt und ausgeglüht war, konnte man mit der Treibarbeit beginnen. Zunächst wurde der Herd mit großen Kohlen gefüllt und diese angezündet. Ferner wurden Holzknüppel in den Treibherd gelegt. Anschließend nahm man die dreifache Menge des zu verarbeitenden Materials an Blei und ließ es auf den Knüppeln schmelzen, so dass es in den Herd lief. Dann erst kamen die Blasebälge zum Einsatz. Stücke langen Eichenholzes wurden quer zum Windstrom gelegt und das Feuer angefacht. Nun veränderte das geschmolzene Blei seine Farbe, wurde erst blau, dann schwarz und schließlich „hell wie ein Stern“. Erst dann wurde das Schwarzblei oder das Blei aus dem Saigerverfahren auf die Knüppel gelegt und so geschmolzen, dass es in die Mitte des Herdes lief. Durch das Feuer verbrannte zunächst das Blei zu

⁹¹⁰ Otto Johannsen, 1925, 192 – 194.

⁹¹¹ Otto Johannsen, 1925, 194 f.

⁹¹² Otto Johannsen, 1925, 192, 195.

⁹¹³ Otto Johannsen, 1925, 197 – 200, Vannoccio Biringuccio fügt auch für jeden Herdtyp eine Zeichnung bei.

einer öligen Flüssigkeit. Diese wurde durch einen Einschnitt in der Herdwand abgelassen und aufgefangen. Im Gegensatz zu dieser Glätte sammelte sich das Silber am Herdboden. Man durfte nur soviel Glätte ablassen, dass kein Silber abfloss. Eventuell musste nochmals Blei zugesetzt werden, um Verunreinigungen zu binden und abzutreiben. Durch Verstärken des Feuers wurde das verbleibende Blei verbrannt. Wenn das Silber von allen Verunreinigungen frei war, hörte es auf zu rauchen und wurde ganz hell. Damit war die Treibarbeit abgeschlossen. Da das Silber immer noch Spuren von Blei oder Verunreinigungen enthielt, wurde es in einer oder mehreren großen Kupellen geschmolzen. Alternativ konnte es auch in Eisen- oder Tontiegel in einem Windofen geschmolzen werden, wobei man als Zusatz Glaspulver oder Salpeter verwandte. Anschließend wurde es in die gewünschte Form gegossen.⁹¹⁴ Es folgen noch weitere Ratschläge für den Gebrauch des Treibherdes, so für die Handhabung von zinnhaltigem Metall, für das Vorgehen bei zu großer Hitze oder bei sehr kupferhaltigem Material.⁹¹⁵

Eine Besonderheit, die Vannoccio Biringuccio in Deutschland bei den Treibherden gesehen hatte, war eine eiserne Klappe, die vor die Windform der Blasebälge gesetzt war. Diese öffnete sich, wenn der Wind einströmte, und fiel wieder herab, wenn der Wind aussetzte. Vannoccio Biringuccio sah darin zwei Vorteile. Einmal wurden die ledernen Blasebälge davor geschützt, dass bei Einsaugen glühende Kohlen angesaugt und die Bälge beschädigt wurden. Zum anderen konnte man so die Luft besser in die Mitte des Herdes lenken. Die Klappen waren so konstruiert, dass man den Wind gezielt dorthin lenken konnte, wo es den Meistern am zweckmäßigsten erschien.⁹¹⁶

Man hatte nach diesen Schmelzarbeiten nun drei Zwischenprodukte erhalten. Durch die Saigerung bzw. die Steinentsilberung erhielt man Kupferstein und Werkblei. Durch die Treibarbeit erhielt man aus dem Werkblei Silber und Bleiglätte sowie die bleihaltige Herdmasse. Falls das Erz goldhaltig gewesen war, fand sich dieses Gold nun im Silber gebunden wieder.⁹¹⁷

Der Kupferstein musste weiter zu reinem Kupfer verarbeitet werden. Dazu wurde er „gut abgedünstet und gereinigt“.⁹¹⁸ Für die weitere Verarbeitung benötigte man einen feuerfesten Herd aus Steinen, der mit Kohlenstaub und Lehm ausgeschlagen wurde. Dieser Kupfergarherd wurde mit Kohlen gefüllt und das Schwarzkupfer mit Hilfe von Blasebälgen geschmolzen. Die Masse schmolz leicht, musste jedoch lange im Feuer flüssig gehalten werden. Falls noch Blei in der Kupfermasse enthalten war, wurde dieses nun durch das starke Feuer verbrannt. Auch Schlacken und andere Verunreinigungen wurden entfernt. Wenn keine bleihaltigen Dämpfe mehr aufstiegen und die Flammen hell und rein waren, wurden die Kohlen entfernt und man hatte ein klares, helles und reines Metall. Dieses wurde Schicht für Schicht mit einer Eisengabel zum

Herstellung von Garkupfer

⁹¹⁴ Otto Johannsen, 1925, 195 f.

⁹¹⁵ Otto Johannsen, 1925, 200 f.

⁹¹⁶ Otto Johannsen, 1925, 196 f.

⁹¹⁷ Otto Johannsen, 1925, 202.

⁹¹⁸ Otto Johannsen, 1925, 203, der Autor schreibt, dass es sich dabei um das Totrösten und Schwarzkupferschmelzen handelt.

Auskühlen aus dem Herd gehoben. „Damit habt ihr das feinste und schönste Kupfer.“⁹¹⁹

Die beim Treibprozess entstandene Bleiglätte konnte statt Bleierz in den Verhüttungsprozessen weiter genutzt werden. Man konnte sie aber auch in einem weiteren Schmelzprozess wieder in reines Blei umwandeln. Dazu wurde die Glätte gepocht. Das entstandene Pulver benetzte man mit Salzwasser, knetete daraus Klumpen wie Brote und stellte diese zum Trocknen hin. Dann verhüttete man sie im Schachtofen wie Erz. Das abfließende Blei und die Schlacke ließ man in den Sumpf oder Vorherd ab, reinigte das Blei von der Schlacke und ließ es zu Klumpen erstarren. Man konnte es auch in Platten abheben oder in kleine Formen gießen. Auf diese Weise wurde auch die Aschemasse der Treiböfen verarbeitet, in der sich Blei gesammelt hatte. Da weder die Glätte noch die Treibherdmasse völlig frei von Silber waren, empfahl Vannoccio Biringuccio, diese Produkte vorsichtshalber nochmals zu probieren und gegebenenfalls wieder in den Silbergewinnungsprozess einzubringen.⁹²⁰

*Herstellung von
Frischblei*

Wichtig waren die bei den verschiedenen Schmelzprozessen eingesetzten Brennstoffe. Vannoccio Biringuccio unterschied Holz und Kohle (Holzkohle), andere brennbare Stoffe waren ungeeignet. Steinkohle war ihm wohl bekannt, wenn er schreibt: „Abgesehen von Bäumen hat die Natur an vielen Orten Steine gemacht, die ganz das Wesen von Kohlen haben. Damit schmiedet man in diesen Gegenden das Eisen und schmelzt die anderen Metalle.“ Er behandelt jedoch ausführlich die Herstellung der Holzkohle, die in unterschiedlichsten Qualitäten erzeugt werden konnte. Wichtig waren die Baumarten, der Zustand der Bäume, ihr Standort und der Verkohlungsprozess selbst, nämlich die Meilerverkohlung oder die Grubenverkohlung. Abgeschlossen wird dieses letzte Kapitel des dritten Buches mit der Bemerkung: „Wer mit Kohlen arbeitet, muss deshalb darauf sehen, dass sie gut sind, und bei ihrer Herstellung auf die verschiedenen oben beschriebenen Punkte achten.“⁹²¹

*Herstellung der
Holzkohlen*

„Hiermit habt ihr also alle drei Metalle, die vorher in einer Masse gewesen waren, getrennt und in ihr eigentliches Wesen verwandelt. Es bleibt nun nur noch die Gewinnung des Goldes aus dem Silber übrig.“⁹²² Dies ist das Thema des vierten Buches. Da die Gewinnung des Goldes aus Silber mit Scheidewasser und anderen chemischen Verfahren erfolgte und somit nicht zu den Verhüttungsprozessen gehört, soll darauf hier nicht mehr eingegangen werden.⁹²³

Vor allem in Bezug auf die Vorkommen von Edel- und Buntmetallen hatte Vannoccio Biringuccio Kenntnisse, die weit über Europa hinauswiesen. Von den europäischen Bergrevieren werden Schlesien, Böhmen, Ungarn, Österreich und Portugal erwähnt sowie die Zinnvorkommen in England. Für den Goldbergbau nennt er Skythien und den Orient, vor allem aber Indien. Geographisch nicht einordnen kann er Peru, hatte aber von dessen Goldreichtum gehört. Zum Teil

*Geographische
Reichweite*

⁹¹⁹ Otto Johannsen, 1925, 203 – 205.

⁹²⁰ Otto Johannsen, 1925, 205 f.

⁹²¹ Otto Johannsen, 1925, 206 – 214.

⁹²² Otto Johannsen, 1925, 206.

⁹²³ Auch die Herstellung des Scheidewassers, das Scheiden mit Schwefel oder Spießglanz sowie die Zementation des Goldes werden hier besprochen. Dabei handelt es sich um komplexe chemische Verfahren mit zahlreichen Arbeitsschritten.

verdankte er dieses Wissen den Berichten zuverlässiger Leute und verschiedenen Büchern, die er gelesen hatte. Einige europäische Bergbauorte und die dortigen Anlagen hatte Vannoccio Biringuccio während seines Berufslebens selbst gesehen, worauf er in seinem Werk auch hinweist. So war er in Österreich im Inntal (zwischen Innsbruck und Hall), in Italien in Schio im Vigentino und am Avanzoberge sowie in Oberdeutschland gewesen. Berg- und hüttentechnische Einrichtungen, die er hier gesehen hat, werden in den entsprechenden Kapiteln erwähnt.

Vannoccio Biringuccio beschreibt als erster in einem eigenen Kapitel das für die erfolgreiche Verhüttung unabdingbare Probieren der Erze. Im Gegensatz zum Probierbüchlein konzentriert er sich auf die Verfahren, die zur Analyse der Erze und Verhüttungsprodukte notwendig sind. Im Probierbüchlein und auch im Kunstbuch Peder Månsson beanspruchen diese Rezepte nur einen kleinen Teil der Darstellung. Das Probierwesen, wie es Vannoccio Biringuccio beschreibt, ist dagegen auf die Ansprüche des Hüttentechnikers abgestimmt.

Technische
Entwicklungen
und Fortschritte

Im Bereich der Erzaufbereitung werden die Erzwäsche und die Erzröstung behandelt. Eine sorgfältige Vorbereitung der Erze für die Verhüttung war für Vannoccio Biringuccio unabdingbar. Er erkannte jedoch nicht, dass vor allem ein hoher Schwefelgehalt der Erze das Rösten notwendig machte, sondern schreibt nur von „den böartigen Bestandteilen, an denen der Fehler liegt, ...“⁹²⁴ Auch die Möglichkeit, beim Rösten den Schwefel zu gewinnen, war ihm nicht bekannt, denn er beschreibt nur die Gewinnung von Schwefel aus Minerallagerstätten.

Die Amalgamation von edelmetallhaltigen Erzen war ein vielversprechendes Verfahren, wenn die Erze reich genug waren und das Quecksilber annahmen. Es wurde nach Angaben Vannoccio Biringuccios viel genutzt.⁹²⁵

Die für ihn ungeheuer große Anzahl möglicher Schmelzprozesse beschreibt Vannoccio Biringuccio sehr zutreffend, wenn er sagt: „denn es gibt so viele Verfahren, wie es Ansichten der Meister und Erzarten gibt, jedoch ist der Unterschied zwischen den einzelnen Verfahren gering.“ Er konzentriert sich daher auf die für ihn wesentlichen Methoden und beschreibt zunächst verschiedene Schmelzöfen. Ein einfacher Windofen für das Schmelzen von Bleierzen wird geschildert,⁹²⁶ ebenso das Schmelzen durch Eintränken in Bleibädern.⁹²⁷ Der bevorzugte Ofentyp, der für fast alle Erzarten genutzt wurde, war ein Schachtofen mit Gebläse. Dieser Ofen war 102 cm bis 117 cm hoch, unten ca. 44 cm und oben ca. 66 cm weit. Nach seiner Beschreibung verjüngte sich dieser Ofen nach unten sehr stark, eine Bauart, die später nirgendwo so beschrieben wird. Dieser Schachtofen hatte ein Auge, d. h. es handelte sich um einen Stichofen. Der davor befindliche Vorherd diente der Aufnahme des abgestochenen Schmelzgutes. Eine Besonderheit ist die Beschreibung der

⁹²⁴ Otto Johannsen, 1925, 167.

⁹²⁵ Otto Johannsen, 1925, 50.

⁹²⁶ Otto Johannsen, 1925, 61 f., Anm. 1, bei Georgius Agricola findet man vier verschiedene einfache Öfen oder Herde zu Bleigewinnung (siehe Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 509 – 511). Dass dabei auch ein in Kärnten genutzter Schmelzofen beschrieben wird, hängt damit zusammen, dass man in Bleiberg (Kärnten) ein fast reines Bleierz förderte, das auch noch in späterer Zeit mit ähnlichen jedoch weiter entwickelten Öfen verhüttet wurde (siehe Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 318 – 321).

⁹²⁷ Otto Johannsen, 1925, 62 f.

Flammöfen, bei denen der Feuerraum vom Schmelzraum getrennt war, d. h. Erz und Kohlen wurden in verschiedene Teile des Ofens beschickt. Auch diese Öfen waren nicht sehr groß, denn sie maßen nur ca. 146 cm im Durchmesser und waren ca. 190 cm hoch.⁹²⁸ Der Saigerherd wird beschrieben und in einer Zeichnung dargestellt, allerdings werden hier keine Maßangaben gemacht.⁹²⁹ Der Treibherd war rund und hatte eine ca. 39 cm hohe Basis. Der Durchmesser war beliebig und wurde der zu verarbeitenden Menge an Werkblei angepasst.⁹³⁰ Der Garherd zum Verarbeiten des Schwarzkupfers glich einer Schmiedeesse und maß etwa 88 x 44 cm.⁹³¹ Weitere Öfen werden nur erwähnt, aber nicht beschrieben, wie der Schachtofen zum Verbleien und zum Kupferfrischen (ein einfacher Schachtofen mit Abstich), der Röstofen zum Darren der Kienstöcke und ein Schachtofen zum Frischen der Bleiglätte.⁹³² Der größte Schmelzofen, den Vannoccio Biringuccio beschreibt, war ca. 476 cm hoch, 146 cm weit und diente zur Eisenerzverhüttung.⁹³³

Im Gegensatz zur Darstellung Peder Månssons waren die Hütten, die Vannoccio Biringuccio kannte, im Allgemeinen größer, denn er geht von 4 bis 6 Öfen pro Hüttenwerk aus.⁹³⁴ Es werden folgende Schmelzprozesse detailliert beschrieben: Rohschmelzen von Silber-, Blei-, Kupfer- und Melierterzen, Steinentsilberung mit Bleizuschlägen, Kupfersaigerung, Darren der Kienstöcke, Garkupferherstellung aus Schwarzkupfer, Abtreiben des Silbers aus Werkblei und Frischen der Glätte.

Für die Entsilberung von Kupfererzen beschreibt Vannoccio Biringuccio zwei Verfahren, nämlich die traditionelle Entsilberung des Kupfersteins durch Verbleien und die seit dem späten 15. Jahrhundert übliche Saigerarbeit. Allerdings war die Steinentsilberung mit großen Silberverlusten und durch das mehrmalige Verbleien mit hohem Arbeitsaufwand verbunden, was nur bei einem ausreichend hohen Silbergehalt des Kupfersteins ökonomisch sinnvoll war. Die Saigerarbeit war dagegen auch bei geringeren Silbergehalten wirtschaftlich, u. a. weil das Silber aus dem Schwarzkupfer effektiver an das Blei gebunden wurde als beim Verbleien des Kupfersteins.⁹³⁵ Vannoccio Biringuccio lobt denn dieses Verfahren auch als „wirklich klug und schön erdacht.“⁹³⁶

Bei Vannoccio Biringuccio findet man die erste Darstellung der Messingproduktion, wobei man das Kupfer mit Galmei legiert, der in Italien an

⁹²⁸ Otto Johannsen, 1925, 173 – 180.

⁹²⁹ Otto Johannsen, 1925, 186, 188.

⁹³⁰ Otto Johannsen, 1925, 192 – 194.

⁹³¹ Otto Johannsen, 1925, 203 f.

⁹³² Otto Johannsen, 1925, 185, 186, 187, 205 f.

⁹³³ Otto Johannsen, 1925, 180, in Anm. 2 bezeichnet Otto Johannsen diesen als Stückofen.

⁹³⁴ Otto Johannsen, 1925, 174.

⁹³⁵ Lothar Suhling, 1976, 21; Lothar Suhling, Innovationen im Montanwesen der Renaissance. Zur Frühgeschichte des Tiroler Abdarrprozesses, in: Technikgeschichte, Bd. 42, H.2, 1975, 97 – 119, hier 102, schreibt, dass beim einmaligen Verbleien des Kupfersteins nur 50 % des Silbers gewonnen werden konnten, während man mit dem Saigern und Darren des Schwarzkupfer 95 % des Silbers ausbrachte.

⁹³⁶ Otto Johannsen, 1925, 187.

einigen Orten abgebaut wurde. Er bezeichnet den Galmei als mineralische Erde bzw. erdiges Erz von gelber Farbe.⁹³⁷

Der Einsatz von Flussmitteln wird auch von den vorhergehenden Autoren bereits erwähnt. Vannoccio Biringuccio gibt jedoch erstmals eine Aufzählung möglicher Zuschlagstoffe, die alle dem Zweck dienen, schwerschmelzende Erze leichtflüssig zu machen.⁹³⁸ Auch die Herstellung von Gestübe zum Zumachen (oder zur Zustellung) der Öfen wird erstmals bei Vannoccio Biringuccio nicht nur erwähnt, sondern genau beschrieben.⁹³⁹ Bei Vannoccio Biringuccio findet man erstmals den Hinweis, dass man Silbererz ebenso wie Golderz durch Amalgamation gewinnen konnte.⁹⁴⁰

Eine technische Innovation, die Vannoccio Biringuccio vorstellt, waren die verschließbaren Düsen, die er in Deutschland bei der Treibarbeit gesehen hatte und mit denen das Gebläse genauer gesteuert werden konnte. Merkwürdigerweise beschreibt er jedoch nie die Anlage einer Abzucht unter den Schmelzöfen, die von anderen Hüttenleuten als so wichtig angesehen wurde und die selbst Peder Månsson schon erwähnt.

Ganz abgesehen vom Umfang der detailreichen Darstellung zeichnet sich die „Pirotechnia“ Vannoccio Biringuccios gegenüber den älteren Werken dadurch aus, dass sie von einem ausgewiesenen Fachmann geschrieben wurde. Immer wieder weist dieser auf Vor- und Nachteile verschiedener Einrichtungen und Verfahren hin. Er erwähnt, mit welchen Verhüttungsöfen er selbst gearbeitet hatte, welche er vor allem bei seinen Auslandsreisen gesehen und von welchen er nur gehört hatte. Das Hüttenwesen und die Weiterverarbeitung der gewonnenen Metalle sind in diesem Buch, das den Bergbau nur am Anfang knapp abhandelt, ein wichtiges Thema. Indem auch stets alternative Verfahren und Bauweisen vorgestellt werden, gewinnt man einen Überblick über das Verhüttungswesen des frühen 16. Jahrhunderts. Es wird deutlich, dass die Hüttenleute auf lange tradierte Verfahren aufbauten und diese in der Praxis weiter verbesserten. Indem allgemeine Regeln aufgestellt werden, wie die Anwendung starker Mittel bei schwer schmelzbaren Erze und die Anwendung leichter Mittel bei leicht schmelzbaren Erzen oder der Hinweis, dass große, hohe Öfen auch bedingen, dass die Erze längere Zeit im Ofen verweilen, werden erste theoretische Ansätze erkennbar. Die Hüttenleute konnten in diesem Buch ein breites Angebot an Verhüttungstechniken kennenlernen, die der Verbesserung der eigenen, meist lang erprobten Verfahren dienen konnten.

Nach Otto Johannsen erstellte Vannoccio Biringuccio sein Werk als „Fürstenbuch“ ähnlich dem Hausbuch von 1480,⁹⁴¹ wie aus verschiedenen Bemerkungen hervorgeht. Es war „ein Lehrbuch für Edelleute und Herren oder

⁹³⁷ Otto Johannsen, 1925, 79 – 86, 132; Karl F. Hachenberg, Helmut Ullwer, Messing nach dem Galmeiverfahren. Drei Handschriften des 18. Jahrhunderts experimentell erläutert, Hamburg 2013, 98 f.; Galmei ist ein Sammelname für carbonatische und silikatische Zinkerze aller Art, siehe Jürgen Falbe, Manfred Regnitz (Hrsg.), Römpf Lexikon Chemie, Bd. 2, Stuttgart ¹⁰1997, 1453, Schlagwort „Zinkcarbonat Zn(CO₃)“.

⁹³⁸ Otto Johannsen, 1925, 167, 169, 182. Eine weitaus bessere Differenzierung der Zuschlagsstoffe nach ihrer Wirkung im Schmelzprozess gibt dann Georgius Agricola.

⁹³⁹ Otto Johannsen, 1925, 175 f.

⁹⁴⁰ Otto Johannsen, 1926, 50.

⁹⁴¹ August von Essenwein, 1887 (ND 1986).

deren vornehme Ingenieure.“⁹⁴² Die Arbeiten werden aber so detailliert beschrieben, dass sie ebenso als Handreichung für den landesherrlichen Hüttenbeamten oder den privaten Hüttenbetreiber dienen konnten. Insofern geht dieses Buch über ein Fürstenbuch, wie Otto Johannsen angibt, weit hinaus. Dabei nutzte Vannoccio Biringuccio nicht nur seine eigenen lebenslangen Erfahrungen und Beobachtungen, sondern verglich diese mit den ihm bekannten Darstellungen in der älteren Literatur.

5.2.6 Das Speculum Metallorum (1575) (einschließlich des Schmelzbuches von Hans Stöckl, 1550)

Der erste Teil des Speculum Metallorum betrifft den Bergbau, behandelt geologische und mineralogische Fragen und beruht in weiten Teilen auf dem Bergbüchlein Ulrich Rülein von Calws, das bereits dargestellt wurde. Allerdings wurde dieser Text durch zahlreiche Angaben religiösen, mystisch-alchemistischen und philosophischen Inhalts ergänzt. Da hüttentechnische Fragen hier nicht behandelt werden, wird dieser Teil auch nicht vertiefend dargestellt. Lediglich in Bezug auf die Alchemie ist dieser Teil von Bedeutung. Im Vergleich mit dem Werk Ulrich Rülein von Calws sei hier nur noch auf zwei formale Unterschiede hingewiesen. Zum einen wird auf die Dialogform, in der Ulrich Rülein von Calw sein Bergbuch gestaltete, vollkommen verzichtet. Zum anderen ist der Stoff in zwanzig Kapitel unterteilt, während Ulrich Rülein von Calw mit zehn Kapiteln auskommt.

Abschnitte zur
Hüttentechnik

Der zweite Teil des Speculum Metallorum stimmt in weiten Teilen mit dem Schwazer Bergbuch überein. Auch die Miniaturen wurden in die Handschrift aufgenommen.⁹⁴³ Da dieses Werk unten detailliert dargestellt wird, soll an dieser Stelle nicht weiter darauf eingegangen werden.

Der dritte Teil des Speculum Metallorum ist im Hinblick auf das Hüttenwesen am wichtigsten und soll im Folgenden genauer betrachtet werden. Er enthält im Wesentlichen eine Abschrift von Teilen des um 1550 entstandenen Schmelzbuch des Hans Stöckl aus Kitzbühel. Diese Vorlage umfasst Berichte über Hütteneinrichtungen und Schmelzmethoden in Tirol und in deutschen Bergrevieren sowie eine Sammlung von Schmelzrezepten der Hütten Kitzbühel, Leogang, Kirchberg und Kössen. In diesen Hütten war Hans Stöckl als Unterschreiber und später als Hüttenverwalter tätig geworden und hatte im Laufe seines Berufslebens (1543 – mindestens 1560) diese Informationen gesammelt und niedergeschrieben.⁹⁴⁴ Da dieser Teil des Speculum Metallorum jedoch auch Berichte über ältere Schmelztechniken enthält, ist er nicht nur ein

⁹⁴² Otto Johannsen, 1925, XII f.

⁹⁴³ Franz Kirnbauer, 1961, 31 f., weist auf die Unterschiede zwischen beiden Werken hin. Große Teile wurden wörtlich aus dem Schwazer Bergbuch übernommen, jedoch fehlen einige Abbildungen und die Teile, die keinen Bezug zum böhmisch-erzgebirgischen Raum haben, wie die Bilder der Tiroler Bergstädte.

⁹⁴⁴ Erich Egg, 1963, 3 f., im übrigen werden hier wesentliche Inhalte des Schmelzbuches dargestellt. Es befindet sich im Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum in Innsbruck (Signatur W 1516).

Zeugnis des Hüttenwesens in Tirol zur Zeit Hans Stöckls selbst, sondern gibt auch einen älteren Stand der Hüttentechnik wieder.⁹⁴⁵

Dieser letzten Teil des Speculum Metallorum kann nochmals untergliedert werden in eine Schmelzordnung (Fol. 213^r bis 223^f), in der die Rechte und Pflichten der Hüttenleute aufgeführt werden, in eine Anleitung zum Bau einer Schmelzhütte und der Auflistung zahlreicher Schmelzrezepte (Fol. 223^r bis 295^v) und schließlich eine Ordnung der Bergwerke (Fol. 296^r bis 299^r).⁹⁴⁶

Ausführungen zur Entstehung der Metalle findet man im ersten Teil des Speculum Metallorum, das sich an dem Bergbüchlein orientiert. Erstaunlich ist, dass der Autor an den alchemistischen Vorstellungen vom Entstehen der Metalle aus Schwefel und Quecksilber aber auch vom Abnehmen und Verschwinden der gewachsenen Erze festhält. Wie bei Rülein von Calw werden als Urstoffe Quecksilber und Schwefel angenommen, aus deren Vereinigung die Metalle erzeugt werden. Dabei beruft sich der Autor auf Hermes, den er als Philosophen bezeichnet.⁹⁴⁷ In welchem Verhältnis und von welcher Beschaffenheit diese beiden Urstoffe sein müssen, um ein bestimmtes Metall zu bilden, wird dann noch am Beginn jedes Kapitels über die Metalle gesondert dargelegt. Auch die Vorstellung vom Wachsen der Metalle im Gebirge wird hier ausgeführt, wobei auf Theophrastus Paracelsus Bezug genommen wird.⁹⁴⁸ Die Verbindung der sieben Planeten mit den sieben beschriebenen Metallen wird beibehalten, weitere bekannte Metalle und Minerale, wie Wismut, Spießglas, Schwefel, Vitriol und Alaun werden als „zufällig“ bezeichnet.⁹⁴⁹ 75 Jahre nach dem Erscheinen des Bergbüchleins, vor allem aber nach der weiten Verbreitung von Georgius Agricola Schriften, der diesen Vorstellungen nicht folgte, waren diese Ideen also immer noch präsent und fanden Eingang in die montanwissenschaftliche Literatur.

*Metallogenese
– Verhältnis zur
Alchemie*

Im dritten Teil des Speculum Metallorum geht es vorrangig um die Verhüttung der Falkensteiner Erze in Schwaz. Hier wurden silberreiche und quecksilberführende Fahlerze gefördert. Schwierigkeiten bei der Kupfer- und Silbergewinnung bereiteten aber vor allem die verhältnismäßig hohen Antimon- und Arsengehalte dieser Erze.⁹⁵⁰ Der Schreiber leitet seine Ausführungen zum Schmelzwesen mit dem Hinweis ein, dass er die Methoden des Schmelzens, wie sie in der fürstlichen Grafschaft Tirol bis zum heutigen Tage gebräuchlich seien, darstellen wird.⁹⁵¹ Zunächst werden die Bediensteten einer Schmelzhütte vom Hüttschreiber, über den Hutmann (Aufseher), den Schmelzer (und Meister), den Schmelzerknecht, den Treibmeister, den Saigerer, den Kupferer, den Röstmeister, den Vorwäger, den Probierer, den Schaufler bis zum Wächter aufgeführt. Bei jedem Arbeiter werden das Arbeitsgebiet, seine Aufgaben und

Erzverhüttung

⁹⁴⁵ Lothar Suhling, 1976, 103 f., die von Hans Stöckl benutzten Berichte stammten teilweise von anderen Hüttenmeistern, die er kannte, er hatte jedoch auch noch ältere Vorlagen, deren Herkunft bisher nicht bekannt ist, sie reichen nach Angaben des Autors bis etwa 1500 zurück.

⁹⁴⁶ Franz Kirnbauer, 1961, 35 f.

⁹⁴⁷ Franz Kirnbauer, 1961, 72 f. (Fol. 8^v – 9^f), die Blattzählung der Vorlage ist am Rand des Textes angegeben.

⁹⁴⁸ Franz Kirnbauer, 1961, 83 f. (Fol. 21^r – 27^v).

⁹⁴⁹ Franz Kirnbauer, 1961, 110 (Fol. 66^f).

⁹⁵⁰ Kranz Kirnbauer, 1961, 150 Anm. 171, der Autor bezieht sich auf Albert Nöh, 525 Jahre Schwazer Bergbau, Schwaz 1948.

⁹⁵¹ Franz Kirnbauer, 1961, 159 (Fol. 212^f).

Pflichten genau beschrieben. Hierdurch gewinnt man einen Einblick in die Arbeitsorganisation der Hütten und die anspruchsvolle Tätigkeit der Hüttenleute.⁹⁵²

Um eine Schmelzhütte zu errichten, benötigte man einen Platz an einem Fließgewässer, dessen Strömung stark genug war, ein Wasserrad anzutreiben. Dieses Rad sollte 18 Schuh hoch sein. Die Welle wurde nach der Anzahl der Blasebälge ausgelegt. Für die Blasebälge selbst wurden als Maß eine Länge von 10 Schuh und eine Breite von 5 Schuh am Kopf und 2 Schuh am Windfang angegeben. Die Düsen waren dann 3 bis 4 Schuh lang. Die Größe der Blasebälge variierte allerdings, je nachdem für welchen Ofen sie gebaut wurden. Die Kupfer- und Treibbälge waren größer als die Erzbälge, die Blei- und Abdarrbälge kleiner.⁹⁵³ Es war offensichtlich nur ein Wasserrad für den Antrieb aller Blasebälge vorgesehen. Man sieht allerdings, dass schon mit der Größe der Blasebälge Einfluss auf die Stärke des Gebläses für verschiedene Öfen genommen wurde.

*Bau der
Schmelzhütte
und ihre
Einrichtung*

Für den Bau der Schmelzöfen waren die Angaben sehr ungenau. Sie sollten rechteckig sein und bei einer Weite von 3 Schuh etwas tiefer als breit. Die Höhe sollte so sein, „wie es zum Schmelzen am meisten taugt[e]“. Die Öfen selbst wurden an einer Mauer angebaut, die jeweils ein Loch für die Winddüsen hatte.⁹⁵⁴

Die Öfen wurden für den Schmelzprozess mit Gestübe ausgeschlagen. Es reichte bis unter den Eintritt der Winddüse und fiel zum Auge, durch das das Schmelzgut floss, schräg ab. Auch der Vortiegel (Vorherd) wurde aus Gestübe gefertigt. Grundsätzlich bestand das Gestübe aus einem Gemisch von Kohlenasche und sandtrockenem Lehm, das angefeuchtet wurde, so dass man es gut kneten konnte.⁹⁵⁵ Allerdings unterschied man nach der Art der zu schmelzenden Erze, wie die Mischung für das Gestübe sein sollte. Als Faustregel für die Beschaffenheit des Gestübes galt, „je schwerer ein Zeug ist von Metall, wie Kupfer, Hartwerk, Blei oder kupfriger Stein, desto schwerer müssen die Gestüb sein. Aber zu kiesigen, hartflüssigen und schwammigen Sachen sollen sie desto geringer sein,...“⁹⁵⁶ Auch beim Anfertigen des Treibherdes erhöhte man den Anteil an Lehm in der gesiebten Asche, wenn man schwer schmelzendes Blei abtreiben wollte.⁹⁵⁷ Auf dieses Thema kommt Hans Stöckl später nochmals zurück, wenn er das Gestübe für die Schmelzöfen, für den Röstofen und die Garesse beschreibt.⁹⁵⁸ Erstmals findet man in diesem Werk eine so differenzierte Anweisung zur Herstellung des Gestübes.

Der Saigerofen bestand aus zwei nebeneinander stehenden Mauern, je 4 bis 5 Schuh lang und einen Schuh dick, mit einem Abstand von 3 Schuh. Auf den Mauern befanden sich die gegeneinander geneigten Saigerbänke (hier „Schärtlinge“ genannt), die zwischen sich eine Saigergasse (hier „Glassen“

⁹⁵² Franz Kirnbauer, 1961, 159 – 171 (Fol. 213^r – 223^r).

⁹⁵³ Franz Kirnbauer, 1961, 172 (Fol. 223^r – 223^v).

⁹⁵⁴ Franz Kirnbauer, 1961, 172 (Fol. 223^v – 224^r).

⁹⁵⁵ Franz Kirnbauer, 1961, 172 f. (Fol. 224^r – 224^v).

⁹⁵⁶ Franz Kirnbauer, 1961, 173 f. (Fol. 224^r – 226^r).

⁹⁵⁷ Franz Kirnbauer, 1961, 174 – 177 (Fol. 226^v).

⁹⁵⁸ Franz Kirnbauer, 1961, 230 f. (Fol. 286^r – 288^v).

genannt) bildeten. Unterhalb der Saigergasse zwischen den Mauern war der Boden leicht nach vorne gegen den Tiegel hin geneigt, der sich unmittelbar vor dem Saigerofen befand. Wenn man zum Saigern vier bis fünf Frischstücke auf diesen Ofen stellte, so wurden diese rundum mit eisernen Stäben befestigt. Beim Saigern tropfte dann das silberhaltige Blei durch die Saigergasse und floss in den Tiegel ab, während die Kienstöcke auf dem Herd zurückblieben. Metall, das zwischen den Mauern und der Saigergasse hängen blieb, nannte man Saigerkrätze.⁹⁵⁹

Die Kienstöcke wurden im Dörröfen weiterverarbeitet. Dieser hatte einen Herd aus eisernen Pfannen, es konnten aber auch Lehm oder Steinplatten verwendet werden. Ferner hatte er mehrere Durchlässe zur Ofensohle. Über dem Herd errichtete man ein 4 Schuh hohes Gewölbe. An der Vorderseite wurde der Ofen zugemauert, wenn man die Kienstücke locker geschichtet hineingelegt hatte. In dem Raum unter dem Herd wurde ein Feuer entfacht und durch die Hitze tropften noch verbliebene Bleireste aus den Kienstöcken. Wenn die Kienstöcke gedörrt waren, wurden sie zu Garkupfer verarbeitet.⁹⁶⁰

Einen Ofen, den man zum Dörren und Rösten von verschiedenen Verhüttungsprodukten wie Kienstöcken, Hartwerk oder Kobold nutzte, nannte man Backofen. Da er starkem Feuer standhalten musste, war er aus gutem Feuerstein und Lehm gefertigt. Der Herd im Backofen wurde aus schwerstem Gestübe gemacht und aufs Härteste ausgeschlagen. Außerdem war der Ofen mit einem Gewölbe versehen. Zum Anfachen des Brandes hatte er einen Blasebalg. Er funktionierte im Prinzip wie ein Treibherd.⁹⁶¹

Der Treibherd wurde aus 2 Schuh dicken und 2 bis 3 ½ Schuh hohen Mauern rund aufgemauert. Die lichte Weite betrug 12 Schuh. Bei dieser Größe konnte man etwa 100 Ztr. Werkblei in den Herd einsetzen. Die Mauern hatten zwei Löcher für die Blasebälge und die Schürhölzer sowie zwei Öffnungen für die Glättgassen (Spör). Die Mauern wurden mit Platten abgedeckt und darin der Herd aus Lehm festgeschlagen. Man konnte diese Öfen mit einem Gewölbe versehen oder mit eisernen Treibhüten abdecken. Der Treibhut oder das Gewölbe sollten so niedrig wie möglich sein, es musste aber ausreichend Platz bleiben, um die Treibhölzer in den Ofen zu führen. Die Öffnungen für Blasebälge und Schürhölzer waren 5 Schuh weit, so dass neben den beiden Gebläsen 4 bis 5 Brände (= Treibhölzer) hineingelegt werden konnten. Die Öffnungen an den Glättgassen mussten so weit sein, dass sie als Arbeitsöffnungen dienen konnten.⁹⁶² Der Treibherd für das Abtreiben des Reichbleis aus dem Abdarrprozess, der später beschrieben wird, war so groß, dass er bis zu 150 Ztr. Blei fasste, dem man 8 bis 10 Ztr. Kobold zusetzte.⁹⁶³

Nach diesen allgemeinen Ausführungen wird ein historischer Rückblick auf die älteren Schmelzverfahren in Schwaz gegeben. Die Darstellung „Wie das

⁹⁵⁹ Franz Kirnbauer, 1961, 178 – 181 (Fol. 226^v – 227^v).

⁹⁶⁰ Franz Kirnbauer, 1961, 181 (Fol. 228^f f.).

⁹⁶¹ Franz Kirnbauer, 1961, 182 (Fol. 228^v).

⁹⁶² Franz Kirnbauer, 1961, 182 f. (Fol. 229^f f.).

⁹⁶³ Franz Kirnbauer, 1961, 212 (Fol. 271), nach dem Glossar, 246, war Kobold ein beim Rohschmelzen anfallendes silber- und kupferhaltiges Zwischenprodukt, das man bei verschiedenen Prozessen als Zuschlag einsetzte.

Schwazer oder Falkensteiner Erz anfangs geschmolzt ist worden⁹⁶⁴ stammt von Leonhard Härrer aus der Zeit um 1500 und wurde in das Schmelzbuch Hans Stöckls aufgenommen. Bei diesem Verfahren wurde bereits beim Rohschmelzen Blei oder Bleierz zugeschlagen. Dem Verbleien des erschmolzenen Kupfersteins folgte ein zweimaliges Abdarren des verbleiten Steins. Aus den ersten beiden Verfahrensstufen erhielt man Werkblei, aus dem man das Silber abtreiben konnte. Das in den nächsten beiden Verfahrensstufen durch Abdarren entstandene Hartwerk wurde in den Schmelzprozess zurückgeführt.⁹⁶⁵ Bei diesem Schmelzen benötigte man zum einen viel Blei, zum anderen blieb zu viel Silber im Kupfer zurück. Aus dem Nürnberger Raum kamen dann zwei Schmelzer, Peter Rumel und Claus Schlosser, die „mancherlei Wege im Schmelzen gesucht“ haben. Sie konnten den Prozess soweit verbessern, dass nicht mehr als 3 bis 4 Lot Silber im Zentner Kupfer zurückblieben.⁹⁶⁶ Dieser sehr arbeitsintensive Prozess war jedoch insofern nicht zufriedenstellend, als dass der Anteil nicht ausgebrachten Silbers immer noch zu hoch war und das erschmolzene Kupfer von ungenügender Qualität.⁹⁶⁷ „Das Absaugern mit dem frischen Bleigericht, wie es irgendwo in Thüringen oder Nürnberg auf den Saigerhütten geschehen ist, haben wir hier nicht lange betrieben, sondern, hoffend und in Erwartung eines ertragreicheren Nutzens, wie folgt geändert.“⁹⁶⁸ Beim Kupfersteinschmelzen wurde jetzt bei jedem Steinschmelzen Hartwerk zugeschlagen und zwar jeweils auf 18 Zentner Stein 12 Zentner Hartwerk. Dabei wurden der Silbergehalt von Kupferstein und Hartwerk so aufeinander abgestimmt, dass das Hartwerk höchstens zweimal so hoch im Silbergehalt war wie der Kupferstein. Der schließlich zu Kupfer verarbeitete Kupferstein hatte schließlich nur noch einen Silbergehalt von 1 bis 2 Lot pro Zentner. Indem man das Hartwerk nur noch mit Herdblei und Glätte frischte, sparte man Frischblei ein. Indem man den beim Rohschmelzen anfallenden sehr silberreichen Kobolt direkt zur Treibarbeit nahm und auf ein Konzentrationsschmelzen verzichtete, verringerte man die Silberverluste.⁹⁶⁹ Dennoch „haben wir diese Arbeit doch verworfen, auch wegen der Länge ihres Schmelzens.“⁹⁷⁰

Auf diese Weise wurde vom späten 15. Jahrhundert bis zum frühen 16. Jahrhundert der Tiroler Abdarrprozess entwickelt, mit dem man die reichen Erze am Falkenstein erfolgreich verhütten konnte. Da die Erze in den verschiedenen Bergbauzentren Tirols unterschiedliche Qualitäten hatten, musste dies in den Hütten berücksichtigt werden, was sich in den zahlreichen Schmelzrezepten, die Hans Stöckl überlieferte, zeigt.

⁹⁶⁴ Franz Kirnbauer, 1961, 183.

⁹⁶⁵ Lothar Suhling, 1976, 150 f., hat hierzu ein sehr übersichtliches Schema entwickelt und die wesentlichen Arbeitsstufen dargestellt. Er ordnet diesen Prozess zeitlich um 1480 ein; Lothar Suhling, 1975, 107 – 109. Der Bericht selbst findet sich bei Franz Kirnbauer, 1961, 183 – 187 bzw. im *Speculum Metallorum* (Fol. 229^v – 231^r).

⁹⁶⁶ Franz Kirnbauer, 1961, 187 (Fol. 231^v).

⁹⁶⁷ Lothar Suhling, 1975, 109 – 112; Lothar Suhling, 1976, 67 – 69, auch hier wird der Prozess schematisch dargestellt.

⁹⁶⁸ Franz Kirnbauer, 1961, 190 (Fol. 234^v).

⁹⁶⁹ Lothar Suhling, 1975, 113; Lothar Suhling, 1976, 70; Franz Kirnbauer, 1961, 190 f. (Fol. 234^v – 235^v).

⁹⁷⁰ Franz Kirnbauer, 1961, 191 (Fol. 235^v).

Schmelzen von
Falkensteiner
Erz

Das Schwazer oder Falkensteiner Erz wurde in einer Schicht zu 12 Stör geschmolzen. Dieser Menge Erz wurden bis zu 3 Barren Schlacken zugeschlagen. Man erhielt hieraus 4 Zentner reichen Stein, der 16 Lot Silber hielt, und 30 Pfund Kobold. Der reiche Stein wurde für eine Schicht vorgemessen. Dabei nahm man 18 Ztr. reichen Stein, 12 Ztr. eigene Saigerkrätze, 5 bis 6 Ztr. Blei oder feistes Hartwerk, 12 bis 14 Ztr. Herdblei und Glätte sowie 5, 6 oder 8 Ztr. verschiedenes Bleizuschläge. Aus dieser ersten Bleischicht schmolz man 24 bis 26 Ztr. Stein, der je Zentner bis zu 7 Lot Silber enthielt. Dieser erste verbleite Stein wurde im Vorherd von Blei und Hartwerk sauber abgezogen. Blei und Hartwerk wurden zu 6 Saigerstücken verarbeitet, die auf dem Saigerherd geschmolzen wurden. Daraus erhielt man bis zu 10 Ztr. Blei, das je Zentner bis zu 18 Lot Silber enthielt. Die Saigerkrätze wurde wieder dem reichen Stein zugeschlagen. Der erste verbleite Stein wurde in die zweite Bleischicht genommen, die die gleiche Beschickung wie die erste Bleischicht hatte. Man erhielt wiederum Kupferstein, Hartwerk und Blei. Die aus Blei und Hartwerk hergestellten Saigerstücke wurden gesaigert und ergaben 12 bis 13 Ztr. Saigerblei mit einem Silbergehalt von 9 Lot je Zentner. Der zweimal verbleite Stein wurde dann abgedarrt.

Erz oder Zuschlag	Menge	Silbergehalt je Zentner	Silbergehalt insgesamt
Rohschmelzen			
Falkensteiner Erz Schlacken von den Bleischichten <i>daraus erschmolzen:</i> Reicher Kupferstein Kobold Summe	12 Stör 3 Barren 4 Zentner 30 Pfund	6 – 7 Lot keine Angabe 16 Lot	4 Mark 8 Lot bis zu 5 Mark 4 Lot 64 Lot 32 Lot 96 Lot
1. Bleischicht			
Reicher Kupferstein Saigerkrätze (von den Kienstöcken) Feistes Hartwerk Herdblei und Glätte Bleierz <i>daraus erschmolzen:</i> Erster verbleiter Stein Saigerblei	18 Zentner 12 Zentner 5 – 6 Zentner 12 – 14 Zentner 5 – 8 Zentner 24 – 26 Zentner 10 Zentner	 7 Lot 18 Lot	 168 – 182 Lot 180 Lot
2. Bleischicht			
Beschickung wie vor, <i>daraus erschmolzen:</i> Zweiter verbleiter Stein Saigerblei	keine Angabe 12 – 13 Zentner	3 – 4 Lot 9 Lot	108 – 117 Lot

Tabelle 5-1: Beschickung beim Tiroler Abdarrprozess (1. Teil)

Für das Abdarren nutzte man einen gewöhnlichen Schmelzofen. Dabei wurde der Stein auf einen Silbergehalt von 3 Lot reduziert, während das erzeugte feiste Hartwerk 8 Lot Silber enthielt. Das Abdarren wurde noch zweimal wiederholt. Dadurch wurde der Stein noch weiter entsilbert. Das erzeugte Hartwerk (mittleres und dürres Hartwerk) enthielt noch 5 bzw. 3 Lot Silber. Die Hartwerke vom Abdarren wurden als Zuschläge in den Prozess zurückgeführt ebenso wie die Kienstöcke der ersten und zweiten Bleischicht, d. h. diese Zwischenprodukte durchliefen den Prozess im Gegenstrom. Dadurch konnte man auch das in ihnen enthaltene Silber gewinnen. Die letzte Abdarrschicht ergab einen Stein, der Purstein genannte wurde und kaum noch Silber enthielt. Aus diesem wurde durch Rösten, Schwarzkupferschmelzen und Garen ein

gutes Kupfer hergestellt.⁹⁷¹ Die Entwicklung dieses Prozess war kurz nach 1500 abgeschlossen. Die Schmelzberichte von Hans Grienhofer im Jahr 1501 verfasst und von Leonhard Härrer zwischen 1500 und 1515 geschrieben, fanden über das Schmelzbuch Hans Stöckls Eingang in das Speculum Metallorum.⁹⁷²

Zwischenprodukt	Menge	Silbergehalt je Zentner	Silbergehalt insgesamt
1. Abdarren			
Zweiter verbleiter Stein Mittleres Hartwerk <i>daraus erschmolzen:</i> Stein Feistes Hartwerk	Keine Angaben	3 – 4 Lot 5 Lot 3 Lot 8 Lot	
2. Abdarren			
Stein Dürres Hartwerk <i>daraus erschmolzen:</i> Hartwerk-Stein Mittleres Hartwerk	Keine Angaben	3 Lot 3 Lot 2 Lot 5 Lot	
3. Abdarren			
Hartwerk-Stein Erz- und Rostschlacken <i>daraus erschmolzen:</i> Purstein Dürres Hartwerk	Keine Angaben	2 Lot 1 ½ Lot 3 Lot	

Tabelle 5-2: Beschickung beim Tiroler Abdarrprozess (2. Teil)⁹⁷³

Nachdem man den Kupferstein ausreichend entsilbert hatte, wurde das Garkupfer hergestellt. Dazu nutzte man einen Garherd (Garesse), der hier nicht weiter beschrieben wurde, und schmolz das Kupfer, so dass man es in Platten abheben konnte. Die Kienstöcke wurden entweder im Dörröfen gedörrt, d. h. wiederholt umgeschmolzen, um das restliche Blei abzuscheiden, und dann ebenfalls im Garherd zu Garkupfer geschmolzen. Ließen sich die Kienstöcke nicht dörren, weil sie zu weich waren, schmolz man sie im Backofen, bis man sie ebenfalls gar machen konnte.⁹⁷⁴

Diese Anweisungen werden in ähnlicher Weise für das Schmelzen von Rattenberger Erz, Schneeberger und Gossensasser Erz, Prömörer Erz,

⁹⁷¹ Franz Kirnbauer, 1961, 191 f. (Fol. 236^r – 240^r), nach Angaben Franz Kirnbauers war 1 Stör ein Hohlmaß von 50 – 70 kg, d. h. 12 Stör wogen 600 bis 840 kg, ein Barren war ein Trog. Die Maße der übrigen genannten Gewichte sind im Anhang zusammengestellt. Nach den Anmerkungen Franz Kirnbauers ist Kobold ein silberhaltiges Schmelzprodukt, das schwer zu schmelzen ist und als Zuschlag Verwendung findet, Hartwerk ist Schwarzkupfer mit Blei legiert, Glätte ist Bleioxid und bei der Saigerkrätze handelt es sich um ein Produkt, das oben unter „eigene Abfälle“ aufgeführt wird. Franz Kirnbauer verwechselt in seiner Übertragung häufig Zentner mit Pfund, so dass seine zum Teil Angaben falsch sind.

Lothar Suhling, 1976, 153 – 155, beschreibt dieses Schmelzen wesentlich übersichtlicher und auch mit den richtigen Maßangaben. Nach seinen Angaben wiegen 12 Stör ca. 13 Ztr., 3 Bar Schlacken haben etwa 12 Ztr. Gewicht. Das Abdarren erfolgte in einem gewöhnlichen Schmelzofen und ist nicht zu verwechseln mit dem Darren der Kienstöcke im Saigerhüttenprozess (154, Anm. 185).

⁹⁷² Lothar Suhling, 1976, 151 – 155.

⁹⁷³ Für diesen Prozess gibt Lothar Suhling, 1976, 152, 155, in Abb. 21 und 22 ein sehr übersichtliches Schema wieder.

⁹⁷⁴ Franz Kirnbauer, 1961, 192 f. (Fol. 242^r), der Dörröfen und der Backofen wurden bereits oben dargestellt.

Steinfelder Erz, Rauriser und Gasteiner Erz sowie für spezielle Erzarten wie silberhaltiges Bleierz, Kupfer- und Vitriolkies oder Gold- und Silberschlich gegeben. Dabei wird auf die jeweiligen Eigenarten dieser Erze eingegangen und die Mischungen und Zuschläge, die sich bewährt hatten, dargestellt. Der gesamte Schmelzprozess wird nicht erneut ausführlich beschrieben.⁹⁷⁵ Besondere Verfahren, die hier aufgeführt werden, sind das „Schmelzen durch den Ofen mit dem großen Feuer“, das „Schmelzen durch den Hafen“ und das „Schmelzen in einem Stock“.⁹⁷⁶ Dabei handelt es sich im ersten Fall um den Schmelzprozess im Schachtofen mit Gebläse, der hier nochmal detailliert wiedergegeben wird. Bei den anderen Verfahren scheint es um das Schmelzen von Erzproben zu gehen, die in einem mit Gestübe versehenen Eisenring, der mit einem Hafen abgedeckt wurde, bzw. in einem ausgehöhlten Baumstamm geschmolzen wurden.

Um beim Schmelzen möglichst viel Silber aus dem Erz auszubringen, mischte man die Erze unterschiedlicher Gruben und nahm auch unterschiedliche Qualitäten und Zuschläge zu einer Schicht. Für das Rohschmelzen im Krummofen wurde für eine Schicht die Beschickung wie folgt gemacht:

Schmelz-
rezepte

Erzart (Herkunft)	Menge des Erzes	Silbergehalt je Zentner (Erzqualität)	Silbergehalt insgesamt
Röhrerbichler Stufferz	2 Zentner	4 Lot, 0 Quintel	8 Lot, 0 Quintel
Röhrerbichler Stufferz	2 Zentner	5 Lot, 2 Quintel	11 Lot, 0 Quintel
Röhrerbichler Stufferz	10 Zentner	7 Lot, 0 Quintel	4 Mark, 6 Lot, 0 Quintel
Zufner Stufferz und Bruch	4 Zentner	1 Lot, 0 Quintel	4 Lot, 0 Quintel
Kienstöcke	½ Zentner	18 Lot, 0 Quintel	9 Lot, 0 Quintel
Summa: 6 Mark, 6 Lot, 0 Quintel			
Zuschläge: Röst und Bleischlag Kalkstein	2 Barren 1 Barren		
Schmelzergebnis nach 2 Schichten:			
Reicher Stein	9 Zentner, 50 Pfund	12 Lot, 2 Quintel	7 Mark, 6 Lot, 3 Quintel
Kobold	1 Zentner, 50 Pfund	34 Lot, 2 Quintel	3 Mark, 3 Lot, 3 Quintel
Summa: 10 Mark, 10 Lot, 2 Quintel			

Tabelle 5-3: Beispiel für die Zusammenstellung einer Schmelzofenbeschickung für das Schmelzen von Stufferz⁹⁷⁷

Dieses Schmelzen der silberhaltigen Kupfererze diente der Konzentration des Silbers im Reichen Stein. Dieser wurde anschließend verbleit, um das Silber an das Blei zu binden und es schließlich im Treibherd gewinnen zu können. Sechs dieser „Fürmaße“ für das Schmelzen im Krummofen sind im Schwazer Bergbuch aufgeführt. Sie waren für das Schmelzen der Stufferze geeignet. Für „Bruch und Kies“ gab es ein anderes Schmelzrezept.

⁹⁷⁵ Franz Kirnbauer, 1961, 193 – 203 (Fol. 244^v – 263^f).

⁹⁷⁶ Franz Kirnbauer, 1961, 197 f. (Fol. 259^v - 261^f), 201 f. (262^f).

⁹⁷⁷ Franz Kirnbauer, 1961, 203 (Fol. 263^v).

Erzart oder Zuschlag	Menge	Silbergehalt je Zentner	Silbergehalt insgesamt
Reicher Stein	16 Zentner	14 Lot, 0 Quintel	14 Mark, 0 Lot, 0 Quintel
Feistes Hartwerk	6 Zentner	7 ½ Lot, 0 Quintel	2 Mark, 13 Lot, 0 Quintel
Schneeberger Erz	3 Zentner	2 Lot, 0 Quintel	6 Lot, 0 Quintel
Gossensasser Erz	1 Zentner	2 Lot, 0 Quintel	2 Lot, 0 Quintel
Altenzecher Erz	1 Zentner	1 Lot, 0 Quintel	1 Lot, 0 Quintel
Villacher Erz	2 Zentner	0 Lot, 0 Quintel	0 Lot, 0 Quintel
Frischblei	1 Zentner	0 Lot, 0 Quintel	0 Lot, 0 Quintel
Weichblei	1 Zentner	5 Lot, 0 Quintel	5 Lot, 0 Quintel
Härte und Glätte	9 Zentner	½ Lot, 0 Quintel	4 Lot, 2 Quintel
Summa: 17 Mark, 15 Lot, 2 Quintel			
Ertrag an Blei und Silber			
Blei	950 Pfund	13 Lot, 0 Quintel	7 Mark, 11 Lot, 2 Quintel

Tabelle 5-4: Beispiel für die Beschickung zum ersten Verbleien des Reichen Steins, der aus Stufferz erschmolzen wurde⁹⁷⁸

Der so erschmolzene Reiche Stein wurde verbleit und geschmolzen, um das Silber an das Blei zu binden und es so auszubringen. Für diese Beschickungen gibt es zwei Schmelzrezepte und ein weiteres für das Verbleien des aus Bruch und Kies erschmolzenen Steins.

Die Schmelzrezepte beziehen sich auf die Verarbeitung des Erzes vom Ringenwechsell, einem Schwazer Revier, und vom Röhrebichl, bei Kitzbühel gelegen. Für das Verbleien wurden Erze aus anderen nahegelegenen Revieren genommen. Am weitesten entfernt lag Villach, von wo man ein sehr gutes Blei beziehen konnte.

Nach der Beschreibung der Schmelzprozesse für das Erz vom Falkenstein folgt ebenfalls sehr ausführlich eine Darstellung der Metallurgie am Röhrebichl. Die Beschreibung wird ebenfalls durch zahlreiche „Fürmaße“ für einzelne Arbeitsstufen wie Rohschmelzen, Verbleien und Abdarren ergänzt.⁹⁷⁹ Das Schmelzen auf der Hütte bei Kundl, im Besitz der Herren Paumgartner kannte Hans Stöckl aus eigener Erfahrung. Er schildert die Erzsicht, die Bleischichten, die Abdarrschicht, die Röstschicht und schließlich die Herstellung des Kupfers.⁹⁸⁰ Auch die Verarbeitung von Nebenprodukten wie Schlacken und Ofenstaub, die für eine ökonomische Verhüttung ebenfalls wichtig war, wird dargestellt.⁹⁸¹ Das Buch schließt mit einer kurzen „Praktik, den Alaun zu sieden“, die wiederum von einem anderen Hüttenmeister stammt.⁹⁸²

Die angeführten Schmelzrezepte aus dem Speculum Metallorum, genauer dem Schmelzbuch des Hans Stöckl, dienten als Vorgabe für die Schmelzer. Ob die idealerweise möglichen Blei- und Silbermengen tatsächlich ausgebracht wurden, hing in großem Maße von der Geschicklichkeit der Hüttenarbeiter ab. Der gesamte Schmelzprozess musste kontinuierlich beobachtet werden. Die Steuerung erfolgte durch die Regulierung des Gebläses, die Zugabe an Kohlen

⁹⁷⁸ Franz Kirnbauer, 1961, 207 (Fol. 265^v).

⁹⁷⁹ Franz Kirnbauer, 1961, 209 – 223 (Fol. 270^v – 277^v).

⁹⁸⁰ Franz Kirnbauer, 1961, 223 – 226 (Fol. 278^v – 284^r).

⁹⁸¹ Franz Kirnbauer, 1961, 229 – 230 (Fol. 284^r – 286^r).

⁹⁸² Franz Kirnbauer, 1961, 232 – 235 (Fol. 289^v – 295^r).

und Veränderungen der Beschickung während des meist 12 bis 14 Stunden dauernden Verfahrens. Hier können die zahlreichen Schmelzrezepte des Speculum Metallorum nur beispielhaft wiedergegeben werden, um zu zeigen, wie differenziert diese Verfahren waren und wie spezialisiert die Schmelzmeister jener Zeit in Tirol arbeiteten.

Die Kenntnisse der Hüttentechnologie erwarb Hans Stöckl bei seiner Arbeit in den Tiroler Hütten, die auch den Schwerpunkt seines Schmelzbuches bilden. Er hat allerdings auch Schmelzrezepte anderer Hüttenmeister aus anderen Bergrevieren notiert. Hierzu gehören Anleitungen für die Saigerarbeit in den Thüringer, Eislebener und Mansfelder Hütten, die er 1546 von Matheus Weidacher in Leogang erhielt, Anleitungen für die Kupferarbeit in Schwartzach und Anweisungen für die Lutersdorffer Arbeit. Aus dem Jahr 1551 stammte eine Anleitung, wie man die Kupfer in der Saigerhütte in Moschannitz verarbeitete, über die ihn Cristoffer Perrner unterrichtete. Über seinen Lehrmeister hatte er 1546 Informationen über den Kupferhüttenprozess zur Saigerung der Mansfeldischen Schwarzkupfer erhalten.⁹⁸³ Diese sind allerdings nur teilweise in das Speculum Metallorum eingeflossen.⁹⁸⁴

Geographische Reichweite

Bei der Darstellung der Tätigkeit des Hüttenschreibers⁹⁸⁵ wird erstmals die ausgeprägte Rechnungslegung auf den Schmelzhütten deutlich. Die eingelieferten Erze und ihr durch die Probe ermittelter Metallgehalt wurden genau notiert. Des Weiteren wurde ein „Schmelzbuch“ geführt, bei denen die durchgeschmolzenen Schichten und ihr Metallgehalt ebenso verzeichnet wurden, wie die jeweils ausgebrachten Metalle insbesondere die Edelmetalle. Ziel dabei war es, umgehend festzustellen, wenn Silber oder Gold nicht in erwartetem Maße ausgeschmolzen wurde. Dann konnte man die Ursachen dafür ergründen und den Mangel beheben. Die Notwendigkeit dieser Administration wird hier in der hüttentechnologischen Literatur erstmals deutlich unterstrichen. Da man die hüttentechnischen Prozesse durch stete Beobachtung verbessern konnte, war diese ständige Kontrolle eine wichtige Möglichkeit, diese zu optimieren.

Technische Entwicklungen und Fortschritte

Die differenzierte Beschreibung der verschiedenen Tätigkeiten auf den Hütten⁹⁸⁶ macht deutlich, wie spezialisiert die Schmelzprozesse bereits Mitte des 16. Jahrhunderts waren. Die Vielzahl der beschriebenen Tätigkeiten und die hierbei zu erfüllenden Anforderungen zeigen, wie anspruchsvoll diese Arbeit war. Vor allem wird immer wieder auf die Sorgfalt, mit der gearbeitet werden musste, hingewiesen. Aus dem Text ist allerdings nicht zu ersehen, ob nicht auch ein Hüttenfachmann mehrere dieser Aufgaben wahrnahm, also z. B. sowohl „Saigerer“ als auch „Kupferer“ war. Die großen Freiheiten, die man den Berg- und Hüttenleuten im 16. Jahrhundert gewährte, um sie zum Bergwerk zu werben, zeigen, wie wichtig diese spezialisierten Arbeitskräfte waren.

⁹⁸³ Lothar Suhling, 1976, 131 f.; Moschannitz wird hier als Moschnitz (Mosternitz / Moštenica) in Niederungarn (heute Slowakei) im Neusohler Revier identifiziert, Schwartzach ist mit Schwarzza am Thüringer Wald identisch.

⁹⁸⁴ Im Speculum Metallorum werden die Schmelzarbeiten am Falkenstein, in Rattenberg, Schneeberg und Gossensaß, Prömör, Steinfeld, Rauris und Gastein, Pinzgau und Taufers (Fol. 263^f – 254^v) also in Tirol, Salzburg und Kärnten beschrieben. Lothar Suhlings Angaben beruhen auf dem Schmelzbuch Hans Stöckls.

⁹⁸⁵ Franz Kirnbauer, 1961, 159 f., (Fol. 213^f – 214^f).

⁹⁸⁶ Franz Kirnbauer, 1961, 159 – 171, (Fol. 213^f – 223^f).

Neben den Anweisungen zum Bau der Schmelzhütte wird hier eine Vielzahl von Schmelzöfen vorgestellt, die in diesem Umfang von den vorherigen Autoren nicht geboten wird. Neben den Schachtöfen mit Vorherd (Tiegel) werden der Treibherd, der Dörr- oder Darrofen und der Garherd dargestellt. Vor allem wird hier der Saigerherd zum ersten Mal genau beschrieben. Vannoccio Biringuccio hat zwar eine kurze Darstellung nebst Zeichnung davon angefertigt, bei Hans Stöckl werden jedoch genaue Maßangaben, nach denen dieser Herd gebaut werden konnte, gemacht.

Dass die Herde der Öfen für den Schmelzprozess mit Gestübe ausgeschlagen werden mussten, beschreibt auch Vannoccio Biringuccio. In der Beschreibung von Hans Stöckl wird jedoch erstmals dargestellt, wie dieses genau beschaffen sein sollte. Die Mischung von fein gesiebten Kohlen und Lehm war abhängig von der Schmelzbarkeit der Erze oder Hüttenprodukte, die man verarbeiten wollte. Die Verwendung eines leichteren oder schwereren Gestübes in Abhängigkeit vom Schmelzprozess wird von Hans Stöckl erstmals genau dargestellt.

Auch auf die unterschiedliche Größe der eingesetzten Blasebälge geht Hans Stöckl ein. Die größten Gebläse benötigte man für das Kupferschmelzen und die Treibarbeit, mittelgroße für das Erzschmelzen und kleinere zum Schmelzen von Blei sowie für das Darren und Rösten.

Von großer Bedeutung ist die geschilderte Entwicklung des Tiroler Abdarrprozesses, der wesentlich zum Erfolg des Schwazer Bergreviers beitrug. Lothar Suhling beurteilt dies wie folgt: „Das Resultat dieser Neuentwicklung war eine optimale Kombination von Elementen bekannter Verfahren (altes Steinentsilberungsverfahren, Kupfersaigerverfahren) in Abstimmung auf die besonderen Gegebenheiten der Rohstoffbasis. Die Abstimmung wurde mit Hilfe zusätzlicher Veränderungen (Rohschmelzen, Betonung des Gegenstromprinzips durch Erhöhung der Stufenzahl) erreicht.“⁹⁸⁷ Hier zeigt sich, wie innovativ die Hüttenleute Verfahren ausprobierten, kombinierten und verbesserten, indem sie die Resultate ihrer Arbeit immer wieder überprüften.

Auch die detaillierten Anweisungen, wie die Hüttenarbeiter beim Auftreten von Schwierigkeiten während des Schmelzen reagieren und diese beheben sollten,⁹⁸⁸ findet man in den allgemein gehaltenen Vorgängerwerken nicht. Es wird sehr deutlich, wie stark der Erfolg bei der Verhüttung von der genauen Beobachtung der Vorgänge im Schmelzofen und der richtigen Steuerung dieses Prozesses durch Änderung der Beschickung oder des Gebläses abhängig war.

Die beschriebenen Schmelzprozesse beginnen mit dem Rohschmelzen, es folgt das mehrstufige Verbleien des Rohsteins und schließlich das mehrfache Abdarren. Dafür gab es zahlreichen Beschickungen (Fürmaße), von denen hier nur zwei beispielhaft wiedergegeben wurden. Im Schmelzbuch findet man Beschickungen für das Schmelzen von Stufferz im Krummofen, für das Schmelzen von Bruch und Kies im Krummofen, für die Bleischichten und die Abdarrschichten. Die zahlreichen Fürmaße beim Rohschmelzen resultieren nach Lothar Suhling daraus, dass bereits in dieser Verfahrensstufe die Qualität

⁹⁸⁷ Lothar Suhling, 1976, 160.

⁹⁸⁸ Franz Kirnbauer, 1961, 197 f., 202 (Fol. 259^v – 261^r, 262^v).

und Quantität der eingelieferten Erze auf den nachfolgenden Entsilberungsprozess abgestimmt wurden.⁹⁸⁹

Der entscheidende Fortschritt beim Tiroler Abdarrprozess bestand darin, dass das ältere Verfahren der stufenweisen Steinentsilberung in Kombination mit einer Modifizierung des Kupfersaigerverfahrens zu einem an die lokalen Verhältnisse optimal angepassten Kupferentsilberungsverfahren entwickelt wurde.⁹⁹⁰ Obwohl das Schmelzbuch Hans Stöckls nur dieses Verfahren und seine Varianten zum Thema hat, zeigt es doch deutlich, wie innovativ die Arbeit der Tiroler Hüttenleute war. Darüber hinaus ist es ein Zeugnis für weitreichende Kontakte der Hüttenleute untereinander, die ihre Kenntnisse an Lehrlinge und Kollegen aus anderen Montanzentren weitergaben.

5.2.7 Das Schwazer Bergbuch (1554) (Anonyme Sammlung unterschiedlicher für den Bergbau wichtiger Texte)

Das Schwazer Bergbuch stellt vor allem den alpinen Bergbau im 16. Jahrhundert dar.⁹⁹¹ Die Erläuterungen zum Berg- und Hüttenwesen beziehen sich auf die verschiedenen Arbeitsbereiche der Bergleute und Bergbeamten und weniger auf die konkreten Inhalte dieser Arbeit. Dennoch gibt es einige Abschnitte und Kapitel, die sich mit der Erzverhüttung befassen. Im siebten Abschnitt wird auf 5 Seiten das Hüttenwesen dargestellt, im achten Abschnitt wird auf 2 Seiten das Münzwesen behandelt. Ergänzend geben ein Abschnitt über die Prüfung fremder Bergwerke, die Bergamtleute und ein bergmännisches Wörterbuch sowie die Abbildung eines Hüttenplatzes Auskunft über hüttentechnische Sachverhalte.

Abschnitte zur
Hüttentechnik

Zu diesen beiden Themen werden im Schwazer Bergbuch keine Angaben gemacht, da man sehr konkret auf die Tätigkeiten der Berg- und Hüttenleute und die dafür geltenden rechtlichen Rahmenbedingungen eingeht, jedoch keine theoretischen Überlegungen zur Entstehung der Metalle oder ihre chemischen Eigenschaften anstellt.

Metallogene-
se – Verhältnis zur
Alchemie

Genau wie bei Vannoccio Biringuccio wird im Abschnitt über die „Bewertung der Bergwerke“ die Weisung gegeben, stets neben einem erfahrenen Bergmann einen Probierer mitzunehmen, der vor Ort das Erz untersuchen und feststellen konnte, ob die Aufnahme des Bergbaus überhaupt lohnend war. Zu seiner Ausrüstung gehörten gute Probierwaagen, richtige Gewichte, Scheidewasser, silberfreies Probierblei und gute „Flüsse“ (Flussmittel), um die vorhandenen Erze zu analysieren. Er sollte die in ihnen vorhandenen Metalle erkennen und ermitteln, ob sie streng- oder leichtflüssig im Schmelzen waren.⁹⁹² Auch auf die Verfügbarkeit von Holz, Holzkohlen und Wasser sollte geachtet werden, insbesondere benötigte man ein Fließgewässer zur Anlage einer Schmelzhütte.

Probierkunde

Bei der Beschreibung der Bergamtleute, werden der Probierer und der Silberbrenner mit ihrer Ausrüstung bildlich dargestellt.⁹⁹³ Der Probierer arbeitete

⁹⁸⁹ Lothar Suhling, 1976, 148, Anm. 163.

⁹⁹⁰ Lothar Suhling, 1976, 160.

⁹⁹¹ Heinrich Winkelmann, 1957, 3, der Autor gibt auch eine Gliederung und Inhaltsangabe wieder (3 – 5); Erich Egg, 1988, VIII – XIV, stellt ebenfalls den Inhalt des Bergbuchs ausführlich dar.

⁹⁹² Erich Egg, 1988, Fol. 78^v, Übertragung 77; vgl. Otto Johannsen, 1925, 13.

⁹⁹³ Erich Egg, 1988, Fol. 88^v – 89^v, Übertragung 85 und Fol. 89^v – 90^f, Übertragung 85 f.

in der Probierstube, in deren Zentrum der Probierofen steht. Er hebt mit einer Zange einen Probierscherben oder einen Probiertiegel aus dem Ofen. Auf dem Bord an der Rückwand sieht man weitere Probiertiegel, eine Muffel und einen Krug. Ferner gibt es eine Probierwaage, einen Mörser und einen kleinen Amboss. Der Silberbrenner hat in seiner Werkstatt ebenfalls einen Ofen, in dem sich ein Tiegel befindet. Der Arbeiter hält diesen mit einer Zange fest und schützt sich mit einer Art Schild vor der Ofenhitze. Dieser Ofen hat seitlich einen Blasebalg, den ein zweiter Arbeiter antreibt. Auch in dieser Werkstatt befinden sich ein Amboss und eine Probierwaage.⁹⁹⁴

Während auf vielen Bergwerken das geförderte Erz durch Pochwerke und Schießer (Stempel im Pochwerk) zerkleinert und in großen Erzwäschen das Erz vom Gestein getrennt wurde, war dies am Falkenstein bei Schwaz nicht der Fall. Hier wurden „die Haldenberge, Bruch, Felsen, Überreste und was dazu gehört“ von Arbeitern nur mit der Hand auf „Hurten, Rebkesseln, Klaubebrettern, in Bottichen und auf andere Art voneinander geschieden.“⁹⁹⁵ Hierbei handelte es also um die mechanische Erzscheidung durch Ausklauben auf einem Brett und durch Waschen mit Sieben und Bottichen, was auch die Abbildung auf Fol. 146^v zeigt.

Erzaufbereitung

Zur Anlage einer Schmelzhütte war ein geeigneter Ort auszuwählen, wobei auf die Verfügbarkeit von Holz, Holzkohlen und Wasser geachtet werden sollte, insbesondere benötigte man ein Fließgewässer zum Antrieb der Maschinen.⁹⁹⁶

Erzverhüttung

Die kolorierte Abbildung des Schmelzwerks (Fol. 156^r) zeigt einen einfachen viereckigen Schachtofen mit einem Abstich und einer nicht verschließbaren Öffnung an der Vorderwand. Vor dem Abstich befindet sich ein Vorherd, in den der Hüttenmann das Schmelzgut absticht, mit der Forke zieht er wahrscheinlich Schlacken ab. An der Rückseite des Ofens sieht man die Blasebälge. Neben dem Arbeiter liegen bereits zwei Stapel mit Metalllupen. Ein weiterer Hüttenmann bringt Erz zum Ofen, während ein anderer mit einer Karre eventuell Kohlen heranbringt. Im Hintergrund wiegt ein weiterer Hüttenmann mit einer Waage das gewonnene Metall ab. Da es sich nicht um eine technische Zeichnung handelt, kann man nicht davon ausgehen, dass die Größenverhältnisse genau berücksichtigt wurden. Es fällt aber auf, dass der Schmelzofen mindestens so hoch ist wie der Hüttenarbeiter. Außerdem ist dieser Ofen nicht in einer Hütte, sondern im Freien errichtet.⁹⁹⁷

Beim Kapitel über das Schmelzwerk räumt der Verfasser zunächst ein, selbst keine Erfahrung mit dieser Arbeit zu haben und auch wenig über diese Kunst zu wissen, da die Gewerke und ihre Hüttenarbeiter diese als Geheimnis wahrten. Allerdings hatte es bei diesen Verfahren wohl Fortschritte gegeben, denn die Schmelzer „bringen viel mehr Silber aus den Schlacken und vom Kupfer als vor

⁹⁹⁴ Die Bildbeschreibungen beziehen sich auf Franz Kirnbauer, 1956 a, der den Leobener Codex zu Grund legt. Die Abbildungen im Faksimiledruck von Erich Egg, 1988, weichen davon geringfügig ab.

⁹⁹⁵ Erich Egg, 1988, Fol. 148^v – 149^r, Übertragung 129; Worterklärungen 181.

⁹⁹⁶ Erich Egg, 1988, Fol. 80^v, Übertragung 79; vgl. Otto Johannsen, 1925, 20, 172 f.

⁹⁹⁷ Erich Egg, 1988, Fol. 156^r.

Jahren.“ Dennoch unternimmt der Autor es, einen kurzen Bericht zum Schmelzen des Falkensteiner Erzes für den Schwere Wechsel zu geben.⁹⁹⁸

Um das Falkensteiner Erz zu verarbeiten, wurde es in mehrfach geschmolzen, wobei die Beschickung oder das Fürmaß wie folgt aussah:

Erzart oder Zuschlag	Menge	Silbergehalt je Zentner	Silbergehalt insgesamt
Falkensteiner Erz	16 Ster	keine Angabe	
Schlacken und Schiefer	3 Barren	keine Angabe	
Daraus erfolgt:			
Reicher Stein	450 Pfund		
Kobalt	50 Pfund		

Tabelle 5-5: Erstes Fürmaß für das Erzschnmelzen⁹⁹⁹

Der Reiche Stein war Kupferstein mit hohem Silbergehalt. Er musste nun in mehreren Schmelzvorgängen entsilbert werden, indem man das Silber an das Blei band. Diese Bleischichten wurden wie folgt beschickt:

Zwischenprodukt, Zuschlag	Menge	Silbergehalt je Zentner	Silbergehalt insgesamt
Reicher Stein	1700 Pfund	12 ½ Lot	212 ½ Lot
Herd, Glätte oder Lech	1100 Pfund	½ Lot	5 ½ Lot
Schneeberger Bleierz	200 Pfund	2 Lot	4 Lot
armes Gossensasser Bleierz	200 Pfund	2 Lot	4 Lot
gewöhnliches Bleierz	200 Pfund	½ Lot	1 Lot
Villacher Bleierz	200 Pfund	- Lot	- Lot
feistes Hartwerk ¹⁰⁰⁰	450 Pfund	9 Lot	40 ½ Lot
Saigerkrätze oder Kienstöcke vom Saigerofen	keine Angabe	keine Angabe	
Daraus erfolgt:			
gesaigertes Blei	900 Pfund	16 Lot	144 Lot

Tabelle 5-6: Fürmaß für die erste Bleischicht

Dem Kupferstein wurden also Bleioxid, verschiedene silberhaltige Bleierze und Schwarzkupfer mit hohem Bleigehalt zugesetzt. Das im Kupferstein vorhandene Silber verband sich mit dem Blei und konnte aus diesem ausgebracht werden. Außerdem erhielt man wiederum Kupferstein, nun erster verbleiter Stein genannt, in dem weiterhin noch viel Silber gebunden war.¹⁰⁰¹

⁹⁹⁸ Erich Egg, 1988, Fol.156^v – 157^f; 176 – 186 (Wörterklärungen), demnach war der Schwere Wechsel die Ablieferung des Silbers zu einem von der Regierung festgelegten Preis an die landesherrliche Münze.

⁹⁹⁹ Erich Egg, 1988, Fol. 157^v, Übertragung 136, ein Ster war ein Hohlmaß, das 50 – 70 kg Erz fasste. 1 Pfund wog 562,746 g (nach Harald Witthöft, 2008, 269), 100 Pfund ergaben 1 Zentner.

¹⁰⁰⁰ Erich Egg, 1988, 170 f., feistes Hartwerk = Schwarzkupfer mit hohem Bleigehalt, dürres Hartwerk = Schwarzkupfer mit 16 – 18 % Blei.

¹⁰⁰¹ Erich Egg, 1988, Fol. 157^v, Übertragung 136 f.

Zwischenprodukt, Zuschlag	Menge	Silbergehalt je Zentner	Silbergehalt insgesamt
Erster verbleiter Stein	1700 Pfund	keine Angabe	
Herd, Glätte oder Lech	1200 Pfund	½ Lot	6 Lot
Schneeberger Bleierz	200 Pfund	2 Lot	4 Lot
armes Gossensasser Bleierz	200 Pfund	2 Lot	4 Lot
gewöhnliches Bleierz	200 Pfund	½ Lot	1 Lot
Villacher Bleierz	100 Pfund	- Lot	- Lot
feistes Hartwerk	450 Pfund	7 ½ Lot	33 ¾ Lot
Kienstöcke vom Saigerofen	keine Angabe	keine Angabe	
Daraus erfolgt:			
gesaigertes Blei	1100 Pfund	9 Lot	99 Lot

Tabelle 5-7: Fürmaß für die zweite Bleischicht

Für die letzte oder arme Bleischicht wurden dem Reichen Stein, der nun zweiter verbleiter Stein hieß und nur noch etwa 4 Lot Silber pro Zentner hielt, lediglich Herd oder Glätte vorgeschlagen. Man erhielt nun nochmals 400 Pfund Blei mit einem Silbergehalt von 7 Lot pro Zentner,¹⁰⁰² insgesamt wiederum 28 Lot Silber.

Den gesaigerten Bleien wurde nun im Treibprozess das Silber entzogen. Aus fünfzehn Bleischichten erhielt man bis zu 126 Zentner Blei. Diese kamen mit 10 Zentner Kobalterz auf den Treibherd. „Man treibt all dieses geschmolzene Zeug durcheinander, bis das Silber blickt.“¹⁰⁰³ Hier wird deutlich, wie wenig Einblick der Autor in die Vorgänge auf der Treibhütte hatte.

Der Stein der letzten Bleischicht, der dreimal verbleite Stein, durchlief einen mehrstufigen Abdarrprozess, bei dem bleihaltiges Schwarzkupfer vorgeschlagen wurde, um auch das letzte im Stein verbliebene Silber auszubringen.¹⁰⁰⁴ Der übrigbleibende Kupferstein wurde geröstet, um ihn schließlich zu Kupfer schmelzen zu können.¹⁰⁰⁵

Wie Lothar Suhling sehr übersichtlich darstellt, handelte es sich also um einen siebenstufigen Prozess, dessen erste Stufe das Rohschmelzen war, dem ein dreimaliges Verbleien und ein dreimaliges Abdarren folgten. Hatte man um 1501 zunächst zwei Bleischichten und zwei Abdarrschichten durchgesetzt, so wurde dieser Prozess schon bald erweitert, so dass dem Rohschmelzen ein zweimaliges Verbleien und ein dreimaliges Abdarren folgten. Hans Stöckl beschrieb dann einen siebenstufigen Schmelzprozess, der bereits 1543 im neuen Kitzbühler Hüttenwerk durchgeführt wurde.¹⁰⁰⁶

Die Darstellung beschränkt sich explizit auf Schwaz, „Aller Bergwerk Mutter“ wie es in einem zeitgenössischen Gedicht hieß,¹⁰⁰⁷ und den dortigen Bergbau

Geographische Reichweite

¹⁰⁰² Erich Egg, 1988, Fol. 157^v – 158^r, Übertragung 137.

¹⁰⁰³ Erich Egg, 1988, Fol. 158^v, Übertragung 137, nach dem Glossar, 176, war Kobalt ein Zwischenprodukt aus dem Rohschmelzen, das silber- und kupferhaltig war und als Zuschlag genutzt wurde.

¹⁰⁰⁴ Erich Egg, 1988, Fol. 158^v, Übertragung 137 f.

¹⁰⁰⁵ Erich Egg, 1988, 159^r, Übertragung 138.

¹⁰⁰⁶ Lothar Suhling, 1976, 151 – 157, der Autor gibt auch detaillierte Fließschemata zum Ablauf der Schmelzprozesse nach Hans Grienhofer, Leonhard Härrer und im Schwazer Bergbuch.

¹⁰⁰⁷ Erich Egg, 1988, IV, zitiert wird hier ein Reim von Georg Rösch aus dem Jahr 1558.

am berühmten Falkenstein. Andere Tiroler Bergwerke spielen hier nur als Zulieferbetriebe eine Rolle, außerdem ist Villach in Kärnten mit seinem sehr reinen Blei von Bedeutung, das man zur Entsilberung als Zuschlag nutzte. Auch das Proberblei bezog man im Allgemeinen vom Bleiberg aus Villach.

Die Beschreibung der Silbergewinnung aus silberhaltigem Kupfererz konzentriert sich weitgehend auf die Beschickungen der Öfen in den unterschiedlichen Prozessstufen und auf Angaben zu den jeweils erschmolzenen Zwischen- und Endprodukten. Eine Darstellung der Schmelzöfen wird nur in der Miniatur von Fol. 156^r gegeben. Dennoch ist bemerkenswert, wie weit man den Schmelz- und Treibprozess optimiert hatte. Vannoccio Biringuccio schrieb allgemein, dass man nur durch zahlreiche Proben herausfinden könne, welche Zuschläge und Mittel man für die verschiedenen Erze benötigte. Auf diesem Weg hatten auch die Schwazer Hüttenleute offensichtlich herausgefunden, wie aus dem Falkensteiner Erz das Silber gewonnen werden konnte und sie hatten, wie der Autor selbst schreibt, diesen Prozess durch Erfahrung so verbessert, dass zu seiner Zeit mehr Silber ausgeschmolzen wurde als in früheren Jahren. In dem Bericht über das Schmelzwerk wird deutlich, wie wichtig die Erfahrung durch die praktische Arbeit war. Jeder Hüttenmeister hatte sein eigenes „Fürmaß“, d. h. seine eigene bewährte Beschickung für den Schmelzofen. Insofern ist diese Passage des Schwazer Bergbuches ein interessantes Beispiel für die Entwicklung von Verhüttungsprozessen, auch wenn zahlreiche Aspekte nicht erwähnt werden. Erstmals, da das Schmelzbuch Hans Stöckls erst seit 1575 öffentlich zugänglich war, wurden hier für die silberhaltigen Kupfererze eines Reviers detaillierte Angaben zur Zusammensetzung der Beschickung sowie zu Qualität und Quantität der erforderlichen Zuschläge auf jeder Verfahrensstufe des Verhüttungsprozesses gemacht.

Technische
Entwicklungen
und Fortschritte

In dem Abschnitt über das „Schmelzwerk“ wird beklagt, dass es an genauen und allgemein verständlichen Schriften zu diesem Teilgebiet des Montanwesens fehlt. Der Autor regt in diesem Zusammenhang an, ein solches Werk zum allgemeinen Nutzen des Bergbaus zu verfassen, obwohl die Hüttenmeister in Schwaz dieses Wissen offenbar nicht gern Fremden zugänglich machten.¹⁰⁰⁸

Im Gegensatz zum Schmelzbuch Hans Stöckls, das erst durch die Aufnahme in das 1575 erstellte *Speculum Metallorum* und dessen Abschriften einem begrenzten Fachpublikum die Verhüttungsmethoden in Tirol und angrenzenden Revieren zugänglich machte, wurde das Schwazer Bergbuch bereits 1554 kompiliert. Beide Handschriften fanden keine weite Verbreitung, wenn man die Zahl der Abschriften zu Grunde legt. Das Schwazer Bergbuch ist nach den heutigen Aufbewahrungsorten zumindest in den österreichischen Bergrevieren vorhanden gewesen, das *Speculum Metallorum* auch in Süddeutschland, Böhmen und Sachsen.¹⁰⁰⁹ Neben der Wissensvermittlung durch Fachliteratur wird durch diese beiden Handschriften ein weiterer Weg des Technologietransfers dokumentiert. Diese kursierten in mehreren Abschriften in entsprechenden Fachkreisen und wurden somit neben der mündlichen

¹⁰⁰⁸ Erich Egg, 1988, Fol. 156^v, 157^r, Übertragung 136 f.

¹⁰⁰⁹ Um hier genaue Aussagen zu treffen, müsste berücksichtigt werden, wann die unterschiedlichen Abschriften in die Bibliotheken oder Archive kamen.

Weitergabe von Kenntnissen zu wichtigen Vermittlern auch über die einzelnen Bergreviere hinaus.

Beeindruckend an beiden Werken ist die hochinnovative Entwicklung eines Hüttenprozesses, der in der heutigen Literatur als Tiroler Abdarrprozess bezeichnet wird. Auffällig ist der Gegensatz zur Beschreibung der Schmelzprozesse in der „Pirotechnia“. Diese sind sehr allgemein und enthalten keine konkreten Angaben zu Zuschlägen, Beschickung und Mengenverhältnissen. Hier blieb es dem Hüttenmann selbst überlassen, den Verhüttungsprozess zu optimieren. Ob sich hierin ein deutlicher Unterschied in der Entwicklung der Hüttentechnik in Oberitalien im Gegensatz zu Tirol zeigt oder ob hier nur ein unterschiedlicher Kenntnisstand der Autoren¹⁰¹⁰ zu Tage tritt, kann an Hand dieser Quellen nicht entschieden werden.

5.2.8 De re metallica. Libri XII (1556) von Georgius Agricola

Von den 12 Büchern zum Berg- und Hüttenwesen sind die Bücher VII bis XI für die Verhüttungstechnologie interessant. Hier werden alle für das Hüttenwesen wichtigen Themen behandelt und zwar in der Reihenfolge, in der sie realiter abgearbeitet wurden. Die Proberkunst, die Aufbereitung der Erze für den Schmelzprozess, das Schmelzen der Erze und weitere Verfahren der Metallgewinnung, das Scheiden der Edelmetalle, insbesondere das Abtreiben des Silbers, und das Scheiden des Silbers vom Kupfer im Saigerhüttenprozess werden ausführlich beschrieben und mit Zeichnungen illustriert.¹⁰¹¹

Kapitel zur
Hüttentechnik

Die bereits im Bermannus angedeutete negative Einstellung Georgius Agricolae zur Alchemie kommt bereits im Widmungsbrief zu „De re metallica“, geschrieben 1550, wiederum zur Sprache. Der Autor kannte die Schriften dieser „Chymisten“ sehr genau und erwähnt 31 namentlich.¹⁰¹² Ferner gab es noch viele andere Bücher, deren Inhalt auf Grund der Ungenauigkeit der „Bezeichnungen“ kaum von Nutzen war. Hauptthema der namentlich angeführten Autoren war die Kunst, ein Metall in ein anderes zu verwandeln. „Ob sie das wirklich machen können oder nicht, das entscheide ich nicht“, schreibt Georgius Agricola. Dass er jedoch große Zweifel daran hatte, wird in den nachfolgenden Äußerungen deutlich. Sein Hauptargument gleicht dem Vannoccio Biringuccios, indem er anführt, dass die Alchemisten eben nicht große Mengen an Gold und Silber produziert hätten, obwohl sie dieses doch angeblich könnten. Neben diesen sehr bemühten Anhängern der Alchemie gab es dann noch die Betrüger, die unedle Metalle mit Gold oder Silber überzogen und diese als Edelmetalle ausgaben. Diese wurden zu Recht mit hohen Strafen belegt. Georgius Agricola schließt diese Ausführungen damit ab, dass er sich zur chemischen Kunst, so sie denn überhaupt eine Kunst sei, an anderer Stelle

Verhältnis zur
Alchemie

¹⁰¹⁰ Die Tiroler Verfasser der beiden Handschriften waren in erster Linie Hüttenfachleute, während Vannoccio Biringuccio vor allem ein ausgewiesener Fachmann für die Metallgießerei, die auch den Schwerpunkt seines Werkes bildet, war.

¹⁰¹¹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 8 – 11.

¹⁰¹² Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 31, 34 – 38 werden, soweit bekannt, biographische Angaben zu diesen Personen gemacht. Ausführungen zu Georgius Agricolae Kenntnis der alchemistischen Schriften findet man auch bei Helmut Wilsdorf, 1956 (AGA I), 44 – 50. Im lateinischen Original bezeichnet Georgius Agricola diese Leute als „Chymistae“.

äußern werde. Für den Bergbau waren die Schriften der Alchemisten ohne Relevanz.¹⁰¹³

Zur Entstehung der Mineralien und Metalle macht Georgius Agricola keine weiteren Ausführungen, sondern verweist auf sein Werk „De ortu et causis subterraneorum.“¹⁰¹⁴ In diesem Werk untersuchte Georgius Agricola nicht nur das „Wesen der Stoffe“, die im Erdinneren erzeugt werden, sondern auch die „Entstehungsursachen“.¹⁰¹⁵ Dabei fußend auf der Elementtheorie des Aristoteles behandelt er in den ersten vier Büchern die Entstehung und Eigenschaften von Wasser, Luft, Feuer und Erde.¹⁰¹⁶ Erst im fünften Buch stehen die Erze im Mittelpunkt. Nachdem er zuvor widerlegt hatte, dass unbelebten Dingen eine Zeugungskraft innewohnt, geht er hier auf die Ausgangsmaterie für Erze und die sie erzeugenden Kräfte ein.¹⁰¹⁷ Die Entstehung der Erze aus Quecksilber und Schwefel wurde von ihm verworfen, da diese beiden Substanzen in den Lagerstätten der Erze nur sehr selten zu finden waren. Für ihn ist der Rohstoff, aus dem die Erze hervorgehen, ein Gemenge aus Erde und Wasser in unterschiedlicher Zusammensetzung.¹⁰¹⁸ Noch vehementer tritt er der Annahme entgegen, dass die unterschiedlichen Metalle unter dem Einfluss bestimmter Planeten entstünden. Ihm genügte hierfür der Hinweis, dass man zu seiner Zeit bereits mehr Metalle als die sieben Gestirne kannte.¹⁰¹⁹ Für die Entstehung der Erze ist die Kälte, die die Gemenge verdichtet, fest und zu Erz werden lässt, die einwirkende Kraft oder Ursache. Er folgt hierin nach eigenen Angaben ausdrücklich Aristoteles und den Peripatetikern und stellt folgende Gesetzmäßigkeit fest: „Denn wenn die Erze durch die Glut des Feuers schmelzen, werden sie gewissermaßen aufgelöst. Was aber durch Hitze aufgelöst wird, hat die Kälte getrocknet und zusammengefügt, und umgekehrt, was durch feuchte Kälte aufgelöst wird, hat die Hitze verdichtet. [...] Langanhaltende Kälte preßt die Feuchtigkeit zusammen und verdichtet sie bis zu dem Punkte, wo die Luft größtenteils ausgeschlossen ist und die Feuchtigkeit ganz in sich gesammelt wird, und was Gemenge gewesen ist, zu Erz wird.“¹⁰²⁰

*Metallogene-
se
– Lagerstätten-
kunde*

Im V. Buch von „De re metallica“ erörtert Georgius Agricola die Kennzeichen, an denen der Bergmann die verschiedenen Mineralien erkannte. Gediegene Metalle kamen nur selten vor, so dass man wissen musste, welche Mineralien

¹⁰¹³ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 31 f.; nach Anm. 7 beabsichtigte Georgius Agricola wohl eine grundsätzliche Schrift zur Alchemie zu verfassen, kam aber nicht mehr dazu.

¹⁰¹⁴ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 95, dieses Werk über „Die Entstehung der Stoffe im Erdinneren“ war bereits 1544 erschienen.

¹⁰¹⁵ Georg Fraustadt, 1956 (AGA III), 83.

¹⁰¹⁶ Genauer gesagt werden Wasser und mineralhaltige Wasser untersucht, Luft und Feuer zusammen mit den Theorien über Erdbeben, Erde und feste Gemenge sowie Steine.

¹⁰¹⁷ Georg Fraustadt, 1956 (AGA III), 150, für Georgius Agricola ist es ganz offensichtlich, dass nur dem Samen lebendiger Wesen die Kraft innewohnt ein lebendiges Wesen zu erzeugen. Die Kräfte, die die unbelebten Dinge erzeugen, liegen außerhalb dieser Dinge.

¹⁰¹⁸ Georg Fraustadt, 1956 (AGA III), 174 f.; Lothar Suhling, 1986, 304, zitiert dasselbe Werk, 139, um Georgius Agricola Ablehnung der Alchemie zu belegen.

¹⁰¹⁹ Georg Fraustadt, 1956 (AGA III), 175 – 177, Georgius Agricola spricht in diesem Zusammenhang von „müßigen und verrückten Magiern“ und vom „Gaukelwerk der Chymisten“; diese Stelle führt auch Lothar Suhling, 1986, 304, an.

¹⁰²⁰ Georg Fraustadt, 1956 (AGA III), 179 – 181.

welche Metalle enthielten. Allerdings fasst sich der Autor hier relativ kurz und verweist auf sein Buch „De natura fossilium“.¹⁰²¹

Die Theorien, die die Alchemisten aber auch Albertus Magnus zur Entstehung der Erze entwickelt hatten, widersprachen deutlich den Erfahrungen, die Georgius Agricola bei seinen naturkundlichen Beobachtungen gemacht hatte. Es muss hier betont werden, dass Georgius Agricola eben nicht nur die den Theorien zugrunde liegende Logik Schritt für Schritt prüfte und gegebenenfalls widerlegte, sondern auch ausdrücklich verlangte, dass diese den praktischen Erfahrungen nicht widersprechen durften. Deshalb kam er zu dem Schluss, dass diese Theorien auch nicht nutzbringend für den Berg- und Hüttenmann anzuwenden waren.

Die Probiervverfahren (Buch VII) hatten für Georgius Agricola große Bedeutung, weil mit ihnen der Metallgehalt der Erze festgestellt wurde, bevor diese verhüttet wurden. Wenn dies nicht sorgfältig geschah, konnten die Erze nicht gewinnbringend ausgeschmolzen werden. „Denn diejenigen Teile des Erzes, die nicht leicht im Feuer schmelzen, reißen die Metalle an sich oder verzehren sie. Auf diese Weise entweichen sie mit dem Rauche, auf die andere vermischen sie sich mit Schlacken und Cadmia.“¹⁰²² Die bereits geschmolzenen Metalle mussten ebenfalls probiert werden, damit man wusste wie, hoch der Anteil von Silber im Kupfer oder Blei bzw. wie hoch der Goldanteil im Silber war. Erst dann konnte man entscheiden, ob und wie man die Metalle gewinnbringend voneinander scheiden konnte. Wesentlich für das sorgfältige Probieren war, dass es von einem „gut unterrichteten“ Fachmann durchgeführt wurde, der dafür einen separaten Raum zur Verfügung hatte, in dem er ungestört arbeiten konnte, und dass er für seine Versuche eine genau arbeitende Waage benutzte.¹⁰²³ Er benötigte drei Waagen, die unterschiedlich fein arbeiteten und von denen die feinste in einem Gehäuse plaziert wurde, damit sie nicht durch den Luftzug bewegt wurde.¹⁰²⁴ Im Folgenden werden die unterschiedlichen Probierröfen, rund oder eckig, aus Ziegeln, Eisen oder Ton gefertigt, sowie ihre Maße und Ausstattung genau beschrieben. „Die Probierröfen aus Ziegeln bleiben und sind ortsfest; die aus Ton und Eisen werden von einem Ort zum anderen transportiert; und die aus Ziegeln können schneller hergestellt werden, die aus Eisen sind dauerhaft, die aus Ton praktischer.“ Die Probierröfen hatten auch einen Blasebalg. Zum Schmelzen der Erze im Probierröfen benötigte man Kapellen, kleine Schalen aus Ton oder Asche, und Muffeln aus Ton, die man über die Kapellen stellte, damit die Kohlen nicht in die Kapellen und das Schmelzgut fielen. Die tönernen Kapellen hießen auch „Schirben“ und wurden zum Schmelzen der Erze genutzt, während die Aschekapellen zum Trennen von Blei und Silber benötigt wurden. Die Herstellung dieser Geräte erforderte große Sorgfalt und wird von Georgius

Probierröfen

¹⁰²¹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 162, dieses Werk über „Die Minerale“ wurde 1546 herausgebracht.

¹⁰²² Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 298. Unter dem vieldeutigen Begriff Cadmia versteht man nach Anm. 276 mehr oder weniger metallhaltige ungeschmolzene Ansätze, die sich in den oberen Ofenteilen an den Wänden ansetzten (Ofenbrüche). Zumeist handelte es sich um Zinkverbindungen bzw. Galmei.

¹⁰²³ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 298 f.

¹⁰²⁴ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 299, 344 f.

Agricola genau dargestellt. Wichtig war, dass die Kapellen nicht rissen und dass sie die Metalle nicht aufsogen.¹⁰²⁵

Genau wie später in der Erzaufbereitung mussten die Erze zum Probieren durch Brennen, Rösten, Pochen und Waschen vorbereitet werden. Auch wurde durch Wiegen festgestellt, welcher Anteil der Erze bereits durch die Aufbereitung verloren ging. Während Georgius Agricola für diese Verfahren auf das folgende Buch verweist, werden die Zuschläge im Rahmen dieses Buches behandelt. Er nimmt dabei folgende Systematisierung vor:

1. Zuschläge, die selbst leicht schmelzen und dadurch auch die Erze zum Schmelzen bringen (schmelzpunkterniedrigende Zuschläge).

Hierzu gehörten Blei, Bleiasche, Mennige, Bleigelb, Bleiglätte, Herdblei, Bleistein (Bleiglanz), Kupfer, gebranntes Kupfer, Kupferblättchen, Kupferfeilspäne, Schlacken von Gold, Silber, Kupfer und Blei, Soda, Glasgalle, Salpeter, gesottenes Alaun, Vitriol, geglühtes Salz, geschmolzenes Salz, Steine, die im Brennofen leicht schmelzen, Sand, der von solchen Steinen gereinigt ist, weicher Tuffstein (Kalkstein), weißer Schiefer.¹⁰²⁶

2. Dabei waren Blei, Bleiasche, Mennige, Bleigelb und Bleiglätte für leicht schmelzende Erze am besten geeignet, Herdblei für schwerschmelzende Erze und Bleistein für sehr schwer schmelzende Erze.

Zuschläge, die die Erze erhitzen oder in sie eindringen und dadurch die Trennung der Erze von Verunreinigungen fördern (schmelzpunkt-erhöhende und niederschlagende bzw. reduzierende Zuschläge).

Hierzu gehörten Eisenhammerschlag, die Schlacken davon, künstliches Salz, trockene Wein-Hefe (Weinstein), Essig (Scheidewasser).¹⁰²⁷

Dabei wirkten Eisenhammerschlag und Eisenschlacken dadurch, dass sie sich selbst langsam erwärmten, während die Hefen, Essig und Scheidewasser in die Erze eindringen.

3. Zuschläge, die die Erze vor dem Feuer schützen, damit sie nicht verbrennen oder mit dem Rauch entweichen (vor der Verschlackung schützende Zuschläge).

Hierzu gehörten Schwefelkies, der aus Schwefelkies geschmolzene Stein, Soda, Glasgalle, Salz, Eisen, Eisenhammerschlag, Eisenfeilspäne,

¹⁰²⁵ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 300 – 310; allein das Herstellen der Asche aus den unterschiedlichsten Materialien handhabte jeder Probierer anders. In Sachsen wurde Asche aus Buchenholz bevorzugt.

¹⁰²⁶ Nach Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 755 f. sind diese Stoffe wie folgt erklärt: Bleiasche = Schwefelblei, Mennige = Pb_3O_4 , Bleigelb = PbO , gebranntes Kupfer = Cu_2S , Glasgallen = Produkt der Glasherstellung, das hauptsächlich aus Natrium- und Kaliumsulfat besteht, Steine bzw. Sand = Quarz bzw. Flussspat.

¹⁰²⁷ Nach Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 756 sind diese Stoffe wie folgt erklärt: künstliches Salz = ein Gemisch aus Alkalisalzen, Weinhefe = der wirksame Bestandteil ist die Weinsäure oder weinsaures Salz, Essig = die Rückstände vom Scheidewasser; Agricola-Gesellschaft beim Deutschen Museum (Hrsg.), 1928 (ND 2003), 200, Carl Schiffner übersetzt hier „Weinstein vom Wein oder Essig“, die Erläuterung ist die gleiche; weiter übersetzt Carl Schiffner „Rückstand der Säure, die zum Scheiden des Goldes vom Silber dient“, hier ist die Salpetersäure der wirksame Bestandteil.

Eisenschlacken, Vitriol, Sand, der von leicht schmelzenden Steinen gereinigt ist, und Kalkstein.¹⁰²⁸

4. Zuschläge, die die Metalle in sich aufnehmen (sammelnde Zuschläge).

Hierzu gehörten Blei und Kupfer und die ihnen verwandten Stoffe.¹⁰²⁹

Um die erforderlichen Zuschläge gezielt einzugrenzen, machte man eine Probe, bei der man die Erze auf glühende eiserne Schaufeln oder Bleche legt. Aus der Farbe des sich entwickelnden Rauches konnte man auf die erforderlichen Zuschläge schließen. Die Farbe des Rauches gab auch Hinweise auf die mit dem Erz vermischten festen Gemenge.¹⁰³⁰ Auch mit Erden und mit Metallen vermischte Mineralien entwickelten Rauch, aus dessen Farbe auf die Zusammensetzung geschlossen wurde.¹⁰³¹ Ein wichtiges Thema war die Herstellung von verschiedenen chemischen Stoffen für das Probieren der Erze. Hierzu gehörten künstliches Salz, Salpeter, Bleiasche und Gemische verschiedener Zuschläge, deren Herstellung und Wirkungsweise dargestellt werden. Es wurde teilweise mit absoluten Gewichtseinheiten gearbeitet, bei anderen Rezepturen wurden Mengenverhältnisse angegeben.¹⁰³²

Anschließend beschreibt Georgius Agricola die Probiervverfahren für Golderz, Silbererz, Kupfererz, Bleierz, Zinnerz, Wismuterz, Quecksilbererz und Eisenerz. Das Probieren der Metalle, das für Kaufleute und Münzer genauso wichtig war wie für die Hüttenleute, wird ebenfalls ausführlich behandelt. Dabei ging es auch darum festzustellen, wie hoch der Goldgehalt des Silber war und umgekehrt. Auch die unedlen Metalle wurden probiert, um festzustellen, wieviel Silber sie enthielten. Das Probieren von Münzen, die aus unterschiedlichen Metallen zusammengesetzt waren, behandelt Georgius Agricola ebenfalls. Dabei wurden neben dem Schmelzen im Probierofen auch Probierstein und Probiernadeln eingesetzt. Dies hatte den Vorteil, dass die Münzen oder Metallstücke erhalten blieben. Ferner befasste er sich ausführlich mit den unterschiedlichen Gewichtseinheiten.¹⁰³³

Die Erzaufbereitung (Buch VIII) begann nach Georgius Agricola mit der Erzscheidung, die erfahrene Bergleute bereits untertage vornahmen. Die Trennung von wertvollerem und geringwertigem Erz sowie die Abtrennung der Bergart über Tage waren ebenfalls wichtig, da diese nicht zusammen verschmolzen werden sollten. Die Nachteile für den Schmelzprozess waren groß, denn wenn Erde und Steine in den Schmelzprozess gerieten, so erhielt man bei hohem Aufwand dennoch nur große Mengen an unbrauchbaren Schlacken, manche festen Gemenge verhinderten sogar das Ausschmelzen der

Erzaufbereitung

¹⁰²⁸ Nach Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 756 sind diese Stoffe wie folgt erklärt: Schwefelkies = Pyrit, daraus geschmolzene Steine = Einfach-Schwefel-Eisen (Rohstein) oder ein Gemenge der Sulfide von Eisen, Kupfer, Blei usw. (Kupferstein, Bleistein usw.).

¹⁰²⁹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 312 f., Agricola-Gesellschaft beim Deutschen Museum (Hrsg.), 1928 (ND 2003), 199 – 201 hier übersetzt von Carl Schiffner; die Erklärungen berücksichtigen die Anmerkungen zu beiden Texten.

¹⁰³⁰ Nach Hans Prescher, 1974 (AGA VII), 784 sind Feste Gemenge einmal Salze, wie Steinsalz, Soda, Salpeter, Alaun, Vitriole, aber auch Schwefel, Bitumen u. a. m.

¹⁰³¹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 313; das Verfahren, aus der Farbe des Rauches auf die Zusammensetzung der Erze zu schließen, war schon Peder Månsson bekannt (Otto Johannsen, 1941, 220).

¹⁰³² Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 313 – 316.

¹⁰³³ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 317 – 344.

Metalle. Beim gemeinsamen Verschmelzen von unterschiedlich metallhaltigen Erzen „erleidet das wertvolle [Erz] nicht selten einen großen Schaden, bevor das wertlose im Feuer schmilzt oder das eine das andere verzehrt. Dass das nicht geschieht, können wir teils durch diese Sorgsamkeit, teils durch Beigabe von Zuschlägen verhüten.“¹⁰³⁴

Georgius Agricola beschreibt dann ausführlich die wesentlichen Arbeitsprozesse, die zur Vorbereitung des Schmelzens notwendig waren, nämlich die Erzscheidung, die Erzröstung, das Pochwerk und die Erzwäsche. Diese Verfahren waren erforderlich, um die Erze von schädlichen mineralischen Bestandteilen und vom tauben Gestein zu trennen.

Da Erze mit Steinen und Erden gemischt zutage gefördert wurden, waren Klaubetafeln erforderlich, an denen vor allem Frauen und Kinder das Erz vom tauben Gestein trennten. Größere Erzbrocken wurden an Pochtischen mit einem Fäustel zerbrochen und ebenfalls geschieden. Gediegen geförderte Erze wurden für das Schmelzen vorbereitet, indem man sie zu Platten hämmerte und diese mit einer Eisenschere zerschnitt. Weitere Methoden, Erzstufen oder Erze zu zerkleinern, werden im Folgenden beschrieben.¹⁰³⁵

1. Erz-
scheidung

Das Rösten der Erze geschah aus zwei Gründen, entweder um die Erze mürbe zu rösten, damit sie leichter gepocht werden konnten, oder um vor dem Verhüttungsprozess schädliche Stoffe wie Schwefel, Bitumen, Auripigment und Realgar zu verbrennen. Ein Röstverfahren, das für alle Erze angewandt werden konnte, wird als erstes beschrieben. Dabei wurde zunächst ein großer viereckiger Platz in die Erde gegraben. Darin wurde eine Lage Hölzer dicht nebeneinander gelegt. Die nächste Lage Hölzer wurde quer dazu angeordnet und so wurden so viele Holzlagen aufgeschichtet, bis der Rost eine Höhe von 1 bis 2 Ellen hatte. Darauf kam das gepochte Erz, wobei die Größe der Erzstücke nach oben hin geringer wurde. Der so aufgeschichtete Rösthaufen hatte die Form eines Pyramidenstumpfs. Um den Röststadel zu stabilisieren, deckte man ihn mit einer Schicht angefeuchtetem Schlich ab und klopfte diesen gut fest. Statt Schlich konnte auch aufgelöstes Kohlenpulver verwendet werden. Wie oft das Erz geröstet wurde (1- bis 3mal), hing von der Härte des Erzes ab. Beim Mürberösten wurde das geröstete, noch warme Erz manchmal auch mit Wasser übergossen.¹⁰³⁶

2. Erzröstung

Die weiteren Verfahren des Röstens werden jeweils für bestimmte Erze beschrieben. Die Röststadel für Zinnerze wurden an drei Seiten mit niedrigen Mauern umgeben, um die Glut des Feuers besser zusammen zu halten. Für die Bleierze sollten die Röststadel ebenfalls ummauert sein, jedoch sollten diese von hinten nach vorn schräg abfallen. Damit das Erz nicht herunterfiel, sollte ein Baumstamm darüber gelegt werden. Außerdem kannte Georgius Agricola auch einen Röstofen, der einem Backofen ähnlich war. Dieser hatte den Vorteil, dass verwendbare Stoffe wie Schwefel gewonnen werden konnten, weil sie nicht mit dem Rauch davon getragen wurden, sondern am Ofengewölbe hängen blieben. Auch das Rösten auf Eisenblechen oder in aufwendigen Mehrkammeröfen stellt Georgius Agricola vor. Diese Verfahren wurden eingesetzt, wenn größere

¹⁰³⁴ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 346 – 349.

¹⁰³⁵ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 346 – 353.

¹⁰³⁶ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 353; Auripigment (As_2S_3) und Realgar (As_2S_2) sind Arsen-Schwefel-Mineralen (siehe AGA II, 247).

Mengen an Schwefel oder Bitumen beim Rösten aus dem Erz gewonnen werden sollten. Aus Eisleben kannte Georgius Agricola das Rösten des bitumenhaltigen Schiefers mit Reisigbündeln, die zusammen mit dem Erz aufgeschichtet wurden.¹⁰³⁷

Ein wichtiges Verfahren der Erzaufbereitung war das Pochen, also das Zerkleinern der Erze, um in der anschließenden Erzwäsche das taube Gestein vom Erz trennen zu können. Georgius Agricola beschreibt zunächst ein Trockenpochwerk. Das Pochwerk konnte drei oder vier Pochstempel haben, die von einer wasserkraftgetriebenen Welle im Wechsel angehoben wurden. Drehte sich die Welle weiter, fielen die eisenbeschlagenen Pochstempel herab und zerkleinerten das im Pochtrog befindliche Erz. Neben mehreren Zeichnungen finden sich detaillierte Maßangaben für alle Einzelheiten dieser Maschine, wie Georgius Agricola sie nennt. Man konnte mit einem Wasserrad auch zwei Pochwerke gleichzeitig betreiben. Zum Schutz vor Eis und Schnee sollte das Wasserrad im Winter mit einem Gehäuse versehen werden. Außerdem konnte man die einzelnen Stempel mit Eisenbolzen feststellen, so dass eine beliebige Zahl von Pochstempeln eingesetzt werden konnte. In den Pochwerken konnte trockenes und feuchtes Erz zerkleinert werden.¹⁰³⁸ Damit beim Pochen eine möglichst gleichmäßige Korngröße erzielt wurde, warf man das gepochte Erz auf einen Durchwurf, dessen Maschenweite der Größe einer Haselnuss entsprach. Das Pochgut, das durch das Sieb fiel, wurde in einem Gefäß gesammelt und dann in der Erzwäsche weiterverarbeitet, das größere Pochgut wurde wiederum in den Pochtrog geschüttet. Verschiedene Siebe und Siebkästen sowie ihre Handhabung werden im Weiteren beschrieben. Dadurch dass man nacheinander verschiedene Siebe einsetzte, konnte man das Pochgut in verschiedene Korngrößen trennen.¹⁰³⁹

3. Trocken-
pochwerk

Eine technisch fortschrittliche Erzaufbereitung zur Trennung der Erze nach Korngrößen kannte Georgius Agricola aus Neusohl in den Karpaten. Dabei wurde das Erz nacheinander durch drei Durchlässe (Siebkästen, die gerüttelt wurden) und durch drei Siebe (Siebe, die in passende Wassergefäße gesetzt wurden) gegeben. Dabei wurden die Erze vom Ort der Förderung durch 150 Fuß lange offene Kästen in den ersten Durchlass gestürzt, so dass man diese nicht mühsam mit Karren zu Tal bringen musste. Die an den Durchlässen und Sieben eingesetzten Bergarbeiter mussten genau aufeinander abgestimmt arbeiten. Bei diesem Verfahren wurde das Erz bereits vor dem Pochen mechanisch nach Korngrößen sortiert.¹⁰⁴⁰

Eine weitere Möglichkeit, das gepochte Erz weiter zu zerkleinern, war die Mühle. Nach Georgius Agricola wurden Golderze und Zinnerze in Mühlen gemahlen, die entweder mit einem Wasserrad, mit einem Tretrad oder von Menschen angetrieben wurden. Im Goldbergbau hatten die Bergleute eine sehr komplexe Goldmühle entwickelt, „die für sich allein zu ein und derselben Zeit das Golderz pocht, mahlt, durch Waschen reinigt und mit Quecksilber

¹⁰³⁷ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 354 – 360, alle diese Verfahren sind zudem in detaillierten Zeichnungen dargestellt.

¹⁰³⁸ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 360 – 365.

¹⁰³⁹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 366 – 370, nach Anm. 376 unterschied G. Agricola neben „großen Stücken“, die mit Forken herausgehoben wurden, sechs Korngrößen.

¹⁰⁴⁰ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 370 – 372.

vermischt.“¹⁰⁴¹ Die Erzmühlen erwähnt auch Peder Månsson. Er hatte von Mühlen zum Mahlen von Silbererz gehört, die in Ungarn verwendet wurden.¹⁰⁴² Auch Vannoccio Biringuccio war das Amalgamieren gemahlener Erze in Erzmühlen bekannt.¹⁰⁴³ Allerdings konnte beide Autoren diese nicht beschreiben.

Nach Georgius Agricola gab es sieben Waschverfahren für Erze, unabhängig von den in ihnen enthaltenen Metallen. Die Erze wurden gewaschen „in dem einfachen Graben oder in dem durch Bretter abgeteilten Graben, oder im geneigten Graben, im weiten Troge, auf dem kurzen Herde, auf dem Planenherde oder im engen Siebe.“¹⁰⁴⁴ Alle übrigen Verfahren waren nur für bestimmte Erze anwendbar und werden später behandelt. Bei den Gräben handelte es sich um gezimmerte Holzkonstruktionen. Das Waschen in den verschiedenen Schlammgräben bewirkte nur eine grobe Erzscheidung, der weitere Waschgänge folgten. Eine Variante waren zweifache Schlammgräben, die von einem Arbeiter besetzt und von zwei Wäschern zugleich betrieben wurden. Während in den Gräben die größeren Erzkörner abgeschieden wurden, mussten Schlamm und Sand weiter gewaschen werden, damit auch kleinste Erzkörnchen nicht verloren gingen.¹⁰⁴⁵ Das Waschen im Trog und auf dem kurzen Herd wurde nicht mehr häufig eingesetzt. Stattdessen erfolgte nun die Erzwäsche auf Planherden und in engmaschigen Sieben. Bei den Planherden wurde die Arbeit dadurch effektiver, dass man die Planen (Leintücher) nicht abnahm und das darauf abgesetzte Erz in Fässern auswusch, sondern dass man Wendeherde konstruierte, von denen das abgesetzte Erz direkt in einen Graben gespült wurde. Das aktuellste Verfahren, das Georgius Agricola vorstellt, waren die erst kürzlich in Gebrauch genommenen Siebe. Dabei wurde das Erz auf Siebe geschüttet, die in wassergefüllte Fässer passten. Material, das kleiner als Erbsen war, wurde durch das Sieb in das Fass gespült. Im Sieb selbst setzten sich jedoch die metallhaltigen Teile unten ab, während taubes Gestein sich oben sammelte und mit einem Streichbrett entfernt wurde. Das im Fass befindlich Gut wurde in zwei Stufen mit jeweils engmaschigeren Sieben nochmals gewaschen. Das mit dem Streichholz abgezogene Material wurde, wenn es von reichem Erz kam, nochmals auf einem Planherd gewaschen, während sich dies bei armen Erzen nicht mehr lohnte.¹⁰⁴⁶

4. Erzwäsche

Ziel der Erzwäsche war es, die Erze vom tauben Gestein zu trennen, das gewonnene Gut nach Korngrößen zu sortieren, also zu klassieren, und dabei die Verluste an Erz so gering wie möglich zu halten.

¹⁰⁴¹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 376 – 381.

¹⁰⁴² Otto Johannsen, 1941, 213.

¹⁰⁴³ Otto Johannsen, 1925, 50.

¹⁰⁴⁴ Agricola-Gesellschaft beim Deutschen Museum (Hrsg.), 1928 (ND 2003), 258 f. hier übersetzt von Emil Treptow; Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 383, hier wird übersetzt „in einem einfachen Graben oder in einem durch Bretter abgeteilten Graben, der abwärts geht, oder in einem breiten Troge oder auf einem kurzen Herd oder auf einem Plan, der mit ausgebreiteten Leinentüchern bedeckt ist, oder auf einem engen Sieb.“ Man kommt dadurch nur auf sechs Waschverfahren.

¹⁰⁴⁵ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 383 – 391 werden die drei Gräben beschrieben und jeweils mit einer Zeichnung erläutert.

¹⁰⁴⁶ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 392 – 401, auch die Erzwäsche mit Trog, kurzem Herd, Planherd und Wendeherd wird durch Zeichnungen verdeutlicht.

Ein großer technischer Fortschritt war das Nasspochwerk, das Georgius Agricola als nächstes beschreibt. Dieses war im Prinzip wie das Trockenpochwerk konstruiert, nur waren die eisenbeschlagenen Stempel größer und auch der Pochtrog musste entsprechend größer gebaut werden. Der Pochtrog war nicht an der Vorderseite offen, sondern hatte an der Seite einen Auslass, der mit einem eisernen Lochblech verschlossen war. An der gegenüberliegenden Seite floss Wasser in den Pochtrog, in den ein Arbeiter das Erz schüttete. Das Erz wurde gepocht und wenn es fein genug gepocht war, wurde es durch die Löcher des Blechs in ein daran gefügtes Gerinne gespült. Am Ende des Gerinnes war ein Sumpf. Das schwere Pochgut setzte sich im Gerinne ab, das leichtere wurde in den Sumpf gespült. Beides wurde getrennt in der Erzwäsche weiterverarbeitet. Man konnte auch zwei Gerinne anlegen, die dann abwechselnd entleert wurden, während das Pochwerk weiter arbeitete. In einem solchen Nasspochwerk wurden Silber- und Golderze gepocht.¹⁰⁴⁷ Im Weiteren werden die Pochwerke für bestimmte Erze, z. B. Zinngrauen, beschrieben. Diese wurden bereits im Gerinne durch die Schwerkraft in drei Größen getrennt und auch getrennt weiter verarbeitet. Man versuchte auch, die im Bachbett unterhalb der Erzwäsche sich absetzenden kleinsten Graupen wieder zu gewinnen.¹⁰⁴⁸ Bei den Nasspochwerken kannte Georgius Agricola auch Anlagen mit vier nacheinander aufgebauten Pochwerken und große Pochwerke, die bis zu zwanzig Stempel nebeneinander hatten.¹⁰⁴⁹

Die Verfahren für die Wäscherei von Gold, das man „in Gängen findet“, und von Gold aus dem Sand von Fließgewässern werden ausführlich dargestellt. Regional entwickelten sich dabei die unterschiedlichsten Verfahren, die jedoch stets darauf hinausliefen, den goldhaltigen Flusssand so zu waschen, dass mit Hilfe der Schwerkraft die Goldflitter vom Sand getrennt wurden. Auch die Goldgewinnung der Kolcher mit einem Widderfell, die das Gold aus dem Fluss Rion gewannen, wird beschrieben und abgebildet, ferner ein durch C. Plinius Secundus überliefertes Waschverfahren.¹⁰⁵⁰ Im nächsten Abschnitt werden die Waschverfahren zur Gewinnung von Zinngrauen aus Zinnseifen behandelt. Hier beschreibt Georgius Agricola sieben Verfahren. Dabei schildert er auch zwei erst kürzlich erfundene Waschverfahren, die besonders effektiv waren. Eines war für Gebiete geeignet, in denen es kein Fließgewässer gab, man also beim Waschen mit wenig Wasser auskommen musste. Das neueste Verfahren war deshalb interessant, weil man mit zwei parallel angeordneten Gerinnen statt sechs nur noch vier Arbeiter zum Betrieb benötigte. Man ging mit den Ressourcen sparsam um.¹⁰⁵¹ Bei der Gold- und Zinnwäscherei handelt es sich um kombinierte Gewinnungs- und Aufbereitungsverfahren.

¹⁰⁴⁷ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 401 – 403 und Anm. 393, demnach hatte Sigismund Malthitz diese Maschine erfunden. Er hatte 1503 Stadt und Amt Dippoldiswalde gekauft, wo Zinn gefördert wurde. 1507 erhielt er von Herzog Georg das Vorrecht zum Durchwaschen der alten Halden und zum alleinigen Gebrauch der Nasspochwerke, ein Privileg darüber erhielt er 1511.

¹⁰⁴⁸ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 404 – 411.

¹⁰⁴⁹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 411 – 416.

¹⁰⁵⁰ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 416 – 438, Anm. 401 demnach führt Georgius Agricola 17 unterschiedliche Verfahren der Goldwäsche an, die er auch im Wörterverzeichnis benennt.

¹⁰⁵¹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 438 – 454.

Das neunte Buch leitet Georgius Agricola mit den Worten ein: „Beschrieben habe ich die verschiedenen Arbeiten zur Vorbereitung der Erzverarbeitung; nun werde ich die mannigfachen Verfahrensweisen ihrer Verschmelzung behandeln. Diejenigen, die die Erze erhitzen, rösten und brennen, ziehen zwar manches von dem ab, was mit den Metallen vermischt oder verbunden zu sein pflegt, vieles auch die, die die Erze mit Stempeln pochen, sehr viel die, die sie waschen, sieben und trennen; aber alles, was das Aussehen der Metalle unscheinbar macht [...] können sie nicht wegnehmen. Deshalb ist man notwendigerweise auf die Verschmelzung zugekommen, durch die Erden, Feste Gemenge und Steine so von den Metallen getrennt werden, dass jedes Metall die ihm eigene Farbe aufweist, dass es rein und in vieler Hinsicht für den Menschen von großem Nutzen wird.“¹⁰⁵² Die dafür notwendigen Verfahren teilt Georgius Agricola grundsätzlich ein in Schmelzverfahren in einem Ofen, dabei entweder mit offenem oder mit zeitweise verschlossenem Stich, und außerhalb eines Ofens, entweder in Töpfen oder in Rinnen.¹⁰⁵³

Erzverhüttung

Daran anschließend wird der ideale Aufbau einer Schmelzhütte beschrieben. In einer Schmelzhütte standen im Allgemeinen sechs Öfen (selten mehr, öfter weniger), auf deren Größe das Hüttengebäude ausgelegt wurde. Die Wand, an der auch die Öfen errichtet wurden, musste große Lasten aufnehmen können und sie hatte bei einer Höhe von 15 Fuß eine Wandstärke von 2 Fuß und 2 Handbreit.¹⁰⁵⁴ Die Länge richtete sich nach der Anzahl der Schmelzöfen und betrug mit den erforderlichen Zwischenräumen bei sechs Öfen 52 Fuß. Falls sich ein Raum für die „zweiten Öfen“ oder ein Werkraum anschloss, musste die Mauer entsprechend länger sein. Die Hüttenwand wurde aus Ziegeln oder Bruchsteinen errichtet. Sie hatte Öffnungen für die Formen der Blasebälge, die passend zu den Öffnungen in den Ofenrückwänden gemauert werden mussten. Ferner befanden sich bei 6 Öfen vier Durchgänge in dieser Wand.¹⁰⁵⁵ Parallel zu dieser Wand wurde in 15 Fuß Abstand eine zweite Wand von 13 Fuß Höhe errichtet. Auf beide Mauern wurde eine Dachkonstruktion gesetzt, die Georgius Agricola ebenfalls genau beschreibt. Der so entstandene Raum diente der Aufnahme der Blasebälge, ihrer Gerüste und der Maschine, die die Blasebälge betätigte. Der Raum für die Schmelzöfen wurde ebenfalls mit einer zweiten parallelen Wand versehen, 9 Fuß hoch und im Abstand von 21 ½ Fuß zur ersten Wand. Der Raum mit den Schmelzöfen war also besonders groß. Eine vierte parallele Wand, ebenfalls 9 Fuß hoch und im Abstand von 9 Fuß zur dritten Wand, bildete einen weiteren Raum. Die Dachkonstruktion über diesem Raum und dem Ofenraum schloss an das Dach des Maschinengebäudes an und bildete zusammen mit diesem einen Rauchfang. Alle drei Räume wurden nach außen mit Querwänden geschlossen. Der dritte Raum wurde durch eine Querwand geteilt. Hier wurde in einem Raum der Probierofen aufgestellt, in

Bau der Schmelzhütte

¹⁰⁵² Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 462.

¹⁰⁵³ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 462.

¹⁰⁵⁴ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), Anhang 927, demnach ist 1 Fuß = 33,4 cm, 1 Handbreit = 8,3 cm, 1 Finger 2,0 cm; 4 Finger = 1 Handbreit, 4 Handbreit = 1 Fuß. Bei Carl Schiffner, in: Agricola-Gesellschaft beim Deutschen Museum (Hrsg.), 1928 (ND 2003), 191, der die sächsische Elle zu Grunde legt, sind die Maße etwas kleiner.

¹⁰⁵⁵ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 462 – 465.

dem anderen wurde das erschmolzene Metall aufbewahrt. Die Schmelzhütte maß insgesamt 52 Fuß x 55 Fuß.¹⁰⁵⁶

Es folgt die Beschreibung der Schmelzöfen. Beim Bau der Öfen wurden für die Rückwand, die direkt an die Hüttenwand anschloss, und die beiden Seitenwände besonders feuerfeste Steine verwendet. Die Vorderwand, die zum Abschlagen der Ofenbrüche öfter eingerissen wurde, bestand aus gebrannten Ziegeln. Sie erhielt in ihrem unteren Teil eine Öffnung (3 Hand breit, 1 ½ Fuß hoch) zum Austritt des Schmelzguts. Die Rückwand erhielt eine Öffnung für eine eiserne oder kupferne Form, in die wiederum die Nasen der Blasebälge eingelegt wurden. Die Vorderwand war nicht höher als 5 Fuß, damit man den Ofen bequem von oben befüllen konnte. Die Seitenwände waren 6 Fuß hoch, die Rückwand 7 Fuß. Die lichte Weite des Ofens betrug 5 Hand, die Tiefe 6 Hand, 1 Finger. Nach oben wurde der Ofen weiter. Die Öfen wurden in einem Abstand von 6 Fuß errichtet. Vor jedem Ofen befand sich eine Grube (Vorherd), die das aus dem Ofen abfließende Metall aufnahm.¹⁰⁵⁷ Unter jedem Vorherd und Tiegel musste eine Abzucht zum Abführen von Feuchtigkeit angelegt werden. Diese bestand aus einer gemauerten Rinne unter Vorherd und Tiegel, die in einen gemauerten abgedeckten Behälter mündete. Von dort leitete eine weitere Rinne die Feuchtigkeit hinter die Hüttenwand, wo der sich bildende Dampf durch ein eisernes oder kupfernes Rohr austreten konnte.¹⁰⁵⁸

*Bau der
Schmelzöfen*

Im Weiteren folgt die technische Ausstattung des Maschinenraums. Der Bau der Blasebälge aus Holz und Leder sowie die eisernen Nasen werden genau beschrieben und mit Zeichnungen erläutert. Da zu jedem Ofen zwei Blasebälge gehörten, benötigte man in einer Hütte mit sechs Öfen zwölf Blasebälge. Um eine Vorstellung von der Größe der Blasebälge zu geben, sei erwähnt, dass das Deckbrett eines Blasebalgs 5 Fuß, 3 Hand lang und zwischen 2 ½ Fuß und einer Elle breit war. Über ein mit einem Deckel verschließbares Spundloch im Deckbrett des Blasebalgs konnte der Schmelzer die Luftzufuhr regulieren. Das Bodenbrett des Blasebalgs hatte ebenfalls eine Öffnung, den Windfang, der mit einem Deckel verschlossen war. Durch diesen trat die Luft in den Blasebalg ein, wenn er auseinandergezogen wurde.¹⁰⁵⁹ Zur Aufnahme der Bälge und der Hebel, die diese zusammendrückten und auseinanderzogen, wurde eine aufwendige Holzkonstruktion erstellt.¹⁰⁶⁰ Der Antrieb erfolgte über eine Welle, die durch ein Wasserrad in Bewegung gesetzt wurde.¹⁰⁶¹

*Bau des
Maschinen-
raums*

Generell unterscheidet Georgius Agricola für das Verschmelzen von Gold-, Silber-, Kupfer- und Bleierzen in diesen Öfen vier Verfahren: Eines für reiche, eines für mittlere und eines für arme Gold- und Silbererze sowie ein viertes für Kupfer- oder Bleierze. Für die reichen Gold- und Silbererze nutzte man einen Schmelzofen, dessen Stich (oder Auge) immer wieder kurz geschlossen wurde,

¹⁰⁵⁶ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 467 – 472; diese sind also 17,37 x 18,37 m.

¹⁰⁵⁷ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 463 – 465.

¹⁰⁵⁸ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 466 f.

¹⁰⁵⁹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 472 – 479.

¹⁰⁶⁰ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 480 – 483.

¹⁰⁶¹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 484 – 486; auch Vannoccio Biringuccio schreibt, dass die Öfen wasserkraftbetriebenen Blasebälge haben (Otto Johannsen, 1925, 174 f. für den Schachtofen und 193, 195 für den Treibofen). Sein Kapitel „Verschiedene Systeme des Antriebs der Bälge zu Metallschmelzen“ (Otto Johannsen, 1925, 357 – 364) ist allerdings sehr kurz und bezieht sich auf kleine Bälge für Schmiede und Metallgießer.

für die übrigen Erze hatte man Schmelzöfen, deren Stich stets offen stand, aus denen das Schmelzgut also kontinuierlich austrat.¹⁰⁶²

Um die oben dargestellten Öfen in Betrieb zu setzen, musste zunächst ein Gestübe hergestellt werden. Das Gestübe, aus dem Tiegel und Vorherd gefertigt wurden, bestand aus Kohle und einer Erde (Ton oder Lehm). Die Kohlen wurden in einem Pochwerk zerkleinert und anschließend fein gesiebt. Auch der Ton oder Lehm wurde erst getrocknet, dann durch einen Durchwurf geschüttet und anschließend ebenfalls fein gesiebt. Zwei Teile Kohle und ein Teil Lehm wurden gut vermischt und anschließend mit Wasser vermengt, damit die Mischung formbar war. Bei einem neuen Ofen wurden die Innenwände mit dem Gestübe ausgestrichen, zum einen um die Fugen auszufüllen, zum anderen um die Steine vor dem Feuer zu schützen. Bei einem bereits benutzten Ofen mussten vor dem Ausstreichen eventuelle Beschädigungen an den Innenwänden repariert werden. Zum Verfertigen des Tiegels wurde das Gestübe in den Ofen geworfen und von oben mit einem Kolben festgestampft. Der Tiegel reichte vom Grund des Ofens bis fast an die Öffnung für die Form des Blasebalgs an der Rückwand und bis zur Stichöffnung an der Vorderwand. Auch die Grube vor dem Ofen wurde mit Gestübe aufgefüllt und daraus ein entsprechend großer Vorherd zur Aufnahme der aus dem Ofen fließenden Metalle geformt. Dieser maß 1 Fuß im Durchmesser und war 2 Handbreit tief, so dass er einen Zentner Blei aufnehmen konnte. Zum Abwärmen wurde dann der Stich mit einem großen Kohlestück verschlossen und mit Lehm versehen, so dass der Ofen mit Kohlen gefüllt werden konnte. Auch in den Vorherd kamen Kohlen. Darauf wurden jeweils glühende Kohlen geschüttet und der Ofen abgewärmt. Dies wurde meist am Abend vorgerichtet, so dass man den Ofen am nächsten Morgen benutzen konnte.¹⁰⁶³

Das erste Schmelzverfahren war das „Schmelzen auf dem Stich“, d. h. mit zeitweise geschlossenem Stich (oder Auge). Wie geschildert, musste vor dem eigentlichen Schmelzen der Ofen mit glühenden Kohlen eine halbe Stunde erwärmt werden. Dies war notwendig, damit der Ofen nicht beschädigt wurde und dadurch wiederum das Metall Schaden nahm. Nun wurde der Ofen gefüllt. Zuerst wurden Schlacken hineingeworfen. Wenn diese geschmolzen waren, flossen sie aus der Ofenöffnung in den Vorherd. Dann wurde der Stich verschlossen. Je nach Erzqualität kam nun Blei in den Ofen und zwar 1 Zentner bei reichen und ½ Zentner bei armen Gold- und Silbererzen. Darauf kamen wiederum glühende Kohlen, damit das Blei schmolz. Nun wurden aus Kies erschmolzene Steine (Rohstein oder Lech, d. h. Einfach-Schwefeleisen oder ein Gemisch aus Eisen- und Kupfersulfiden) aufgeschüttet, es folgten zwei Mulden Erz, das mit Bleiglätte, Herdblei und Flussmitteln¹⁰⁶⁴ gemischt war, dann ein Spankorb Kohlen und schließlich Schlacken. Jetzt konnte der Schmelzer mit der Arbeit beginnen. Wichtig war die Beherrschung der vier Elemente, wie Georgius Agricola schreibt: „Derjenige ist bestimmt immer unter die hervorragenden Schmelzer gerechnet worden, der die vier Elemente richtig zu

„Schmelzen auf dem Stich“

Tiegel- oder Stichofen

¹⁰⁶² Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 487; Alfred Lange, 1955, 131 – 133, beschreibt ebenfalls diese Ofentypen, ihre Unterscheidung nach der „Zustellung“ und ihre Einsatzgebiete in der Neuzeit. Dann geht er auf die Darstellung Georgius Agricolae ein.

¹⁰⁶³ Hans Prescher, 1974, (AGA VIII), 488 – 494.

¹⁰⁶⁴ Hier bezieht sich Georgius Agricola auf die im 7. Buch systematisierten Zuschläge, wenn Zuschläge der zweiten Art zum Schmelzen vorschlagen werden sollen.

mischen imstande ist. Es mischt sie aber der richtig, der von dem Erz, das Anteil an Erde hat, nicht mehr in den Ofen wirft, als sich gehört, der Wasser zugießt, sooft es die Sache verlangt, der den Wind der Blasebälge mit Kunst regelt, der das Erz in den Teil des Feuers wirft, wo es hell leuchtend brennt.“¹⁰⁶⁵ Ähnlich wie Vannoccio Biringuccio gibt auch Georgius Agricola eine allgemeine Regel zum Schmelzen der Erze. Leichtschmelzende Erze benötigten einen niedrigen (nicht so tiefen) Tiegel, eine wenig geneigte Form (Winddüse) und einen sanften Wind, bei schwerschmelzenden Erzen musste der Tiegel hoch (also sehr tief) sein, die Form wurde stark geneigt und das Gebläse erzeugte einen starken Wind. Die Erze durften sich nicht am Tiegel festsetzen oder den Stich verstopfen. Auch das Zusetzen der Formen musste verhindert werden. Ein Verlust entstand auch dadurch, dass kleine Erzteilchen mit dem Rauch fortgetrieben wurden, weshalb die Kohlen im Ofen mit Wasser befeuchtet wurden. Nachdem die Schlacken aus dem Vorherd entfernt waren, wurde Blei hineingelegt, das durch die Wärme des Vorherdes schmolz. Dann öffnete der Schmelzer den Stich des Ofens mit einer Eisenstange. Nun flossen zuerst die Schlacken aus dem Ofen, dann die aus dem Kies erschmolzene Masse und schließlich das Blei, das auch das Gold und das Silber enthielt. Dieses Schmelzgut trennte sich durch das spezifische Gewicht, so dass die Schlacken obenauf schwammen und zuerst abgezogen werden konnten. Im mittleren Bereich befand sich der aus dem Kies geschmolzene Stein, der ebenfalls abgezogen wurde. Am Grund des Vorherdes setzte sich das silber- und goldhaltige Blei ab. Die Schlacken enthielten noch in unterschiedlicher Menge Metalle, so dass sie aufbewahrt und beim nächsten Schmelzgang wiederum als Zuschläge eingesetzt wurden. Dann wurde der Stich wieder geschlossen und der Ofen mit den oben angeführten Stoffen erneut gefüllt. So wurde eine ganze Schicht, nämlich acht Stunden lang, Erz geschmolzen. Am Ende wurde Bleiglätte und Herdblei in den Ofen geworfen, damit dadurch das letzte Metall ausgebracht wurde und dieses nicht in den Ofenbrüchen zurückblieb. Das Werkblei wurde aus dem Tiegel ausgekellt und in kleine Formen gegossen. Schließlich musste noch der Ofen wieder hergerichtet werden, indem die Kohlen und die Ofenbrüche herausgezogen wurden. Von den Innenwänden wurden die Ofenbrüche abgeschlagen, wenn der Ofen kalt war.¹⁰⁶⁶

Generell ergaben sich beim Schmelzprozess drei Probleme, die der erfahrene Schmelzer vermeiden musste. Wenn das Erz zu langsam schmolz, stiegen die Kosten, weil der Ertrag bei längerer Prozessdauer gleich blieb. Wenn das Erz zu schnell schmolz, ging ein zu großer Teil der Metalle in die Schlacken und musste dann mit entsprechenden Kosten erneut geschmolzen werden. Wenn das Erz ungleichmäßig schmolz, verdampfte ein Teil der Metalle und wurde durch die Hitze des Feuers verzehrt. Das Schmelzen mit geschlossenem Stich hatte den Vorteil, dass der Schmelzer jedesmal, wenn der Stich geöffnet wurde, den Schmelzprozess beurteilen konnte. Er konnte dann über die Zuschläge den Schmelzprozess verändern und steuern. Das Schmelzen mit geschlossenem Stich hatte auch den Vorteil, dass das sich im Vorherd sammelnde edelmetallhaltige Werkblei, Stannum genannt, nach jedem Öffnen probiert werden konnte. Ein weiterer Grund zur Anwendung dieses Schmelzverfahren war, dass gerade bei schwerschmelzenden Erze diese gleichmäßig mit den

¹⁰⁶⁵ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 495.

¹⁰⁶⁶ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 495 – 497.

Zuschlägen verschmolzen, während bei geöffnetem Stich die Zuschläge aus dem Ofen ausflossen, bevor die Erze richtig geschmolzen waren. Diese gingen dann in die Ofenbrüche oder verbrannten sogar. Georgius Agricola kannte dieses für reiche Gold- oder Silbererze angewandte Verfahren von seinen sächsischen Landsleuten und aus Böhmen.¹⁰⁶⁷

Die drei übrigen Schmelzverfahren waren sich insofern ähnlich, als dass bei ihnen der Stich (oder Auge) immer offenstand, so dass das Schmelzgut kontinuierlich in den Vorherd abfloss. Diese Verfahren waren „das Schmelzen auf dem Gang oder über das Hölzchen“, „das Schmelzen mit dem krummen Ofen“ und „das Schmelzen auf die rohe Schicht oder auf dem Lech“. Dennoch gab es erhebliche Unterschiede, weshalb Georgius Agricola diese drei Verfahren genau erläutert. In diesem Zusammenhang verweist er auch auf das Buch VII, in dem er die Zuschläge bereits detailliert darstellt.¹⁰⁶⁸

*Schmelzen „mit
offenen Auge“*

Bei diesem Verfahren befand sich der Stich relativ hoch in der Ofenwand und war verdeckt. Der obere Vorherd wurde 1 ½ Fuß über dem Hüttenboden angelegt, so dass daneben noch ein kleinerer, tiefer gelegener Vorherd hergestellt werden konnte. Das Schmelzgut, nämlich das gold- oder silberhaltige Werkblei, die geschmolzenen Kiese und Schlacken flossen zuerst in den oberen Vorherd. Die sehr heiße Schmelzmasse trennte sich dann nach dem spezifischen Gewicht in die erwähnten Bestandteile, weshalb sich der Vorherd dicht am Ofen befinden musste. Man hob die oben schwimmenden Schlacken mit einem eisernen Haken ab. Die übrige Mischung wurde in den unteren Vorherd geleitet. Aus den Kiesen entstanden Steine, die zerkleinert und wieder in den Ofen geworfen wurden, um alles Metall aus ihnen zu gewinnen. Das Werkblei wurde in eiserne Formen ausgegossen. Dieses Schmelzverfahren eignete sich nur für leicht schmelzende Erze, da die Zuschläge, wenn sie schmolzen, aus dem Stich ausflossen, so dass sie nur kurze Zeit auf das Erz einwirken konnten. Man konnte aber den Schmelzprozess beeinflussen, indem man bei schwerer schmelzenden Erzen den Tiegel weniger steil formte und indem man diese Erze an die Hinterwand des Ofens warf. Seit alters her üblich war dieses Schmelzverfahren in Rhätien, also in Tirol. In Böhmen wurde es noch nicht sehr lange genutzt.¹⁰⁶⁹

*1. Schmelzen
auf dem Gang
oder über das
Hölzchen*

*Spurofen mit
verdecktem
Auge*

Beim zweiten Schmelzverfahren hatte der Ofen ebenfalls zwei Vorherde. Der obere Vorherd befand sich jedoch zur Hälfte innerhalb des Ofens. In diesen wurde auch Blei geschüttet, das die Metalle der leicht schmelzenden Steine aufnahm. Der andere Vorherd befand sich unterhalb des ersten. In ihn flossen das Werkblei und der geschmolzene Kies ab. Die Schlacken wurden regelmäßig aus dem oberen Vorherd abgezogen. Dieses Verfahren eignete sich besonders für leicht schmelzende Erze mit mittlerem Gold- und Silbergehalt. Man konnte hier den größten Teil des Erzes ohne große Kosten in einem Arbeitsgang ausschmelzen und die Edelmetalle in das Blei bringen.

*2. Schmelzen
mit dem
krummen Ofen*

Sumpfofen

¹⁰⁶⁷ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 497 – 499.

¹⁰⁶⁸ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 501 und Anm. 440.

¹⁰⁶⁹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 501 – 503; Agricola-Gesellschaft beim Deutschen Museum (Hrsg.), 1928 (ND 2003), 337 – 339 hier übersetzt von Carl Schiffner.

Üblicherweise wurde es in Noricum, also der heutigen Region Salzburg, Steiermark und Kärnten, eingesetzt.¹⁰⁷⁰

Das letzte Verfahren zeichnete sich vor allem durch die Größe der Öfen aus. Sie waren höher und breiter und konnten eine große Menge Erz aufnehmen. Die Schmelzer arbeiteten hier drei Tage und Nächte ununterbrochen, wobei sie jeweils nach zwölf Stunden abgelöst wurden. Auch dieser Ofen hatte zwei Vorherde. Dabei hatte der obere große Vorherd einen Stich, durch den das Schmelzgut abgelassen wurde. Mit diesem Verfahren wurden Kupfer- und Bleierz und auch sehr arme Gold- und Silbererze geschmolzen.¹⁰⁷¹ Möglich war dies deshalb, weil bei diesem Schmelzprozess keine teuren Zuschläge eingesetzt wurden. Benutzte man bei den vorher beschriebenen Schmelzverfahren als Zuschläge vor allem Frischblei, Bleiglätte oder Herdblei, die die Edelmetalle banden, so wurden hier als Sammler für die Edelmetalle Kiese mit geringem Kupfergehalt eingesetzt. Reichte dies nicht aus, um eine Schmelze, aus der ein Stein abgeschieden wurden, herzustellen, so gab man noch Zuschläge wie Bleiglanz, leichtschmelzende Steine der zweiten Art, gereinigten Sand, Marmor, weißen Kalkstein, weißen Schiefer, Eisenerz oder gelben Eisenerz hinzu. Durch diesen Prozess wurden die Metalle einer großen Menge Erz in einer verhältnismäßig geringen Menge Stein konzentriert. Falls dieser Stein zur weiteren Gewinnung der in ihm vorhandenen Metalle noch nicht geeignet war, so röstete man ihn mehrfach, manchmal sieben- oder achtmal, nach den im vorherigen Buch beschriebenen Verfahren. Georgius Agricola äußert sich sehr lobend über die Schmelzer, die dieses Verfahren beherrschten. Es gelang ihnen das gesamte Gold und Silber, das durch das Probieren ermittelt worden war, auszubringen. Gegebenenfalls wurden die Schlacken nochmals eingeschmolzen.¹⁰⁷²

3. Schmelzen
auf die rohe
Schicht oder
auf den Lech

Großer
Spurofen mit
offenem Auge

Für die Verschmelzung von Bleierz, für das auch der zuletzt beschriebene große Spurofen geeignet war, gab es noch regional entwickelte Verfahren, die ebenfalls kurz dargestellt werden. Die Bleierzverhüttung der Kärntner, der Sachsen in Gittelde, der Westfalen und der Polen war relativ einfach, man nutzte Holz statt Holzkohle, es gab keine Zuschläge und man hatte z. T. nur offenen Herde.¹⁰⁷³

Weitere Öfen

¹⁰⁷⁰ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 504 f.; Agricola-Gesellschaft beim Deutschen Museum (Hrsg.), 1928 (ND 2003), 341 hier übersetzt von Carl Schiffner.

¹⁰⁷¹ Agricola-Gesellschaft beim Deutschen Museum (Hrsg.), 1928 (ND 2003), 341 hier übersetzt von Carl Schiffner, nach Anm. 21 waren dies Erze, die pro Tonne 312 – 625 g Silber oder 78 – 156 g Gold hielten.

¹⁰⁷² Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 506 – 508; Agricola-Gesellschaft beim Deutschen Museum (Hrsg.), 1928 (ND 2003), 341 – 343 hier übersetzt von Carl Schiffner, nach Anm. 22 handelte es sich bei diesen Verfahren um die „Roharbeit“, nach Anm. 23 sind alle bisher beschriebenen Öfen Gebläseschachtöfen, d. h. Öfen, bei denen sich Erz und Brennstoff im selben Ofenraum befinden. Georgius Agricola teilt sie nach ihrer „Zustellung“, d. h. nach der Verbindung des Ofenraums nach außen in folgende Typen ein: 1. Tiegelöfen, 2. kleiner Spurofen mit verdecktem Auge (Stich), 3. Sumpfofen, bei dem sich der Tiegel des Ofens in einen außerhalb des Ofens liegenden Vorherd fortsetzt, 4. Großer Spurofen mit offenem Auge. Nach Ansicht von Carl Schiffner kannte man zu Georgius Agricola Zeiten Flammöfen, bei denen das Erz nicht mit dem Brennstoff, sondern nur mit den heißen Feuergasen in Verbindung kam, nicht. Dem widerspricht aber die Darstellung derselben bei Vannoccio Biringuccio.

¹⁰⁷³ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 509 – 511, als Beispiel sei hier die Bleiverhüttung am Harz zitiert: „Auch die Sachsen, die in Gittelde wohnen, legen, wenn sie Bleierz in dem einem Backofen nicht unähnlichen Ofen schmelzen, Hölzer durch ein Loch im Rücken des Ofens ein:

Interessant bei der Darstellung der allgemeinen Schmelzverfahren ist auch die Bedeutung, die Georgius Agricola dem Bau einer Flugstaubkammer mit Rauchfang, insbesondere bei der Verschmelzung wertvoller Erze zumisst. Üblicherweise war der Raum, in dem Schmelzöfen waren, bis zum Dach offen und durch eine lange Öffnung im Dachfirst zog der Rauch ab. Für den Bau der Kammer wurde über je zwei Schmelzöfen ein Gewölbe errichtet, wodurch darüber ein breiter Raum bis zum Dach entstand. Der Rauch aus den Öfen wurde in diesen Raum geleitet. Durch eine weitere Öffnung wurde der Rauch durch den Rauchfang über das Dach ins Freie geleitet. Der Rauch füllte den gut verschlossenen Raum aus und der metallhaltige Flugstaub setzte sich auf eisernen Platten im Rauchfang und unter der Decke der Kammer ab. Zweimal im Jahr wurden diese Kammer und der Rauchfang ausgekehrt und der Ruß und der Flugstaub durch einen Schacht in die Werkstatt geschüttet. Dort wurde das Material wiederum verschmolzen.¹⁰⁷⁴ Man wusste bereits, dass auch der Rauch Metalle enthielt, obwohl man dies durch Zuschläge und Prozessführung zu minimieren versuchte. Mit dieser Einrichtung sollten die Metallverluste verringert werden.

Flugstaub-
kammer und
Rauchfang

Schmelzverfahren, die für nur bestimmte Erze entwickelt worden waren, stellt Georgius Agricola getrennt nach den gewonnenen Metallen vor.

Seifengold wurde mit Quecksilber amalgamiert. Für das Schmelzen von Golderz¹⁰⁷⁵ kam vor allem das Schmelzen im Tiegel zum Einsatz. Hier werden zwei Verfahren beschrieben. Für die Verschmelzung von goldhaltigen Kiesen werden acht Verfahren dargestellt.¹⁰⁷⁶ Dabei arbeitete man mit unterschiedlichen Zusätzen – als Sammler für das Edelmetall dienten Blei, Kupfer oder Antimon sowie Spießglanz – und einer sehr differenzierten Prozessführung.

Schmelzen von
Golderz

Gediegenes Silber wurde nicht in Schachtöfen ausgeschmolzen, sondern bei der Treibarbeit eingesetzt. Dazu wurde es in einem eisernen Tiegel erwärmt, dem flüssigen Reichsilber zugesetzt und auf diese Weise gereinigt. Darauf geht Georgius Agricola bei der Beschreibung dieses Verfahrens noch ausführlich ein. Mit Bergart verunreinigtes Silber wurde in Schachtöfen zusammen mit aus Kiesen erschmolzenem Rohstein, Silberschlacken und leicht schmelzenden Steinen als Zuschlag verschmolzen. Haarsilber schmolz man in geschlossenen Tiegel, um zu verhindern, dass sich Teile davon verflüchtigten. Die beste Methode Rohsilber zu verschmelzen war nach Georgius Agricola, dieses Silber zusammen mit zerkleinerter Bleiglätte, Herdblei, leichtschmelzendem Bleiglanz, Salz und Eisenhammerschlag in geschlossenen Tiegel in kleinen Öfen (Probieröfen) zu schmelzen. Das gewonnene Reichblei kam in den Treiböfen.

Schmelzen von
Silbererz

Wenn das Holz gewaltig zu brennen beginnt, tropft das Blei aus dem Erz in den Tiegel; wenn er mit dem verschmolzenen Blei gefüllt ist, öffnet man ihn mit einer Eisenstange; auf diese Weise fließt das Blei zusammen mit den Schlacken in einen zweiten darunter gestellten Tiegel; dann zieht man diese ab. Zuletzt nimmt man die erkaltete Bleimasse aus dem Tiegel.“

¹⁰⁷⁴ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 512 f.

¹⁰⁷⁵ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 514; nach Anm. 453 ist mit „Rohgold“ gediegenes Gold gemeint, das noch mit der Bergart verunreinigt ist.

¹⁰⁷⁶ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 514 – 516; Georgius Agricola beschreibt dann acht verschiedene Verfahren zur Gewinnung von Gold aus goldhaltigem Kies, die nach Anm. 455 drei Methoden folgen, nämlich 1. Reduktion mit Blei und Antimon und Kupellation, 2. Reduktion mit Silber und Trennung mit Salpetersäure, und 3. Reduktion mit Blei und Silber, darauffolgende Kupellation und Trennung durch Salpetersäure.

Bei dieser Methode ging nichts von dem wertvollen Metall verloren, denn die verbleibenden Schlacken wurden wie die Gefäße selbst zerkleinert, verwaschen und das gewonnene silberhaltige Gut wiederum geschmolzen.¹⁰⁷⁷ Wismuterz, Antimonerz und Herdblei wurden, wenn sie Silber enthielten, zusammen mit anderen Silbererzen verschmolzen. Das war auch mit Bleiglanz und Kies möglich, wenn man nur geringe Mengen davon hatte. Größere Mengen dieser Blei- und Kupfererze wurden getrennt verschmolzen. Da sie meist zusammen mit Silber vorkamen, musste dieses beim Schmelzprozess gewonnen werden. Die Kupfererze wurden durch Rösten entschwefelt und im Spurofen (dritter Ofen) zu Kupferstein geschmolzen. Durch wiederholtes Rösten und Schmelzen gewann man schließlich Kupfer. Die Schmelzprodukte gaben jedoch ihr Silber an das im Vorherd verflüssigte Blei ab. Ähnlich verfuhr man mit silberhaltigem Ofenbruch.¹⁰⁷⁸

Beim Kupfererz unterscheidet Georgius Agricola sechs Arten. Für das Schmelzverfahren war wiederum der Silbergehalt entscheidend. Reiche Erze schmolz man in einem Ofen mit nur kurzzeitig geschlossenem Stich oder in einem Spurofen mit verdecktem Stich (Auge). Dabei ging das Silber in das im Tiegel befindliche Blei über. Das gewonnene Kupfer, das immer noch Silber enthielt, wurde dann an eine Hütte, in der man Silber von Kupfer schied (Saigerhütte) verkauft. Ebenso gab man das silberarme Kupfererz nach dem Rohschmelzen an die Saigerhütte ab. Enthielt das Kupfererz gar kein Silber, so stellte man unmittelbar daraus Kupfer her.¹⁰⁷⁹

Schmelzen von
Kupfererz

Rohes, weniger reines Kupfererz wurde in Tirol durch einen Spurofen mit verdecktem Stich (Auge) gesetzt. Es wurde mit Zuschlägen zu Kupferstein verschmolzen, wobei neben dem Kupferstein auch jedesmal eine silberhaltige Kupfer-Blei-Mischung erschmolzen wurde. Beim ersten 12-stündigen Schmelzen ergaben 18 Maß Erz 6 Zentner Ersten Stein und $\frac{1}{2}$ Zentner Kobelt, wobei der Erste Stein noch $\frac{1}{2}$ Pfund Silber pro Zentner enthielt. Dieser wurde in der zweiten Schicht mit den Zuschlägen wiederum 12 Stunden verschmolzen. Man erhielt daraus den Zweiten Stein und eine Mischung aus Kupfer, Blei und Silber. Diese Mischung wurde wiederum an die Saigerhütte abgeben. Der Zweite Stein wurde dann in der dritten Schicht weitere 12 Stunden geschmolzen. Es erfolgte der Dritte Stein und ebenfalls eine Mischung aus Kupfer, Blei und Silber, die in die Saigerhütte kam. Die Silbergehalte in der angereicherten Mischung wurden allerdings bei jeder Schicht geringer. Im nächsten Schmelzgang wurden die Dritten Steine verschmolzen zu Hartstein (Hartwerk) und zu silberreicheren Hartstücken (Reichhartwerk),¹⁰⁸⁰ die man als

¹⁰⁷⁷ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 517; Agricola-Gesellschaft beim Deutschen Museum (Hrsg.), 1928 (ND 2003), 351 hier übersetzt von Carl Schiffner; die Übersetzung weicht insofern ab, als dass bei Carl Schiffner von den Töpfen und Tiegeln, bei Hans Prescher vom Inhalt der Töpfe und Tiegel gesprochen wird. Entscheidend für die Bewertung des Verfahrens ist jedoch, dass die Edelmetallverluste so gering wie möglich gehalten werden.

¹⁰⁷⁸ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 517 f.

¹⁰⁷⁹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 518 f.

¹⁰⁸⁰ Für die 1. Abdarrschicht gibt es Differenzen in der Übersetzung der AGA (Bd. VIII, 1974) und in der Ausgabe des Deutschen Museums von 1927. Nach Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 520, erhielt man 20 Ztr. Hartstein und 20 Ztr. Reiches Hartwerk. Nach Carl Schiffner, 1927, 354, erhielt man 24 Ztr. Vierten Stein und 15 Ztr. Reiches Hartwerk. Im lateinischen Text von 1556, 328, steht: „ex quibus omnibus excoctis efficit tot quartarios panes, quos duros nominant, quod

Zuschläge in der zweiten und dritten Schicht nutzte. Aus den Hartsteinen schmolz man die letzten Steine, die nur noch ½ Unze Silber pro Zentner enthielten und stellte schließlich das Schwarzkupfer (Rohkupfer) her.¹⁰⁸¹

	Beschickung	daraus erschmolzen:	Silbergehalt
Rohschmelzen	18 Maß Erz 3 Karren Bleischlacke 1 Karren Schiefer ½ Ztr. Flussmittel Ofensauen und Ofenbrüche	6 Ztr. „Erster Stein“ ½ Ztr. Kupfer und Silber (Kobelt)	½ Pfund pro Zentner 1 – ¾ Mark im ½ Zentner
1. Bleischicht	18 Ztr. Erster Stein 12 Ztr. Herdblei und Bleiglätte 3 Ztr. Bleiglanz 5 Ztr. Reiches Hartwerk 2 Ztr. Kienstöcke Schlacken vom Rohschmelzen Ofenbrüche	18 Ztr. „Zweiter Stein“ 12 Ztr. Kupfer-Blei-Silber	½ Pfund pro Zentner
2. Bleischicht	18 Ztr. Zweiter Stein 12 Ztr. Herdblei und Bleiglätte 3 Ztr. Bleiglanz 5 Ztr. Reiches Hartwerk Schlacken aus d. 1. Bleischicht Ofenbrüche	13 Ztr. „Dritter Stein“ 11 Ztr. Kupfer-Blei-Silber	⅓ Pfund + ½ Unze pro Zentner
1. Abdarrschicht	11 Karren Dritten Stein 3 Karren Armes Hartwerk Schlacken Ofenbrüche	20 Ztr. Hartstein (4. Stein) 15 Ztr. Reiches Hartwerk	⅓ Pfund pro Zentner
2. Abdarrschicht	11 Karren Vierter Stein	Letzter Stein 15 Ztr. Armes Hartwerk	½ Unze pro Zentner ⅓ Pfund pro Zentner

Tabelle 5-8: Der fünfstufige Tiroler Abdarrprozess nach Georgius Agricola

Das Verschmelzen der Kupferkiese wurde bereits bei den Silbererzen beschrieben, da diese silberhaltig waren. Kupferschiefer schließlich wurde nach dem Rösten ebenfalls zu Kupferstein geschmolzen. Auch dieser wurde mehrfach geröstet und geschmolzen. Es entstanden ein silberhaltiger Stein, der an die Saigerhütte ging und ein Kupferstein, der in dem oben beschriebenen Schmelzprozess als Zuschlag verwandt wurde. Auch metallarmer Kupferschiefer wurde verhüttet.¹⁰⁸²

Die Verhüttung von Bleierz behandelt Georgius Agricola schon bei der Beschreibung der Schmelzöfen, worauf er auch selbst verweist. Daneben wurden sie auch in den dritten Öfen mit offenem Stich (= großer Spurofen mit offenem Auge) geschmolzen. Schon das Gestübe wurde hierfür unter Beigabe von Eisenhammerschlag hergestellt, der wichtigste Zuschlag waren Eisenschlacken. Schmolz man Herdblei oder eigentliche Bleierze, so floss das Blei in den Vorherd. Die obenauf schwimmenden Schlacken wurden abgezogen und das Blei ausgekellt. Eine Besonderheit beim Verschmelzen kiesiger Bleierze hatte man in Goslar beobachtet. Hier floss zunächst eine weiße

Schmelzen von Bleierz

pendüt uiginti centumpondia, & tot panes duros, qui plus argenti in se continent, quot pendunt quindecim centumpondia: in quorū singulis inest argenti triens.”

¹⁰⁸¹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 519 f., dieses Verfahren bestand aus 5 Schmelzstufen bis zur Herstellung der letzten Steine. Diese wurden dreimal geröstet und wieder verschmolzen, bis man Schwarzkupfer hergestellt hatte. Nach Lothar Suhling, 1976, 157 f., beschreibt Georgius Agricola hier den Tiroler Abdarrprozess, allerdings das fünfstufige Verfahren, wie es 1501 von Hans Grienhofer praktiziert worden war und das zu diesem Zeitpunkt bereits veraltet war.

¹⁰⁸² Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 520 f..

Flüssigkeit in den Vorherd, die dem Silber „feindlich“ war, weil sie es verbrannte. Nach dem Abziehen der Schlacken wurde deshalb diese Flüssigkeit abgeschöpft. Dieselbe Flüssigkeit setzte sich auch an den Ofenwänden ab. Danach floss Werkblei, also silberhaltiges Blei, in den Ofen, das man nach dem Abziehen der Schlacken in eiserne Tiegel goss. Dieses wurde dann im Treibofen weiterverarbeitet.¹⁰⁸³

Für die Verhüttung von Zinngrauben benötigte man besondere Öfen, die einen kleineren Durchmesser als üblich hatten, jedoch höher waren, damit sie das gleiche Volumen erreichten. Statt eines Tiegels aus Gestübe hatte dieser Ofen eine leicht geneigte Sandsteinplatte als Ofengrund. Dieser Sohlstein war 2 $\frac{3}{4}$ Fuß lang und breit sowie 2 Fuß hoch. Die Ofenwände wurden um den Sohlstein herum 8 bis 9 Fuß hoch aus Sandsteinen aufgemauert und innen mit Lehm ausgestrichen. Zur Beschickung mussten seitlich des Ofens Stufen angelegt werden. Der Stich des Ofens stand immer offen und davor befand sich der obere Vorherd, in den das geschmolzene Zinn floss. Über einen Stich konnte dieses wiederum in einen tieferen Vorherd, die Zinngrube, abgelassen werden. Das Zinn benötigte zum Schmelzen nur ein kleines, mildes Feuer, weshalb auch die Blasebälge breite Nasen hatten, damit der Wind nicht zu scharf war. Beim Verschmelzen der Zinnerze war zu beachten, dass das Metall nicht mit dem Rauch verschwand. Deshalb befand sich über dem Ofen eine Flugstaubkammer. Neben dem Ofen befand sich ein Platz zur Lagerung von Kohlenstaub. Dieser wurde auf das austretende Zinn gestreut, damit die Schlacken leichter abgezogen werden konnten und damit das Zinn nicht verbrannte. Wichtig war auch eine sorgfältige Klassierung der Zinngrauben nach Korngrößen. Verhüttete man stark unterschiedlich große Zinngrauben, so verbrannten die kleinen Grauben, bevor die größeren geschmolzen waren. Außerdem mussten die Zinngrauben vor dem Verschmelzen gereinigt und durch Rösten von Eisen befreit sein, um mit gutem Ergebnis verarbeitet zu werden. Durch Waschen von Zinnseifen gewonnene Zinnerze wurden in einem breiteren Ofen und mit schärferem Feuer verschmolzen, als bergbaulich gewonnenes Zinnerz. Der Ofen wurde abwechselnd mit Zinngrauben und Kohlen beschickt. Trat das Zinn in den oberen Vorherd aus, wurden die Schlacken abgezogen. Dann wurde der Stich geöffnet, das Zinn in den unteren Vorherd abgelassen und der Stich wieder geschlossen. Im unteren Vorherd befanden sich glühende Kohlen, die das Zinn flüssig hielten. Wenn das Zinn so unrein war, dass es noch nicht verwendet werden konnte, wurden daraus Steine hergestellt, die weiter verschmolzen wurden. Wenn es rein war, wurde es auf Kupferplatten zu Gittern gegossen und mit Stempeln versehen. Die Schlacken, Ofenbrüche und der Ruß des Rauchfanges wurden weiterverarbeitet.¹⁰⁸⁴

Schmelzen von
Zinngrauben

¹⁰⁸³ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 521 f., beschrieben wird hier die schädliche Wirkung des Zinks in den Melierterzen des Harzes auf den Ofengang und die Höhe der Silberverluste durch Konvektion mit dem Zinkoxiddampf; nach Anm: 482 bedeutete die Bezeichnung „Kobelt“, die Georgius Agricola im Wörterverzeichnis angibt, in diesem Zusammenhang Zinkoxid. Dieses setzte sich auch als Ofenbruch in den Schachtöfen ab und wurde als „cadmia“ bezeichnet. Die zinkreichen Melierterze des Rammelsberges bildeten große Mengen Zinkoxid. Metallisches Zink oder Zinkoxid war als Metall zu dieser Zeit noch unbekannt. Man stellt allerdings aus diesen Produkten zusammen mit Kupfer bereits Messing her; vgl. Agricola-Gesellschaft beim Deutschen Museum (Hrsg.), 1928 (ND 2003), 356, Anm. 47, hier übersetzt von Carl Schiffner.

¹⁰⁸⁴ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 522 – 527.

Die unreinen Zinnsteine (Zinnkuchen) wurden in einem oben offenen länglichen Herd, der aus Sandsteinen hergestellt wurde, geschmolzen. Diese bildeten eine Rinne, die zum Vorherd hin geneigt war. In diesen Herd legte man Hölzer und darauf 5 bis 6 Zinnkuchen. Wenn die Hölzer verbrannten, tropfte das Zinn aus den Zinnkuchen und floss in den Vorherd, wobei sich das unreinere Zinn unten absetzte und das reine Zinn oben schwamm. Beides wurde ausgekellt, wobei der Hüttenmeister die Qualität an der Dünnschmelze erkannte. Das reine Zinn wurde auf Kupferplatten zu Gittern gegossen, während das unreine zu Steinen gegossen wurde.¹⁰⁸⁵ Im Weiteren wird noch das Zinnschmelzen bei den Lusitanern beschrieben.¹⁰⁸⁶ Die Verhüttung von Eisenerz und die Stahlherstellung behandelt Georgius Agricola ebenfalls. Sie werden hier jedoch nicht berücksichtigt.¹⁰⁸⁷

Die letzten Metalle, mit denen sich Georgius Agricola befasst, sind Quecksilber, Antimon und Wismut. Die Erze dieser Metalle wurden nicht in Öfen verschmolzen, sondern Quecksilber- und Antimonerz in Töpfen, Wismuterz in Rinnen.¹⁰⁸⁸

*Schmelzen von
Quecksilber,
Antimon und
Wismut*

Gediegenes Quecksilber wurde mit Essig und Salz gereinigt und durch ein Tuch oder Leder gepresst. Quecksilbererz wurde in Töpfen geschmolzen. Diese wurden aus bestem Töpferton hergestellt und bestanden aus zwei Teilen. Der untere Teil war ein Tiegel, in den man den oberen runden Topf genau einsetzen konnte. Der obere Topf wurde mit Erz gefüllt, mit Moos verschlossen und mit der Öffnung nach unten in den unteren Topf gesetzt. Die Verbindung wurde mit Lehm verstrichen. 700 Paar Töpfe wurden auf eine Feuerstätte gesetzt, die mit Steinen eingefasst war. Dieser Platz wurde mit zerkleinerter Erde und Kohlenstaub gefüllt, so dass die Töpfe nur eine Handbreit herausragten. Dann wurden Balken über die Feuerstätte gelegt und Hölzer, die angezündet wurden. Das Quecksilbererz schmolz in den oberen Töpfen und das reine Quecksilber floss durch das Moos in die unteren Töpfe ab.¹⁰⁸⁹ Georgius Agricola kannte noch weitere Verfahren der Quecksilberschmelzung. Dabei handelte es sich um das Schmelzen in der Weise des Destillierens, das Schmelzen im Gewölbe, das Schmelzen mit Sand oder Asche (in einem großen Topf) auf dem Dreifuß und das Schmelzen mit Sand oder Asche im Windofen. Obwohl alle Verfahren gleich gut waren, bevorzugte man das erste Verfahren, wenn eine Grube große Mengen Erz lieferte.¹⁰⁹⁰ Das Schmelzen in doppelten Töpfen auf einer Feuerstelle wurde auch für Antimonerze angewandt.¹⁰⁹¹

Für das Verschmelzen der Wismuterze kannte man verschiedene Methoden, bei denen das Wismuterz über offenen Gruben oder über Rinnen geschmolzen wurde. Das Erz wurde auch in eisernen Tiegel geschmolzen, die sich neben einer Feuerstelle oder in einem Ofen befanden. Offene Herde wurden ebenfalls verwendet. Am zweckmäßigsten fand Georgius Agricola einen Herd, der nach

¹⁰⁸⁵ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 529; nach Anm. 495 handelt es sich um einen Zinnsaigerherd.

¹⁰⁸⁶ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 530 f.

¹⁰⁸⁷ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 532 – 538.

¹⁰⁸⁸ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 539.

¹⁰⁸⁹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 539 f.

¹⁰⁹⁰ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 541 – 547.

¹⁰⁹¹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 541, Anm. 507, demnach erschmolz man mit diesem Verfahren kein metallisches Antimon, sondern Schwefelantimon (antimonium crudum, Sb₂S₃).

dem Wind gedreht werden konnte, weil hier am wenigsten Erz beim Schmelzen verbrannte.¹⁰⁹²

„Da ich im neunten Buche das Verfahren des Schmelzens der Erze und der Gewinnung der Edelmetalle entwickelt habe, ist es folgerichtig, dass ich nun entwickle, wie man Edelmetall von unedlem und umgekehrt unedles von edlem scheidet.“¹⁰⁹³ Die verschiedenen chemischen Verfahren zur Gold-Silber-Scheidung werden ausführlich behandelt. Neben der Scheidung mit Scheidewasser oder Königswasser, deren Herstellung ebenfalls geschildert wird, kannte man die Scheidung im Guss mit Schwefel, im Guss mit Schwefelantimon und die Scheidung durch Zementation. Im zehnten Buch wird die Treibarbeit beschrieben, bei der Silber und Gold vom Blei geschieden wurden.¹⁰⁹⁴

Die Treibhütte sollte in der Nähe der Schmelzhütte errichtet werden. Sie war kleiner als die Schmelzhütte (36 Fuß x 34 Fuß)¹⁰⁹⁵ und nur mit einem Treibofen ausgestattet. Georgius Agricola macht hier ebenso genaue Maßangaben, wie bei der Errichtung der Schmelzhütte. Die Treibhütte musste, wie die Schmelzhütte, an einem Fließgewässer liegen, damit das Wasserrad beaufschlagt werden konnte. Damit wurden die Blasebälge des Herdes und die Pochstempel betrieben, die man in der Hütte benötigte. Der Treibherd bestand aus einem Unterbau, dem eigentlichen Herd und dem Treibhut. Der runde Unterbau wurde aus Quadersteinen gemauert. Im Inneren des Unterbaus wurde aus Backsteinen ein kreuzförmiges Stützmauerwerk errichtet. Der runde Unterbau musste mit sechs Luftlöchern versehen sein, damit der sich bildende Wasserdampf unter dem Herd entweichen konnte. Auch in den Innenmauern befand sich jeweils ein Luftloch. Die so entstandenen Segmente wurden mit Schlacken gefüllt. Darüber wurde Holzkohlenpulver geschüttet. Auf diesen Unterbau kam eine große runde Steinplatte. Dieser Sohlstein war nach vorne geneigt, so dass die Glättgasse, durch die die Bleiglätte abfloss, hergestellt werden konnte. Der Treibhut hatte die Form einer Halbkugel, bestand aus Eisenringen und -platten und passte genau über den Herd. Der oberste Teil, die Stürze, konnte geöffnet werden. Er war mit Ösen und Ketten versehen, so dass er bewegt und angehoben werden konnte. Dieser Treibhut hatte vier Öffnungen, davon eine oberhalb der Glättgasse, so dass der Treiber die Glätte aus dem Herd abziehen konnte, und eine an der gegenüberliegenden Seite, wo die Düsen der Blasebälge einmündeten. Die Düsen der Blasebälge wurden in eiserne Formen eingelegt, die mit beweglichen Klappen (Schnepperlein) versehen waren. Der eigentliche Herd wurde in mehreren Arbeitsgängen hergestellt. Auf den Sohlstein oder die Quadersteine kam eine Schicht aus mit Stroh vermischem Lehm, die festgestampft wurde. Dann wurde gesiebte Asche mit Wasser vermischt, in mehreren Schichten aufgetragen und festgeschlagen. Dabei wurde in der Mitte des Herdes eine Vertiefung (Spor) eingearbeitet, von der ausgehend eine Rinne zum Rand des Herdes gebildet wurde. Hier floss später die Bleiglätte ab. Der fertig geformte Herd wurde mit glühenden Kohlen

*Bau der
Treibhütte und
des Treibofens*

¹⁰⁹² Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 547 – 554.

¹⁰⁹³ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 555.

¹⁰⁹⁴ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 555 – 571; beim Scheiden im Guss verbanden sich Schwefel und Silber zu Ag_2S_2 , während das Gold übrig blieb.

¹⁰⁹⁵ Die Wandstärken der Längswände müssen noch addiert werden, Maße dafür sind aber nicht angegeben.

gefüllt und abgewärmt. Zum Schluss wurden an die linke Seite der Glättgasse zwei Stück Werkblei oder ein Backstein gelegt, die dafür sorgten, dass sich die Glätte beim Schmelzen nicht durch das Gebläse im Kreis bewegte. Georgius Agricola beschreibt die verschiedenen Arbeitsgänge, die zum Herrichten des Herdes erforderlich waren sehr genau. Wichtig war, dass der Herd so fest wurde, dass er später nicht auseinanderbrach, und so dicht, dass er möglichst wenig geschmolzenes Metall aufnehmen konnte.¹⁰⁹⁶

Anschließend wurde der Treibofen befüllt. Es wurden meist 50 bis 60 Zentner edelmetallhaltiges Blei, manchmal auch bis zu 100 Zentner davon, abgewogen. Die Bleibarren wurden durch die Arbeitsöffnungen in der Haube und durch den Deckel in den Herd gelegt, so dass sie gleichmäßig verteilt waren. Anschließend kam Holzkohle in den Herd.¹⁰⁹⁷

In der nächsten Arbeitsschicht konnte man mit der Treibarbeit beginnen. In den Ofen wurde nun Glut geschüttet und Scheite von Tannen- oder Fichtenholz durch die Öffnungen des Treibhutes hineingelegt. Dann wurden die Blasebälge in Bewegung gesetzt. Innerhalb einer Stunde war das edelmetallhaltige Blei dann geschmolzen. Nun wurden je vier 12 Fuß lange Holzscheite in die Öffnung neben der Glättgasse und in die gegenüberliegende Öffnung eingelegt. Diese wurden durch Böcke abgestützt, damit sie den Herd nicht beschädigten. In dem Maße wie sie verbrannten, wurden sie mit eisernen Meißeln weiter in den Ofen hineingetrieben. Das Blei wurde weitere zwei Stunden erhitzt und dann mit dem Glättthaken gerührt, damit es sich noch mehr erhitzte. Um den Treibprozess voranzubringen, gab es verschiedene Mittel. Schieden sich die Metalle schwer voneinander, so gab man Kupfer und Kohlenstaub zu der Blei-Silber-Mischung. Waren noch Verunreinigungen vorhanden, so setzte man trockene Weinhefe (Weinstein), Venetianisches Glas, Venetianische Seife oder Salmiak zu. Auch Eisenrost und Salpeter waren Zuschläge, die Verunreinigungen von der Mischung aufnahmen und abtrennten. Die sich im Treibherd bildende Bleiglätte wurde mit einem Eisen durch die Glättgasse abgezogen. Sie bestand aus oxidiertem Blei und eventuell Kupfer, falls solches in der Mischung vorhanden gewesen war. Das Silber blieb im Treibherd zurück. Das Abziehen der Glätte geschah so lange, bis sich auf dem Silber zunächst weiße Flecke bildeten und dann das Silber komplett weiß wurde, also das Silber blickte. Sofort wurden die Blasebälge abgestellt und dann zur Abkühlung Wasser auf das Silber gegossen. Der Silberblock wurde mit einem Werkzeug aus dem Herd gehoben. Reste von Herdblei und Bleiglätte wurden abgeklopft und abgebürstet. Dann kam das Silber zum Feinbrennen in das Brennhaus.¹⁰⁹⁸

Treibverfahren

Es gab außer dem beschriebenen Treibofen noch ähnliche Öfen, die Georgius Agricola bekannt waren. Unter anderem in Freiberg im Meißenischen hatte der Treibofen keinen Treibhut aus Eisen, sondern war mit Backsteinen überwölbt, so dass er einem Backofen glich. Der Sockel war ähnlich gebaut, wie bei dem zuerst beschriebenen Treibofen. Das Gewölbe hatte zwei oder drei seitliche Löcher. Diese mussten so groß sein, das ein Arbeiter in den Ofen hineinkriechen konnte, um den Herd herzurichten. Die Bleiglätte trat durch das

¹⁰⁹⁶ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 575 – 581.

¹⁰⁹⁷ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 581 f.

¹⁰⁹⁸ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 584.

vordere Loch in einen Herd vor dem Ofen aus.¹⁰⁹⁹ Auch der polnische und ungarische Treibherd war mit einem gemauerten Gewölbe versehen. Der Sockel hatte jedoch keinen Aufnahmeraum für den Dampf. Stattdessen hatte der Ofen zwischen einer Seitenwand und dem Sockel des Herdes eine Gasse, die den Abzugskanal ersetzte. In dieser Gasse waren im Abstand von 2 Fingern Eisenstäbe eingesetzt, die von der Mauer bis zum Herd reichten. Auf den Herd selbst wurde zunächst Stroh und darauf das Schwarzblei gelegt. Auf die Eisenstäbe wurden Hölzer gelegt und angezündet. Durch die brennenden Hölzer wurde der Herd erhitzt und die Metallstücke schmolzen. Dann wurde das Feuer mit einem Blasebalg angefacht und soviel Holz aufgelegt, dass eine Flamme entstand. Diese erreichte das flüssige Metall und trennte das Blei vom Silber, indem sie das Blei oxidierte. Die Bleiglätte wurde durch eine Öffnung an der Vorderseite des Herdes abgezogen. In diesem Herd konnten 80 bis 100 Zentner Schwarzblei getrieben werden.¹¹⁰⁰ In Mähren und Kärnten nutzte man einen Treibherd, der ohne Abschluss nach oben dem Wind ausgesetzt war. Auf den Herd wurden das Schwarzblei und darauf trockene Hölzer gelegt. Darüber kamen dicke Scheite grünen Holzes. Die Hölzer wurden angebrannt und das Feuer mit einem von Hand betriebenen Blasebalg angefacht.¹¹⁰¹

Auch die Sicherheit der Arbeiter war für Georgius Agricola ein Thema. Damit der Treiber bei Austritt des flüssigen Metalls nicht verletzt wurde, stand er hinter einem Eisenblech und bedient von dort den Treibofen. Auf dem Kupferstich, der die Treibarbeit darstellt, ist auch abgebildet, wie einer der Arbeiter Butter isst. Dieses Mittel sollte gegen die sogenannte Bleikrankheit, eine Bleivergiftung, wirken.¹¹⁰² Außerdem beschreibt Georgius Agricola ausführlich den Kran samt der Mechanik, mit dem der Treibhut bewegt werden konnte. Die über Hebel und Zahnräder wirkende Konstruktion war auch eine Arbeitserleichterung für die Hüttenleute.¹¹⁰³ Bemerkenswert ist, dass der Arbeiter, der die Silberbarren von der Treibhütte forttrug, von einem bewaffneten Mann mit Hund begleitet wurde, so dass er gegen Überfälle geschützt wurde.¹¹⁰⁴

Den Abschluss des zehnten Buches bilden die Methoden zum Feinbrennen des Silbers. Dieser Prozess, zu dem das Blicksilber in das Brennhaus gebracht wurde, erfolgte in einem Feinbrennofen. Die dafür benötigten Testscherben wurden sorgfältig angefertigt, so dass sie das Silber nicht an sich zogen. Sie fassten zwischen 15 und 50 Pfund Silber. Das Silber wurde zerkleinert und mit Holzkohlen in den Test gelegt. Man nutzte einen doppelten Blasebalg, um einen gleichmäßigen Windstrom zu erzeugen. Nach etwa einer Stunde war das Silber flüssig. Es kamen Tannenholzscheite und wiederum Holzkohlen auf den Testscherben und das Silber wurde noch etwa 2 bis 3 Stunden feingebrannt, d. h. alle Unreinheiten verbrannten (oxidierten) in dieser Zeit. Damit das starke Feuer aufrecht erhalten blieb, schloss man den Feinbrennofen mit einer eisernen Tür. Das Silber war fein gebrannt, wenn es ganz weiß war. Die Kohlen wurden von den Testscherben entfernt und das Silber vorsichtig abgekühlt. Es wurde herausgenommen und probiert, um den Feingehalt zu prüfen. Danach

*Feinbrennen
des Silbers*

¹⁰⁹⁹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 593 f.

¹¹⁰⁰ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 595 f.

¹¹⁰¹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 595 f.

¹¹⁰² Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 584, und 586 (Abb. 239).

¹¹⁰³ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 588 – 592.

¹¹⁰⁴ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 588 (Abb. 240).

wurde es mit einem Siegel und der Gewichtszahl gestempelt. In drei Kupferstichen sind die Arbeitsvorgänge im Brennhaus dargestellt. Neben dem Feinbrennen auf dem Test im Ofen erwähnt Georgius Agricola noch ein weiteres Verfahren, das Silberbrennen unter der Muffel. Der Nachteil dieser Methode war, dass das Silber bei geringerer Hitze und damit langsamer schmolz. Von Vorteil war es aber, dass dieses milde Feuer weniger Schaden dadurch verursachte, dass eventuell Silber verbrannt wurde.¹¹⁰⁵

Das elfte Buch ist der Trennung von Silber und Kupfer gewidmet, wobei das im 15. Jahrhundert entwickelte Saigerverfahren von besonderer Bedeutung ist. Durch die Kupfersaigerung wurde die Gewinnung von Silber aus erschmolzenem Kupfer wesentlich verbessert.¹¹⁰⁶

„Ich habe erklärt, auf welche Weise man Gold von Silber und Silber von Gold scheidet, ferner Kupfer von diesem [Gold] und Blei von Gold und Silber und schließlich wie diese beiden Edelmetalle feingebrannt werden; nun will ich über die Arten der Trennung des Silber vom Kupfer [...] reden.“¹¹⁰⁷ Auch hier wird wie bei der Schmelz- und der Treibhütte zunächst eine genaue Beschreibung des Bauwerkes gegeben. Ein Grundriss ist beigefügt. Die Höhe der Wände wird genannt und die Dachkonstruktion dargestellt. Dieses Gebäude war weit größer, als die beiden anderen, denn die Außenmaße betragen 246 Fuß x 69 Fuß.¹¹⁰⁸ Es hatte einen langgestreckten Maschinenraum, der sich wasserseitig befand und 10 Paar Blasebälge für die Schachtspüröfen, 4 Paar große Blasebälge für die Garherde und weitere Blasebälge für die Treiböfen enthielt. Außerdem befanden sich hier die Antriebe für die Ramme und die Pochstempel. Parallel zum Maschinenraum lagen die verschiedenen Abteilungen der Hütte. Der erste Hüttenraum bot Platz für 2 Darröfen (Öfen zum Darren der Kienstöcke) und 4 Garherde (Öfen, in denen das gedarrten Kupfer gar gemacht wurde). Außerdem war hier der Wärmofen für die Kupferstücke untergebracht. In dem zweiten Hüttenraum befanden sich an der einen Längswand 10 Schachtspüröfen oder Frischöfen (Schmelzöfen, in denen Blei mit Kupfer legiert wurde) und an der anderen 10 Saigeröfen (Öfen, in denen Silber und Blei vom Kupfer geschieden wurde). Weitere Räume dienten als Vorratsräume für Blei und Kupfer. An der Außenwand dieses Gebäudeteils befand sich noch ein Herd, auf dem die großen Bleistücken in kleinere umgeschmolzen wurden, damit man sie besser zuwiegen konnte. Im dritten Bereich diente ein Raum als Probierkammer und einer als Ascheraum zum Mischen der Asche für die Herde. Auch die Ramme zum Zerkleinern großer Metallstücke sowie ein Pochwerk zum Zerkleinern der Ofenbrüche waren hier

*Bau und
technische
Ausstattung der
Saigerhütte*

¹¹⁰⁵ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 596 – 607; 777 (Anm. 594) demnach hatte das Endprodukt einen Feinheit von 985 ‰, was dem Normalgehalt unseres Guldensilbers entspricht.

¹¹⁰⁶ Auf die Darstellung des Saigerhüttenprozesses bei Georgius Agricola geht auch Lothar Suhling, 1976, 112 – 131, ausführlich ein.

¹¹⁰⁷ Agricola-Gesellschaft beim Deutschen Museum (Hrsg.), 1928 (ND 2003), 421 hier übersetzt von Victor Tafel.

¹¹⁰⁸ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 608 – 615; 778 (Anm. 603) findet man einen Querschnitt der Dachkonstruktion, 780 (Anm. 606) ist auf Basis des Grundrisses die Raumsituation dargestellt, die auch die immobile technische Einrichtung umfasst; 777 (Anm. 601) wird die Vermutung dargelegt, dass es sich bei der beschriebenen Hütte um die Chemnitzer Saigerhütte gehandelt haben könnte. Hieronymus Schütz, der diese Hütte 1544 übernahm, war ein Onkel von Georgius Agricolas zweiter Frau Anna Schütz.

aufgestellt. Im letzten großen Raum gab es 4 Treiböfen (Öfen, in denen Blei von Silber geschieden wurde). Krananlagen gab es neben dem Bleiherd, zwischen den Frischöfen und den Saigerherden und bei den Treiböfen zum Heben der Treibhüte.¹¹⁰⁹ In der Beschreibung der Hütteneinrichtung folgt Georgius Agricola wiederum dem Arbeitsablauf.

Zunächst werden die Einrichtungen beschrieben, die der Vorbereitung der angelieferten Blei- und Kupferstücke dienen. Der Herd zur Bleizerkleinerung an der Außenseite des Gebäudes war 2 Fuß lang und 5 Fuß breit. Es handelte sich um eine gemauerte Rinne, die mit Lehm ausgekleidet war. Zur Hüttenwand hin gab es eine 4 Fuß hohe Mauer, um diese vor dem Feuer zu schützen. Am anderen Ende der Rinne befand sich der Vorherd. Zur Handhabung der großen Bleistücke befand sich ein Kran neben dem Herd. In diesem Herd wurden mit Holz und Holzkohle die großen Bleistücke – insgesamt bis zu 160 Zentner in einem Schmelzgang – geschmolzen. Das in den Vorherd fließende Blei wurde in kleine Pfannen ausgekellt, so dass man gut zu handhabenden Bleikuchen erhielt. Diese wurden in der Bleikammer verwahrt.¹¹¹⁰ Auch die Kupferstücke mussten zerkleinert werden. Dies geschah mit Hilfe einer Ramme mit eisenbeschlagenem Stempel, die von einem Wasserrad angetrieben wurde. Die Kupferstücke wurden auf eine sattelförmige Unterlage gelegt und durch den Aufprall des Stempels zerbrochen. Kupferstücke, die auf diese Weise nicht zu zerkleinern waren, wurden auf dem Wärmofen, einer offenen Konstruktion von 6 x 6 Fuß mit einem Rauchfang, erhitzt. Die erhitzten Kupferstücke wurden aus dem Ofen genommen und mit spitzen Hämmern zerschlagen. Die zerkleinerten Kupferstücke wurden in der Kupferkammer gelagert.¹¹¹¹

1. Vorbereitung
des
angelieferten
Bleis und
Kupfers

Der nächste Arbeitsgang war das Probieren des Kupfers auf seinen Silbergehalt, weil davon abhängig war, welche Bleimengen zur weiteren Verarbeitung benötigt wurden. Georgius Agricola gab dabei vier Mischungen für Kupfer mit mittlerem Silbergehalt und eine für sehr silberreiches Kupfer an, die sich jeweils aus dem Silbergehalt ergaben. Es wurden Reichblei, d. h. Blei aus dem das Silber noch nicht geschieden war, Bleiglätte und Armblei zugesetzt. Dabei wurden je nach Silbergehalt ein $\frac{3}{4}$ Zentner Kupfer mit 2 bis 3 Zentnern Blei unterschiedlicher Qualität im Frischofen legiert.¹¹¹²

¹¹⁰⁹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 611 – 615; ergänzt mit den Angaben aus der Zeichnung von Lothar Suhling, 1976, 114, die von der Grundrisszeichnung bei Hans Prescher, 1974, 780, etwas abweicht, aber den Angaben Georgius Agricolas besser entspricht.

¹¹¹⁰ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 615 – 618; vgl. die zusammenfassende Darstellung bei Lothar Suhling, 1976, 113.

¹¹¹¹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 619 – 623; Lothar Suhling, 1976, 113.

¹¹¹² Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 623 f., 781 (Anm. 609); dieser Arbeitsgang war das Kupferfrischen, ein reduzierendes Schmelzen, bei dem die Frischstücke erzeugt wurden; Lothar Suhling, 1976, 115 f., korrigiert die Angaben Carl Schiffners, 1961, 433, teilweise, weil dieser ein Pfund mit 16 Unzen zu Grunde legt, während Lothar Suhling und Hans Prescher von einem Pfund zu 12 Unzen ausgehen. Diese Korrektur betrifft jedoch nur die erste Mischung beim Kupferfrischen, für die Georgius Agricola den Silbergehalt des Kupfers in Pfund angibt, für die anderen drei Mischungen wird der Silbergehalt gleich in Unzen angegeben. Diese Korrektur ist auch logisch, denn bei einem Pfund zu 16 Unzen hätte die erste Mischung bereits einen Silbergehalt von 8 bis $8\frac{3}{4}$ Unzen. Lothar Suhling gibt eine tabellarische Übersicht über die Metallmengen und –anteile in der Beschickung und in den Saigerwerken. (Allerdings wurde in der von Lothar Suhling genannten Agricola-Ausgabe das XI. Buch nicht von Carl Schiffner, wie dieser angibt, sondern von Victor Tafel übersetzt!)

Das Kupferfrischen war geeignet, wenn das Kupfer einen mittleren Silbergehalt (zwischen 6 und 10 ½ Unzen je Zentner) oder einen hohen Silbergehalt (mehr als 2 Pfund je Zentner) hatte. Ärmeres Kupfer wurde zunächst gespleißt und dann gefrischt. Die beiden Verfahren des Kupferfrischens und des Kupferspleißens stellt Georgius Agricola später ausführlich dar.

	Silbergehalt in ¾ Ztr. Kupfer	Reichblei- zuschlag auf ¾ Ztr. Kupfer	Ergänzt um Frischblei auf 2 Ztr.	4 Frischstücke enthalten	Saigerblei + Silbergehalt in 1 Ztr. Blei
1. Mischung	½ Pfund oder ½ Pfund + 1 Halblot oder ½ Pfund + ½ Unze oder ½ Pfund + ½ Unze + 1 Halblot	½ Ztr. oder 1 Ztr. oder 1 ½ Ztr.	1 ½ Ztr. oder 1 Ztr. oder ½ Ztr.	3 Ztr. Kupfer 8 Ztr. Blei	6 Ztr. zu 3 Unzen + 1 Halblot
2. Mischung	7 ½ - 8 Unzen	2 ¼ Ztr. Reich- und Frischblei		3 Ztr. Kupfer 9 Ztr. Blei	7 Ztr. zu 3 Unzen + 1 Halblot
3. Mischung	9 - 9 ½ Unzen	2 ¾ Ztr. Reich- und Frischblei		3 Ztr. Kupfer 11 Ztr. Blei	9 Ztr. zu 3 Unzen + 1 Halblot
4. Mischung	10 - 10 ½ Unzen	3 Ztr. Reich- und Frischblei		3 Ztr. Kupfer 12 Ztr. Blei	10 Ztr. zu 3 ½ - 7 Unzen

Tabelle 5-9: Das Kupferfrischen nach Georgius Agricola

Im zweiten Raum der Saigerhütte befanden sich 10 Schachtöfen, von denen vier dem Kupferfrischen dienten und sechs dem Verschmelzen der Schlacken. Sie unterschieden sich vor allem in der Größe. Die Frischöfen hatten einen Innenraum von 1 Fuß 1 Handbreit Breite und 1 Fuß, 3 Handbreit 1 Finger Tiefe, bei den Öfen für die Schlacken maß der Innenraum 1 Fuß, 3 Handbreit auf 2 Fuß 3 Finger.¹¹¹³ Jeder Ofen hatte an der Rückwand eine Öffnung für die Formen der Blasebälge und an der Vorderwand eine Öffnung für den Austritt des Schmelzgutes. Dieses lief durch den Stich (Auge) in einen Vorherd, der aus Gestübe hergestellt war, und wurde von dort in eine Kupferpfanne gekellt, so dass man gleichgroße Frischstücke herstellen konnte. Unter den Öfen befand sich eine Abzucht, zum Abführen der Feuchtigkeit. Die Blasebälge und die notwendigen Antriebe entsprachen denen der Schmelzhütte.¹¹¹⁴

2a. Kupferfrischen

Der Frischofen wurde mit größeren Kupferbruchstücken, einer Mulde Holzkohle und kleineren Kupferbruchstücken gefüllt. Während das flüssige Kupfer in den Vorherd floss, wurde Bleiglätte, darüber Holzkohle und dann Blei in den Ofen eingesetzt. Dieses war das Material für das erste Frischstück. Nun wurde wiederum Kupferbruchstücke und Kohlen für das nächste Frischstück aufgegeben. Aus dem offenen Stich floss inzwischen die Metallmischung des

¹¹¹³ Nach den Maßangaben im Anhang bei Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 926 ergeben sich 41,7 x 60,3 cm für den Frischofen und 58,3 x 72,8 cm für den Schlackenofen. Der Schmelzofen, den Georgius Agricola für das Rohschmelzen beschreibt war 41,5 x 51,8 cm; Lothar Suhling, 1976, 117, kommt, hier Carl Schiffner, 191, folgend, zu anderen Maßangaben für die Öfen (vgl. Maßstabellen im Anhang, Kap. 8).

¹¹¹⁴ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 625.

ersten Frischstücks in den Vorherd. Die Schlacken wurden abgezogen und die Legierung in die kupferne Pfanne ausgekellt. Wenn nun die nächsten Kupferbruchstücke schmolzen, wurde Bleiglätte, Kohlen und Blei für das zweite Frischstück aufgegeben und so fuhr man fort, bis 30 Frischstücke hergestellt waren. Dies dauerte in etwa neun bis zehn Stunden. Die Metallstücke in den Kupferpfannen wurden, um die Abkühlung zu beschleunigen, vorsichtig mit Wasser bespritzt. Bevor sie erkalteten, wurden sie mit einem Haken versehen, so dass man die Stücke anschließend mit dem in der Mitte des Raumes befindlichem Kran bewegen konnte. „Auf diese Weise jedenfalls mischt man Blei mit Kupfer mit mittlerem Silbergehalt.“¹¹¹⁵

Unter mittleren Silbergehalten verstand Georgius Agricola Kupfer, das zwischen 6 Unzen und 10 ½ Unzen Silber auf ¾ Zentner Kupfer (= 0,50 % bis 0,875 %) ¹¹¹⁶ enthielt und für das er das oben beschriebene Verfahren des Kupferfrischens mit verschiedenen Zuschlägen an Reichblei, Bleiglätte und Armblei vorsah. Ein hoher Silbergehalt lag bei 2 Pfund und 1 Mark Silber in einem Zentner Kupfer. In diesem Fall wurde 1 Zentner Kupfer mit 3 Zentnern silberreichen Bleis legiert.¹¹¹⁷ Die zugegebene Bleimenge war umso höher, je höher der Silbergehalt des Kupfers war. Da man sowohl das Kupfer als auch die Bleizuschläge vorher auf ihren Silbergehalt probiert hatte, konnte man genau berechnen, wie hoch der Silbergehalt in den Frischstücken sein musste, ferner welcher Silbergehalt im Saigerblei und in den Kienstöcken und Dörnern zu erwarten war.¹¹¹⁸

Ärmere Kupfersorten mit einem geringeren Silbergehalt wurden nicht zu Frischstücken verschmolzen, da der Aufwand nicht lohnte. Sie kamen in einen Spleißofen, der aus rohen Ziegeln errichtet war und einem Backofen glich. Er hatte zwei Vorherde, in die das Kupfer geleitet wurde. Hier wurde das Kupfer oxidierend geschmolzen, so dass sich im unteren Teil des Ofens silberreicheres Kupfer sammelte und im oberen Teil silberärmeres. In einem Schmelzprozess wurden 38 Zentner Kupfer in 14 Stunden gespleißt. Das silberarme Kupfer durchlief noch zweimal das Spleißverfahren und das dabei verbleibende Kupfer wurde dann zu Garkupfer verarbeitet. Das gewonnene silberreichere Kupfer konnte wieder in dem oben beschriebene Verfahren gefrischt werden, wobei es in einem dreistufigen Verfahren soweit mit Silber angereichert wurde, dass man treibwürdiges Saigerblei erhielt.¹¹¹⁹

2b. Kupfer-
spleißen

Die 10 Saigeröfen befanden sich im gleichen Raum wie die Frischöfen an der gegenüberliegenden Längswand. Diese benötigten weder einen Rauchfang noch einen Antrieb für Blasebälge. Sie hatten einen Sockel, einen Herd (die

3. Kupfer-
saigern

¹¹¹⁵ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 625 – 627; Lothar Suhling, 1976, 117, schreibt, dass durch die schnellere Abkühlung ein homogeneres Gefüge, eine feinere Bleiverteilung, erreicht wurde.

¹¹¹⁶ Lothar Suhling, 1976, 115, kommt auch auf diese Zahlen.

¹¹¹⁷ Ein direkter Vergleich mit den vier Legierungen für mittlere Silbergehalte ist hier nicht möglich, da Georgius Agricola normalerweise ein Zentnergewicht zu 100 Pfund zu Grunde legt, bei den Angaben zum silberreichen Kupfer jedoch den Zentner zu 133 ⅓ oder 146 ⅔ Pfund angibt, so Lothar Suhling, 1976, 117.

¹¹¹⁸ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 623 f., 627 f., hier macht Georgius Agricola genaue Gewichtsangaben für die unterschiedlichen Kupfersorten.

¹¹¹⁹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 628 f; Lothar Suhling, 1976, 119 f., demnach wurde bei diesem Verfahren in etwa 60 % des Ausgangskupfers 78 % des gesamten Silbers konzentriert. Das stufenweise Anreichern und Absaigern der Frischstücke ist schematisch in Abb. 13, 120, dargestellt.

Saigerscharten mit der dazwischen liegenden Saigergasse), einen Schild, eiserne Ofenwände (Saigerbleche) und einen Tiegel (Sumpf). Der Sockel, auch Saigerbank genannt, bestand aus zwei Sohlsteinen, darauf gesetzten Quadersteinen oder Ziegeln und zwei Kupferplatten. Zwischen den Quadersteinen bzw. den Kupferplatten ließ man einen Spalt. Außerdem waren die Kupferplatten zur Mitte hin geneigt. So entstand die Saigergasse, eine von hinten nach vorn geneigte Rinne, durch die das Saigerblei in den Tiegel geleitet wurde. Die Saigerbank erhielt einen Schild (Rückwand), der die Hüttenwand vor Beschädigungen schützte, und an den übrigen drei Seiten eiserne Wände. Diese waren so konstruiert, dass man den Ofen in der Breite verstellen konnte. Der vor der Saigergasse befindliche Sumpf war im Boden eingelassen und mit Lehm ausgestrichen.¹¹²⁰ Üblicherweise wurden vier Frischstücke auf die Saigerbank gesetzt, so dass sie quer über der Saigergasse standen. Unter die Frischstücke wurden eiserne Klötze (oder Ziegel) gelegt, damit sie dem Feuer besser ausgesetzt waren. Zwischen die Frischstücke kamen große Kohlenstücke, die diesen zusätzlich Halt gaben. Anschließend wurden die Saigerbleche aufgesetzt und befestigt. Der Saigerofen wurde ebenso wie der Tiegel mit Kohlestückchen gefüllt. Man schüttete glühende Kohlen gleichmäßig darüber, die dann die gesamte Kohle anzündeten. Die Kohlen aus dem Tiegel wurden in die Saigergasse geworfen, damit auch diese erwärmt wurde und das abtropfende Blei hier nicht erstarrte, sondern abfloss. Nach einer Viertel Stunde begann das Saigerblei von den Stücken abzutropfen. „Silber tropft zusammen mit dem Blei ab, denn beide schmelzen schneller als Kupfer.“ Das Saigerblei (oder Werkblei) floss in den Tiegel und wurde in Kupferpfannen ausgekellt. Diese wurden vorher mit lehmigem Wasser ausgespült, damit man die Bleistücke leichter herausstürzen konnte. Die Dörner, die sich unten im Herd bildeten, wurden später mit einer Krucke in den Tiegel gezogen und wiederum geschmolzen. Auf der Saigerbank blieben die Kienstöcke zurück, die zum Darrofen gebracht wurden.¹¹²¹ Man erhielt also drei Produkte aus dem Saigerofen: das silberhaltige Werkblei, das im Treibofen weiterverarbeitet wurde, die Dörner, die erneut geschmolzen wurden, und die vom Silber befreiten Kienstöcke, die gedarrt wurden.

Auch Stücke, die aus Dörnern oder Schlacken erschmolzen wurden, kamen wiederum in den Saigerofen. Dabei konnte man, da diese nicht so schwer waren, auch fünf Stücke einsetzen.¹¹²²

Auf den Treibprozess geht Georgius Agricola nur noch kurz ein, da dieser im zehnten Buch ausführlich beschrieben wird. Das erschmolzene Saigerblei wurde jedoch nicht in eine Treibhütte gebracht, denn die Saigerhütte, die Georgius Agricola beschreibt, hatte selbst eine Abteilung mit vier Treiböfen.¹¹²³

4a. Silber-
abtreiben

Ein Prozess, der der Kupfersaigerung folgte, war das Darren der Kienstöcke. Zunächst wurden die Bleizacken von den Kienstöcken abgeschlagen und zur Weiterverarbeitung zusammen mit den Dörnern gesondert verwahrt. Die

4b. Darren der
Kienstöcke

¹¹²⁰ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 632 – 637; Lothar Suhling, 1976, 121 f.

¹¹²¹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 637 f; nach Anm. 627 war es unbedingt erforderlich, eine reduzierende Atmosphäre zu unterhalten, damit das Blei nicht oxidierte; Lothar Suhling, 1976, 122 f.

¹¹²² Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 637.

¹¹²³ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 640; Lothar Suhling, 1976, 114, Abb. 11.

Kienstöcke wurden zum Darrherd gebracht. Dieser bestand aus einem Herd, der aus Lehm hergestellt wurde und entweder mit Kupferplatten oder einer Schicht Ziegel belegt wurde. Er war im hinteren Teil so hoch, dass er fast an die Luftlöcher der hinteren Ziegelmauer reichte und von dort nach vorn abfiel. Die Seitenwände, der vordere und der hintere Gewölbebogen wurden aus Feld- oder Backsteinen gemauert. Der hintere Gewölbebogen wurde mit einer Ziegelmauer geschlossen. Diese Rückwand hatte fünf Luftlöcher. Der Bau eines solchen Gewölbes war notwendig, da nur dadurch das Gewicht des Rauchabzugs, der aus mit Kalk gemauerten Ziegeln bestand und 36 Fuß hoch war, getragen werden konnte. Außerdem wurde der Ofen mit einem Innenmauerwerk versehen, das bei Schäden leicht ausgebessert werden konnte. Geschlossen wurde der Ofen mit einer eisernen Tür, die man an Ketten herablassen konnte. Neben dem Ofen befand sich ein Wassertrog. Georgius Agricola unterteilt den Darrprozess in vier Arbeiten, die an vier Tagen durchgeführt wurden. Am ersten Tag wurde der Ofen vorbereitet, indem man die Herdsohle mit Erdgestübe bestrich und Kohlestaub darüber streute. Auf der Herdsohle wurden am zweiten Tage zehn Reihen Backsteine verlegt, so dass zwischen ihnen Zwischenräume blieben. Schließlich wurde der Ofen beschickt. Dazu wurden zunächst im hinteren Teil Kienstöcke eingelegt und mit großen Kohlenstücken bedeckt. Dann wurde der vordere Teil des Ofens ebenso gefüllt. Insgesamt wurden 70 Zentner Kienstöcke eingebracht. Ganz vorn im Ofen ließ man Platz, um Kupferstücke aus dem Garherd mit zu verarbeiten. Am dritten Tag begann die Hauptarbeit, indem man vor dem Herd Kohlen entzündete und diese weißglühend machte. Diese Kohlen wurden dann in den Herd geworfen und gleichmäßig verteilt. Nach 1 ½ bis 2 Stunden waren die Kienstöcke weißglühend. Nun wurde dort, wo es notwendig war, nochmals Kohle aufgeschüttet. Nach 5 Stunden trat dann die Schlacke aus den Gassen zwischen den Ziegelsteinen aus, bzw. wurde mit einem Schlackeneisen aus dem Ofen gezogen. Diese Schlacken bestanden hauptsächlich aus Bleiglätte. Wenn die Kienstöcke ausreichend gedarrt waren, wurde der Ofen geöffnet, die Darrlinge – wie man sie nun nannte – herausgehoben und in das seitlich befindliche Wasserbecken geworfen. Dann wurden die Darrlinge auf einen Eichenklotz gelegt und das Kupfer (Pickschiefer) von ihnen abgeschlagen. Am vierten Tag schließlich wurden die Dörner, die sich in den Gassen gebildet hatten, aus dem Ofen gezogen. Außerdem wurden die Metallreste von den Backsteinen abgeklopft. Blei- und Kupferreste wurden gesammelt und wieder verschmolzen.¹¹²⁴

Nach dem Darren musste aus den Darrlingen Garkupfer hergestellt werden. Vier Garherde befanden sich in der gleichen Abteilung wie die Darröfen an der gegenüberliegenden Wand. Dies war sinnvoll, weil sie so an die Blasebälge und den Rauchabzug angeschlossen werden konnten. Rechtwinklig zur Hüttenwand wurden zwei Zwischenwände gemauert, an denen jeweils rechts und links die Garherde errichtet wurden. Sie waren mit Gewölbebögen versehen, die die Rauchfänge trugen. Jeder Ofen war 6 Fuß, zwei Handbreit lang, 3 Fuß, 2 Handbreit breit und 1 Elle hoch.¹¹²⁵ Der Herd war aus Quadersteinen errichtet

5. Kupfer
garmachen

¹¹²⁴ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 640 – 651; Lothar Suhling, 1976, 123 – 125, die von den Kienstöcken zurückbleibenden Darrlinge bestanden aus einem Kupferskelett, das mit Pickschiefer, einem silberhaltigen Gemisch aus oxidiertem Kupfer und Blei, bedeckt war.

¹¹²⁵ Die Maße waren also 217,0 x 116,8 x 66,8 cm, nach Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 926.

und in der Mitte mit Gestübe gefüllt. Unter jedem Herd befand sich eine Abzucht. Ähnlich wie beim Schmelzofen wurde der Herd mit Erdgestübe, Kohlenstaub, Flusssand und Asche sorgfältig in mehreren Arbeitsgängen vorbereitet. Der Tiegel in der Mitte des Herdes war schräg abwärts geneigt. Eine eiserne Platte, unter der die Schlacken abfließen konnten, wurde schräg über die Schmelzgrube (den Tiegel) gestellt. Zum Garmachen der Darrlinge schüttete man zunächst glühende Kohlen auf den Herd, dann wurden die Darrlinge eingelegt. Je nach Qualität des Kupfers wogen sie zwischen 2 und 3 Zentner. Die Blasebälge fachten ein starkes Feuer an, außerdem lockerte der Schmelzer das Schmelzgut mit einer Eisenstange auf, damit der Wind auch dort die Flammen anfachte. Wenn die Schlacken abgeflossen und alle Kupferstücke geschmolzen waren, wurde eine Probe genommen, indem man einen Eisenstab in den Tiegel einführte. An der Färbung und der Art des anhaftenden Kupfers erkannte man, ob das Kupfer gar war. Es wurde in dem Tiegel so lange weiter gegart, bis die Probe ergab, dass das Kupfer die gewünschte Qualität hatte. Nach dem Abziehen der Schlacken wurde das Kupfer vorsichtig abgekühlt, scheibenweise aus dem Tiegel gehoben und in einen bereitstehenden Wasserbehälter getaucht. Bei dieser Arbeit, die 2 bis 3 Stunden dauerte, bediente ein Meister mit seinem Gehilfen zwei Garherde gleichzeitig.¹¹²⁶

Man erhielt in den verschiedenen Verarbeitungsstufen des silberhaltigen Kupfers folgende Nebenprodukte: Schlacken (vom Frischen und Garen), Dörner (vom Saigern und Treiben), Darrost (beim Darren anfallende Dörner), Pickschiefer (aschgraues Kupfer vom Darren), Ofenbrüche bzw. Ofensauen oder Krätze (vom Frischen und Darren) sowie Herdblei und Bleiglätte (vom Treiben). Da diese Nebenprodukte alle noch silberhaltig waren, wurden sie in verschiedenen Verfahren aufgearbeitet. Dabei wichen diese Produkte in ihrem Kupfer-, Blei- und Silbergehalt sowie in der Art und Menge der Verunreinigungen stark voneinander ab, so dass man sie nicht einfach miteinander und in einem Prozess weiterverarbeiten konnte.¹¹²⁷ Georgius Agricola geht im letzten Abschnitt des 11. Buches zum Teil sehr ausführlich auf die Aufarbeitung dieser Nebenprodukte ein. Die meisten dieser Produkte wurden in unterschiedlicher Zusammensetzung gefrischt und anschließend gesaigert, um das noch enthaltene Silber gewinnen zu können. Ofenbrüche bzw. Ofensauen oder Krätzen mussten zuvor gepocht und gewaschen werden. Diese Verfahren hier einzeln darzustellen, würde zu weit führen. Georgius Agricola geht nicht nur auf die verschiedenen Arten des Zusammenschmelzens dieser Produkte ein, er beschreibt auch die zu erwartenden Silbergehalte der Frischstücke und der Saigerprodukte. Daneben erwähnt er mehrmals Verfahren, die ihm aus den Karpaten (Ungarn) bekannt waren. Das Verbleien von Kupferstein bei den Rhättern (Tirol) und die daraus gewonnen Frischstücke hatte Georgius Agricola bereits im 9. Buch beim Schmelzen der Kupfererze dargestellt.¹¹²⁸

6. Neben-
produkte

Im zwölften Buch werden schließlich die „festen Gemenge“ behandelt, nämlich die Gewinnung von Salz, Soda, Salpeter, Alaun und Vitriolen, aber auch

¹¹²⁶ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 651 – 659.

¹¹²⁷ Lothar Suhling, 1976, 126 f.

¹¹²⁸ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 661 – 666; Lothar Suhling, 1976, 126 – 128.

Schwefel, Bitumen und die Glasherstellung. Für die Entwicklung von Verhüttungsverfahren sind diese Ausführungen jedoch ohne Belang.

Die Darstellung der einzelnen Themen ist zunächst allgemein gehalten und beruht auf Georgius Agricola Beobachtungen in St. Joachimsthal (in Böhmen)¹¹²⁹ und in den obersächsischen Bergbauorten, für den Saigerhüttenprozess vor allem in Chemnitz. Bei der Darstellung von Besonderheiten geht Georgius Agricola auch auf nur regional übliche Verfahren ein. In Bezug auf die Münzen behandelt er Nürnberger, Kölner, Antwerpener und Venetianer Münzeinheiten und ihre Gewichte. Bei den Rückgriffen auf antike Quellen werden auch zahlreiche Länder, Städte, Gebirge und Flüsse genannt, deren Berg- und Hüttenwesen in der Vergangenheit bedeutend war. In Bezug auf den zeitgenössischen Bergbau wird neben St. Joachimsthal (Jáchymov) auch Albertham (Albertamy) im Böhmisches Erzgebirge genannt. Weitere böhmische Orte sind Schlaggenwald (Horní Slavkov) und Plan (Planá). Aus dem sächsischen Erzgebirge bzw. aus Obersachsen erwähnt Georgius Agricola Freiberg, Annaberg, Marienberg, Schneeberg, Ehrenfriedersdorf, Dippoldiswalde, Geyer und Altenberg. Vom Harz hatte er ebenfalls Kenntnisse, speziell Goslar und Gittelde werden genannt. Eisleben war für die Kupferverarbeitung bekannt. Von den berühmten Bergstädten Niederrungs werden Neusohl (Banská Bystrica), Kremnitz (Kremnica) und Schemnitz (Banská Štiavnica) erwähnt. Villach mit dem Bleiberg war für die Lieferung silberfreien Bleis für den Probierer von Bedeutung. Einige Länder oder Landschaften werden ohne genaue Ortsbezeichnung angeführt. Hierzu gehören Böhmen, Mähren, Thüringen, Westfalen, Polen, Kärnten, Rhätien, Lusitania und sogar Indien, ferner die Alpen, speziell die Julischen und Rhätischen Alpen, sowie die Tauern, die Karpaten, der Harz und die Eifel.¹¹³⁰ Georgius Agricola hatte diese Regionen nicht alle persönlich besucht, sondern durch seine weitreichenden Beziehungen hierüber Nachrichten erhalten. Fast alle wichtigen Bergbauregionen seiner Zeit sind dabei berücksichtigt. Im europäischen Kontext ist es bemerkenswert, dass der Kupferberg in Schweden vor allem aber der berühmte Bergbau am Falkenstein in Schwaz nicht erwähnt werden. Dies bedeutet aber nicht, dass Georgius Agricola diese Bergbauregionen nicht bekannt waren, sondern nur, dass er nichts über besondere berg- und hüttentechnische Verfahren dieser Reviere berichten konnte.¹¹³¹

Geographische Reichweite

Mit „De re metallica“ legte Georgius Agricola ein Werk vor, in dem der Stand der Verhüttungstechnologie in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts umfassend dargestellt wird. Die meisten Informationen sammelte der Autor in seiner Zeit in St. Joachimsthal (1527 – 1530) und wahrscheinlich in der Saigerhütte in Chemnitz (ab 1531). Es werden jedoch auch immer wieder Verfahren geschildert, die seit längerem etabliert waren, wie z. B. der Tiroler Abdarrprozess.

Technische Entwicklungen und Fortschritte

¹¹²⁹ Heute Jáchymov (Tschechien).

¹¹³⁰ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 830 – 836 (= Geographisches Register, mit Belegstellen).

¹¹³¹ In seinem Werk „De veteribus et novis metallis libri II“, Basel 1546, berichtet er systematisch von den Bergwerken in Europa, Asien und Afrika. Auch die „neuen Inseln“, also Amerika, werden erwähnt. Daraus erhellt, dass er weitaus mehr Bergbauregionen kannte, als er in „De re metallica“ erwähnt. Hans Prescher, 1956 (AGA III), 48 f., geht in der Einführung zu „De ortu et causis subterraneorum“ auf Georgius Agricolas Kenntnisse über Amerika ein.

Dem Probieren der Erze und der Metalle misst Georgius Agricola ebenso wie Vannoccio Biringuccio große Bedeutung für den Erfolg der Verhüttung zu. Beide beschreiben die dafür notwendigen Öfen und Geräte. Bei der Darstellung der Zuschläge geht Georgius Agricola jedoch sehr viel systematischer vor. Er zählt möglicherweise wirksame Zuschläge nicht nur einfach auf, sondern unterteilt diese in vier bei der Verhüttung angestrebte Wirkungen und zählt dann auf, welche Stoffe die jeweilige Wirkung erzielen. Auch innerhalb dieser Stoffgruppen differenziert er weiter.

Georgius Agricola ist der erste Autor, der die Aufbereitungsverfahren, also die Erzscheidung unter Tage und an der Klaubebank, die Erzröstung, die Pocharbeit und die Erzwäsche ausführlich beschreibt, indem er diesen Verfahren ein eigenes Buch widmet. Seine Vorgänger betonten die Notwendigkeit dieser die Verhüttung vorbereitenden Arbeiten auch, beschreiben sie aber bei weitem nicht so umfangreich. Er betont, dass eine optimale Erzaufbereitung ausschlaggebend für den Erfolg beim anschließenden Verhütten der Erze ist. Er stellt dabei alle Verfahren gleichwertig nebeneinander, d. h. er nimmt keine Wertung bezüglich ihrer Qualität und Eignung vor. Aus der Antike überlieferte Verfahren werden genauso dargestellt, wie zeitgenössische Entwicklungen.

Die Schmelzhütte, die Georgius Agricola beschreibt, war grundsätzlich für 6 Schmelzöfen vorgesehen, konnte aber bei Bedarf noch erweitert werden. Diese Größenordnung findet man auch bei Vannoccio Biringuccio. Im Gegensatz zu dessen sehr allgemeinen Angaben, macht Georgius Agricola jedoch detaillierte Angaben zum Bau und zur Einteilung des Hüttengebäudes, das demnach 17,37 m x 18,37 m maß.¹¹³² Die Schachtöfen waren größer als die, die Vannoccio Biringuccio kannte. Die Höhe der Vorderwand lag bei 167 cm, die der Seitenwände bei 200 cm, die lichte Weite bei 41,5 cm und die Tiefe bei 52 cm. Auch diese Schachtöfen wurden nach oben etwas weiter.

Die Schmelzöfen waren alle Gebläse-Schachtöfen, unterschieden sich aber nach der Art der „Zustellung“, wie Alfred Lange treffend beschreibt. „Den Tiegel- oder Stichofen (hier wurden die im Ofen entstandenen Schmelzprodukte durch Öffnen des Stichts (= abstechen) aus dem Ofen entleert) empfahl er [Georgius Agricola] für das Schmelzen reicher edelmetallhaltiger Erze, bei denen nur geringe Mengen Stein anfielen. Eine nochmalige Separation der Schmelzprodukte nach Schmelzpunkt und Wichte erfolgte in den vorgeschalteten Vorherden, in denen sich bereits geschmolzene bleiische Zuschläge befanden. Bei den Spuröfen unterschied Georgius Agricola zwei Typen, nämlich den mit verdecktem offenen Auge und den größeren mit immer offenem Abstich. Ersterer wurde für leichtschmelzende Erze, insbesondere zum Armmachen der Schlacken eingesetzt. Er hatte ein hochliegendes, direkt in den Vorherd mündendes Auge. Größere Spuröfen mit stets geöffnetem Auge verwendete man für edelmetallarme Erze. Sie hatten zwei nacheinander geschaltete Vorherde. Für diese armen Erze war ein verbleiendes Schmelzen wirtschaftlich nicht tragbar. Man schlug stattdessen kupferhaltige Sulfide zu und konzentrierte die Edelmetalle in einer relativ geringen Menge Bleikupferstein. Der Sumpfofen wurde für das verbleiende Schmelzen der leicht schmelzenden

¹¹³² Die Umrechnung der Maße folgt hier und im Folgenden den Angaben von Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 926.

Erze mit mittlerem Edelmetallgehalt eingesetzt. Aus dem Sumpf wurden dabei Blei und Stein in einen zweiten darunterliegenden Sumpf abgelassen. Über die Schlacke wird nichts gesagt, sie floss wohl kontinuierlich über den Sumpf ab oder wurde dort abgezogen.“¹¹³³ Alle Schmelzöfen und ihre technische Einrichtung sind mit genauen Maßangaben versehen und zumeist durch Zeichnungen illustriert. Großen Wert legt Georgius Agricola auf technische Details, so auf die Anlage der Abzuchten, die zwar Peder Månsson nicht aber Vannoccio Biringuccio beschreibt.

Während Georgius Agricola vier Arten von Schachtöfen kannte, beschreibt Vannoccio Biringuccio nur den Tiegel- oder Stichofen. Merkwürdigerweise geht Georgius Agricola nicht auf den Flammofen ein, den Vannoccio Biringuccio doch ausführlich schilderte. Auch wenn diese Öfen im Erzgebirge nicht gebräuchlich waren, verwundert dies doch, da Georgius Agricola im Allgemeinen viele Dinge aus verschiedenen Quellen aufgreift und berichtet. Das Werk Biringuccios kannte er und erwähnt es im Widmungsbrief, geht jedoch über diese Öfen hinweg.

Neben diesen allgemein angewandten Verfahren zum Rohschmelzen von edelmetallhaltigen Kupfer- und Bleierzen gab es noch Schmelzverfahren, die für verschiedene Erze entwickelt worden waren. Hierzu gehörten Seifengold und Golderz sowie gediegenes Silber. Auch für Kupfer, Blei und Zinngraupen kannte man regional unterschiedliche Verfahren, nach denen diese verhüttet wurden. Bei der Methoden der Kupfererzverhüttung stellt Georgius Agricola auch eine frühe Stufe des Tiroler Abdarrprozesses dar, über die bis dahin lediglich die beiden Handschriften (*Speculum Metallorum* und *Schwazer Bergbuch*) Auskunft gaben. Außerhalb der Öfen, nämlich in Töpfen oder Rinnen, wurden Quecksilber, Antimon und Wismut erschmolzen. Verschiedene Arten, das Quecksilbererz zu schmelzen, kannte auch Vannoccio Biringuccio, dessen Beschreibung allerdings nicht so genau ist.¹¹³⁴

Die beim Erzschnmelzen gewonnen Produkte, das Werkblei und das silberhaltige Kupfer wurden dann in der Treibhütte bzw. in der Saigerhütte weiter verarbeitet. Von großer Bedeutung ist das Werk Georgius Agricolas für die Darstellung der Kupfersaigerung, die hier erstmals ausführlich und mit allen Verfahrensstufen bis hin zur Verarbeitung der Nebenprodukte dargestellt wird. Fast das gesamte 11. Buch ist diesem Verfahren vorbehalten. Eine frühe zeichnerische Darstellung dieses innovativen Schmelzverfahrens gibt bereits das „Mittelalterliche Hausbuch“ wieder. Vannoccio Biringuccio hatte das Verfahren nur relativ kurz und ausführlich lediglich den Saigerherd beschrieben. Hier erhalten wir nun eine durch zahlreiche Kupferstiche erläuterte ausführliche Beschreibung bis hin zu detaillierten Rezepten für das Kupferfrischen. Das Kupferspleißen, das vor allem in Oberungarn häufig eingesetzt wurde, wird hier erstmals beschrieben.

Während der systematischen Beschreibung der aufeinanderfolgenden Stufen der komplexen Verhüttungsprozesse geht Georgius Agricola auch immer wieder auf Innovationen ein, die er selbst beobachten konnte oder von denen er erfahren hatte. Das Waschen der Erze mit Setzsieben war ein erst kürzlich

¹¹³³ Alfred Lange, 1955, 131 – 133.

¹¹³⁴ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 772 (Anm. 512).

eingesetztes Verfahren. Beschrieben wird auch eine kombinierte Klaub- und Waschanlage mit jeweils drei Stufen, bei denen die Erzwäsche ebenfalls mit Sieben erfolgte. Einige Prozesse und Einrichtungen werden erstmals durch Georgius Agricola beschrieben. Eine relativ moderne Entwicklung war das Nasspochwerk, das durch Georgius Agricola ausführlich dargestellt und durch technische Zeichnungen illustriert wird.¹¹³⁵ Auch die Amalgamiermühlen für die Gewinnung von Edelmetallen durch Verbindung mit Quecksilber, die Peder Månsson und Vannoccio Biringuccio bereits erwähnen, werden hier genau beschrieben und abgebildet. Ferner wird die Gewinnung von Schwefel und Bitumen als Nebenprodukte beim Rösten der Erze in dafür geeigneten Röstöfen dargestellt.¹¹³⁶ Der Bau einer Flugstaubkammer mit Rauchfang wird ebenfalls beschrieben.¹¹³⁷ Das wichtigste Verfahren zur Silbergewinnung aus Kupfererzen, nämlich der Kupfersaigerprozess, wird hier umfassend wiedergegeben.¹¹³⁸ Der Tiroler Abdarrprozess, in einigen Handschriften bereits verbreitet, wird erstmals durch eine Druckschrift einem breiten Publikum bekannt.¹¹³⁹

Beeindruckend ist die weit fortgeschrittene Mechanisierung der verschiedenen Arbeiten. Nicht nur für den Bergbau stellt Georgius Agricola zahlreiche Maschinen für Förderung, Wasserhaltung und Bewetterung vor. Auch in der Aufbereitung hatte der technische Fortschritt mit der Wasserkraftnutzung als bevorzugter Antriebsenergie Einzug gehalten. Die Hütten hatten parallel zum Raum mit den Schmelzöfen einen Maschinenraum, in dem bis zu sechs Balgpaare von einem Wasserrad angetrieben wurden. An die Welle konnten auch Gestübeepochwerke oder Hämmer zeitweilig mit angelegt werden. In der Hütte verfügte man über Hebezeuge zum Bewegen der schweren Metallstücke oder der Hauben der Treibherde. Flaschenzüge zum Bewegen der eisernen Ofentüren erleichterten ebenfalls die Arbeit. Betrachtet man die idealtypisch dargestellte Schmelzhütte oder die Saigerhütte, die Georgius Agricola vorstellt, so konnte man bereits Mitte des 16. Jahrhunderts in Bezug auf die technische Ausstattung von einer kleinen Fabrik sprechen.

Die Hüttenarbeiter waren hochqualifizierte Fachkräfte, wie schon im *Speculum Metallorum* und im *Schwazer Bergbuch* deutlich wurde. Sie mussten die Arbeiten an den verschiedenen Schmelz- und anderen Öfen und Herden nicht nur grundsätzlich kennen, sondern bei ihrer Arbeit den Prozess genau beobachten und durch entsprechende Änderungen in der Prozessführung, z. B. durch Änderung der Zuschläge oder des Gebläses, optimieren, damit sie die zuvor durch das Probieren ermittelten Metallgehalte auch aus den Erzen und den Zwischenprodukten ausbrachten. Kontrolliert wurde dies durch das Probieren der Produkte auf allen Prozessstufen.

Einem fachwissenschaftlichen Buch angemessen sind die grundsätzlichen Erwägungen, die Georgius Agricola vielen Beschreibungen voranstellt. Dies beginnt bereits bei der Argumentation für eine optimale Trennung von Erzen und Gangart durch eine sorgfältige Aufbereitung. Grundlegende

¹¹³⁵ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 398 f., 370 – 372, 401 – 406.

¹¹³⁶ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 380 – 382, 356 – 258.

¹¹³⁷ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 512 f.

¹¹³⁸ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 608 – 665.

¹¹³⁹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 519 f.

Beobachtungen, wie der Verlust von Metallen im Schmelzprozess durch Verbrennen einerseits oder Verschlackung andererseits, werden dargestellt, bevor Möglichkeiten der Vermeidung dieser Verluste konkret behandelt werden.

Die Systematisierung der Zuschlagsstoffe zeigt einen hohen Grad an Abstraktion. Auch die genaue Aufzeichnung der Metallgehalte auf den unterschiedlichen Stufen des Verhüttungsprozesses, die auch im *Speculum Metallorum* gefordert wird, ist für Georgius Agricola sehr wichtig, um die Arbeit in der Hütte zu kontrollieren und zu optimieren. Die Proberstube war ein Ort, an dem der Hüttenfachmann ungestört genaue Analysen vornahm, dies dokumentierte und den Verhüttungsprozess im „großen Feuer“ danach einrichtete.

Die Arten des Röstens wurden eingeteilt in Verfahren, die für alle Erze genutzt werden konnten, und spezielle Verfahren. Bei der Erzwäsche unterschied Georgius Agricola sieben Waschverfahren. Bei der Beschreibung der Schmelzprozesse geht Georgius Agricola von einer allgemeinen Darstellung der Schmelzhütte und des Schmelzprozesses ebenfalls weiter zu speziellen Verfahren. Bei den Schmelzverfahren unterschied Georgius Agricola grundsätzlich die Schmelzverfahren „in einem Ofen“, denen er sich zuerst zuwendet, von denen „außerhalb eines Ofens“, nämlich in Töpfen oder Rinnen. Die grundsätzliche und systematische Einteilung der Schmelzöfen und ihr Einsatz für unterschiedliche Erzqualitäten folgen zuvor erwähnten Gesetzmäßigkeiten. Beim Schmelzen im Ofen kam es auf die akkurate Beherrschung der vier Elemente Erde, Wasser, Wind und Feuer an. Auch in der weiteren Beschreibung werden immer wieder allgemein anzuwendende Regeln angeführt.

„De re metallica libri XII“ ist die erste umfassende gedruckte Darstellung des gesamten Bergwerkes.¹¹⁴⁰ Während beim Bergbüchlein des Ulrich Rülein von Calw das Hüttenwesen nicht behandelt wurde, beschrieb Vannoccio Biringuccio in seiner *Pirotechnia* den Bergbau nur sehr knapp. „Georgius Agricola hat mit seinem technologischen Hauptwerk von 1556 [...] sowohl was den sachlichen Gehalt als auch die Systematik und Darstellungsweise betrifft, ein lange Zeit im Bereich des Berg- und Hüttenwesens unerreichtes literarisches Vorbild hinterlassen.“¹¹⁴¹ Diesem Urteil Lothar Suhlings kann man sich durchaus anschließen.

5.2.9 Die Sarepta des Johann Mathesius (1562)

Bei der Sarepta handelt es sich um eine Predigtsammlung, in der die Berg- und Hüttenleute in der ihnen geläufigen Berufssprache an das Wort Gottes herangeführt wurden. In diesem Zusammenhang wurden aber auch berg- und hütten technische Arbeitsabläufe als Gleichnis herangezogen und damit überliefert. Während man in fast allen 16 Predigttexten nur vereinzelte Hinweise auf die Verhüttungstechnologie, jedoch keine genaue Darstellung der Einrichtungen und Prozessführung findet, wird in der 7. Predigt die

Kapitel zur
Hüttentechnik

¹¹⁴⁰ Der Begriff „Bergwerk“ wird hier in der zeitgenössischen Bedeutung verwendet, der Bergbau, Hüttenwesen aber auch Proberwesen und bergmännische Markscheiderei insgesamt umfasste.

¹¹⁴¹ Lothar Suhling, 1976, 100.

Kupfersaigerung und in der 13. Predigt die Verarbeitung der Silbererze in St. Joachimsthal dargestellt.

Selbstverständlich waren auch Johann Mathesius als gebildetem Einwohner einer blühenden Bergstadt die Theorien zur Entstehung der Erze und Metalle nicht unbekannt. In seiner 3. Predigt „Von ursprung zu unnd abnemen der Metallen“ greift er diese Theorien auf. Die Genese der Metalle bewirkte Gott, indem er subtile oder destillierte Erde und fette, dichte Dünste (Brodem) in den Klüften und Gängen zusammenzog, temperierte und vermengte. Er mischte Erde und Wasser, so dass ein schwefeliger und quecksilbriger Samen entstand, aus dem allerlei Bergarten und Metalle erzeugt wurde.¹¹⁴² Im Prinzip stellt Johann Mathesius hier zwei Theorien miteinander verknüpft vor, ohne einen Widerspruch zu erkennen oder diese zu bewerten. Die Zahl der Planeten und ihr Bezug zu den Metallen spielt offensichtlich keine Rolle mehr, denn nach Johann Mathesius betrug die Zahl der „Hauptmetalle“ sechs, sieben oder mehr. Er selbst zählt elf Metalle auf.¹¹⁴³ Bei der Beschreibung des Goldes kommt Johannes Mathesius wiederum auf die mittelalterliche Theorie vom Schwefel und Quecksilber als Ursprung aller Metalle zurück.¹¹⁴⁴ An mehreren Stellen wird deutlich, dass er davon ausgeht, dass die Metalle wachsen, geringwertige Erze und Metalle im Laufe der Zeit besser werden und eine Transmutation der Metalle möglich ist.¹¹⁴⁵

*Metallogenese
– Verhältnis zur
Alchemie*

Allerdings bezieht er nicht explizit Stellung zu den zum Teil widersprüchlichen wissenschaftlichen Theorien, da er auf der Kanzel nicht disputieren, sondern dies den Gelehrten überlassen wolle. Wie die Entstehung der Metalle in der Erde sich tatsächlich vollzog, wusste Gott allein. Johann Mathesius wollte jedoch die Meinung „weyser leut, Alchimisten und erfarnen bergkleute“, dass Quecksilber und Schwefel die Grundstoffe der Metalle seien, auch nicht einfach verwerfen. Wenn den Alchemisten die Herstellung der Metalle nicht gelang, so lag das daran, dass diese Kunst Gott allein vorbehalten war.¹¹⁴⁶

Für das Golderz werden als Gewinnungsverfahren die Goldwäscherei, das Mahlen der Golderze und das Anquicken des Goldes mit Quecksilber genannt. Die Gold-Silber-Scheidung durch Cementieren und durch Aquaforte (= Scheidewasser) werden erwähnt, ohne eine Beschreibung zu geben.¹¹⁴⁷

*Verhüttungs-
prozesse*

Unter „Electrum“, „Agstein“ oder „güldig silber“ versteht Johannes Mathesius ein Goldsilbergemisch, bei dem eine Mark Gold ein Fünftel Silber (= 3 1/5 Lot) enthält. Ein solches Metall war aber zu seinen Zeiten nicht mehr in Gebrauch, da man Gold und Silber zu scheiden verstand.¹¹⁴⁸

¹¹⁴² František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 39^v.

¹¹⁴³ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 41^f f.

¹¹⁴⁴ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 57^v. („gold [...] welche er in krafft seines worts auß subtilester erde oder reinesten schwefl und quecksilber geschaffen“)

¹¹⁴⁵ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 39^v, 41^v, 87^r, 86^v, hier spricht er „vom gediegen silber, das in S. Lorenz fundgrub auffm Albertham innerhalb 20. Jaren, in einem stempel gewachsen“ sei; dies bestätigt auch Hermann Weinreich, Wort und Werkzeug in den Predigten des Johann Mathesius, Berlin 1932 (= Abhandlungen und Berichte. Deutsches Museum, 4. Jg. H.2.), 46 f.

¹¹⁴⁶ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 42^v – 43^v.

¹¹⁴⁷ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 57^v, 58^r.

¹¹⁴⁸ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 76^v, 78^r.

Im Zusammenhang mit dem Silbererz erwähnt Johannes Mathesius, dass die Edelmetalle Silber und Gold im Schmelzofen, aber auch auf der Kapelle, d. h. im Probiervverfahren, verbrennen und zu Rauch und Asche werden können.¹¹⁴⁹ Da in St. Joachimsthal vor allem der Silberbergbau umging, gibt Johannes Mathesius eine genauere Beschreibung der silberhaltigen Mineralien. Insbesondere die hohen Silbergehalte hebt er hervor, wenn er schreibt, dass am Ort aus einem Fässlein gutem geschiedenem Erz oft 40, 50, 80 und bis zu 100 Mark Silber ausgebracht wurden. Aus dem Erz einer besonders reichen Grube gewann man 400 Mark Silber aus einem Fass Erz.¹¹⁵⁰ War das Erz so reich, ließ „man es nicht „durch den ofen gehen, sondern man trenckt es ein im spor oder treyberdt“. ¹¹⁵¹ In St. Joachimsthal machte man nur Erze zu Gute, die 4 Lot und mehr Silber enthielten, da sonst die Hüttenkosten zu hoch waren. Johannes Mathesius berichtet aber auch, dass man andernorts Erze mit nur 1 oder 2 Lot Silbergehalt verhüttete, insbesondere wenn diese zusätzlich goldhaltig waren.¹¹⁵² In dieser Predigt werden auch die bergrechtliche Aspekte (Mutung, Verleihung der Grube, Aufteilung der Kuxe, Erbstollenrecht, Anschnitt, Bergrechnung, Betriebspflicht) beschrieben.¹¹⁵³ Wie beim Golderz benennt Johannes Mathesius die wesentlichen Aufbereitungsverfahren, nämlich Erzpochen und Erzaschen, um die Gangart vom Erz zu scheiden, und Verhüttungsverfahren, nämlich Rösten speißiger und heißgrätiger Erze, Rohschmelzen, Verbleien des Silbers und Abtreiben sowie das Feinbrennen im Brennhaus. Auch hier werden die Prozesse zwar benannt, aber nicht beschrieben.¹¹⁵⁴

Beim Kupfer unterschied Johannes Mathesius das ungarischen Kupfer mit einem Silbergehalt von 9 Lot, das Mansfelder Kupfer mit 18 – 19 Lot Silber und das Kupfer aus dem böhmischen Erzgebirge, das sogar 20 Lot Silber enthielt.¹¹⁵⁵ Im Folgenden stellt er dann das Saigern des Mansfelder Kupferschiefers vor.¹¹⁵⁶ Dieser wurde zunächst siebenmal geröstet und zu Kupferstein geschmolzen. „Darnach arbeit man in über die rohe schicht, was man nun für kupffer außbringt, das wird für die Seygerhütten gefüret, da man das silber von dem kupffer scheydet unnd die kupffer gar unnd rein machet. Alda schlägt man den kupffern, so ihr silber bey sich halten, die vierdten theyl bley zu, und setzt da ein 24 stück inn einer schicht auff den seygerherd, da seyget, seyget, oder treufft das bley mit dem silber von den kupfferstücken. Die werck treybet man, wie man inn unsern hütten silber und bley durchs feuer und geblese von einander scheydet. Die kinstöck aber [...] dörret man in einem andern ofen, damit das hinterstellige bley nicht im ofen verrauche. Darnach setzt man die gederten kupffer auf den gar herd, oder gar ofen, da die kupffer gar rein, lauter, oder fein werden.“ Johannes Mathesius stellt dieses Verfahren folgerichtig da, er erwähnt auch die Rückführung verschiedener Nebenprodukte

¹¹⁴⁹ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 87^v.

¹¹⁵⁰ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 88^v, ein Fässchen Erz wog 3 „schwere“ Zentner wie Johannes Mathesius angibt.

¹¹⁵¹ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 89^f; mit Spor bezeichnet Johannes Mathesius hier den Vorherd eines Ofens.

¹¹⁵² František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 89^f.

¹¹⁵³ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 89^v – 90^v.

¹¹⁵⁴ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 90^v, 91^v.

¹¹⁵⁵ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 100^f.

¹¹⁵⁶ Als Begründung führt er an, dass Martin Luther Sohn eines Mansfelder Hüttenherrn war.

wie Dörrlein, Ofenbrüche, Herdblei und Kupferglätte in das Saigerverfahren.¹¹⁵⁷ Eine Beschreibung der Hütte und der Öfen, der Beschickungen und der Dauer der Schmelzprozesse erfolgt jedoch nicht. Die Herstellung von Messing aus Kupfer und Galmei wird ebenso erwähnt wie die Herstellung von Glockenspeise aus Kupfer und Zinn für die Bronzeießerei.¹¹⁵⁸

Die neunte Predigt handelt von Zinn, Wismut, Blei, Spießglas „un was disen metallen verwandt ist“.¹¹⁵⁹ Beim Zinn unterscheidet Johannes Mathesius die aus Zwitter gewonnenen Zinnerze und die Zinnseifen, auch den Zusammenhang zwischen beiden Lagerstätten stellt er dar. Er erwähnt das englische Zinn, das zu seiner Zeit das berühmteste sei, dem aber die böhmischen Zinnseifen in Erbarsdorff, Geyer, Altenberg und Schlackewalde kaum nachstünden.¹¹⁶⁰ Als Nebengesteine des Zinnerzes werden Wolfram, Kobalt und Spießglas genannt. Diese mussten bei der Verhüttung vom Zinn geschieden werden, wobei das Spießglas sehr giftig war.¹¹⁶¹ Das Zinnerz wurde geröstet, gepocht und gewaschen. Zur Abtrennung der Gangart wusch man das Pochgut über den Planherd und im Läutertrog. Beim Ausspülen aus dem Pochtrog wurde das Material im nachfolgenden Gerinne klassiert, so dass man drei unterschiedliche Korngrößen erhielt, die auch getrennt weiter verarbeitet wurden. Johannes Mathesius nennt diese Gerinnstein, Mehl oder Fasenwerk und Schlamm oder Sumpfstain. Der Schmelzofen hatte ein Auge in der Vorderwand, durch das das Zinn in den „gereutherd“ also einen Vorherd floss, der wiederum einen Auslass hatte. Wenn dieser Vorherd voll war und die Schlacken abgezogen waren, erfolgte der Abstich und das Zinn floss in eine Grube ab. Es wurde in Gitter gegossen, gestempelt und zu Ballen gerollt. Diese konnten dann verkauft werden. Hartzinn wurde in Stücke gegossen und verkauft.¹¹⁶² Wismut war ein leichtschmelzendes Metall, das im Feuer leicht verbrannte. Trat es beim Schmelzen anderer Metalle auf, so entstand beim Schmelzen giftiger Hüttenrauch. Wollte man Wismut aus Wismuterz gewinnen, so schmolz man es im offenen Feuer auf freiem Feld oder in einem Windofen.¹¹⁶³ Blei, das in St. Joachimsthal häufig in Form von Bleiglanz oder Bleischweif vorkam, hielt häufig auch Silber. In diesem Zusammenhang erwähnt Johannes Mathesius auch den Rammelsberg in Goslar, dessen Lagerstätte fast zur Hälfte aus Blei bestehe. Dieses hielt auch acht Lot Silber, die man jedoch nicht ausbringen könne. Dagegen war das Villacher Blei fast rein, so dass man zum Probieren vor allem dieses Blei verwandte, da es das Ergebnis nicht verfälschte.¹¹⁶⁴ Das Bleierz

¹¹⁵⁷ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 100^f f.; Lothar Suhling, 1976, 107 f., dieser interpretiert die wenigen technischen Angaben bei Johannes Mathesius dahingehend, dass dem Kupfer die vierfache Menge Blei zugeschlagen wurde. Wie die 24 Saigerstücke in einer Schicht verarbeitet wurden, bleibt fraglich. Möglich ist nach Lothar Suhling die Verarbeitung kleinerer Saigerstücke, die Nutzung größerer Saigerherde oder eines Ofen mit mehreren Saigerbänken oder mehrerer Öfen. Üblicherweise wurden 4 Saigerstücke in einen Saigerherd eingesetzt.

¹¹⁵⁸ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 100^v, 101^r.

¹¹⁵⁹ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 133^v.

¹¹⁶⁰ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 138^v; mit Erbarsdorff könnte Ebersdorf gemeint sein, Schlackewalde ist wohl Schlaggenwald.

¹¹⁶¹ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 139^v; Spießglas ist Antimonsulfid Sb_2S_3 .

¹¹⁶² František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 140^f, 140^v.

¹¹⁶³ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 141^f.

¹¹⁶⁴ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 141^v, 142^r; auch nach Lazarus Ercker war das Villacher Blei wegen seiner Reinheit für das Probieren besonders gut geeignet. Allerdings

wurde nur über die rohe Schicht gearbeitet, d. h. es wurde im Rohschmelzen zu Stein geschmolzen. War das Blei silberhaltig, so wurde es im Treibofen vom Silber abgetrieben. Das abgetriebene Blei, die Bleiglätte, wurde anschließend wieder gefrischt oder als Zuschlag für andere Erze oder Schlacken verwendet. Wollte man Silber von Bleiresten befreien, konnte man dies durch Feuer erreichen, da das Blei leichter verbrannte als Silber. Ebenso trennte man Quecksilber vom Gold. In beiden Fällen entstand ein sehr giftiger Hüttenrauch.¹¹⁶⁵ Das letzte Metall, das Johannes Mathesius in dieser Predigt behandelt, ist das Spießglas. Dieses Erz hielt oft auch Gold und Silber, von dem man es durch Schmelzen trennte.¹¹⁶⁶

Weitere Mineralien, die Johannes Mathesius beschreibt, sind Kupferwasser (atramentum futorium) oder Vitrol, Mysi (gelbes Atrament), Melanteriam (= graues Atrament) und Sory (= rotes Atrament). Diese würden auch als Kupferrauch bezeichnet. Als Zuschlag für Silber und Kupfer, um diese leichtflüssiger zu machen, werden Glasgallen genannt.¹¹⁶⁷

Obwohl auch bei der Beschreibung der verschiedenen Metalle vereinzelt deren weitere Verarbeitung in den Hütten angesprochen wird, ist die 13. Predigt die einzige, die die Verhüttung selbst zum Thema hat. Zum Leittext wählt Johannes Mathesius die Verse Jeremia 6, 27 – 30, indem das Volk Israel mit dem Produkt einer fehlgeschlagenen Erzverhüttung verglichen wird. Dies ist dann der Anlass die Verhüttung in St. Joachimsthal zwar nicht den erfahrenen Hüttenleuten, jedoch „unerfahrenen leuten, so in den hütten nicht gewesen“, zu beschreiben.¹¹⁶⁸

Wenn man die Erze erfolgreich schmelzen wollte, mussten diese zunächst gepocht und vom tauben Gestein geschieden werden. Dem Erz schädliche Mineralien wurden durch das Rösten im Röstofen entfernt (totgebrannt). Wurde das Erz nicht klein genug gepocht, konnte es im Schmelzofen nicht optimal geschmolzen werden und das Silber verbrannte im Feuer.¹¹⁶⁹

Beim Herrichten der Schmelzöfen war große Sorgfalt notwendig. Die Wände eines Ofens musste man mit Lehm auskleiden, damit sich weniger Ofenbrüche bildeten. Auch die Abzucht unter dem Herd musste ordentlich angelegt werden, damit die sich bildende Feuchtigkeit abgeführt wurde. Der fertige Ofen wurde vor dem ersten Schmelzen abgewärmt, d. h. durch Hitze gründlich getrocknet und gehärtet.¹¹⁷⁰ Wenn man mit dem Schmelzen begann, also den Blasebalg anließ, musste man das Feuer so regieren, dass es nicht zu heiß und nicht zu kalt war. Man erreichte dies mit dem Gebläse. Der Schmelzer musste unbedingt darauf achten, dass sich die Form, in der die Düse des Blasebalgs lag, nicht zusetzte, damit der Wind nach allen Seiten das Feuer anfachte. Man setzte zunächst Schlacken in den Ofen und stach diese ab, damit der Ofen ausreichend erhitzt war. Erst dann setzte man das Erz und die Zuschläge in

mahnt er seine Leser, auch dieses Blei stets zu probieren, damit eventuell doch vorhandene Silberanteile nicht zu einem falschen Ergebnis der Probe führten (vgl. Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 71 f.).

¹¹⁶⁵ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 142^f.

¹¹⁶⁶ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 145^f.

¹¹⁶⁷ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 145^v, 146^f sowie 151^f.

¹¹⁶⁸ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 206^v, 207^f.

¹¹⁶⁹ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 207^v.

¹¹⁷⁰ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 207^v, 208^f.

den Ofen.¹¹⁷¹ Welche Zusätze jedem Erz seinen Eigenschaften entsprechend zuzuschlagen waren, wussten die Schmelzer aus Erfahrung. Genauere Angaben macht Johannes Mathesius hierzu nicht.¹¹⁷²

In St. Joachimsthal waren demnach zweierlei Arten des Schmelzens gebräuchlich, nämlich erstens das „Schmelzen über den Stich“ und zweitens das „Schmelzen über den Gang“, im „krummen Ofen“ oder „über das Hölzlein“.¹¹⁷³ Beim „Schmelzen über den Stich“, d. h. im Tiegel- oder Stichofen, wurden Erze oder Schlich und die erforderlichen Zuschläge zunächst im Ofen geschmolzen. Erst danach wurde das Ofenauge (Stich) geöffnet und das Schmelzgut floss in den davor befindlichen Vorherd (Spor).¹¹⁷⁴ In diesem befand sich Frischblei, was das im Rohstein befindliche Silber band. Dieses Verfahren hatte sich als besser erwiesen, als wenn man das Frischblei bereits den im Ofen befindlichen Erzen zuschlug.¹¹⁷⁵

Beim „Schmelzen über den Gang“ wurde im Ofen ein Herd (Spor) gemacht, in dem sich die geschmolzenen Metalle sammelten. Aus diesem Herd führte eine Rinne durch das geöffnete Ofenauge, wodurch das Schmelzgut kontinuierlich in den Vorherd abfloss. Wenn der Vorherd voll war, wurde dieser abgestochen und das Schmelzgut floss in einen weiteren Vorherd, in dem sich Frischblei als Zuschlag befand.¹¹⁷⁶ Beim „Schmelzen über den Gang“ benötigte man weniger Blei, die Erze setzten sich nicht so leicht in den Ofenbrüchen fest und das Silber verbrannte nicht so leicht. Auf diese Weise konnte man in einer Schicht mehr Erz durch den Ofen setzen, so dass sich die Hüttenkosten reduzierten. Nach Johannes Mathesius setzte man dieses Verfahren ein, wenn man silberarmes Erz oder Schlacken schmolz. Reiche oder schwerschmelzende Silbererze schmolz man jedoch besser über dem Stich mit geschlossenem Ofenauge, weil sich die Erze besser mit den Zuschlägen verbanden.¹¹⁷⁷ Bei beiden Herden befand sich Blei im Vorherd, das das Silber aus dem Schmelzgut aufnahm.

„Über die rohe schicht arbeit man bey uns nicht“, merkt Johannes Mathesius an.¹¹⁷⁸ Dieses Verfahren für sehr arme Silbererze war deshalb wirtschaftlich, weil man keine teuren Zuschläge benötigte. Wahrscheinlich fielen solche Erze in St. Joachimsthal nicht an.

¹¹⁷¹ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 208^f.

¹¹⁷² František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 208^f.

¹¹⁷³ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 207^f, 207^v.

¹¹⁷⁴ Johannes Mathesius benutzt die Bezeichnung „Spor“ in diesem Zusammenhang für einen Tiegel und zwar sowohl für den Vorherd als auch für den im Ofen befindlichen Tiegel. Nach DWB, Bd. 16, Sp. 2677, ist das „spor neben spur im hüttenwesen, eine in das gestübe des schmelzofens eingeschnittene grube oder rinne zur aufnahme des geschmolzenen metalls, auch gespor“.

¹¹⁷⁵ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 207^v; das „Schmelzen auf dem Stich“ in einem Tiegelofen stellt Georgius Agricola ausführlich dar, Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 495 – 497.

¹¹⁷⁶ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 207^v; beim Schmelzen mit offenem Auge oder Stich unterscheidet Georgius Agricola zwei Verfahren, erstens das „Schmelzen auf dem Gang“ bzw. „über das Hölzchen“ (Spurofen mit verdecktem Auge) und zweitens das „Schmelzen mit dem krummen Ofen“, einem Sumpfofen, Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 501 – 505.

¹¹⁷⁷ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 207^v.

¹¹⁷⁸ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 207^v; Georgius Agricola beschreibt auch dieses Verfahren. Bei dem „Schmelzen auf die rohe Schicht oder auf dem Lech“ nutzte man einen großen Spurofen mit offenem Auge, Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 506 – 508.

Beim Öffnen des Stichofens floss zunächst das silberhaltige Blei aus dem Ofen, dann die Speise und zuletzt Stein und Schlacken. Das im Vorherd befindliche Blei nahm dann noch eventuell im Stein verbliebenes Silber auf. Die zuoberst schwimmenden Schlacken wurden mit einem eisernen Haken abgezogen. Speise und Stein wurden dann ebenfalls abgezogen, so dass nur das silberhaltige Blei zurückblieb. Dieses wurde mit Kellen in eiserne Pfannen geschöpft. Das so gewonnene Metall nannte man „Hüttenwerk“ oder „Werksilber“.¹¹⁷⁹

Aber auch die abgezogenen Schlacken, die Speise, der Stein und die Ofenbrüche enthielten noch Reste von Silber. Diese wurden deshalb nochmals „über den Gang“ geschmolzen und der dabei anfallende Stein wurde geröstet. Dieser wurde dann mit Blei geschmolzen, so dass auch das restliche Silber verbleit und gewonnen wurde. In jedem Verfahrensschritt sollte das anfallende Material probiert werden.¹¹⁸⁰

Beim Werkblei ermittelte man durch Proben, wieviel Silber beim Abtreiben zu erwarten war. Der Abtreiber stellte den Treibherd aus Gestübe her, zog Glättgassen in den Herd, durch die die Bleiglätte abfloss, und wärmte den Herd gut ab. Der eiserne Treibhut wurde innen mit Lehm bestrichen. Schließlich wurde das Werkblei in den Treibherd gesetzt, der Treibhut mit dem Kran abgesenkt und zwei Treibhölzer in den Herd geschoben. Dann wurde der Blasebalg in Betrieb genommen. Damit die Blasebälge nicht durch die Düsen das Feuer ansogen, hatten die Düsen eiserne „Schneperlein“, die sich automatisch schlossen. Wenn das Werk schmolz, wurden zunächst die oben schwimmenden Unreinheiten abgezogen. Im Treibherd bildete sich dann Bleiglätte, die auf dem Werkblei schwamm und durch die Glättgassen aus dem Herd lief. Wenn nun das gesamte Werkblei zu Bleiglätte oxidiert und abgeflossen war, so blickte schließlich das Silber. Nun musste man das Gebläse sofort anhalten, da der Gebläsewind dem reinen Silber schadete. Man kühlte das Silber ab, indem man Bier oder Wasser neben dem Silber auf den Herd goss (keinesfalls auf das heiße Silber). War das eingesetzte Werkblei zu stark verunreinigt, so bildete sich unter dem Silber ein sogenannter Bleisack. Dies sollte jedoch vermieden werden. Das Blicksilber wurde abgeklopft, geputzt und gewogen.¹¹⁸¹ Schließlich kam es zum Feinbrennen ins Brennhaus. Hier wurde das Silber auf Testen im Brennofen feingebrannt, d. h. zum einen wurden auch die letzten Unreinheiten in diesem Verfahren entfernt, zum anderen wurde das Silber auf einen genau festgelegten Feingehalt gebrannt.¹¹⁸²

Neben den St. Joachimsthaler Erzvorkommen, die im Mittelpunkt der Ausführungen stehen, kannte Johann Mathesius auch andere Montanreviere. Erwähnt werden Lagerstätten in Albertham (Albertamy), St. Georgen (evtl. St. Georgenthal, Jiřetín pod Jedlovou in Tscheschien), Schneeberg und Marienberg, Freiberg, Mansfeld, Goslar, Rauris in der Steiermark, Kärnten und

Geographische
Reichweite

¹¹⁷⁹ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 208^v, 209^f.

¹¹⁸⁰ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 209^f.

¹¹⁸¹ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 209^f – 210^f; diesen Treibofen beschreibt auch Georgius Agricola (Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 576 – 580).

¹¹⁸² František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 210^f; eine Mark sollte 15 $\frac{3}{4}$ Lot Silber halten. Dies ergibt einen Feingehalt von 984 ‰, denn 1 Mark = 64 Quint, 15 $\frac{3}{4}$ Lot = 63 Quint, was exakt den Angaben bei Georgius Agricola entspricht.

Ungarn.¹¹⁸³ Auch die böhmischen Zinnlagerstätten werden angesprochen.¹¹⁸⁴ Johann Mathesius spricht die verschiedenen Formen an, in der die Erze dort gefunden werden, wovon er eventuell auch durch seine Mineraliensammlung Kenntnis hatte, denn er schreibt oft, dass er diese gesehen habe.

Johannes Mathesius betonte in seiner Vorrede, dass er kein Lehr- und Unterrichtswerk für das Montanwesen verfassen wolle.¹¹⁸⁵ Viele bereits bei Georgius Agricola und seinen Vorgängern beschriebene Aufbereitungs- und Verhüttungsverfahren waren auch ihm bekannt. Meist werden sie jedoch lediglich im Rahmen der Predigten erwähnt und nicht so exakt beschrieben, dass technische Fortschritte erkennbar wären. Die Metalle, die ihm aus St. Joachimsthal oder der näheren Umgebung bekannt waren, nämlich Silber, Zinn, Wismut und Blei, behandelte er ausführlicher. Dabei wurden auch wesentliche Probleme der Erzverhüttung, wie das Verbrennen der Metalle oder ihre Verschlackung, erwähnt. Das Saigerverfahren in den Mansfeldischen Saigerhütten am Harz wird mit allen wesentlichen Arbeitsschritten in der 7. Predigt dargestellt. Genauere Angaben zur Silbererzverhüttung enthält schließlich die 13. Predigt. Die Schmelzöfen waren Gebläse-Schachtöfen, wie sie bereits Georgius Agricola beschrieben hatte. Allerdings nutzte man in St. Joachimsthal nur zwei Arten, nämlich den Stich- oder Tiegelofen und den Spurofen mit verdecktem Auge. Für die Treibarbeit nutzt man dort einen Treibherd mit eiserner Haube. Das Probieren der Erze, ihrer Zwischen- und Endprodukte zur Kontrolle und Steuerung der Verhüttungsprozesse war auch in St. Joachimsthal üblich.

Technische
Entwicklungen
und Fortschritte

Die Sarepta ist insofern interessant, weil sie über die Mitte des 16. Jahrhunderts im böhmischen Erzgebirge bekannten Erzvorkommen und die geläufigen Verfahren ihrer Aufbereitung und Verhüttung einen Überblick gibt. Da technische Einzelheiten kaum beschrieben werden, kann man hier weder einen Fortschritt gegenüber älteren Beschreibungen noch spezielle in St. Joachimsthal entwickelte Verfahren erkennen. Auch gegenüber der Darstellung Georgius Agricolas, der einige Zeit vor Johann Mathesius in St. Joachimsthal lebte, sind Fortschritte nicht erkennbar.

5.2.10 Bericht vom Rammelsberge und dessen Bergwerk (1565) von Lazarus Ercker von Schreckenfels

Der „Bericht vom Rammelsberg“ enthält eine Darstellung des Goslarer Hüttenprozesses einschließlich der Vorbereitung der geförderten Erze durch die Erzwäsche und die Erzröstung. Daran anschließend werden die Messingherstellung, das Treibverfahren, das Feinbrennen des Silbers und das Frischen der Bleiglätte beschrieben. Dargestellt wird auch die Vitrolsiederei, da dieses Produkt im Rammelsberg gewonnen wurde.

Abschnitte zur
Hüttentechnik

Lazarus Ercker gibt zwar eine ausführliche Beschreibung der Lagerstätte, auf die Entstehung der Erze geht er jedoch nicht ein. Auch zu den Theorien der Alchemisten nimmt er in dieser kleinen Schrift nicht Stellung, thematisiert wird dies jedoch in seinem „Großen Probierbuch“, weshalb dort auch weitere Ausführungen gemacht werden.

Metallogene
– Verhältnis zur
Alchemie

¹¹⁸³ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 39^v – 41^r.

¹¹⁸⁴ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 138^v.

¹¹⁸⁵ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975; 5. Seite der Vorrede.

Zum mittelalterlichen Hüttenwesen berichtet Lazarus Ercker, dass man die Erze des Rammelsberges nicht nur in Goslar geschmolzen hätte, sondern diese dem Holz und den Kohlen nachgeführt und an zahlreichen Gewässern verarbeitet hatte. Dies erkannte man auch damals schon an den überall auf und beim Harz befindlichen alten Schlackenhaufen. Schon in diesem Zusammenhang bemerkt er, dass die Erze sehr arm an Blei und Silber gewesen seien. Für seine eigene Zeit gibt er an, dass ein Zentner Erz 8 Pfund Blei und 1 Quint (= $\frac{1}{5}$ Lot) Silber halte, eine Mark des Silbers enthielt einen Heller (= $\frac{1}{2}$ Pfennig) Gold. Außerdem war das Gestein so hart, dass der Abbau nur mit Feuersetzen betrieben werden konnte, was zu einem großen Holzverbrauch führte.¹¹⁸⁶

Die Hüttenbetriebe wurden zur Zeit Lazarus Erckers noch teilweise von selbständigen Hüttenherren geführt. Deren Fuhrknechte nahmen am Berg das Erz in Empfang und fuhren es in Höhlwagen zu den Hütten. Es waren für den Rammelsberger Bergbau elf Hütten in Betrieb, drei an der Oker und acht an Grane und Innerste.¹¹⁸⁷

Der Bericht über die Verhüttung der Rammelsberger Erze bezieht sich auf die dort geförderten Blei-Silber-Erze. Nachdem das Erz bereits nach Größe geschieden war, nämlich in kleines Erz und größere Erzstufen, kam das kleine Erz in die Erzwäsche, wo Erz und Gangart möglichst getrennt wurden. Da man nur mit einem Durchlass arbeitete, erhielt man Erz in zwei Korngrößen, das gröbere Kern-Erz und das feinere Erz-Klein. Das Erz wurde nun einem dreimaligen Röstverfahren zugeführt. Dazu wurde zunächst Erz-Klein in einem Quadrat von 10 Ellen fast eine Elle hoch aufgeschüttet. Darüber wurde $1 \frac{1}{2}$ Ellen hoch Holz dicht aufgeschichtet. Nun wurden die Erzstufen, so wie sie aus dem Berg kamen, aufgeschüttet. Auf einen Roststadel kamen 1.600 Scherben Erz. Anschließend wurde der Rost mit feuchtem Kern-Erz eine Hand breit abgedeckt. Mitten im Rost befand sich ebenfalls Holz, das von den Schmelzern mit heißen Schlacken in Brand gesetzt wurde. Dadurch brannte alles Holz in und unter dem Rost in einer Nacht nieder, anschließend brannte jedoch das Erz selbst durch den darin enthaltenen Schwefel etliche Wochen lang. In diesem Röstverfahren wurde der Schwefel gesammelt, indem man gegen Ende des Prozesses auf den Röststadeln Gruben machte, in denen sich der flüssige, gelbe Schwefel sammelte und abgeschöpft werden konnte. Dabei stellte man jährlich 200 Zentner Schwefel her.¹¹⁸⁸

Erzwäsche und
Erzröstung

Bei diesem Verfahren stellte sich für Lazarus Ercker eine Frage, die er selbst nicht klären konnte. Die Schwefelsammler waren der Meinung, dass sie mehr Schwefel gewinnen könnten, wenn das zum Abdecken verwendete Erz aus der Vitriolwäscherei käme. Er vermutete, dass der in das „Victril-Klein“

¹¹⁸⁶ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 238 – 240.

¹¹⁸⁷ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 246; Christoph Barthels, Michael Fessner, Lothar Klappauf, Friedrich Albert Linke, 2007, 243 – 266, beschreiben die Neuordnung des Hüttenwesens am Rammelsberg, wobei die Hütten in landesherrlichen Besitz kamen. 1560 gehörten bereits 8 Hütten dem Herzog, die Neue Hütte, die Alte Hütte, die Galmhütte, die Steinhütte, die Düsterfurter Hütte, die Adenberger Hütte, die Kansteinhütte und die Weissensteinhütte. 1572 befanden sich alle Schmelz- und Treibhütten in herzoglicher Hand.

¹¹⁸⁸ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 246 f.; nach Wilhelm Bornhardt, 1931, IX, maß der Harzer Fuß 0,29 m, eine Elle müsste also 0,58 m betragen, 1 Scherben war ein Hohlmaß, das 0,107 m³ fasste; das Kern-Erz hatte die Größe von Haselnüssen, das Erz-Klein war etwas feiner.

eingedrungene Vitriol bewirkt haben könnte, dass dieses stärker zusammensinterte und weniger Schwefel mit dem Rauch verbrannte. Andererseits nahm man das „Victril-Klein“ nicht gern auf die Hütten, weil sich daraus nur wenig Blei und Silber schmelzen ließ, wobei wiederum der darin verbliebene „calcionierte Victril“ die Ursache sei.¹¹⁸⁹

Die Vitriolsiederei aus grauem Kupferrauch, den man im Rammelsberg gewann, hatte Lazarus Ercker zuvor beschrieben.¹¹⁹⁰ Der Kupferrauch bestand aus Schieferbruchstücken, die in den alten Grubenbauen durch natürlich entstandene und auskristallisierte Vitriole zu einer festen Masse verkittet waren. Durch das Feuer setzen und die dadurch entstehende Hitze wurde dieser Prozess noch gefördert.¹¹⁹¹ Trotz der Bezeichnung Kupferrauch handelte es sich um ein Mischvitriol, das überwiegend Eisen, daneben auch Zink und Kupfer enthielt.¹¹⁹² Gewonnen wurde der grüne Vitriol, indem man den geförderten Kupferrauch in heißem Wasser auslaugte, wobei sich die Sulfate aus dem Gestein lösten. Die Lauge wurde geklärt und durch Siederei angereichert. Die Auskristallisation geschah in Fässern, in denen sich Schilfrohrstängel befanden, an denen der Vitriol Kristalle bildete. Die restliche Lauge wurde wieder in den Betrieb zurückgeführt.¹¹⁹³

Weitere Produkte, die aus dem Rammelsberg gewonnen wurden, waren Ockergelb, gediegener Victril (= Gogkel Gut), weißer Victril, grün-bläulicher Victril (= Grüner Galitzenstein), Kupferrauch, Grauer Atrament, Bergtalg (eine Art Steatit), Federweis und Nicht, Misy oder Sory.¹¹⁹⁴

Da zur Zeit Lazarus Erckers das Feuer setzen im Rammelsberg betrieben wurde, beobachtete er, dass etliche Orte im Bergwerk zuwuchsen, wenn man den Kupferrauch nicht abbaute. Beim Auslaugen des geförderten Kupferrauchs blieben unlöslich Teile zurück, die man je nach Korngröße „Victril-Klein“ und „Victril-Kern“ nannte. Diese wurden zum Abdecken der oben erwähnten Röste genutzt. Lazarus Ercker glaubte einerseits, dass der Kupferrauch selbst kein metallisches Erz enthielt. Er schreibt aber auch, dass das beim Auslaugen übrigbleibende Victril-Klein dem übrigen Rammelsberger Erz gleich sei.¹¹⁹⁵

Da Vitriole als Sulfate (Salze der Schwefelsäure)¹¹⁹⁶ einen hohen Anteil an Schwefel enthielten, erklärt sich hieraus die Erfahrung der Schwefelsammler bei den Röststadeln. Der Kupferrauch enthielt an Metall vor allem Eisen, geringe

¹¹⁸⁹ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 247, 243, nach Anm. 55 bedeutet „kalzinieren“, dass der Vitriol durch die Hitze zunächst flüssig wurde und dann die Feuchtigkeit verdampfte, der Vitriol also in dem Erz zurückblieb.

¹¹⁹⁰ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 243 – 245; auch Christoph Andreas Schlüter beschäftigte sich mit dem Sieden des Grünen Vitriols in Goslar, Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 577 – 587.

¹¹⁹¹ Franz Rosenhainer, 1968, 21 f.; Wilhelm Bornhardt, 1931, 169, 165, demnach hatte der Kupferrauch seinen Ursprung in Tagwässern, die durch den erzhaltigen Alten Mann sickerten und dabei vitriolische Lösungen aufnahmen. Im tiefer gelegenen Alten Mann bildeten sie dann Krusten aus Eisenvitriol. Ähnlich Mineralien waren Atrament, Jöckelgut (Zinkvitriol) und Misy.

¹¹⁹² Franz Rosenhainer, 1968, 21.

¹¹⁹³ Franz Rosenhainer, 1968, 87.

¹¹⁹⁴ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 242 f., 245.

¹¹⁹⁵ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 243.

¹¹⁹⁶ Eisen- oder grüner Vitriol = Eisen(II)-sulfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$), Zink- oder weißer Vitriol = Zinksulfat ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$), Kupfer- oder blauer Vitriol = Kupfersulfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$), siehe Jürgen Falbe, Manfred Regnitz (Hrsg.), 1999, 4888.

Mengen Zink und noch weniger Kupfer. Das hieraus weder Blei noch Silber zu erschmelzen waren, ist somit erklärlich. Es wird an dieser Stelle deutlich, dass es den Hüttenleuten nur begrenzt möglich war, die chemische Zusammensetzung der Erze oder Mineralien komplett zu erschließen. Die ausgebrachten Metalle oder der gesammelte Schwefel stammten offensichtlich aus dem Erz. Da der Schwefel und die Metalle, die der Kupferrauch enthielt, jedoch im gesamten Herstellungsprozess des grünen Vitriols als solche nicht dargestellt wurden, wurde deren Existenz auch nicht deutlich.

Beim Anlegen des zweiten Rostes wurde das Erz-Klein nur $\frac{1}{2}$ Elle hoch aufgeschüttet. Auch war die Grundfläche nur so groß, dass man aus dem Erz des ersten rohen Rostes nun zwei Röststadel machte. Zur Abdeckung wurde das Erzklein des ersten Rostes wieder verwendet, das man sorgsam abzog. Auch hier wurden Brände gesetzt, aber der zweite Rost brannte nicht mehr so lange wie der erste, auch wurde hier kein Schwefel mehr gewonnen. Das Erz-Klein unter den Rösten floss zu einer dichten Masse, gleich dem Kupferstein, zusammen. Es wurde jeweils gesondert gesammelt und als „Stahl“ bezeichnet.¹¹⁹⁷

Das Erz wurde nun ein drittes Mal geröstet und zwar auf kleinen Rösten mit wenig Holz und nur noch $\frac{1}{4}$ Elle Erzklein darunter. Nachdem dies letzte Feuer ausgebrannt war, brachte man das Erz zu den Schmelzhütten.¹¹⁹⁸

Den Bau dieser Hütten schildert Lazarus Ercker ausführlich. In den einzelnen Hütten wurden zwei oder drei Öfen, oft aber auch nur ein Ofen betrieben, so dass man insgesamt bei Goslar 29 Feuer, also Schmelzöfen, hatte. Die Öfen benötigten Wasserkraft zum Antrieb der Blasebälge. Es wurden jedoch nicht mehr als zwei Öfen mit einer Welle angetrieben, wobei die Schmelzer, wenn möglich, jeden Ofen mit eigenem Rad und Welle betrieben.¹¹⁹⁹

*Aufbau der
Schmelzhütte
und der Öfen*

Der Schmelzofen wurde aus Schiefersteinen so gemauert, dass er innen zwei Mauerziegel tief und weit war. Er reichte $2 \frac{1}{2}$ Ellen über die Öffnung für die Schmelzform hinaus.¹²⁰⁰ Zwei Ellen unterhalb des Herdes wurde eine Abzucht angelegt, die die entstehende Feuchtigkeit abführte. Die Rinne, die das Wasser abführte, mündete in den Goslarschen Hütten oft in die Radstuben, was Lazarus Ercker kritisiert, denn dadurch konnte Feuchtigkeit in die Abzuchten gelangen, was dem Schmelzprozess schadete.¹²⁰¹ Wichtig war auch, dass die Formen beim Schmelzen so eingelegt wurden, wie es das Schmelzen erforderte, nicht zu flach und nicht zu steil.¹²⁰² Dann wurde auf die Abzucht ein großer Stein, der Tiegelstein gelegt. Darüber wurde ein Herd aus Lehm, der mit kleinen Schlacken vermenget war, angelegt. Darauf kam ein weiterer Herd aus Lehm, welcher, wenn er getrocknet war, mit gebranntem Erz daumendick

¹¹⁹⁷ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 247 f., nach Anm. 83 entstand dieser Stahl nicht aus Eisen, sondern bestand aus zusammengeflossenen, gehärteten Erzen.

¹¹⁹⁸ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 248.

¹¹⁹⁹ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 248, diese Angaben stimmen in etwa überein mit den Forschungsergebnissen von Christoph Bartels, Michael Fessner, Lothar Klappauf, Friedrich-Albert Linke, 2007, 283 – 288, diese ermitteln für 1564 31 Öfen in 10 Hütten, für 1565 25 Öfen in 10 Hütten und für 1569 16 Öfen in 11 Hütten.

¹²⁰⁰ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 249, Lazarus Ercker schreibt „dritthalb“, was nach DWB, Bd. 2, Sp. 1424, zwei und ein halbes ist.

¹²⁰¹ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 248 f.

¹²⁰² Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 248.

ausgeschlemmt wurde. Dieser Herd befand sich mittig unter der Vorderwand des Ofens, halb innerhalb und halb außerhalb des Ofens. Er wurde dann gründlich abgewärmt.¹²⁰³

Nun wurde der Ofen zugemacht. Zunächst kam ein Füllfaß Kohle in den vorgewärmten Tiegel, dann folgten drei Füllfässer leichter Kohlenlesche. Das besondere dieses Zumachens war, dass man nur gepochte, harte Holzkohle nahm, die auch nicht gesiebt wurde. Lazarus Ercker weist ausdrücklich darauf hin, dass in Goslar dem Gestübe kein Lehm beigemischt wurde.¹²⁰⁴ Die Kohlenlesche wurde angefeuchtet und auf dem Herd fest gestampft. Auch vor dem Ofen wurde das Gestübe fest geschlagen und so angelegt, dass die Schlacken nicht herauslaufen konnten. Unter der Vorderwand des Ofens blieb eine Öffnung, die eine Hand weit war. Schließlich wurden glühende Kohle, andere Kohle und dann im Wechsel Schlacken, Kohlen und gebranntes Erz aufgeschüttet bis der Ofen gefüllt war. „Darnach hengen sie an vnd fangen an zu Schmelzen.“ Man nahm keine weiteren Zuschläge, sondern nur das geröstete Erz. Die Luft aus den Blasebälgen wurde mit einer kupfernen Form (keinesfalls mit einer eisernen) in den Ofen geblasen und der Schmelzprozess begann. Dabei sammelte sich das Blei mit dem Silber unter dem Gestübe, so dass es durch die schwefelhaltigen, heißen Schlacken keinen Schaden nahm. Eine Schicht dauerte 23 Stunden, wobei die ausfließenden Schlacken fortwährend abgehoben wurden. Lazarus Ercker lobt dieses Verfahren sehr indem er schreibt: „Solch dergleichen schmelzen findet man an keinem Ort. ..., so achte ich doch, daß auf dieses rohe arme Ertz nicht ein beßres schmelzen könne erfunden werden,...“¹²⁰⁵

Schmelz-
prozess

Die rohen, armen Erze des Rammelsberges erfolgreich zu verschmelzen, hatte man schon auf verschiedene Weise versucht. Das Schmelzen über den Stich und den Krummen Ofen war nicht geglückt. Das Problem war, dass die Schlacken so „heißgrätig“ waren, dass sie dem geschmolzenen Blei schadeten. Indem sich beim Goslarer Schmelzprozess das Blei unter dem Gestübe sammelte, konnte „sich das Bley vor den wilden Schlacken [...] bergen.“¹²⁰⁶

Besonderheiten
des
Goslarschen
Hütten-
prozesses

In diesem 23-stündigen Schmelzverfahren setzten die Schmelzer 15 Scherben Erz durch. Daraus gewannen sie meist 2 ½ Zentner Blei, das wiederum 10 Lot Silber enthielt. Nach den zuvor genommen Proben ergab sich aber, dass in jeder Schicht 2 Zentner Blei und 8 Lot Silber nicht ausgebracht werden konnten, was Lazarus Ercker sehr bekümmerte. Obwohl man seiner Kenntnis nach bereits viel Mühen auf die Verbesserung des Schmelzprozesses gewandt hatte, sei hier doch kein Fortschritt gemacht worden. Seiner Meinung nach, die er durch den Vergleich der Proben, die vor und nach dem Rösten genommen wurden, begründet, lag der Verlust an dem Röstprozess. Das in dem gerösteten

¹²⁰³ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 249; nach Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 241 Anm. 335 handelt es sich um einen Sumpfofen. Im „Großen Probierofen weist Lazarus Ercker auch darauf hin, dass der Herd des Ofens eine Neigung nach außen haben sollte, wodurch sich das Blei im Tiegel vor dem Ofen und nicht im Ofen sammelte.

¹²⁰⁴ Üblicherweise wurde das Gestübe aus einem Gemisch von zerkleinerten Kohlen und Lehm, die fein gesiebt und gemischt wurden, hergestellt.

¹²⁰⁵ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 250.

¹²⁰⁶ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 250; bei Christoph Bartels, Michael Fessner, Lothar Klappauf, Friedrich-Albert Linke, 2007, 217, wird ein sehr übersichtliches Schema über den Verhüttungsprozess gegeben, 219 f. wird der Schmelzprozess beschrieben.

Erz enthaltene Blei wurde nach seinen Proben nämlich auch ausgebracht. Ferner hatte er beobachtet, dass bei dem manchmal erforderlichen Umbrechen der Röste, die dabei noch brannten, weiches flüssiges Blei aus dem Erz ausfloss und durch die Holzschicht (Röste) in das darunter befindliche Erz-Klein gelangte. In der dort herrschenden Hitze und in Anwesenheit des Schwefels musste seiner Meinung nach das Blei verbrennen. Lazarus Ercker wurde in dieser Ansicht noch bestärkt, denn Proben aus dem „Stahl“, zu dem das Erz-Klein wurde, enthielten kein Blei.¹²⁰⁷

Am Ende des Schmelzens wurde die untere Vorwand des Ofens und das Gestübe aufgerissen und der Ofen geleert. Das silberhaltige Blei blieb im Ofen zurück. Es wurde in einen neben dem Ofen angelegten Herd ausgeschöpft, wo es abkühlte und nach Freiburger Art in Scheiben abgehoben wurde. Das erschmolzene Produkt war das Schwarzblei. Dieses enthielt 4 Lot Silber pro Zentner.¹²⁰⁸

Nebenprodukte, die beim Schmelzprozess entstanden waren Contrafeth (eine Zinkart), das sich an den Ofenwänden sammelte und nach Bedarf abgeschlagen und gesammelt wurde. Es wurde als Zusatz zum Zinn verwandt. Ferner sammelte sich unter der Schmelzform Eisen, das entfernt werden musste, da es den Abfluss des Bleis störte. Dieses Eisen, Eisensau genannt, konnte man nicht weiter verwerten. Allerdings hatte Paul Klotz, ein Hüttenmeister in Wildemann und Zellerfeld herausgefunden, dass altes Eisen als Zuschlag den Schmelzprozess der dortigen Erze verbesserte. Seither kaufte man für diese Hütten die Eisensauen aus Goslar ein. Ferner bildete sich an den Ofenwänden Galmei (Zinkkarbonat), das zusammen mit Kupfer zu Messing verhüttet wurde. Das Verfahren hierzu hatte Erasmus Ebner aus Nürnberg erfunden und seither gab es im Herzogtum mehrere Messinghütten, in Goslar, Ilsenburg und Harzburg, die mit dem Goslarer Galmei beliefert wurden.¹²⁰⁹

Nebenprodukte

Obwohl Lazarus Ercker feststellte, dass das Rammelsberger Erz auch Blende, die damals hüttentechnisch nicht verwertbar war, und vor allem kupferhaltigen Kies enthielt, konnte er dieses Erz nicht erfolgreich zu Kupferstein schmelzen. Zum einen erhielt er bedeutend weniger Kupferstein aus dem Rohen Stein, zum anderen war auch der Silbergehalt weitaus geringer als erwartet. Ebenso erfolglos war sein Versuch die kupferhaltigen Schlacken zu Stein zu verhütten. Auch andere Hüttenbetreiber hatten dahingehend Versuche unternommen, u. a. mit einem besonders hohen und großen Ofen, dabei aber nichts ausrichten können.¹²¹⁰ Das Kupfer, das in Goslar gesaigert wurde, stammte aus Wildemann und Zellerfeld.¹²¹¹ Erst bei Hardanus Hake erfährt man dann, dass auch die Kupfergewinnung aus dem Rammelsberger Erz gelungen war.

Der nächste Prozess, den Lazarus Ercker beschreibt, ist das Treibverfahren. In Goslar war ein überwölbter Treibherd gebräuchlich, wie ihn Lazarus Ercker

Treibverfahren

¹²⁰⁷ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 251.

¹²⁰⁸ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 252.

¹²⁰⁹ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 252 f. und Anm. 116, 125.

¹²¹⁰ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 255 f.; Lazarus Ercker ließ aus dem Kies zunächst 160 Zentner Rohstein schmelzen, der 1 Lot Silber pro Zentner hielt. Davon nahm er 60 Zentner, ließ sie dreimal rösten und schmolz sie zu Kupferstein. Er erwartete, daraus 15 Zentner Kupferstein samt den 60 Lot Silber zu erhalten, gewann aber nur 6 Zentner Kupferstein mit insgesamt 12 Lot Silber.

¹²¹¹ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 260 f.

auch aus Freiberg kannte. Der Herd wurde aus geschlemmter Asche gemacht, wie es an anderen Orten auch üblich war. Bei einem Arbeitsgang wurden 20, zuweilen auch 25 Zentner Schwarzblei verarbeitet. Der Hüttenarbeiter legte zunächst zwei große Hölzer quer auf den vorgerichteten Herd. Darüber wurden die Bleischeiben in den Herd geschoben, so dass der Herd nicht beschädigt wurde. Das geschmolzene Blei floss dann über die Hölzer in den Herd. Das sich oben sammelnde Schmelzgut wurde abgezogen, wobei man zunächst ein sehr unreines Blei, den Abstrich, abzog, bevor man Bleiglätte (Bleioxid) gewann. Als Treibholz nutzte man in Goslar große runde Hölzer, was Lazarus Ercker kritisiert, denn diese sehr schweren Hölzer waren schwierig zu handhaben, so dass die Gefahr bestand, dass sie in das Werkblei fielen und dabei den Herd beschädigten. Besonders problematisch war dies, wenn das Blei fast vollständig abgetrieben war. Dann wurde die restliche dünne Bleischicht über dem Silber zerstört und das Silber schlug im Ofen herum, d. h. es oxidierte. Die Arbeiter begründeten dieses Verfahren damit, dass der Holzverbrauch geringer war, Lazarus Ercker sah vor allem den dabei entstandenen Schaden. Beim Abtreiben gewann man ca. 5 Mark Silber.¹²¹² Dieses wurde anschließend feingebrannt. In Goslar nahm man dazu Teste, die unter einer Muffel im Brennofen standen, während man an anderen Orten dazu Kapellen und Blasebälge nutzte. Lazarus Ercker hielt diese Art des Silberbrennens für sehr zweckmäßig, denn das Silber blieb unter der Muffel sehr rein, auch wenn der Brennen ohne Blasebalg länger dauerte.¹²¹³

Bleifrischen

Für das Frischen der gewonnenen Bleiglätte und des Herdbleis benötigte man einen Frischofen, der dem Schmelzofen sehr ähnlich war. Er hatte eine Höhe von 7 Werkschuh und der Innenraum war zwei Ziegel weit und tief. Er wurde mit schwerem Gestübe wie der gewöhnliche (nicht der Goslarer) Schmelzofen zugemacht, wobei dieses bis unter die Form geschlagen wurde, während es zum Auge in der Vorwand hin abfiel. Aus dem Auge konnte das Blei in einen vor dem Ofen errichteten Vorherd abfließen. Wichtig war auch hier, dass unter dem Ofen eine Abzucht angelegt wurde. War der Ofen hergerichtet, so wärmte man ihn zunächst mit Kohlen ab. Anschließend wurde er mit Kohlen, Herdblei und Bleiglätte im Wechsel bis oben gefüllt. Dann nahm man die Blasebälge in Betrieb und begann mit dem Schmelzen. Das Blei floss durch das offene Auge (Stich) in den Vorherd. Die darauf befindliche weiche Schlacke wurde mit einer Forke abgehoben. Das Blei wurde in Sandmulden ausgekellt, so dass man Frischstücke von ca. 2 Zentner herstellte. Für das Frischen benutzte man Tannenkohle, denn wenn man zu harte Kohlen nahm, erhielt man weniger Frischblei.¹²¹⁴

Gold-Silber-Scheidung

Schließlich stellte Lazarus Ercker fest, dass der Goldgehalt des ausgebrachten Silbers zu gering war, – 1 Mark Silber hielt 1 Lot Gold – um dies mit Gewinn zu scheiden. Obwohl es vielfach versucht worden war, waren die Kosten hierfür zu hoch, so dass das enthaltene Gold mit dem Silber vermünzt wurde.¹²¹⁵

¹²¹² Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 256 f., 1 Mark = 233,8 g, der Autor geht in Anm. 151 davor aus, dass hier die Kölner Mark zugrunde gelegt werden kann.

¹²¹³ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 257 f.

¹²¹⁴ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 258 f.

¹²¹⁵ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 259.

Wie schon in seiner Einleitung betont Lazarus Ercker zum Schluss nochmals, dass es sich beim Rammelsberg nicht um ein weitläufiges Bergwerk handelte, sondern das gesamte Erz aus einem einzigen Berg gefördert wurde. Eine solche Menge Erz wurde bis zu dieser Zeit noch nie aus einem einzelnen Berg gewonnen.¹²¹⁶

Wie der Titel schon angibt, geht es hier ausschließlich um eine Darstellung der Erzverhüttung am Rammelsberg und die Verarbeitung anderer Bergbauprodukte aus diesem Bergwerk. Um bestimmte Sachverhalte deutlich zu machen, werden zum Vergleich Einrichtungen oder Verfahren, die Lazarus Ercker aus Freiberg kannte, herangezogen.

Geographische Reichweite

Der Bericht vom Rammelsberg wurde von Lazarus Ercker zu einer Zeit angefertigt, als sich dort in zweifacher Hinsicht ein Umbruch vollzog. Zum einen hatten während des Konfliktes zwischen der Stadt Goslar und dem Herzog von Braunschweig-Wolfenbüttel der Bergbau und das Hüttenwesen sehr gelitten, waren auch zeitweise zum Erliegen gekommen. Man befand sich also in einer Phase des Wiederaufbaus. Auch der Wandel der Hüttenbetriebe von privaten Unternehmen zu Betrieben in Besitz der Landesherrschaft fiel unmittelbar in die Zeit, in der sich Lazarus Ercker in Goslar aufhielt (1558 – 1566). Er selbst war mit zwei Schmelzhütten, so auch der Hütte „Zum düsteren Vörde“, belehnt worden.¹²¹⁷ Diese Umstände erklären vielleicht auch die relativ geringe Größe der dortigen Hüttenbetriebe.

Technische Entwicklungen und Fortschritte

Erstmals beschrieben wird in diesem Bericht die Messingherstellung aus Ofenbrüchen, die von Erasmus Ebner initiiert worden war.¹²¹⁸ Auch Vannoccio Biringuccio hatte bereits die Messingproduktion dargestellt, allerdings wurde dabei das Kupfer mit Galmei legiert, der in Italien an einigen Orten abgebaut wurde. Er bezeichnet den Galmei als mineralische Erde bzw. erdiges Erz von gelber Farbe.¹²¹⁹ Auch hier werden die Grenzen des Probierwesens deutlich, denn beiden Autoren, obwohl erfahrene Hüttenleute, war Zink als Bestandteil sowohl des Galmeis als auch der Ofenbrüche unbekannt.

Die Schmelzhütten waren bei weitem nicht so groß, wie die von Georgius Agricola geschilderten, man betrieb am Harz maximal drei Öfen pro Hütte. Auch die Größe der Gebläse-Schachtöfen war eher gering, da jedoch die Größenangaben unvollständig sind, ist dies schwer zu beurteilen. Treibherd und Frischöfen waren nach Angaben Lazarus Erckers denen in Sachsen vergleichbar. Diese drei Öfen, Schmelzofen, Blei-Frischofen und Treibofen sind die einzigen, die im „Bericht vom Rammelsberg“ beschrieben werden. Dies liegt daran, dass Lazarus Ercker den Goslarer Hüttenprozess in den Vordergrund stellt und nur die hierfür benötigten Öfen eine Rolle spielen.

Eine Besonderheit der im Rammelsberg anstehenden Meliererze war, dass sie nicht nur ungewöhnlich hart waren, weshalb das Feuersetzen lange Zeit als Gewinnungsmethode notwendig war, sondern dass sie auch sehr fein

¹²¹⁶ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 261, 237.

¹²¹⁷ Christoph Bartels, Michael Fessner, Lothar Klappauf, Friedrich-Albert Linke, 2007, 244 – 254; Paul Reinhard Beierlein, 1955, 22 f.; Herbert Dennert, ²1986, 122 f.

¹²¹⁸ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 253 f.

¹²¹⁹ Otto Johannsen, 1925, 79 – 81, 132. Galmei ist ein Sammelname für carbonatische und silikatische Zinkerze aller Art, siehe Jürgen Falbe, Manfred Regnitz (Hrsg.), 1997, 1453, Schlagwort „Zinkcarbonat Zn(CO₃)“.

verwachsen waren. Das sonst übliche Pochen und Waschen der Erze, um vor der Verhüttung die Gangart abzutrennen, war hier nicht möglich. Deshalb wurde hier auch nur das kleine Erz einmal gewaschen, das Stufferz ging gleich in die Röstung. Genau dieses Röstverfahren beschreibt auch Georgius Agricola, der hierbei auch besonders hervorhebt, dass das Erz mit rotem Vitriol abgedeckt wurde.¹²²⁰

In seinem „Bericht vom Rammelsberg“ stellte Lazarus Ercker die Verhüttung der relativ armen Erze aus diesem Bergwerk in den Mittelpunkt. Er ist ein wichtiger Beleg dafür, wie regionale Besonderheiten einer Erzlagerstätte dazu führten, dass spezielle Verhüttungstechnik – hier das Schmelzen über das leichte Gestübe – entwickelt wurden, um wirtschaftlich erfolgreich das Bergwerk betreiben zu können. Indem ein sächsischer Hüttenmann diesen Bericht vor allem für seine Verwandten und Bekannten im sächsischen Bergrevier aufzeichnete, wurde die Kenntnis über diesen Verfahren sehr schnell weiter verbreitet und zwar noch bevor er selbst nach Sachsen zurückkehrte. Für Lazarus Ercker war diese Erfahrung in Goslar auch persönlich wichtig, weil er in dieser Zeit schon die Schmelzversuche für die Freiburger Erze vorbereitete, mit denen er nach seiner Rückkehr nach Sachsen jedoch leider keinen Erfolg hatte.

5.2.11 Das Große Probierebuch (1574) von Lazarus Ercker von Schreckenfels

Das „Große Probierebuch“ war das Hauptwerk Lazarus Erckers, in dem dieser seine in einem langen Arbeitsleben erworbenen Kenntnisse zusammenfasste. In drei Büchern werden die Metalle Silber, Gold und Kupfer behandelt, im vierten Buch Blei, Wismut, Zinn, Spießglas, Quecksilber und Eisen.¹²²¹ In allen Büchern wird auch immer wieder die Hüttenarbeit angesprochen, so dass man hier zahlreiche Hinweise auf die dort angewendeten Verfahren findet.

Bücher zur
Hüttentechnik

In der Einleitung unterstreicht Lazarus Ercker die Bedeutung, die die Probierekunst für den Erfolg des Bergbaus hat. Die wichtigste Hilfswissenschaft des Probiereers war die Arithmetik oder Rechenkunst. Auf die Darstellung der Genese der Erze und ihre Gewinnung verzichtet er „der Kürze halber“. Die Zuordnung der sieben Metalle zu den sieben Planeten erwähnt er zwar im Widmungsbrief, er kommentiert sie jedoch nicht weiter, sondern stellt lediglich fest, dass es noch mehr mineralische Erze gebe.¹²²² Die Einführung in seine Bücher leitete Lazarus Ercker mit der Feststellung ein, dass die „herrliche, alte und nützliche Kunst“ des Probiereens von den Alchemisten, „wie auch alle anderen Feuerarbeiten,“ erfunden worden sei, dennoch hielt er offensichtlich nicht viel von ihren Theorien. Er stellte einige ihrer Verfahren vor, wenn es in den Zusammenhang passte. Die Philosophen hatten z. B. ein Mittel (einen Cement) mit dem sie Kupfer in Silber bzw. Silber in Gold verwandelt konnten, das Lazarus Ercker eher negativ beurteilt, denn er schreibt dazu: „Dann in meinen Büchern nichts anders gesetzt wirt, dann allein was natürliche und bewerte Sachen seyn, darauff sich einer zuverlassen und nicht auff eine vergebene hoffnung arbeiten darff.“¹²²³ Zweifel hatte er jedoch in einem Punkt,

Metallogeneese
– Verhältnis zur
Alchemie

¹²²⁰ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 353.

¹²²¹ Paul Reinhard Beierlein, 1955, 70; Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 56 – 256.

¹²²² Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 39, 42 – 44.

¹²²³ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 44 – 42, 100, 184; Lazarus Ercker, 1629, Fol. 1^r, 85^r.

nämlich ob Eisen zu Kupfer werden könne, was daran lag, dass er sich seine Beobachtungen auf Grund unzureichender chemischer Kenntnisse nicht erklären konnte.¹²²⁴ Ganz allgemein betont er die Nutzlosigkeit der „großen Bücher der Philosophen“ für die praktische Arbeit des Bergmanns, da deren Meinung mit den Regeln und Erfahrungen der Bergleute oft nicht übereinstimmte.¹²²⁵ Lazarus Ercker distanziert sich deutlich von den Alchemisten, wenn er feststellt: „Das, was die Philosophen und Naturkundigen über Erze und Metalle geschrieben und worüber sie viel disputiert haben, lasse ich samt ihren Regeln und ihrer Meinung im Werte deshalb bestehen, weil diese ihre Gedanken und Wahnvorstellungen nicht allein ungewiß und oftmals falsch sind, sondern sich auch häufig widersprechen.“¹²²⁶ Zu seiner Zeit nahm jedoch der Einfluss der Alchemisten eher zu als ab, weil auch an den Höfen in Dresden und Prag in landesherrlichem Auftrag nach dem „Stein der Weisen“ geforscht wurde.¹²²⁷

Das wichtigste Handwerkszeug des Probierers war der Probierofen. Lazarus Ercker beschreibt zunächst den seit alters her gebräuchlichen Ofen aus Eisenblech, den Nürnberger Probierofen aus Ton und einen Behelfsofen aus Ziegelsteinen, den man vor Ort kurzfristig selbst herstellen konnte. Wichtig war, dass sich das Feuer im Ofen gut regeln ließ und dass sich Windlöcher und Mundloch nicht mit Asche zusetzten. Diesen Anforderungen entsprach der Ofen, den Lazarus Ercker als letzten beschreibt. Er war quadratisch, etwas höher als breit und verjüngte sich im oberen Teil. Der Boden war aus Ton, der obere Teil des Ofens konnte ebenfalls aus Ton oder aus Eisenblechen hergestellt werden. Der Ofen hatte zwei Mundlöcher übereinander. War der Ofen aus Ton, so musste man bedenken, dass das Material beim Brennen um etwa ein Zehntel abnahm. War der Ofen aus Eisenblech, so mussten in seinem Inneren Eisenstege sein, so dass man ihn mit Lehm ausstreichen konnte. Diese eisernen Öfen waren sogar zerlegbar. Knapp unterhalb des oberen Mundloches befanden sich Löcher, durch die Stäbe geführt wurden, auf die man im Inneren des Ofens eine Platte legen konnte, das Bodenblatt. Außerdem gehörten zum Ofen ein Deckel für das Mundloch und ein Schieber zur Regulierung des Feuers.¹²²⁸

Einrichtung der
Probierstube

Bezüglich der Probiervverfahren für Kupfererz stellt Lazarus Ercker zwei weitere Probieröfen vor. Am besten für diese Anwendung geeignet waren mobile Öfen, die aus Ton hergestellt waren. Man konnte aber auch einen eckigen Ofen aufmauern, der ortsfest war. In den Öfen befand sich in jedem Fall ein Rost, auf den man den Tiegel mit der Kupferprobe stellen konnte. Darunter war ein

¹²²⁴ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 210 f; Lazarus Ercker, 1629, Fol. 100^r f., diesen Sachverhalt diskutiert auch Christoph Andreas Schlüter über 150 Jahre später (Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 461).

¹²²⁵ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 44.

¹²²⁶ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 273; Lazarus Ercker, 1629, Fol. 135^r.

¹²²⁷ Lothar Suhling, 1986, 302.

¹²²⁸ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 49 – 53; eine gute Übersicht gibt die Zeichnung im „Kleinen Probierbuch“, Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 35. In beiden Büchern hatte Lazarus Ercker im Text einen Strich eingefügt, der das Maß war, nach dem die Öfen nachgebaut werden konnten, d. h. der Leser konnte direkt aus dem Buch mit dem Zirkel das Maß abnehmen und dessen im Text angegebene Vielfache abgreifen.

Hohlraum, in den die Kohlen kamen und der eine Öffnung für den Blasebalg hatte, durch den die Hitze reguliert werden konnte.¹²²⁹

Auch die notwendigen Geräte wie „Muffel, Bodenblätter, Scherben und anderes kleines Töpferzeug“ werden ausführlich dargestellt. Die Probierscherben oder -tiegel wurden aus Ton, vermischt mit feinem Sand oder zerriebenen Kieselsteinen, angefertigt. Sie wurden in Formen geschlagen und gebrannt. Auch die Muffeln und Bodenblätter wurden so hergestellt. Besondere Aufmerksamkeit widmete Lazarus Ercker den Kapellen, in denen später das Probiergut abgetrieben wurde. Diese bestanden aus Holzasche und Knochenasche. Zum Ausschlämmen der Kapellen benötigte man eine Klär, die aus Knochenasche und Bier hergestellt wurde. Lazarus Ercker ging davon aus, dass der Probierer seine Werkzeuge selbst herstellte und begann deshalb schon mit der Zubereitung des Tons und der Asche, aus denen diese geformt wurden.¹²³⁰ Wie schon Georgius Agricola darstellte, mussten diese so beschaffen sein, dass sie durch die Hitze nicht zerstört wurden und sie durften keine Feuchtigkeit mehr enthalten, die den Schmelzprozess störte.¹²³¹

In diesem Zusammenhang beschreibt Lazarus Ercker auch die Herstellung eines Flussmittels, dem Bleiglas, das den schwer schmelzenden Silbererzen zugeschlagen wurde. Es bestand aus gebrannten, fein geriebenen Kieselsteinen und roter Bleiglätte. Beides wurde gemischt, in einen Tiegel getan und mit Salz oder Salpetersalz bedeckt. Der Tiegel wurde im Ofen erhitzt, bis die Masse geschmolzen war. Nach dem Abkühlen erhielt man einen Bleikönig, den man beiseite tat, und ein gelbes Glas, das als Flussmittel geeignet war.¹²³² Ein anderes Flussmittel wurde hergestellt, indem man 1 Teil Salpeter und 2 Teile Weinstein zerkleinerte und vermischte. Dies wurde in einen glühenden Tontopf geschüttet, der abgedeckt wurde. Im Topf brannte das Gemisch zu einem schwarzgrauen Pulver. Dann wurde Salpetersalz, Glasgalle und roher Weinstein untergemischt und man erhielt das Flussmittel.¹²³³

Zum Probieren wurden besondere Gewichtseinheiten benutzt, die mit den „normalen“ Gewichtseinheiten in einem festen Verhältnis standen. Diese Einheiten und ihre weitere Unterteilung wurden deshalb ausführlich dargestellt.¹²³⁴ Hier zeigt sich, wie wichtig gute Kenntnisse in der Rechenkunst waren, zumal die weitere Unterteilung der Gewichte nicht nach dem Dezimalsystem erfolgte.

Als Schlusskapitel des ersten Buches beschreibt Lazarus Ercker ausführlich die Probierwaagen, die Probiergewichte und die Einteilung der Gewichte. Damit die

¹²²⁹ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 195 – 199.

¹²³⁰ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 53 – 61; Muffeln waren Hauben, die man über den Kapellen oder Probierscherben platzierte. Die für die Asche zu verwendenden Materialien beschreibt Lazarus Ercker ausführlich. Er hielt Knochenasche vom Kalb oder Schaf für die beste. Auch aus Fischgräten machte man diese Asche. Holzasche wurde z. B. aus Weinreben gewonnen.

¹²³¹ Hans Prescher, 1974 (AGA III), 307 – 310.

¹²³² Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 61 – 62, nach Anm. 48 war Bleiglas ein Bleisilikat.

¹²³³ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 124.

¹²³⁴ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 62 – 65, nach Anm. 51 wog der Probierzentner in Freiberg 3,75 g, im Harz nutzte man einen Probierzentner von 5 g. Dieser war weiter unterteilt in 100 Pfund.

Waage exakt funktionierte und geschützt war, wurde sie in einem Gehäuse aufgestellt. Dies war ihm deshalb besonders wichtig, weil von der Qualität der Messinstrumente die erfolgreiche Arbeit des Probierers unmittelbar abhängig war.¹²³⁵

Dass die Silbererze und nicht die Golderze Thema des ersten Buches sind, begründet Lazarus Ercker mit der Bedeutung des Silberbergbaus in Böhmen und den umliegenden Ländern. Dieselbe Argumentation findet man bereits bei Ulrich Rülein von Calw. Lazarus Ercker hat jedoch noch einen weiteren Grund zunächst die Silbererze zu behandeln, der darin liegt, dass sich von den Silberproben und den dafür benötigten Instrumenten alle Verfahren der Erzproben anderer Metalle herleiten ließen.¹²³⁶

Probieren der
Silbererze

Da schon die Probiervverfahren, genau wie die Verhüttungsverfahren, den Erzen entsprechend gewählt werden mussten, unterschied Lazarus Ercker weichflüssige Silbererze von strengflüssigen. Zu den weichflüssigen zählte er Glaserz, Weißgüldenerz, Hornerz und Rotgüldigerz, die alle sehr silberreich waren und mehr als 50 % Silber enthielten. Auch Bleierze wie grauer, brauner und weißer Bleiglanz gehörten zu den weichflüssigen Erzen, waren jedoch viel ärmer an Silber. Ferner zählten Flusserze, Kupferlasur, Kupfer- oder Berggrün und Kupferglas zu den weichflüssigen silberhaltigen Erzen. Zu den strengflüssigen Silbererzen gehörten dagegen verschiedene Kiese, Kobalt, Mispickel, Blende, Glimmer, Wolfram und grober Wismut. Auch rohe Schlackensteine, Kupfersteine, Speise und Ofenbrüche, d. h. Zwischenprodukte der Verhüttung, zählte Lazarus Ercker zu den strengflüssigen Silbererzen. Der Silbergehalt dieser Erze war sehr unterschiedlich.¹²³⁷

Den leichtflüssigen Silbererzen wurde nach dem Zerkleinern die achtfache Menge Blei zugeschlagen. Blei und Erz wurden in einem Scherben vermischt und im vorgewärmten Probierofen sofort geschmolzen. Das Blei oxidierte und verschlackte bald. Diesen Prozess nannte man „Ansieden“. Wenn dies vollständig geschehen war, nahm man den Scherben aus dem Ofen goss Blei und Schlacken aus und ließ diese erkalten. Schließlich wurden die Schlacken von dem Blei sauber abgeschlagen. Das Blei kam in einer vorgewärmten Kapelle in den Probierofen, der stark erhitzt wurde. Dabei trennten sich Blei und Silber wieder in der Weise, dass das oxidierte Blei von der Kapelle aufgesogen wurde, während das Silber – sofern solches in dem Erz gewesen war – als kleine Kugel in der Kapelle zurückblieb. Diese wurde dann gewogen und so der Silbergehalt des Erzes bestimmt.¹²³⁸ Strengflüssige Silbererze benötigten eine größere Menge Blei, nämlich das 14fache Gewicht, zum Schmelzen. Auch hier wurde zunächst mit großer Hitze das Blei oxidiert, dann jedoch die Temperatur reduziert, um das im Blei schwimmende Erz abzurösten. Erst wenn dies

¹²³⁵ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 101 – 108.

¹²³⁶ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 45 f.

¹²³⁷ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 46 – 48; nach den Anmerkungen des Autors waren Glaserz = Silberglanz oder Argentit (Ag_2S), Weißgüldenerz = Proustit (Ag_3AsS_3), Hornerz = Chlorsilber oder Kerargyrit (AgCl) und Rotgüldigerz = Pyrargyrit (Ag_3SbS_3), Bleiglanz = sekundäre Bleierze wie Cerrussit (PbCO_3), Anglesit (PbSO_4), Pyromorphit ($\text{Pb}_5\text{Cl}(\text{PO}_4)_3$), Flusserze = Flussspat (CaF_2) und Schwerspat (BaSO_4), Kupferlasur, Kupfer- oder Berggrün und Kupferglas = karbonatische und silikatische sekundäre Kupfererze, Kies = Schwefelkies oder Pyrit (FeS_2), Mispickel = Arsenerze, Speise = arsenidische Kobalt- und Nickelerze.

¹²³⁸ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 65.

geschehen war, was man daran erkannte, dass das Schmelzgut nicht mehr rauchte, wurde die Temperatur wieder erhöht und das Erz verschlackt. Blei und Schlacken ließ man leicht abkühlen, goss diese aus und ließ sie endgültig auskühlen, so dass man die Schlacken abschlagen konnte.¹²³⁹ Die Trennung von Blei und Silber wird hier nicht mehr beschrieben, verlief also wohl wie bei der ersten Probe.

Auf diese Weise, „und ist ein rechter guter weg dazu“, schreibt Lazarus Ercker, konnte man fast alle kiesigen und rohen Erze probieren. Man konnte jedoch auch die Silbererze ohne Bleizuschlag abrösten und erst dann unter Zugabe von Blei verschlacken. Besonders schwer zu schmelzende Erze benötigten ein Flussmittel und zwar das oben beschriebenen Bleiglas. Dieses wurde nach dem Abwiegen von Erz und Blei dazugegeben und es verhinderte, dass zu viel Silber in die Schlacken überging. Andere schwer zu schmelzende Erze musste man nach dem ersten Schmelzen von den Schlacken befreien und ein zweites Mal in den Probiertiegel einsetzen und verschlacken lassen. Erst dann konnte man durch das Abtreiben auf der Kapelle den Silbergehalt bestimmen.¹²⁴⁰

Das Problem der Silberverluste sowohl durch das Rösten der Erze als auch durch das Verschlacken beim Rohschmelzen war Lazarus Ercker wohl bekannt. Da sich dies jedoch im Probiervorgang genauso verhielt, wie in der Hüttentechnologie, war dies letztlich unerheblich. Obwohl der absolute Silbergehalt der Erze auch beim korrekten Probieren nicht zu ermitteln war, argumentierte Lazarus Ercker dagegen: „Daß es wol das rechte Probirn ist, nach welchem man die Schmelzwerck richten und anstellen kan, so viel das Ertz Silber in sich hat, wirt nicht dardurch gefunden.“¹²⁴¹

Lazarus Ercker stellt hier zwei Verfahren, die Ansiedeprobe auf dem Scherben und die Tiegelprobe dar. Mit der Tiegelprobe ließ sich zwar der Silbergehalt genauer ermitteln, diese Art war aber nach seinem Urteil „gar nichts wert, besonders wenn viele Erzproben gemacht werden.“ Dieses Verfahren dauerte zu lange, während die Ansiedeprobe in kaum einer Stunde fertig war.¹²⁴² Der entscheidende Punkt war jedoch, dass der Probierer gar nicht wissen musste, wieviel Silber das Erz enthielt, sondern wieviel Silber tatsächlich ausgebracht werden konnte. Dass es beim Schmelzen immer zu Metallverlusten kam, war jedem Hüttenmeister bekannt. Indem die Probiermethode dem Schmelzprozess entsprach, konnte man jedoch feststellen, ob dieser erfolgreich durchgeführt worden war. Damit kontrollierte man fortlaufend den Schmelzprozess und sicherte die Qualität der Hüttenarbeit.

Im Weiteren beschreibt Lazarus Ercker, wie man eine größere Anzahl von Erzproben gleichzeitig und damit effektiv probieren konnte. Besonders wichtig war das genaue Wiegen des Silbers. Die Probierraagen mussten in einem verglasten Gehäuse aufgestellt werden, damit Staub und Wind das Ergebnis nicht verfälschten.¹²⁴³ Es musste auch berücksichtigt werden, dass das zum

¹²³⁹ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 66.

¹²⁴⁰ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 66 f.; Lazarus Ercker, 1629, Fol. 15^f.

¹²⁴¹ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 68; Lazarus Ercker, 1629, Fol. 16^f, gibt dann noch eine weitere Probiermethode an, bei der absolute Silbergehalt genauer ermittelt wurde.

¹²⁴² Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 66, 69, und Anm. 67, 68; Lazarus Ercker, 1629, Fol. 16^v.

¹²⁴³ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 70.

Probieren verwendete Blei nie völlig silberfrei war. Dieses Blei musste also immer wieder probiert und der dort gefundene Silbergehalt bei der Erzprobe berücksichtigt werden.¹²⁴⁴

Beim Probieren der Erze waren letztlich die gleichen Aufbereitungsverfahren, nämlich Zerkleinern, Pochen und Waschen notwendig, wie sie auch großtechnisch erfolgten. Parallelen zum Schmelzprozess in den Hütten waren das Rösten und der Zusatz von Zuschlägen je nach Qualität der Erze, um diese erfolgreicher Schmelzen zu können.

Bei den weiteren von Lazarus Ercker beschriebenen Probierv Verfahren kommen auch immer wieder Sachverhalte zur Sprache, die für den großtechnischen Hüttenprozess von Bedeutung waren. Bei reichen Silbererzen konnte ein Flussmittel, das aus Salpeter und Weinstein bestand, zugeschlagen werden. Arme und unreine Silbererze wurden gepocht und gewaschen, so dass man Schlich erhielt, den man dann auf den Silbergehalt probierte. Selbst silberhaltiges Wasser, das aus alten verwitterten Erzgängen austrat, wurde dahingehend probiert, ob man daraus Silber gewinnen konnte.¹²⁴⁵

Auch die Zwischenprodukte des Hüttenprozesses mussten immer wieder auf ihren Silbergehalt untersucht werden. Hierzu gehörten der Kupfer- oder Schlackenstein und die Speise, die beide beim Rohschmelzen entstanden. „Der Unterschied aber zwischen Speise und Schlackenstein ist der: Während der Schlackenstein mehr Schwefel als Arsenik enthält, ist es bei der Speise umgekehrt.“¹²⁴⁶ Hier half nur das Röstverfahren, obwohl auch nach dem Rösten immer noch Schwefel und Arsen nachweisbar waren.¹²⁴⁷ Schwarzkupfer, Hartwerk und Kupferlech fielen ebenfalls im Hüttenprozess an und wurden regelmäßig probiert.¹²⁴⁸ In diesem Zusammenhang werden vor allem die Maßnahmen erörtert, die für eine korrekte Probe von Bedeutung sind. Eine Beschreibung der großtechnischen Verhüttung erfolgt nicht.

Die weiteren Probierv Verfahren waren dann vor allem für den Münzmeister wichtig. Sämtliche in die Münze eingelieferten Metalle mussten genau auf ihren Silbergehalt probiert werden. Dazu gehörten das Feinsilber, das Brandsilber aber auch gemünztes Geld verschiedener Sorten.¹²⁴⁹ Eine einfache Methode, Legierungen zu probieren, waren Streichnadeln, deren Herstellung und Einteilung Lazarus Ercker ebenfalls beschreibt.¹²⁵⁰ Weitere Bereiche, bei denen der Probierer herangezogen wurde, waren das Probieren von Glockenspeise alter, zerbrochener Glocken, von Werkblei, von Zinn sowie von Eisen und Stahl. Alle diese Metalle konnten nämlich silberhaltig sein und wenn der Silbergehalt hoch genug war, lohnte sich auch eine Scheidung der Metalle. Der zinnhaltigen Glockenspeise musste man mehr Blei zusetzen, als bei Kupfer üblich war. Beim Werkblei konnten, je nach Herkunft der Erze, aus denen das Werkblei erschmolzen war, in sehr unterschiedlichem Maße Unreinheiten dazu führen,

¹²⁴⁴ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 71 f.; das reinste und beste Blei stammte demnach aus Villach (vom Bleiberg in Kärnten).

¹²⁴⁵ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 70 f.

¹²⁴⁶ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 74; Lazarus Ercker, 1629, Fol. 19^v.

¹²⁴⁷ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 72 – 74.

¹²⁴⁸ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 74 – 78.

¹²⁴⁹ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 79 – 88.

¹²⁵⁰ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 130 – 135.

dass dieses schwer schmelzbar war. Diese Unreinheiten mussten erst durch Verschlacken oder Verdampfen ausgebracht werden. Eisen wurde im Allgemeinen von den Hammerschmieden verarbeitet, die nicht einmal wussten, dass dieses Silber enthalten konnte. Dennoch bot Lazarus Ercker hierfür ein Probierv erfahren an, bei dem das Eisen mit Schwefel vermischt geschmolzen wurde. Nach dem Abbrennen des Schwefels wurde es dann mit Bleiglas und Blei wie gewöhnliches Erz probiert. Eher begegnetem dem Probierer die in den Schmelzöfen anfallenden Eisensauen, wenn das verhüttete Erz eisenhaltig war. Diese wurden selbstverständlich, wie alle Verhüttungsprodukte, probiert.¹²⁵¹

Ausführlich beschreibt Lazarus Ercker das Feinbrennen des Silbers, das auch zu seinen Tätigkeiten als Wardein und Münzmeister gehörte. Hierbei gab es zwei wichtige Verfahren, das Feinbrennen auf dem Test und das Feinbrennen unter der Muffel. Bei der ersten Methode wurde zunächst ein Test hergestellt, indem man eine unglasierte Tonschale mit feuchter Asche auskleidete und diese gut trocknete. In diesen Test gab man Stroh und zerkleinerte Silberstücke. Mit einem Holzkohlenfeuer wurden die Silberstücke in einem gewölbten Ofen mit Hilfe eines Blasebalges geschmolzen. Dabei oxidierten im Silber verbliebene Bleireste und wurde von dem Test aufgesogen. Zwischendurch wurde das Silber umgerührt und Proben genommen, um den Reinheitsgrad festzustellen. Beim Silberbrennen unter der Muffel, das Lazarus Ercker aus Goslar kannte, war besondere Geschicklichkeit von Nöten. Die Teste wurden statt in Tonschalen in Eisenringen hergestellt, in denen die Asche festgeschlagen wurde. Diese kamen in oben offene Öfen, wurden jedoch mit einer Muffel (eine gewölbte Haube) abgedeckt. Sie musste eine Öffnung haben, durch die man das Silber umrühren und Proben nehmen konnte. Auch hier wurde mit Holzkohlenfeuer und Blasebalg geschmolzen. Das fein gebrannte Silber sollte einen Silbergehalt von 15 Lot und 3 Quentlein haben, was 984,5 % entspricht. Zur besseren Erläuterung hat Lazarus Ercker für beide Verfahren eine Zeichnung erstellt, auf der die erforderlichen Instrumente und Öfen dargestellt sind.¹²⁵² Hier wird auch nochmals deutlich, wie wichtig die Arithmetik war, wenn man Metalle auf einen vorher festgelegten Silbergehalt bringen wollte.¹²⁵³

Feinbrennen
des Silbers

Eine Besonderheit war das Feinbrennen von Silber, das aus Saigerhütten eingeliefert wurde. Dieses konnte noch geringe Kupferreste enthalten. Aber auch anderes kupferhaltiges Blicksilber musste feingebrannt werden. Ausgebracht wurde dieses Kupfer, indem man Blei zusetzte und beide Metalle dann oxidierten. Entscheidend war, die richtige Menge Blei zuzusetzen. Dies hing vom Kupfer- und vom Silbergehalt ab. Je geringer der Silbergehalt war, desto mehr Blei benötigte man. Dabei wurde zunächst Blei in den Test gegeben und dann das zu reinigende Silber hinzugefügt. Solange man einen Oxidationsprozess beobachten konnte, wurde dann immer wieder Blei zugefügt,

¹²⁵¹ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 78 f., 88 – 92.

¹²⁵² Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 92 – 98.

¹²⁵³ Hier gibt Lazarus Ercker den gewünschten Silbergehalt nur an, in seinem „Kleinen Probierebuch“ findet man zahlreiche Rechenbeispiele, Paul Reinhard Beierlein, Reinhard Winkelmann, 1968, 78 – 89.

bis das Silber rein war. Auch bei diesem Verfahren konnte man auf dem Test oder unter der Muffel arbeiten.¹²⁵⁴

Bei der Beschreibung der verschiedenen Probiervverfahren macht Lazarus Ercker immer wieder auf Details aufmerksam, durch die die Ergebnisse verfälscht werden konnten.

Da sich Lazarus Ercker auf die „Proben im kleinen Feuer“ beschränken will, verzichtet er auf eine Beschreibung des Schmelzens „im großen Feuer“. Das Schmelzen über den Stich, über das Ofenaug, über den Gang und über den krummen Ofen war, wie er schreibt, „an den Bergorten allgemein bekannt.“¹²⁵⁵ Wenn man die ausführlichen Beschreibungen dieser Verfahren bei Georgius Agricola und die weite Verbreitung dieses Werkes berücksichtigt, so konnte Lazarus Ercker davon im Jahr 1574 sicher ausgehen. Nur auf besonders innovative Verfahren will er dann in den folgenden Büchern doch eingehen.

Gold konnte aus Golderzen stammen, es wurde aber auch aus Ablagerungen in Flüssen oder aus Goldseifenlagerstätten gewaschen. Gediegen kam Gold ebenso wie Silber nur selten vor. Bevor Lazarus Ercker auf die Probiervverfahren kommt, beschreibt er verschiedene Verfahren zur Gewinnung von Gold. Goldhaltige Erze wurden gepocht und in der anschließenden Erzwäsche wurde das Gold daraus gewonnen. Besonders erwähnt Lazarus Ercker das „Goltberckwerck zum Knyen zwo Meil von der Eul in Behmen“.¹²⁵⁶ Goldhaltige Ablagerungen, d. h. Goldseifen, wurden ebenso wie Flusssande zur Goldgewinnung gewaschen, wobei dieses Verfahren in Deutschland nur in wenigen Fällen kostendeckend möglich war.¹²⁵⁷

Golderz

Die Methoden der Goldwäscher waren, wie es schon Georgius Agricola beschreibt, technisch so entwickelt, dass möglichst kein wertvolles Metall verloren ging. Am einfachsten war das Waschen von goldhaltigem Sand aus den Flüssen, wo man das Gold durch Schwerkraft vom Sand trennt, indem man diesen über ein mit Kerben versehenes Brett fließen ließ. Um jedoch größere Mengen Goldsand oder Goldseifen zu waschen, hatte man umfangreiche Waschwerke entwickelt, bei denen das Material zunächst durch ein Sieb gerüttelt wurde. Das durchgeseibte Gut wurde dann auf einen Planherd geleitet, der 4 Spannen breit und 30 Spannen lag war. Auf diesem Planherd blieben dann das Gold und andere schwere Mineralien hängen, während der Sand fortgespült wurde. Mit einer solchen Einrichtung, die von zwei Arbeitern bedient wurde, konnte man täglich 300 Laufkarren Goldsand waschen. Eine andere Anlage, in der der Goldsand zwei Planherde hintereinander passierte, war besonders für Material geeignet, das auch Lehm und Ton enthielt, aus dem sich die schweren Anteile nicht so schnell lösten.¹²⁵⁸

Goldgewinnung aus Flusssand und Goldseifen

Bei Flusssanden oder Seifenlagerstätten konnte man also mit relativ einfachen Methoden das Edelmetall gewinnen. Anders verhielt es sich mit goldhaltigen Erzen. Stand das Gold im Erz grobkörnig an, konnte man es von Hand „unter der Faust“ scheiden, indem man es mit einem Fäustel grob zerkleinerte. Bei

Goldgewinnung aus Golderz

¹²⁵⁴ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 94, 98 f.

¹²⁵⁵ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 109.

¹²⁵⁶ Lazarus Ercker, 1692, Fol. 42^f; Eule (Jílové u Prahy) war seit dem Mittelalter für seinen Goldbergbau bekannt.

¹²⁵⁷ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 110 f.

¹²⁵⁸ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 113 – 116.

größeren Mengen wurden die Goldkörner mit Hilfe eines Siebes nach Reinheit und Güte getrennt, „was keiner großen Kunst bedarf.“ War das Gold jedoch fein im Erz eingesprengt, konnte man es nur gewinnen, indem man das Erz im Pochwerk zerkleinerte. Im Nasspochwerk wurde das Erz durch das Blech in ein Gerinne geleitet und über Planherde die Metalle vom tauben Gestein getrennt. Beim Trockenpochwerk erhielt man zunächst ein Erzmehl, das ebenfalls über Planherde gewaschen wurde.¹²⁵⁹

Besonders aufwendig war die Goldgewinnung aus quarzhaltigen und hornsteinführenden Erzgängen. Dieses Erz musste erst geröstet werden, weil es sich nur dann ohne Schaden pochen ließ. Einen entsprechenden Röstofen beschreibt Lazarus Ercker im Folgenden. Er maß zwei Ellen im Quadrat und war sechs Ellen hoch. Auf dem Boden wurden dünne Stützen aus Ziegeln eine Elle hoch gemauert. Die Vorderwand des Ofens war im unteren Teil offen. Zum Rösten legte man auf die Stützwände zunächst zwei Ellen hoch kleines Holz oder Reisig. Darauf schüttete man das Röstgut und zwar das feinkörnigere Erz an die Seiten und das grobkörnigere in die Mitte des Ofens. Anschließend wurde das Holz angezündet. Durch die Stützen unter dem Holz konnte der Wind durch den Ofen ziehen, so dass das Feuer gut brannte. War das Erz ausreichend geröstet, löschte man es ab, indem man von oben Wasser in den Ofen goss. Dadurch wurde das Gestein mürbe. Der Vorteil eines solchen Ofens gegenüber einem offenen Rost bestand darin, dass die Glut zusammenblieb und das Feuer durch den Luftzug auch auf das oben liegende Erz gut einwirken konnte. Hatte man größere Erzmengen zu verarbeiten, sollte man entweder mehrere Öfen bauen oder diese größer konstruieren, wobei jedoch die Proportionen beibehalten werden mussten.¹²⁶⁰ Der harte Quarz oder Hornstein wurde zerkleinert, ohne dass die Gefahr des Totmahlens bestand, die fein verteilten Goldfitter sinterten zusammen und gingen beim anschließenden Waschen nicht verloren.¹²⁶¹

Das durch Waschen gewonnene Gold wurde durch Amalgamieren mit Quecksilber von den übrigen Mineralien getrennt.¹²⁶² Dieses Verfahren beschreibt auch Georgius Agricola.¹²⁶³ Der aus Golderz gewonnene Goldschlich musste von Verunreinigungen befreit werden, was ebenfalls durch Anquicken mit Quecksilber geschah.¹²⁶⁴

Aufbereitung
des Goldes

Lazarus Ercker kannte die bereits von Vannoccio Biringuccio erwähnten und von Georgius Agricola beschriebenen Mühlen für Golderz. Nach seiner Darstellung mahlte man die Golderze oder den Goldschlich zu einem feinen Mehl, das man mit heißem Salzwasser anfeuchtete und mit Quecksilber übergoss. Das Gemenge kam in wassergefüllte Fässer, in denen es umgerührt wurde. Diese Fässer waren als Absetzbecken gestaffelt übereinander angeordnet. Die aus dem ersten Fass überlaufende Trübe lief in das zweite Fass und so fort, so dass sich über mehrere Stufen das Amalgam absetzen konnte. Das so mit dem Quecksilber vermengte Erz wurde wiederum gemahlen,

¹²⁵⁹ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 115 – 117.

¹²⁶⁰ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 117 f.

¹²⁶¹ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 117, Anm. 144.

¹²⁶² Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 113, 115.

¹²⁶³ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 321 f.

¹²⁶⁴ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 118.

mit Blei versetzt und durch ein Leder gepresst. Diese Art der Goldgewinnung hielt Lazarus Ercker besonders geeignet für goldarmen Schlicht, der anders nicht zugute gemacht werden konnte. Allerdings war der Bau der Mühlen und die verschiedenen Arbeitsgänge sehr aufwendig, so dass er zum einen nur lohnte, wenn genügend Gold ausgebracht wurde, zum anderen auch große Mengen Golderz zur Verarbeitung auf der Mühle zur Verfügung standen.¹²⁶⁵

Beim Anquicken des Goldes oder Goldschlichts mit Quecksilber entstand offensichtlich ein sehr inniges Gemisch, denn man musste nach dem Auspressen nicht nur Quecksilber aus dem Gold durch Verdampfen entfernen, umgekehrt enthielt auch das ausgepresste Quecksilber noch Gold. Wurde das Quecksilber für weitere Amalgamationsprozesse eingesetzt, war dies nicht problematisch. Ansonsten musste man das verbleibende Gold in einem Destillationsverfahren gewinnen, bei dem man das Quecksilber verdampfte und in Wasser niederschlug, während das Gold zurückblieb. Dass die Arbeit mit Quecksilber nicht ungefährlich war, wusste auch Lazarus Ercker. Er warnte besonders vor dem Quecksilberdampf oder -rauch, vor dem sich die Arbeiter schützen sollten, da er zu Lähmungen und zum Tod führen konnte.¹²⁶⁶

Für das Probieren der Golderze beschreibt Lazarus Ercker zwei Methoden, je nach Qualität der Erze, die dann auch den Verhüttungsprozessen entsprachen. Leichtflüssige, milde Erze wurden zerkleinert, mit einem Flussmittel (bestehend aus 1 Teil Glätte und 1 Teil Spießglas, evtl. Eisenspäne) versetzt und im Tiegel geschmolzen. Zum Schmelzgut gab man dann reines Blei. Wenn sich Schlacken bildeten, hob man den Tiegel aus dem Feuer und ließ ihn erkalten. Den Metallkönig samt den Schlacken konnte man dann aus dem Tiegel nehmen. Auf einem Probierscherben wurde beides wiederum geschmolzen, wobei die unedlen Metalle oxidierten und in die Schlacken gingen, während das Gold von Blei aufgenommen wurde. Dieses Werkblei wurde dann vom Gold abgetrieben. Strengflüssige Erze wurden nach dem gleichen Verfahren probiert, nur dass man sie vorher röstete. Bei einem dritten Probiervorgang wurde das Rosten mit dem Schmelzen verbunden. Der Goldschlicht oder das Golderz wurden zerkleinert und mit gekörntem Blei und Bleiglas gemischt. Beim Schmelzen stieg das Erz auf und schwamm auf dem Blei. Beim weiteren Erhitzen oxidierte dann das Blei. Dieses Bleioxid reagierte mit den Sulfiden, so dass der Schwefel wie beim Rosten aus dem Erz entfernt wurde. Schließlich trennten sich die Schlacken vom Werkblei, das die Edelmetalle aufgenommen hatte. Aus diesem wurde das Gold dann abgetrieben.¹²⁶⁷

Probieren der
Golderze

Die Gold-Silber-Scheidung erfolgte entweder mit Scheidewasser (Salpetersäure)¹²⁶⁸ oder mit Aqua regis oder Königswasser (Gemisch aus Salpeter- und Salzsäure).¹²⁶⁹ Damit der Aufwand dieser chemischen Verfahren lohnte, musste der Goldanteil sehr hoch sein. Wollte man Gold aus Silber gewinnen, gab es noch die „Gussscheidung“, bei der Schwefel zur Trennung

Gold-Silber-
Scheidung

¹²⁶⁵ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 122 f.

¹²⁶⁶ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 124 – 126, Abb. 17.

¹²⁶⁷ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 126 – 128.

¹²⁶⁸ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 144 – 156; nach 128 Anm. 171 ist die Gold-Silberscheidung mit Salpetersäure nur möglich, wenn das Gewichtsverhältnis Au : Ag \leq 1 : 2,5 ist. Ansonsten musste man die Legierung „quartieren“, d. h. durch Zugabe von Silber ein Verhältnis von Au : Ag = 1 : 3 (¼ der Legierung bestand aus Gold)

¹²⁶⁹ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 156 – 158, 193.

der Edelmetalle eingesetzt wurde.¹²⁷⁰ Diese Methoden, die für den Probierer und Münzmeister sehr wichtig waren, beschreibt Lazarus Ercker ausführlich. Für die Arbeit auf den Schmelzhütten hatten diese jedoch keine Relevanz.

Das nächste Erz, mit dem sich Lazarus Ercker befasst, ist das Kupfererz. Auch hier unterscheidet er, wie beim Silber, zwischen geschmeidigen, leichtflüssigen und strengen, schwerflüssigen Erzen. Zu den leichtflüssigen Kupfererzen gehörten die reichen Kupferglaserze, das Kupfergrün, die braunen Kupfererze mit Eisenschuss und Kupferschiefer.¹²⁷¹ Schwerflüssige Kupfererze waren die Kupferkiese und alle Erze die Blende, Glimmer oder Spat enthielten, ferner quarzige Kiese und – als hüttentechnische Zwischenprodukte – rohe Schlackensteine, Kupfersteine und Ofenbrüche.¹²⁷²

Probieren der
Kupfererze

Für die Kupferproben gab es ein Flussmittel, das aus 1 Teil Salpeter und 2 Teilen Weinstein hergestellt wurde.¹²⁷³ Zum Probieren der leichtflüssigen Kupfererze wurde das Erz zerrieben und mit der dreifachen Menge des Flussmittels vermischt. Dieses Gemisch kam in den Tiegel und wurde mit Salz bedeckt. Der Tiegel wurde geschlossen und auf dem Probierofen langsam erhitzt. Man ließ das Flussmittel noch eine „gute Weile“ einwirken und hob den Tiegel dann aus dem Ofen. Im Tiegel hatte sich dann das Kupfer am Boden gesammelt. Man musste aber beim Schmelzen und Verschlacken aufpassen, dass man den Prozess nicht zu lange betrieb, denn Kupfer verbrannte leicht und ging dann in die Schlacken. Dies erkannte der Probierer daran, dass die Schlacken sehr rot statt braun waren. Das Kupfer wurde dann gewogen und somit sein Anteil im Erz bestimmt.¹²⁷⁴

Die schwer schmelzbaren Kupfererze wurden ebenfalls zerkleinert und dann zunächst auf einem Scherben geröstet. Dieser Prozess geschah bei einem schwachen Feuer und er wurde mehrmals wiederholt, bis das Erz nicht mehr rauchte und nach Schwefel roch. Dabei wurde das Röstgut immer wieder fein zerkleinert. Erst nach dem vierten Rösten war das Erz für das Probieren vorbereitet. Nun vermischte man es mit der dreifachen Menge des Flussmittels und setzt außerdem geflossene Glasgalle zu. Diese Mischung wurde in den Tiegel gegeben, mit Salz bedeckt und der Tiegel verschlossen. Auf dem Probierofen wurde dann die Probe erhitzt, wobei man hier ein stärkeres Feuer benötigte. Auch hier sammelte sich das Kupfer am Boden des Tiegels, so dass man sein Gewicht bestimmen konnte.¹²⁷⁵

Bei diesen beiden Probierv Verfahren erhielt man Schwarzkupfer, ein noch sehr unreines Kupfer, das beim Rohschmelzen entstand. Man konnte auch die

¹²⁷⁰ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 170 - 178, insbesondere Anm. 226 erklärt dieses Verfahren.

¹²⁷¹ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 194 f., nach den Anmerkungen der Autoren waren Kupferglaserze = reine Kupfersulfide wie Kupferglanz (Cu_2S), Kupfergrün = oxidische Kupferverbindungen wie Malachit ($\text{CuCO}_3 \times \text{Cu}(\text{OH})_2$), Azurit ($2 \text{CuCO}_3 \times \text{Cu}(\text{OH})_2$) und Chrysokoll ($\text{CuSiO}_3 \times 2 \text{H}_2\text{O}$), braune Kupfererze = Rotkupfererz wie Cuprit (Cu_2O).

¹²⁷² Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 195, nach den Anmerkungen der Autoren waren Kupferkiese = Kupfer-Eisen-Sulfide wie Chalkopyrit (CuFe_2). Dies war das wichtigste Kupfererz überhaupt.

¹²⁷³ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 199; nach Anm. 259 handelte es sich um ein Flussmittel, das den Schmelzvorgang förderte und reduzierend wirkte.

¹²⁷⁴ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 199 f.

¹²⁷⁵ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 200 f.

Probe noch weiter führen und das Schwarzkupfer auf den Gehalt an Garkupfer probieren. Lazarus Ercker beschreibt auch die Probe auf Garkupfer ausführlich. Diese Probe wurde jedoch nur selten durchgeführt – Lazarus Ercker schreibt, dass die alten Probierer sie anwandten – da die Probe auf den Schwarzkupfergehalt wichtiger war, weil bereits dieses Produkt in den Handel ging und an die Saigerhütten geliefert wurde.¹²⁷⁶

Geringhaltige Kupfererze wurden zunächst zerkleinert und gewaschen, um das taube Gestein zu entfernen. Erst der so gewonnene Schlich wurde geröstet und mit Hilfe eines Flussmittels geschmolzen. Nach allen Arbeitsschritten wurden die Zwischenprodukte genau gewogen. War das erzführende Gestein der sehr harte Quarz, wurde das Erz erst in einem Röstofen geröstet, dann gewaschen und schließlich geschmolzen.¹²⁷⁷

Eine weitere Probiermethode für Kupfererze war die Probe im kleinen Öflein. Dieser kleine Ofen wurde aus Ziegeln oder Ton hergestellt und er war innen eine Spanne weit. Im Öflein machte man unten ein Gestübe aus Kohlenstaub und Lehm. An der Rückseite befand sich eine Öffnung für einen Blasebalg. Zunächst setzte man Kohlen in den Ofen und brachte sie mit Hilfe des Gebläses zum Glühen. Dann setzt man das Erz hinein. Dieses schmolz, sickerte durch die Kohlen und sammelte sich unten im Tiegel. Man ließ den Ofen auskühlen und nahm das Schmelzgut heraus. Das Kupfer oder der Stein fand sich körnerweise in den Schlacken. Diese wurden zu Schlich verarbeitet. Dabei schied sich das Kupfer oder der Stein von den Schlacken ab.¹²⁷⁸ Ein solches Öflein konnte man auch für Bleierz verwenden, wie Lazarus Ercker später beschreibt.

Auch die verschiedenen Zwischenprodukte der Kupferverhüttung wurden genau probiert. Kupferstein wurde auf seinen Gehalt an Schwarzkupfer und dieses bei Bedarf wiederum auf seinen Gehalt an Garkupfer probiert.¹²⁷⁹

Bereits in der Einleitung des dritten Buches kündigt Lazarus Ercker an, dass er beschreiben wolle, „wie auß dem Kupffer das Silber auff die Teutsche unnd Ungerische art zu saygern sey“.¹²⁸⁰ Bei der Beschreibung der Kupfersaigerung weicht Lazarus Ercker dann von seinem Prinzip ab, nur die Probiervverfahren und nicht die „großen Werke“ darzustellen. Das Verfahren wurde auf den Saigerhütten entwickelt und war zur Zeit Lazarus Erckers bereits weit verbreitet. Dennoch gab es nach seinen Angaben Qualitätsunterschiede. Dass man auf den Hütten das Kupfer mehr oder weniger vollständig entsilberte, hatte zweierlei Ursachen. Zum einen waren die Kupfersorten verschiedenartig, zum anderen verwendete man unterschiedliche Zuschläge. Für die, „die von solchen Sachen nichts oder wenig wissen“, verfasste Lazarus Ercker seine Anleitung.¹²⁸¹

Kupfersaiger-
Verfahren

Zunächst musste die Qualität des Schwarzkupfers festgestellt werden. War es weich und geschmeidig, so bestand die Gefahr, dass es beim Saigern

1. Die deutsche
Saigerarbeit

¹²⁷⁶ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 201 f.

¹²⁷⁷ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 202 – 204.

¹²⁷⁸ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 205 f.; nach Anm. 276 ahmte man mit dieser Methode das Schmelzen im Schachtofen nach und war wohl sehr ungenau.

¹²⁷⁹ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 206 – 210.

¹²⁸⁰ Lazarus Ercker, 1629, Fol. 91^r.

¹²⁸¹ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 211.

zusammen mit dem zugeschlagenen Blei aus den Saigerstücken schmolz. Daher vermischte man diese Kupfersorte mit hartem, ungeschmeidigen Kupfer, das sich besser saigern ließ. Außerdem musste man durch „fleißiges Proben“ der Silbergehalt des Schwarzkupfers genau ermitteln, da man das Kupfer dem Silbergehalt entsprechend verbleite.

Genau wie Georgius Agricola gibt Lazarus Ercker dann an, in welchem Verhältnis abhängig vom Silbergehalt das Kupfer mit dem Blei zu Frischstücken legiert werden sollte. Ausgehend von einem $\frac{3}{4}$ Zentner Kupfer wurde je nach Silbergehalt silberreiches Blei zugeschlagen, und zwar soviel, dass das Saigerblei schließlich 6 – 6 $\frac{1}{2}$ Lot Silber enthielt. Ergänzend wurde noch eine bestimmte Menge Blei oder Glätte zugeschlagen, so dass der gesamte Bleizuschlag für ein Frischstück zwischen 2 und 3 Zentnern lag.¹²⁸²

Kupferfrischen

	Silbergehalt in $\frac{3}{4}$ Ztr. Kupfer	Bleizuschlag auf $\frac{3}{4}$ Ztr. Kupfer	4 Frischstücke enthalten	Saigerblei mit Silbergehalt
1. Mischung	12 – 12 $\frac{1}{2}$ Lot	2 Ztr.	3 Ztr. Kupfer 8 Ztr. Blei	6 Ztr. zu 6 $\frac{1}{2}$ Lot
2. Mischung	15 – 16 Lot	2 $\frac{1}{4}$ Ztr.	3 Ztr. Kupfer 9 Ztr. Blei	7 Ztr. zu 6 $\frac{1}{2}$ Lot
3. Mischung	18 – 19 Lot	2 $\frac{3}{4}$ Ztr.	3 Ztr. Kupfer 11 Ztr. Blei	9 Ztr. zu 6 $\frac{1}{2}$ Lot
4. Mischung	20 – 21 Lot	3 Ztr.	3 Ztr. Kupfer 12 Ztr. Blei	10 Ztr. zu 7 Lot

Tabelle 5-10: Das Kupferfrischen nach Lazarus Ercker¹²⁸³

Das Silber konnte – wie auch die Tabelle zeigt – nicht vollständig ausgebracht werden, wobei Lazarus Ercker davon ausgeht, dass die Kienstöcke nach dem Saigern noch 4, 6 oder 7 Lot Silber enthielten. Kienstöcke und Dörnlein wurden deshalb wieder in den Frischprozess zurückgeführt und erneut verarbeitet.¹²⁸⁴ Hatte man große Mengen silberarmen Kupfers, so durfte dies nicht mit reichem Kupfer gemischt werden. Dieses silberarme Kupfer nahm man zum Armfrischen, bei dem man auch nur silberarmes Saigerblei erhielt, das nicht abgetrieben, sondern als Zuschlag beim Frischen eingesetzt wurde.

Wie die Mischung aus silberhaltigem Kupfer, Reichblei, Frischblei und Glätte genau bemessen werden sollte, gibt Lazarus Ercker dann in einer weiteren Übersicht detailliert an. Die Beschickungen für das Reichfrischen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Für das Armfrischen stellt Lazarus Ercker weitere fünf Beschickungen vor und für das Dörnleinfrischen drei.¹²⁸⁵

¹²⁸² Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 212 f.

¹²⁸³ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 212, hier findet sich ein Übertragungsfehler, denn es bei der dritten Mischung muss es 2 $\frac{3}{4}$ und nicht $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zentner Blei heißen; vgl. Lazarus Ercker, 1629, Fol. 101^v.

¹²⁸⁴ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 213; Lothar Suhling, 1976, 143, stellt zu Recht fest, dass diese Beschickungen samt den Ergebnissen genau den von Georgius Agricola angeführten Mischungen entsprechen; siehe Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 627 f.

¹²⁸⁵ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 213 – 215.

	Beschickung pro Frischstück				Bezogen auf Saigerung von 4 Frischstücken	
	Kupferzuschlag insgesamt $\frac{3}{4}$ Ztr.	Bleizuschläge insgesamt ca. 2 $\frac{1}{2}$ Ztr.			Silbergehalt	Saigerblei
		Reichblei	Frischblei	Glätte		
1. Mischung	$\frac{3}{4}$ Ztr. zu 21 Lot	$\frac{3}{4}$ Ztr. zu 3 $\frac{1}{2}$ Lot $\frac{1}{2}$ Ztr. zu 2 Lot	$\frac{3}{4}$ Ztr.	1 Ztr.	77 $\frac{1}{2}$ Lot	11 Ztr.
2. Mischung	$\frac{3}{4}$ Ztr. zu 18 Lot	$\frac{1}{2}$ Ztr. zu 4 $\frac{1}{2}$ Lot $\frac{3}{4}$ Ztr. zu 3 Lot $\frac{1}{4}$ Ztr. zu 2 Lot	$\frac{1}{4}$ Ztr.	1 Ztr. 18 Pfund	74 Lot	10 $\frac{1}{4}$ Ztr.
3. Mischung	$\frac{1}{2}$ Ztr. zu 15 Lot $\frac{1}{4}$ Ztr. zu 20 Lot	1 Ztr. zu 4 Lot $\frac{1}{2}$ Ztr. zu 2 Lot	$\frac{1}{4}$ Ztr.	1 Ztr.	70 Lot	10 Ztr.
4. Mischung	$\frac{1}{2}$ Ztr. zu 15 Lot $\frac{1}{4}$ Ztr. zu 17 Lot	1 Ztr. zu 5 Lot $\frac{1}{2}$ Ztr. zu 1 $\frac{1}{2}$ Lot	$\frac{1}{4}$ Ztr.	1 Ztr.	70 Lot	10 Ztr.
5. Mischung	$\frac{3}{4}$ Ztr. zu 17 Lot	1 Ztr. zu 4 Lot 1 Quent $\frac{1}{4}$ Ztr. zu 4 $\frac{1}{2}$ Lot $\frac{1}{4}$ Ztr. zu 1 $\frac{1}{2}$ Lot	$\frac{1}{4}$ Ztr.	1 Ztr. 18 Pfund	74 Lot	10 $\frac{1}{2}$ Ztr.
6. Mischung	$\frac{3}{4}$ Ztr. zu 18 Lot	$\frac{1}{2}$ Ztr. zu 3 $\frac{1}{2}$ Lot $\frac{1}{4}$ Ztr. zu 4 $\frac{1}{2}$ Lot $\frac{3}{4}$ Ztr. zu 3 Lot $\frac{1}{4}$ Ztr. zu 2 Lot	$\frac{1}{4}$ Ztr.	1 Ztr.	76 $\frac{1}{2}$ Lot	10 Ztr.
7. Mischung	$\frac{3}{4}$ Ztr. zu 16 Lot	$\frac{1}{2}$ Ztr. zu 3 $\frac{1}{2}$ Lot $\frac{3}{4}$ Ztr. zu 4 $\frac{1}{2}$ Lot $\frac{1}{4}$ Ztr. zu 2 Lot	$\frac{1}{4}$ Ztr.	1 Ztr. oder $\frac{3}{4}$ Ztr. Frischblei	70 $\frac{1}{2}$ Lot	10 Ztr.
8. Mischung	$\frac{1}{2}$ Ztr. zu 19 Lot $\frac{1}{4}$ Ztr. zu 7 Lot	1 $\frac{1}{2}$ Ztr. zu 3 $\frac{1}{2}$ Lot $\frac{1}{2}$ Ztr. zu 1 $\frac{1}{2}$ Lot	–	1 Ztr.	69 $\frac{1}{2}$ Lot	10 Ztr.
9. Mischung	$\frac{1}{2}$ Ztr. zu 19 Lot $\frac{1}{4}$ Ztr. zu 16 Lot	1 Ztr. zu 4 Lot 1 Quent $\frac{1}{2}$ Ztr. zu 1 $\frac{1}{2}$ Lot	$\frac{1}{4}$ Ztr.	1 Ztr. 18 Pfund	74 Lot	10 $\frac{1}{2}$ Ztr.
10. Mischung	$\frac{3}{4}$ Ztr. zu 20 Lot	$\frac{3}{4}$ Ztr. zu 4 Lot $\frac{1}{2}$ Ztr. zu 2 Lot	$\frac{1}{2}$ Ztr.	1 Ztr.	76 Lot	10 Ztr.
11. Mischung	$\frac{3}{4}$ Ztr. zu 21 Lot	$\frac{3}{4}$ Ztr. zu 3 $\frac{1}{2}$ Lot $\frac{1}{2}$ Ztr. zu 2 Lot	$\frac{1}{2}$ Ztr.	1 Ztr. oder $\frac{3}{4}$ Ztr. Frischblei	77 $\frac{1}{2}$ Lot	10 Ztr.

Tabelle 5-11: Zuschläge für gutes Kupfer nach Lazarus Ercker

Zur Herstellung der Frischstücke wurden alle Zuschläge genau abgewogen. Bei der Füllung des Frischofens wurde zuerst Kupfer, dann Hartblei, dann Glätte und dann das Blei in den Ofen eingesetzt, und zwar genau die Mengen, die man für ein Frischstück benötigte. Es folgte ein Trog mit Schlacken. Dann wurden die Mengen für das nächste Frischstück nachgesetzt. Das Schmelzgut wurde in den Vortiegel geleitet und von dort in eine Pfanne gegossen. So konnte kontinuierlich gefrischt werden, wobei der Schmelzer darauf achten sollte, dass alle Frischstücke gleich schwer wurden. Eine Abbildung zeigt den hierfür genutzten Frischofen und die Arbeit dabei.¹²⁸⁶

Nach Lothar Suhling stammen die von Lazarus Ercker niedergeschriebenen Schmelzrezepte aus dem Schmelzbuch Hans Stöckls. Die Beschickungen für das Reich-, Arm- und Dörnleinfrischen hatte bereits Hans Stöckl von Matheus Weidacher übernommen und in seinem Schmelzbuch wiedergegeben. Auch die Abschnitte über „Zuschläge für gutes und geschmeidiges Kupfer“ sowie

¹²⁸⁶ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 217, Abb. 31; Lothar Suhling, 1976, 143 stellt hierzu fest, dass Lazarus Ercker den Schwerpunkt auf die Zuschläge beim Frischen legt und keine Beschreibung, sondern nur eine Zeichnung der technisch-apparativen Einrichtung gibt.

„weitere Vorschläge für das Zugutemachen von gutem Kupfer“ entstammen dieser Handschrift.¹²⁸⁷

Zur Verarbeitung armer Kupfer, die nur 5 bis 9 Lot Silber enthielten, eignete sich das einfache Saigerverfahren nicht. Dieses Kupfer wurde gespleißt, d. h. die Edelmetalle wurden in einem besonderen Schmelzprozess angereichert. Lazarus Ercker behandelt dieses Verfahren unter dem Punkt „wie das schwarze, arme Kupfer, auch schwarzer König genannt, auf ungarische Art gesaigert wird.“ Dieses Verfahren war in Ungarn entwickelt worden und man benötigte hierfür einen Spleißherd. Dieser sollte wie ein Treibherd mit einem Gewölbe versehen sein und zusätzlich ein Vorgewölbe haben. Hierin wurde ein Feuer aus Buchen- und Tannenscheiten angezündet. Der Herd hatte einen Vortiegel, in den man das angereicherte Kupfer leitete und einen Vortiegel, in den die Schlacken abgezogen wurden. Der Gebläsewind wurde durch ein gewinkeltes eisernes Rohr mittig auf das Kupfer im Spleißofen gelenkt.¹²⁸⁸

2. Die
ungarische
Saigerarbeit

Kupferspleißen

In einem Arbeitsgang wurden 38 Zentner armes Kupfer, das nur 6 Lot Silber pro Zentner enthielt, gespleißt. Daraus erhielt man 18 bis 19 Zentner reiches Kupfer mit einem Silbergehalt von 9 Lot pro Zentner. Das übrige Silber blieb im Abstrich, im Gekrätze und in den Schlacken. Die anfallenden Schlacken wurden zerkleinert und im Schmelzofen geschmolzen. Nach dem Abziehen der hier anfallenden Schlacken erhielt man einen „roten König“, der nochmals gespleißt wurde. Das so gewonnene Kupfer war so silberarm (2 ½ bis 3 Lot pro Zentner), dass man es an die Kupferhämmer zur weiteren Verarbeitung verkaufte. Für eine Schicht am Spleißofen wurden den Schmelzer ½ Woche Arbeit angerechnet und man verbrauchte etwa 4 Lachter Holz.¹²⁸⁹ Man erhielt bei diesem Prozess zwei Kupferqualitäten, zum einen das arme rote Kupfer, zum anderen das angereicherte silberhaltige Kupfer. Dieses wurde gefrischt und gesaigert.

Zum Herstellen der Frischstücke nahm man 30 Zentner gutes, reiches Kupfer und 110 Zentner Frischblei, das etwa 1 Lot Silber hielt. Hieraus wurden in einer Schicht 40 Frischstücke geschmolzen, die jeweils aus ¾ Zentner Kupfer und 2 ¾ Zentner Blei bestanden, also 3 ½ Zentner wogen. Die Schmelzer mussten genau drauf achten, dass jedes Frischstück gesondert geschmolzen wurde und alle Stücke gleich schwer waren. Diese wurden aus dem Vortiegel des Frischofens in kupferne Pfannen gegossen. Die Schlacken, die vom Vortiegel abgezogen wurden, ergaben Schlackenblei mit einem Silbergehalt von 1 Lot pro Zentner.¹²⁹⁰

Kupferfrischen

¹²⁸⁷ Lothar Suhling, 1976, 144, er gibt die Textstellen aus dem Schmelzbuch Hans Stöckls mit Seitenangaben an, die Lazarus Ercker übernommen hatte.

¹²⁸⁸ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 217 – 219; dieser Spleißofen, von dem es leider keine Abbildung gibt, unterscheidet sich etwas von dem bei Georgius Agricola dargestellten. Dieser Herd hat kein Vorgewölbe, sondern die Holzscheite werden seitlich in eine Ofenöffnung geführt. Dafür hat dieser Herd einen oberen und einen unteren Vorherd. Über die Windführung sagt Georgius Agricola nichts. Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 628 f.: Lothar Suhling, 1976, 144, betont auch das besondere Gebläse dieses Ofens, der „an spätere Formen des Konverterbetriebs erinnert.“

¹²⁸⁹ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 219.

¹²⁹⁰ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 220, Lazarus Ercker schreibt, dass das Blei aus Krakau kam, also vermutlich aus dem oberschlesischen Bleibergbau stammte.

Die 40 Frischstücke wurden gesaigert, wobei man jeweils 5 Stücke gleichzeitig auf den Herd setzte. Das Blei floss in eine Grube vor dem Saigerherd und wurde von dort in kleine Kupferpfannen gegossen. Dieses Saigerblei enthielt nur 2 bis 2 ½ Lot Silber pro Zentner. Auf dem Saigerherd blieben die Kienstöcke zurück. Die Dörnlein waren Bleistücke, die sich zwischen den Saigerscharten bildeten.¹²⁹¹ Die Kienstöcke wurden gedarrt und zu Garkupfer verarbeitet, während die Dörnlein, die aus silberhaltigem Blei bestanden, in den Prozess zurückgeführt wurden.

Auch die Dörnlein aus dem Dörröfen wurden wieder in den Saigerprozess zurückgeführt. Für diese zweite Schicht nahm man 20 Zentner reiches Kupfer und 20 Zentner Saiger- und Dörröfen-Dörnlein sowie 20 Zentner Bleiglätte. Diese wurden zu 40 Frischstücken, auch Dörnleinstücke genannt, verschmolzen und wiederum in den Saigerherd eingesetzt. Man erhielt dabei Saigerblei mit einem Silbergehalt von 3 ¼ bis 3 ½ Lot pro Zentner.¹²⁹²

In einer dritten Schicht wurden dann 30 Zentner gutes Kupfer und 120 Zentner Saigerblei aus dem Saigern der Dörnleinstücke zur 40 Frischstücken verarbeitet und im Saigerherd gesaigert. Hierbei fiel Saigerblei an, das 3 bis 3 ½ Lot Silber enthielt.¹²⁹³

Neben der Herstellung der üblichen Frischstücke konnte man auch Glättstücke produzieren, indem 15 Zentner reiches Kupfer, 15 Zentner Dörnlein vom Saigerherd, 60 Zentner Bleiglätte und 37 ½ Zentner Schlacken- oder Frischblei zusammen geschmolzen wurden. Auch die Glättstücke wurden gesaigert, wobei man Saigerblei erhielt, das 2 bis 2 Lot 1 Quent Silber pro Zentner enthielt. Obwohl Lazarus Ercker keine Beschreibung des Saigerherdes gibt, findet sich in diesem Zusammenhang eine sehr detaillierte Abbildung eines Saigerherdes und der dabei stattfindenden Arbeit. Dass es möglich war, aus den armen ungarischen Kupfern erfolgreich Silber auszubringen, betonte Lazarus Ercker am Schluss seines Berichtes: „Diesem armhaltigen Kupfersaigern denck mit fleiß nach, dann es ein nützlicher bericht ist.“¹²⁹⁴

Bei der Saigerarbeit hatte man nun zwei Produkte erhalten. Das abgesaigerte Blei einhielt den größten Teil des Silbers, das nun ausgebracht werden musste. Die Kienstöcke, die auf dem Saigerherd blieben, waren entweder so silberhaltig, dass sie in den Prozess zurückgeführt wurden, oder sie war so silberarm, dass man sie darre und aus ihnen Garkupfer herstellt.

Das Abtreiben des Silbers aus dem angereicherten Blei erfolgte in einem Treibofen. Dieser glich einem Backofen und wurde durch ein Gewölbe abgeschlossen. In diesen Herd setzte man 100 Zentner Blei zusammen mit 6 Zentner reichem Kupfer, das 10 – 15 Lot Silber pro Zentner hielt. Bei diesem speziellen Treibverfahren musste man eine sehr hohe Temperatur erreichen, dem der Herd nicht standhielt. Deshalb drang silberreiches und kupferhaltiges Blei in die Herdmasse ein, was man als „Bleisack“ bezeichnete. War der Treibprozess soweit gediehen, löschte man das Feuer und behielt den „Bleisack“, in dem sich ca. 50 Mark Silber befanden, zurück. Parallel schmolz

¹²⁹¹ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 220.

¹²⁹² Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 221.

¹²⁹³ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 221.

¹²⁹⁴ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 221 – 223; Lazarus Ercker, 1629, 107f.

man in einem zweiten Treibherd 110 Zentner Blei zusammen mit 6 Zentner reichem Kupfer. Auch hier wurde zunächst durch oxidierendes Schmelzen das Werk abgetrieben. Kurz bevor das Silber blickte, wurde jedoch der „Bleisack“ aus dem ersten Ofen zugesetzt. Erst dann trieb man die Metalle vom Silber endgültig ab. Man erhielt schließlich 100 Mark Blicksilber mit einem Gehalt von 15 Lot aus beiden Treiböfen.¹²⁹⁵ Einen Unterschied zum herkömmlichen Treibofen beschreibt Lazarus Ercker an dieser Stelle. Statt mit „langem Schürholz“, das direkt durch Seitentüren in den Ofen gesteckt wurde, betrieb man diese Treibherde mit „guten, trockenen und buchenen Scheiten“, weil der Ofen hierfür ein besonderes Gewölbe hatte. Das Gebläse richtete man direkt auf das Werkblei.¹²⁹⁶

Auch das Abdörren oder Abdarren der Kienstöcke wird von Lazarus Ercker beschrieben. Für die weitere Verarbeitung war es unwichtig, ob die Kienstücke vom Saigern reicher oder armer Frischstücke, von Glättstücken oder Dörnleinstücken stammten. Man setzte 120 Zentner verschiedener Kienstöcke in einen Dörröfen, der vier Straßen hatte und ließ diese 12 bis 14 Stunden dörren. Dabei floss das Blei in die Glättgassen oder -straßen und man konnte es ausschöpfen. Auch hier entstanden Dörnlein in den Glättgassen, die man sammelte und zu Dörnleinstücken verschmolz.¹²⁹⁷

*Darren der
Kienstöcke*

Von den gedarrten Kienstöcken wurde der „Schiefer“ abgeklopft. Dann wurden sie im Garherd geschmolzen, so dass Unreinheiten verschlackten und das Kupfer sauber abgetrieben wurde. So erhielt man schließlich Garkupfer. Dieses enthielt noch fast 1 Lot Silber pro Zentner, die jedoch nicht mehr ausgebracht werden konnten. Eine Abbildung zeigt die für diese Hüttenprozesse notwendigen Einrichtungen. Nach Lazarus Erckers Angaben hatte eine Saigerhütte vier Dörröfen und zwei Garherde.¹²⁹⁸

*Garmachen
des Kupfers*

Bei der Beschreibung der Treibarbeit, des Darrens und des Garmachens erwähnt Lazarus Ercker mehrfach, dass er diese Arbeiten aus Schwaz kannte.¹²⁹⁹ Lothar Suhling bietet für die Übereinstimmung auch der weiter oben behandelten Passagen mit dem Schmelzbuch Hans Stöckls zwei Erklärungen an. Entweder habe Lazarus Ercker während seiner Reise nach Tirol 1558 Hans Stöckl in Kössen, wo dieser seit 1548 tätig war, persönlich getroffen oder er habe im Kitzbühler Hüttenwerk die Möglichkeit gehabt, das Schmelzbuch zu lesen und zu kopieren.¹³⁰⁰

Als vorletzter Abschnitt folgt der „Bericht eines sonderlichen Schmelzens zur Saigerarbeyt“, den Lazarus Ercker am Anfang des dritten Buches als neues Schmelzen ankündigt. Die Kiese oder das Kupfererz wurden dabei zunächst zu

¹²⁹⁵ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 224; nach Anm. 299 und 300 bestand der „Bleisack“ aus der Restschmelze (silberreiches und noch kupferhaltiges Blei), das auf Grund der hohen Temperaturen in die Herdmasse eindrang. Brachte man diesen Bleisack in die Silberlegierung des zweiten Herdes, so oxidierte hier das restlich Kupfer, was wiederum die Reinheit des Blicksilbers erhöhte. Ein Gehalt von 15 Lot pro Mark entspricht 940 ‰ fein.

¹²⁹⁶ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 224 f. und Anm. 302.

¹²⁹⁷ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 225.

¹²⁹⁸ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 225 – 227; nach Anm. 303 war „Schiefer“ oxidiertes Blei und Kupfer, das sich auf den gedarrten Kienstöcken bildete.

¹²⁹⁹ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 224 f.; nach Lothar Suhling, 1976, 146 f. weist auch die Beschreibung des Darrens und Garmachens Parallelen zu Hans Stöckls Bericht auf.

¹³⁰⁰ Lothar Suhling, 1976, 147 f.

Kupferstein geschmolzen. Dieser Rohstein wurde dann mehrfach geröstet und geschmolzen, wie es für das Schwarzkupferschmelzen erforderlich war. Dann probierte man zunächst den rohen, den geschmolzenen und schließlich den gerösteten Kupferstein auf Kupfer und dieses wiederum auf Silber, um danach die notwendigen Zuschläge für das Frischen zu berechnen.¹³⁰¹ Dafür gibt Lazarus Ercker folgendes Beispiel: Gesetzt, man hatte durch die Probe herausgefunden, dass 2 Zentner Kupferstein $\frac{3}{4}$ Zentner Kupfer enthielt und dieses Kupfer wiederum 20 Lot Silber pro Zentner hatte. Man teilte dann den gerösteten Kupferstein in Haufen zu 2 Zentnern. Der notwendige Bleizuschlag betrug 17 bis 18 Pfund Blei pro Lot Silber. Man benötigte zum Frischen dieses Kupfers 2 Zentner 35 Pfund Blei ($\frac{3}{4}$ Zentner Kupfer hält 15 Lot Silber x 17 Pfund Blei = 255 Pfund).¹³⁰² Zuzüglich des Kupfers wog jedes Frischstück 3 Zentner 7 Pfund. Dabei durfte das zugeschlagene Blei nicht mehr als 1 bis 2 Lot Silber enthalten, damit die Frischstücke nicht mehr als 7 Lot Silber pro Zentner hielten. Zum Schmelzen wurde ein Schachtofen genutzt, neben dem sich ein kleiner Ofen befand, in dem der Schmelzer das zuzuschlagende Blei warmhielt. In den Ofen wurden die abgewogenen 2 Zentner gerösteter Kupferstein eingesetzt, darauf einen Satz reiche Schlacken. Dadurch erkannte der Schmelzer, wann das Röstgut durchgeschmolzen war. War eine Beschickung durchgeschmolzen und durch das Auge in den Tiegel geflossen, schloss man das Auge und zog Schlacken und Stein vom Kupfer ab. Anschließend leitete man aus dem Nebenofen das flüssige Blei in das Kupfer, mischte es mit einem Löffel und schöpfte es zu Frischstücken in bereitstehende Pfannen. Da man zugleich auch neues Röstgut und Schlacken in den Ofen einsetzen musste, arbeiteten hier drei Schmelzer gleichzeitig. Einer goss die Frischstücke, einer kümmerte sich um den Schachtofen und einer bereitete das Blei im Nebenofen vor. Eine Abbildung verdeutlicht dieses Verfahren.¹³⁰³

Das besondere dieser Arbeit war, dass man hier das Kupfer aus dem gerösteten Rohstein direkt zu Frischstücken verschmolz, während man dieses sonst erst zu Schwarzkupfer verarbeitete. Genauso argumentiert auch Lazarus Ercker: Man sparte die Kosten, die für das Schwarzkupfermachen aufgewendet werden mussten, und außerdem sparte man sich den Transport des Schwarzkupfers auf die Saigerhütten. Er betont ausdrücklich, „dann ich solches nicht auß einem Wahn bericht, sondern im grossen werck in einer prob also recht befunden.“¹³⁰⁴ Allerdings setzte sich diese Art der Kupfersaigerung nicht durch.¹³⁰⁵ Die wichtigsten Gegenargumente formuliert dann etwa 150 Jahre später Christoph Andreas Schlüter. Demnach war bei dieser „alten Art zu Saigern“ die Ungenauigkeit sehr groß, da der Anteil an Schwarzkupfer im gerösteten Rohstein nie genau bestimmt werden konnte. Vor allem musste man

¹³⁰¹ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 226; nach Anm. 304 wurde der Rohstein wiederholt geschmolzen oder durchgestochen, um Unreinheiten zu verschlacken.

¹³⁰² Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 226, der Zentner muss hier zu 110 Pfund gerechnet werden.

¹³⁰³ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 229 – 231.

¹³⁰⁴ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 229 f.; Lazarus Ercker, 1629, Fol. 111^f.

¹³⁰⁵ Lothar Suhling, 1976, 146 f., schreibt hierzu, dass diese Methode, soweit man übersehen könne, nirgendwo mit größerem Erfolg betrieben worden sei. Dies hätte auch die Existenz der Saigerhütten gefährdet, was aber nicht geschah. Er sieht hier eher Ähnlichkeit mit den frühen Saigerungsversuchen in Schwaz, die schließlich zum Abdarrprozess führten.

als Zuschlag reines Blei einsetzen, während andere bleihaltige Zuschläge wie Glätte oder Herdblei in dem Nebenofen nicht geschmolzen werden konnten.¹³⁰⁶

Das dritte Buch endet mit einem Bericht über die Messingherstellung, die bereits im „Bericht vom Rammelsberg“ dargelegt wurde. Allerdings nennt Lazarus Ercker hier nun zwei Arten von Galmei, zum einen den Goslarischen Galmei, den man aus den Schmelzöfen gewann (Ofengalmei), zum anderen den gelben oder grauen Berggalmei, der zu Ach, in der Grafschaft Tirol und anderswo abgebaut wurde. Hier gibt es auch eine Abbildung des Messingofens und der zugehörigen Geräte.¹³⁰⁷

Im vierten Buch geht Lazarus Ercker dann auf die übrigen Metalle ein, nämlich Blei, Wismut, Antimon, Quecksilber, Eisenstein, Stahl und Zinn.

Auch beim Blei unterschied man reiche und arme Bleierze. Das reichste Bleierz war Glanzerz (= Bleiglanz), das über die Hälfte Blei enthielt. Daneben gab es Weißbleierz, Rotbleierz und Bleischweif. Diese Erze gehörten zu den leicht schmelzbaren Bleierzen. Die armen Bleierze fand man eingesprengt in Kies oder Blende, die schwer zu scheiden und zu verhütten waren. Hierzu gehörte auch das sehr schwere Bleierz, das man bei Goslar fand.¹³⁰⁸

Die leichtflüssigen Bleierze wurden zunächst zerkleinert und dann mit dem gleichen Flussmittel, das man für leichtflüssige Kupfererze nahm, sowie Glasgalle und gefeiletem Eisen vermischt. Die Mischung kam in einen Tiegel, wurde mit Salz bedeckt und der Tiegel gut verschlossen, so dass die Kohle nicht hineinfallen konnte. Der Tiegel wurde in einen Ofen gesetzt und dieser mit Kohlen befeuert. Damit sich schnell eine große Hitze entwickelte, setzte man einen Blasebalg ein. War die Probe flüssig geworden, nahm man den Tiegel aus dem Feuer und ließ ihn abkühlen. Unten im Tiegel hatte sich das Blei gesammelt und konnte abgewogen werden, um festzustellen, wieviel Blei das Erz enthielt. Durch den Zusatz von Eisen sollten im Erz vorhandenes Spießglas (Antimonglanz) und Schwefel gebunden werden, weshalb man auch im „großen Feuer“ dem Bleierz altes Eisen, Hammerschlag, Eisenschlacken oder Eisensinter zuschlug.¹³⁰⁹

Probieren der
Bleierze

Bei strengflüssigen Bleierzen zerkleinerte man das Erz und röstete es zunächst auf einem Probierscherben ab, wobei es nur langsam erhitzt werden durfte. Das geröstete Erz wurde dann wieder fein gerieben und mit dem Flussmittel vermengt, wobei dabei kein Eisen zugeschlagen wurde. Da nach Lazarus Ercker diese Erze zwei Schwefelarten enthielten, die miteinander reagierten, wurde das Blei vom Schwefel nicht angegriffen, musste also nicht durch Eisen gebunden werden. Die Probe wurde dann im Ofen vor dem Gebläse erhitzt, wobei man wie bei den leichtflüssigen Bleierzen verfuhr.¹³¹⁰ Die armen Bleierze

¹³⁰⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 475 f.

¹³⁰⁷ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 230; mit Ach könnte Aachen gemeint sein.

¹³⁰⁸ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 234, nach den Anmerkungen der Autoren waren Glanzerz = Bleiglanz bzw. Galenit (PbS), Weißbleierz = Cerussit (PbCO₃), Rotbleierz = Pyromorphit (Pb₅Cl(PO₄)₃) und Bleischweif eine Mischung von Galenit mit verschiedenen Verwitterungsprodukten.

¹³⁰⁹ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 235, nach Anm. 319 reagierte der Bleiglanz mit dem Eisen wie folgt: PbS + Fe → Pb + FeS.

¹³¹⁰ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 235 f., nach Anm. 321 war der Sachverhalt jedoch ein etwas anderer. Beim Rösten entsteht bereits PbO und PbSO₄ (Bleioxid und

wurden durch Pochen und Waschen geschieden und zu reinem Schlich verarbeitet. Dieser wurde dann geröstet und, wie bereits beschrieben, probiert.¹³¹¹

Die Abscheidung des Bleierztes von der Gangart durch Pochen war jedoch schwierig, wenn diese Quarz oder harter Hornstein war. Obwohl das Bleierz sehr schwer war, wurde es beim Pochen des harten Gesteins zu feinem Mehl zerpocht und schwamm „wie Staub auf dem Wasser“, so dass es mit diesem weggeschwemmt wurde. Da Lazarus Ercker dieses Problem kannte, beschrieb er an dieser Stelle das Pochen „auf großen Werken“. Um das Totpochen der Erze zu vermeiden, sollte der Betrieb im Pochwerk entsprechend angepasst werden. Üblicherweise fielen die Pochstempel so, dass zunächst der hintere, dann der mittlere und schließlich der vordere Pochstempel, der direkt neben dem Vorsatzblech am Auslass war, niederfielen. Dadurch setzten sich das Pochgut vor das Blech und verhinderte, dass der körnige (Blei-)Schlich durch das Blech ausgetragen und dann in der Wäsche gewonnen werden konnte. Der Schlich sammelte sich vor dem Blech und wurde dort zu Schlamm und feinem Mehl gepocht, so dass er in der Erzwäsche verloren ging.kehrte man die Reihenfolge, in der die Pochstempel fielen um, so blieb der Bereich vor dem Blech frei und es setzte sich nicht zu. Der gepochte Schlich wurde mit dem Wasser ausgetragen, in der Wäsche gewonnen und verarbeitet. In den Trockenpochwerken hatte man dieses Problem nicht, weil dort das Pochgut unter den Stempeln blieb, bis man eine bestimmte Körnung erreicht hatte. Erst dann wurde dieses durch Siebe gewaschen und getrennt.¹³¹²

Der bereits im dritten Buch beschriebene kleine Ofen konnte auch für Bleierze verwendet werden. Gewöhnliche Bleierze schmolz man darin, indem man sie vorher pochte und röstete, um den Schwefel zu entfernen. Arme, schwer scheidbare Bleierze musste man öfter rösten, bevor sie geschmolzen wurden. War nicht alles Blei ausgeschmolzen, so nahm man die Schlacken, pochte diese und trennte das Blei im Sickertrog ab. Kupferhaltiges Blei wurde geröstet und geschmolzen, wobei das Kupfer ins Blei ging, also mit diesem gemeinsam ausgebracht wurde. Man musste nun dieses auf einem flachen Herd scheiden, indem man das kupferhaltige Blei bei schwacher Hitze schmolz und dabei das Blei ablaufen ließ.¹³¹³

Das Zugutemachen von Bleierzen, die über die Erzwäsche nicht geschiedenen werden konnten, erläutert Lazarus Ercker dann am Bleispiel der Rammelsberger Erze. Das Verfahren war ihm aus seinem Aufenthalt in Goslar gut bekannt.¹³¹⁴ Die Beschreibung des Goslarer Hüttenprozesses im „Großen Probiertbuch“ entspricht weitgehend dem „Bericht vom Rammelsberg“.

Wismuterz wurde probiert, indem man das Erz fein rieb, mit der doppelten Menge des bewährten Flussmittels (Weinstein und Salpeter) mischte und diese

Probieren von
Wismuterz

Bleisulfat), daneben verbleibt unzerlegtes PbS (Bleisulfid). PbS reagiert dann mit PbO und PbSO₄ zu Pb und SO₂, wobei überschüssiges PbO durch Kohlenstoff im Flussmittel reduziert werden kann.

¹³¹¹ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 236.

¹³¹² Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 237.

¹³¹³ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 237 f.; nach Anm. 326 handelt es sich hier ebenso um eine Nachahmung des Hüttenbetriebes, die nur ein ungenaues Ergebnis brachte.

¹³¹⁴ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 239 – 243.

Mischung in einen Probiertiegel gab. Dieser wurde gut verschlossen, in einen Probierofen gesetzt, geschmolzen und das Metall gewogen. Bei dieser Probe brachte man fast doppelt soviel Wismut aus, wie im Hüttenbetrieb. Lazarus Ercker gibt an, dass man noch keine Methode gefunden habe, das Ausbringen im großtechnischen Verfahren zu verbessern.¹³¹⁵

Zum Schmelzen dieses Erzes kannte Lazarus Ercker zwei Verfahren: Das Schmelzen am Winde und das Schmelzen vor dem Gebläse. Leichtflüssige Wismuterze wurden am Wind geschmolzen. Dazu wurde das Erz auf Walnussgröße gepocht und dieses in eiserne Pfännchen gesetzt. Diese wurden aufs freie Feld gebracht, wo sie dem Wind ausgesetzt waren. Daneben wurde aus dürrem Holz ein Feuer so entzündet, dass der Wind die Flammen über die Pfännchen trieb. Das Wismut wurde flüssig und lief aus dem Erz in die Pfannen. Man rührte es mit einem Eisen nochmals um, damit auch das gesamte Erz den Flammen ausgesetzt war und das Wismut möglich vollständig abfloss.¹³¹⁶ Um das Wismuterz vor dem Gebläse zu schmelzen, fertigte man einen eckigen Ofen, der unten eine Spanne weit, 4 Spannen hoch und oben 2 Spannen weit war. Dieser war mit einem kleinen Blasebalg versehen. Das Erz wurde gepocht und, falls es zu unrein war, auch gewaschen. Im Ofen wurde das gepochte Erz oder der Schlich dann mit Holz und Kohlen geschmolzen. Wenn es noch nicht ganz verschlackt war, wurde es aus dem Ofen in einen hölzernen Trog gezogen. Darin wurde es emsig umgerührt, so dass das Wismut zusammenfloss. Das Wismut wurde von den Saigerrückständen geschieden und das Metall gereinigt.¹³¹⁷

Die bei beiden Schmelzmethoden übrigbleibenden Saigerrückstände, Lazarus Ercker nennt sie Wismutgraupen, verarbeitete man zu Zephyrfarbe, die man nutzte, um damit Glas blau zu färben.¹³¹⁸

Ebenso wie Gold gewann man Zinnstein aus zwei verschiedenen Lagerstätten. Zum einen stand es in einem Gestein, dem Zwitter an. Zum anderen kam es in Seifenlagerstätten vor, aus denen es durch Waschen gewonnen wurde. In beiden Fällen gewann man Zinnerz in Form von Zinnstein. Dies war ein sehr schweres Erz, das daraus gewonnene Metall, war jedoch das leichteste, wie Lazarus Ercker feststellt.¹³¹⁹

Probieren von
Zinnerz

Der Zinnstein musste sowohl für das Probieren als auch für die großen Werke nicht nur gebrannt, sondern sorgfältig gereinigt werden.¹³²⁰ Um das Zinnerz zu probieren, wurde dieses ganz fein gerieben, gewogen und dann zu reinem Schlich verarbeitet, d. h. durch Waschen von der Gangart gereinigt. Es wurde auf einem Probierscherben geröstet. Nach dem Abkühlen wurde das Röstgut

¹³¹⁵ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 245; nach Anm. 341 lag das Minderausbringen im Großbetrieb an der grundsätzlich anderen Arbeitsweise. Bei der Probe schmolz das Erz in stark reduzierender Atmosphäre. Im Hüttenprozess hatte man einen schwach reduzierenden Saigerprozess, bei dem das Erz zähflüssig blieb und das Metall aussaigerte.

¹³¹⁶ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 245 f.

¹³¹⁷ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 246.

¹³¹⁸ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 246; nach Anm. 342 enthielten die Saigerrückstände des Wismuts oft Kobalt und Nickel. Deshalb eigneten sie sich zur Herstellung von Kobaltfarben.

¹³¹⁹ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 246 f.

¹³²⁰ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 247 f.

wieder fein gerieben und gewaschen, um taubes Gestein zu entfernen. Der gewonnene Schlich wurde gewogen. Dieser Prozess wurde ein- bis viermal wiederholt, bis der Schlich ganz rein war. Durch Wiegen konnte man feststellen, wieviel reinen Schlich man aus dem Zinnstein gewann. Zum Probieren wurde wieder eine Menge Schlich abgewogen und klein geriebenes Pech darunter gemischt. Aus Holzkohle wurde eine Form geschnitten, in die man das Probiertgut füllte. Diese Form, die noch Löcher für einen Blasebalg haben musste, wurde in ein Kohlenfeuer gelegt. Das Feuer wurde mit dem Blasebalg kräftig angefacht und das Zinn schmolz in der Kohlenform und sammelt sich in einem darin befindlichen Hohlraum. Das „Kohlenbett“ wurde aus dem Feuer genommen und kühlte ab. Dann konnte man das geschmolzene Zinn entnehmen und wiegen.¹³²¹

Man konnte den aus Zinnstein gewonnenen Schlich auch mit einem Flussmittel (Weinstein und Salpeter) mischen und im Probiertiegel schmelzen. Dabei musste man im Probierofen jedoch eine starke und jähe Hitze erzeugen, da das Zinn in einem langandauernden Feuer sehr leicht verbrannte.¹³²²

Eine einfache Probe, die zumindest einen Hinweis gab, ob der Zinnstein reich oder arm war, konnten die Schmelzer auch selbst durchführen. Sie streuten den aufbereiteten Zinnstein auf eine glühende Schaufel. Was auf der Schaufel liegen blieb und nicht davon spritzte, war guter Zinnstein.¹³²³

Auch das kleine Öfchen, das bereits für die Kupfer- und Bleiprobe beschrieben wurde, konnte für das Zinnerz verwendet werden. Allerdings musste man den aus Zinnstein gewonnenen Schlich nass in den Ofen setzen und nur kleine und weiche Kohlen zum Schmelzen verwenden, da das Zinn nicht so viel Hitze vertrug.¹³²⁴

Lazarus Ercker hatte beobachtet, dass man bei der Aufbereitung und beim Schmelzen nicht soviel Zinn gewann, wie die Proben erwarten ließen. Deshalb gab er zu beiden Bereichen Empfehlungen, die das Ausbringen erhöhen sollten. In den Pochwerken, sollte man dieselbe Methode, wie bei den Bleierzen anwenden, um aus dem Zwitter mehr Zinnstein zu gewinnen und das Totpochen zu verhindern. Ferner hatte Lazarus Ercker beobachtet, dass man aus alten Zinnschlacken erfolgreich in einfachen Schmelzöfen gutes Zinn ausbringen konnte. Das bedeutete aber, dass durch den schlecht geführten Schmelzprozess sehr viel Zinn in die Schlacken ging. Zudem gab es beim Schmelzen größere Verluste, da das Zinn im Feuer noch flüchtiger war als Blei. Lazarus Ercker schlug nun vor, den Zinnstein nur so weit zu pochen, dass er körnig blieb, ihn zwar gründlich zu rösten, jedoch nicht so stark zu waschen. Dann sollte er nach der Goslarischen Art mit starkem Gebläse über das leichte Gestübe geschmolzen werden. Ebenso wie das Blei könnte sich das Zinn unter dem Gestübe sammeln und wäre so vor dem Verbrennen geschützt.¹³²⁵ Ob diese Goslarische Art des Schmelzens für Zinnerz versucht worden ist, weiß Lazarus Ercker nicht zu berichten.

¹³²¹ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 248 f.

¹³²² Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 249.

¹³²³ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 249.

¹³²⁴ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 249 f.

¹³²⁵ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 250 f.

Auch beim Gewinnen des Zinnsteins aus Zinnseifen ging nach Meinung Lazarus Erckers viel zu viel Zinnstein verloren, weil die Seifner (Wäscher) dafür zuviel Wasser verwendeten und der feine Zinnstein weggewaschen wurde. Er empfahl, solches Gut mit der Siebearbeit zu gewinnen und dann über den Planherd zu waschen.¹³²⁶

Da man Spießglas für verschiedene, hier nicht näher beschriebene Anwendungen benötigte, wurde das entsprechende Erz, das man in Deutschland und Böhmen fand, darauf probiert. Man nahm 2 oder 3 Pfund dieses Erzes und pochte es haselnussgroß. Zum Schmelzen benötigte man zwei Töpfe. Der obere Topf, in den man das Erz einbrachte, hatte im Boden ein Loch. Er wurde fest verschlossen und auf den unteren Topf gesetzt. Beide Töpfe wurden mit Lehm fest verbunden und zwischen Ziegelsteinen so in ein Feuer gesetzt, dass nur der obere Topf der Hitze ausgesetzt war. Das Spießglas wurde flüssig und tropfte aus dem Erz in den unteren Topf. Nach dem Erkalten konnte man das Spießglas herausnehmen und wiegen.¹³²⁷

Probieren von
Spießglas

Quecksilber kam sowohl als Erz als auch gediegen vor. Da Quecksilber im Feuer flüchtig ist, konnte es nicht im offenen Feuer probiert oder geschmolzen werden, sondern wurde durch Destillation gewonnen. Für das Probieren von Quecksilbererz zerkleinerte man dieses, setzte es in eine Retorte oder einen Glaskolben ein und verband diese fest mit einem anderen Gefäß. Die Fugen mussten so dicht sein, dass die Dämpfe nicht entweichen konnten. Die Retorte oder der Kolben wurden in ein Öflein gesetzt und mit Holz befeuert. Bei stärkerer Hitze trennte sich das Quecksilber vom Erz, verdampfte und schlug sich in dem anderen Gefäß, das kühl stand, nieder.¹³²⁸

Probieren von
Quecksilber

Im großen Werk schmolz man Quecksilber, indem man das Erz pochte und jeweils vier Pfund in dafür hergestellte Krüge füllte. Aus feuchter Kohlenlesche stellte man einen ebenen Herd her, in den man viele runde Scherben setzte. Auf diese Scherben stürzte man jeweils einen Krug. Scherben und Krüge wurden mit feuchtem Gestübe umhüllt und darüber ein Holzfeuer entfacht. Die Hitze schmolz das Quecksilber aus dem Erz, das sich dann in den kühleren Scherben niederschlug.¹³²⁹

Schließlich behandelt Lazarus Ercker noch Eisen- und Stahlstein. In diesem Zusammenhang beschreibt er auch den Magneten und dessen wunderbare Eigenschaften. Ebenso wie die Seeleute ihn als Wegweiser nutzten, benötigten ihn die Markscheider, um sich unter Tage zu orientieren.¹³³⁰

Das fünfte Buch, in dem sich Lazarus Ercker mit dem Salpeter, Vitriol und Alaun befasst, enthält keine Hinweise auf Verhüttungsprozesse, weil aus diesen Mineralien in anderen Verfahren, beispielweise durch Auslaugen oder Sieden, die gewünschten Handelsprodukte gewonnen wurden.

¹³²⁶ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 251; nach Anm. 349 sind „Zinnseifen“ sekundäre Lagerstätten, die durch Verwitterung aus primären Lagerstätten gebildet werden.

¹³²⁷ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 252, nach den Wort- und Sacherklärungen, 286, ist Spießglas Antimonsulfid (Sb_2S_3). Wie oben bereits beschrieben, benötigte man Spießglas auch als Flussmittel.

¹³²⁸ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 252 f; Quecksilbererz gab es in Form von Zinnober (HgS).

¹³²⁹ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 252.

¹³³⁰ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 253 – 256.

Letztlich umfassen die Probiervverfahren zwar die gleichen Prozesse, die man auch großtechnisch umsetzte, nämlich das Zerkleinern, Waschen und Rösten der Erze, das Rohschmelzen gegebenenfalls unter Zusatz von Flussmitteln und das Abtreiben des Silbers aus dem Werkblei. Unterschiede zur Hüttentechnologie bestanden jedoch u. a. darin, dass es beim Probieren möglich war, das Rösten und Rohschmelzen direkt nacheinander in einem Ofen auszuführen.¹³³¹ Hierfür benötigte man auf den Hütten getrennte Arbeitsgänge und Arbeitsorte. Beim Probieren schmolz man das Erz auch oft in einem geschlossenen Tiegel, wobei die Kohlen und das Gebläse nur den Tiegel von außen erhitzen, während beim Schmelzen im Schachtofen der Gebläsewind direkt auf das Schmelzgut wirkte. Auch das Abtreiben des Werks auf der Kapelle unterschied sich vom Abtreiben auf dem Treibherd. Während im Probiervverfahren das Blei von der Kapelle aufgesogen wurde und das Silber zurückblieb, wurde auf dem Treibherd das oxidierte auf dem Silber schwimmende Blei so lange abgezogen, bis das Silber „blickte“, d. h. auf dem Treibherd zurückblieb. Nur Teile des Bleis wurden vom Herd aufgenommen. Nur die Probe im „kleinen Öfchen“, die Lazarus Ercker für Kupfer-, Blei und Zinnerz beschreibt,¹³³² ahmte das großtechnische Schmelzen direkt nach. Dennoch kann man, wie auch bei anderen Probierbüchern, einige großtechnische Verfahren erschließen.

Probiervmethoden und Verhüttungsmethoden

Lazarus Ercker hatte nicht nur seinen Arbeitsort mehrfach gewechselt, er hatte auch eine Studienreise nach Tirol unternommen und als Oberster Bergmeister und Erster Münzmeister auch Einblick in das Berg- und Hüttenwesen des gesamten Königreichs Böhmen. So erwähnt er in seinem Werk neben Böhmen auch Schlesien, Mähren, Sachsen, Meißen und Hessen. Konkrete Orte, die genannt werden, sind St. Joachimsthal (Jáchymov) und Kuttenberg (Kutná Hora) in Böhmen, Freiberg in Meißen, Goslar, Kaufungen, Schwaz und Villach. Genauere Beschreibungen gibt es zum Silberbrennen in Niedersachsen, zum Goldbergbau in Eule (Jílové u Prahy) in Böhmen sowie zum Spleißen und Saigern in Ungarn. Das Messingmachen aus Goslarischem Galmei und den Goslarischer Hüttenprozess gibt er in ähnlicher Weise wieder wie im „Bericht vom Rammelsberg“.

Geographische Reichweite

Bei der Beschreibung der Probiervstube, ihrer Einrichtung und der Geräte gibt es kaum einen Unterschied zu der Darstellung Georgius Agricolae. Die Nutzung eines „kleinen Öfchens“, in dem das Schmelzen im Schachtofen imitiert werden konnte, kannten die Vorgänger Lazarus Erckers jedoch nicht.¹³³³

Technische Entwicklungen und Fortschritte

Die Beschreibung der Probiervmethoden für die einzelnen Metalle wird stets eingeleitet durch eine Klassifizierung der Erze nach ihrer Schmelzbarkeit. Dabei werden die metallhaltigen Mineralien benannt, in silberreich und silberarm sowie in leicht- und strengflüssig eingeteilt. Die Namen hatten bereits die „Alten, erfahrenen und geübten Berckleut einer jeden Berckart“¹³³⁴ gegeben. Eine solche Einteilung geben die älteren Autoren nicht.

¹³³¹ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 200, z. B. bei der Kupferprobe.

¹³³² Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 205 f., 237 f., 249 f.

¹³³³ Nach Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 238, Anm. 326, waren die Ergebnisse allerdings recht ungenau.

¹³³⁴ Lazarus Ercker, 1629, 3^v.

Im Gegensatz zu Georgius Agricola, der die Flussmittel nach ihren Eigenschaften bzw. Wirkungen einteilt, beschreibt Lazarus Ercker für jedes besondere Erz, soweit erforderlich, das hierfür geeignet Flussmittel und meist auch seine Herstellung.

- Für das Schmelzen von Silbererz wurden Bleiglas (= Bleisilikat, gemahlener weißer Kieselstein, vermischt mit roter Bleiglätte, der mit Salz oder Salpetersalz abgedeckt und im Tiegel geschmolzen wurde. Der Bleikönig wurde nach dem Erkalten entfernt, das gelbe Glas diente als Flussmittel) sowie Salpeter und Weinstein zugeschlagen.¹³³⁵
- Für das Schmelzen von Goldschlich nahm man Blei, Glätte, Bleiglas, „Totenkopf“ und Glasgalle. Borax nutzte man zum Binden von Bleiresten beim Abtreiben des Goldes. Bei leichtflüssigen Golderzen schlug man Glätte und Spießglas, eventuell auch Eisenspäne zu.¹³³⁶
- Für die Gold-Silber-Scheidung kamen Scheidewasser, Aqua forte (Salpetersäure, hergestellt aus Salpeter und kalziniertem Vitriol) oder Königswasser, Aqua regis (Gemisch aus Salpeter- und Salzsäure) zum Einsatz.
- Für das Schmelzen von Kupfererz konnten Weinstein, Salpeter und zusätzlich gegebenenfalls geflossene Glasgalle zugeschlagen werden.¹³³⁷
- Für das Schmelzen von Bleierz nahm man Weinstein und Salpeter sowie Glasgalle und gefeiltes Eisen.¹³³⁸

Die Anzahl der genannten Zuschläge ist zwar geringer als bei Georgius Agricola, aber Lazarus Ercker gibt dafür wesentlich mehr Probierrezepte an, die eingeteilt nach der Art des Erzes sich in der Vorbereitung, der Beschickung und der Prozessführung unterscheiden.

Nach den Ausführungen Lazarus Erckers kannte der Probierer die Erze so gut, dass er schon vor dem Probieren entscheiden konnte, welche Verfahren sinnvoll einzusetzen waren und welche Flussmittel benötigt wurden. Ob die Meister auf den Hütten diese Kenntnisse auch besaßen oder ob sie erst von den Probierern die notwendigen Instruktionen erhielten, lässt sich aus den Ausführungen nicht erkennen.

Interessant ist, dass Lazarus Ercker eine Methode der „alten Künstler und Naturkundigen“ wieder aufgreift, nach der eine Gold-Silber-Legierung dadurch bestimmt wird, dass man sie auf einer Schale in einem Gefäß mit Wasser versenkt. An der Sinkgeschwindigkeit, die abhängig war vom spezifischen Gewicht der Legierung, konnte man im Vergleich mit reinem Silber den Goldgehalt der Legierung erkennen.¹³³⁹

Bei den großtechnischen Verfahren, die Lazarus Ercker beschreibt, sind zunächst die Waschverfahren für Seifenlagerstätten, also Gold- und Zinnseifen,

¹³³⁵ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 61, 67, 70.

¹³³⁶ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 123, nach Anm. 159 war Glasgalle ein alkalisches Flussmittel, Totenkopf, Caput mortuum, entsteht beim Einsieden von Vitriollauge, 126.

¹³³⁷ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 199.

¹³³⁸ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 235.

¹³³⁹ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 142.

von Bedeutung. Wie Georgius Agricola kannte auch Lazarus Ercker stark mechanisierte Waschanlagen, an denen mehrere Arbeiter gleichzeitig tätig waren und mit denen man große Mengen durchsetzen konnte. Er beschreibt diese für das Gold und gibt auch eine Abbildung hierzu wieder.¹³⁴⁰ Allerdings sind diese Anlagen sehr klein im Verhältnis zu den im 18. Jahrhundert entwickelten Goldwaschwerken, wie sie z. B. Peter Simon Pallas für Russland beschreibt, wo man bis zu 120 Waschherde gleichzeitig betrieb.¹³⁴¹ Das Feinbrennen des Silbers und die Amalgamation des Goldes werden dargestellt, unterscheiden sich aber nicht wesentlich von den Ausführungen der vorangegangenen Werke. Dagegen wird der Röstofen für das Rösten der Golderze hier zum ersten Mal dargestellt.

Auch der Saigerhüttenprozess wird ausführlich dargestellt und zwar das deutsche und das ungarische Saigern. Obwohl Lazarus Ercker hier Werke seiner Vorgänger als Quellen benutzt, „überprüft, erweitert und illustriert er teilweise seine Vorlagen“, wie Lothar Suhling zutreffend feststellt. Er sieht ihn allerdings nicht als Plagiator, weil er ihm zu Gute hält, die bis dahin nur begrenzt zugänglichen Handschriften durch die Aufnahme in das „Große Probierebuch“ einem breiten Publikum zugänglich gemacht zu haben.¹³⁴² Auch die Messingherstellung aus Ofengalmei und der sehr spezielle Goslarische Hüttenprozess für Melierterze wurde zwar bereits im „Bericht vom Rammelsberg“ veröffentlicht, aber erst mit dem „Großen Probierebuch“ weiter verbreitet.

Wie aus seiner Biographie hervorgeht, kannte Lazarus Ercker die sächsischen, die wolfenbüttelschen und die böhmischen Bergreviere sehr gut. Gerade im böhmischen Bergbau unternahm er viele Inspektionsreisen und beaufsichtigte das Probeschmelzen. Insofern ist es nicht verwunderlich, dass er auch durchaus innovative Vorschläge für das großtechnische Aufbereiten und Schmelzen machte. Für das Aufbereitungswesen waren dies die Verbesserung des Waschverfahrens für die Zinngraupen, um die Verluste zu verringern, und die Verbesserung im Nasspochwerk, durch die das Zusetzen des Bleches am Pochtrog und damit das Totpochen der Erze verhindert werden sollte. Die Überlegung, das Goslarische Schmelzverfahren auf das Zinnschmelzen zu übertragen, war ebenfalls neu. Beim Saigerverfahren hatte er eine Möglichkeit gesehen, das Schmelzen des Kupfersteins mit dem Kupferfrischen zu verbinden, eine Methode, die er ebenfalls für bedenkenswert hielt.

Wie auch Georgius Agricola forderte Lazarus Ercker die Übereinstimmung der Theorie und Lehre mit den praktischen Erfahrungen im Bergbau. Aus diesem Grunde waren die Bücher der Philosophen für den Bergbau nutzlos.¹³⁴³ So ist auch seine Erfahrung der Ausgangspunkt für theoretische Überlegungen, den Schmelzprozess zu verbessern und nicht umgekehrt.

„Ercker will aber kein Lehrbuch von Bergbau und Hüttenwesen schreiben, vielmehr ein Arbeits- und Rezeptenbuch der Probierekunde für den Praktiker. Er

¹³⁴⁰ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 113 – 115, 251.

¹³⁴¹ Peter Simon Pallas, Reisen durch verschiedene Provinzen des Russischen Reiches, Band I – III, St. Petersburg 1771 – 1776 (ND Graz 1967), hier Bd. II, 158 – 171.

¹³⁴² Lothar Suhling, 1976, 147 f., der Autor diskutiert hier die Frage nach dem Plagiat ausführlich.

¹³⁴³ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 44.

tut dies umfassend und vollständig, indem er alle Aufgaben, die einem Probierer zukommen, eingehend und relativ klar bespricht.¹³⁴⁴ Aus diesem Grunde spielen bei der Beschreibung großtechnischer Verhüttungsverfahren stets die Zuschläge und die Regulierung des Gebläses eine große Rolle, d. h. die chemischen Prozesse. Dagegen werden die Öfen und die übrige Einrichtung des Hüttenwerkes nicht beschrieben. Dies wird teilweise durch die sehr detaillierten Abbildungen ausgeglichen. Umfangreich sind die labortechnischen Vorgänge, die in das Arbeitsfeld des Probierers gehörten, dargestellt. Ausgezeichnet ist die Arbeit Lazarus Ercker jedoch vor allem dadurch, dass er für jedes Erz und Zwischenprodukt genau passende Probierrezepte bietet, die zumindest was Zuschläge und Prozessführung angeht, auch auf die Hüttenarbeit übertragen werden konnten.

„Wie schon [der] Titel zeigt, ist dieses „Große Probierbuch“ durchflochten mit allerlei Beschreibungen hüttentechnischer Art, die eigentlich einem solchen Werke fremd sein müssten. Diese Abschweifungen aber stören nicht, und so bleibt es trotz dieser Tatsache das Probierbuch des 16. und 17. Jahrhunderts. Auch Agricolas „De re metallica“, das ebenfalls einen Probierteil enthält, vermag an dieser Feststellung nichts zu ändern.“¹³⁴⁵ Diesem Urteil der Herausgeber des Probierbuches kann man sich nur anschließen, wobei anzumerken ist, dass im Titel des Werkes der Begriff „Probierbuch“ gar nicht verwendet wird. Wie sehr dieses Werk geschätzt wurde, zeigen auch die Neuauflagen und Übersetzungen. Bis ins 18. Jahrhundert war es offensichtlich ein Standardwerk für die Probierer, Wardeine und Münzmeister.

5.2.12 Die Bergchronik des Hardanus Hake (1583)

Das Thema der Bergchronik ist die Geschichte des Harzer Bergbaus und der Bergstädte. Die Erforschung der Hüttenstätten des Alten Mannes zeigt, dass man damals schon technikgeschichtliche Interessen hatte (S. 15 – 18). Zeitgenössische Darstellungen der Hüttentechnik bieten die Kapitel „Kurtzer Auszug des Goßlarischen Berg- und Hüttenwercks“ (S. 79 – 82), „Kurtzer Bericht von Goslarischen Schmeltzen“ (S. 105 – 108) und „Von Zurichtung der Goßlarischen Schmeltzofen“ (S. 122 – 126) in Bezug auf den Rammelsberg. Die Abschnitte über „Die Pocharbeit“ (S. 134 – 138) und „Die Hüttenarbeit“ (S. 139 – 144) sind für die Entwicklung auf dem Oberharz von Bedeutung.

Abschnitte zur
Hüttentechnik

Die ersten Abschnitte behandeln das mittelalterliche Berg- und Hüttenwesen beginnend mit der Entdeckung des Erzlagers am Rammelsberg. Interessant ist eine Aufzählung, in der Hardanus Hake 35 Hütten benennt und jeweils ihren Standort und alles, was er sonst darüber in Erfahrung bringen kann, beschreibt. Über diese frühe Zeit war Hardanus Hake bereits bekannt, dass „zu dem sindt nicht allein Schmeltz Hütten gewest an waßern, da es ein radt hatt treiben können, sondern man findet auch viel schlacken im Hartze hin und wieder, wo man sich keret und wendet, auff Höhen und an Bergen, darauß man eigentlich wißen und abnemen kann, daß der Altman windtofen, darin er daß Ertz zu gutt gemacht, gehabt, zudem Tredtwerck und Ziehwerck, ...“ zum Betrieb der Blasebälge.¹³⁴⁶ Der große Holzverbrauch war seiner Meinung nach damals

Mittelalterliche
Schmelzhütten

¹³⁴⁴ Alfred Lange, Erckers Großes Probierbuch in seiner Bedeutung des Probierbuchs für die Hüttentechnik, in: Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 13.

¹³⁴⁵ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 18.

¹³⁴⁶ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 15 - 18.

schon ein Problem, denn er schreibt: „daß ohn Zweiffel ein grawsam Holtz muß darauff gangen, ohne was zu erbawung der Bergwerck es für Holtz gefressen hat, und kein wunder, daß dieser örter dem augenschein nach Holtz gemangelt hat.“¹³⁴⁷

Mit dem Jahre 1519 setzt dann die chronologische Darstellung der Ereignisse im wolfenbüttelschen Harz ein. Neben allgemeinen Vorkommnissen, der Nennung zahlreicher Amtsinhaber und der Beschreibung des Bergbaus geht Hardanus Hake auch immer wieder auf das Aufbereitungs- und das Hüttenwesen ein.¹³⁴⁸

In Bezug auf die Erzaufbereitung¹³⁴⁹ im Oberharz geht Hardanus Hake wiederum chronologisch vor, wobei er einräumt, dass eigentlich niemand wüsste, wie der Alte Mann dabei verfahren sei: „Wie aber der alte Mann [die Erze] nach seinem besten zu gute gemacht oder damit umgangen, ist niemandt, der daß eigends weiß, besonders betreffend die, so auff dem Ober Bergwerck gebrochen und gewonnen. Verständige Bergleuthe aber halten eß dafür, daß der alte Mann seine Erzte gemahlen habe und kann wohl sein, das ehr sie naß gemacht vnd waßer darauff geschlagen, ...“.¹³⁵⁰

Erzaufbereitung 1. Pochwerke

Diese Arbeitsweise aufgreifend, soll dann Peter Philip¹³⁵¹ mit dem Erzpochen begonnen haben. Mit einem durch Wasserkraft angetriebenen Pochwerk wurde das Erz zerkleinert, das feine Pochgut wie bei einer Mühle ausgeschieden und dann „mit einem Sichertrog, welchen man einen Sachs genannt, die Schliche rein gemacht.“¹³⁵² In diesem Trog wurde das gepochte Erz mit Wasser gemischt. Der Trog wurde geschwenkt und so nach dem spezifischen Gewicht Erz und Gangart getrennt.

Dieses Verfahren war aber offensichtlich noch nicht sehr ausgereift, weil zum einen durch das trockene Pochen eine hohe Staubbelastung entstand, zum anderen die Erze sehr viele „Grüblein“, also grobe Bestandteile, enthielten, die eine Verarbeitung erschwerten, zumal das Verfahren des abwechselnden Röstens und Schmelzen noch nicht bekannt gewesen sei. Nachdem man so die erste Pochwerkstechnik entwickelt hatte, wurden durch Simon Krug¹³⁵³ und Nickel Klerer senior¹³⁵⁴ die Nasspochwerke eingerichtet, die diese Technologie offensichtlich aus einem anderen Bergbauzentrum kannten. Diese Technik war zur Zeit Hardanus Hakes in „vollem Schwange“ und hatte dem Bergwerk „größten Nutzen und Frommen“ gebracht.¹³⁵⁵

¹³⁴⁷ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 17.

¹³⁴⁸ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, ab 34.

¹³⁴⁹ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 134 – 138;

hier die Abschnitte „Vom Ertz-Puchen.“, „Von Schlich machen.“

¹³⁵⁰ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 134.

¹³⁵¹ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 42, Anno 1534 war Peter Philips Probierer in Wildemann „ein Geschickter Man, vnd hatt viel guts gethan beym Bergwerck.“

¹³⁵² Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 134.

¹³⁵³ Dieser wird von Hardanus Hake sonst nicht erwähnt.

¹³⁵⁴ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 44, Anno

1538 wurde Nickel Klerer erster Stadtschreiber in Zellerfeld.

¹³⁵⁵ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 134 f.; nach Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 401 und Anm. 393, hatte Sigismund Malthitz in Dippoldiswalde diese Maschine um 1511 erfunden.

Auch in den Pochwerken des Oberharzes versuchte man, Verbesserungen vorzunehmen. So beschreibt Hardanus Hake den im Jahr 1573 unternommen Versuch eines Meisters Volckmar, ein Pochwerk zu bauen, „das der wind mit zwölff Stempeln treiben solt,...“¹³⁵⁶

Schon vor dem Pochen wurden die geförderten Erze unterschieden in „kleinspeisige“ Erze und in Erze mit „groben glantz“. Für letztere wurde zunächst ein gröberes Blech fünf Finger hoch am Auslass des Pochtroges eingesetzt und das gepochte Erz mit einem starken Wasserfluss ausgetragen. Die Pochstempel mussten einen hohen Hub haben. Die anfallenden Abfälle (After) wurden dann nochmals mit geringerem Hub, feinerem Sieb und weniger Wasser gepocht und ergaben einen feinen Planschlich. Die kleinspeisigen Erze wurden auch mit hohem Hub gepocht, da diese sehr hart waren. Allerdings wurde hier ein feines Blech drei Finger hoch gesetzt. Wichtig war, dass ein verständiger Pochsteiger die Aufsicht führte, denn „puchet ehr die Erze zu schlam, ... geschiehet [es] meinem gnedigen Herrn vnd Fürsten vnd den Gewercken zu schaden.“ Eine Trennung der Erze war dann nicht mehr möglich.¹³⁵⁷

Der nächste Schritt der Erzaufbereitung war das Schlichmachen. Auch hier waren verschiedene Arbeitsschritte notwendig. Das Erz, das über das Obergerinne des Pochwerks austrat, wurde in einen länglichen, hölzernen Kasten, den Schlemmgraben ausgeschlagen. Das Erz, das über das Untergerinne austrat, wurde zweimal auf dem Planherd gewaschen. Beim Erzwaschen mussten die Planen die richtige Rauigkeit haben. Für die gröberen Erze musste die raue Seite der Plane verwandt werden, feiner Schlamm Schlich wurde über die feinere Seite gewaschen. Gab man zu viel oder zu schnell fließendes Wasser auf die Planherde, so blieb das Erz nicht hängen und floss im schlimmsten Fall mit dem Wasser davon.¹³⁵⁸ Des Weiteren verweist Hardanus Hake bezüglich des Pochwerks und der Erzwäsche auf Agricola. „...., wer aber sonderlichen Bericht hiervon begehret zu wißen, der lese Agricolam, denn der reichlich darvon geschrieben.“¹³⁵⁹

Erzaufbereitung
2. Erzwäsche

In seinem Fazit unterstrich Hardanus Hake nochmals die Bedeutung der Erzaufbereitung indem er schrieb, „...inß Puchwerck gehöret der größte Fleiß, ..., da dem Landesfürsten vnd den Gewercken baldt großer schade geschehen kan. ... Darumb ist aufsehens von nöthen, vnd an einem fleisigen Puchsteiger nicht ein geringes gelegen, der der Gewercken gut treulich verwahret vnd zusammenhelt.“¹³⁶⁰

Das Pochen der Erze und die Verarbeitung zu Schlich waren nur für die Oberrharzer Gangerze üblich. Das Pochen der Meliererze des Rammelsbergs war nicht möglich, wie ja bereits aus Lazarus Erckers „Bericht vom

Erzaufbereitung
3. Erzröstung

¹³⁵⁶ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 95.

¹³⁵⁷ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 135, 202 (Glossar), „grob“ ist der Bleiglanz, der 86 % Blei und einen Silbergehalt von 0,01 – 0,03 % hat, wenn er auf dem Bruche körnig oder würflicht ist, „kleinspeisig“, wenn er in Form von Punkten oder Würfeln auftritt.

¹³⁵⁸ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 135 f.

¹³⁵⁹ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 137; Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 383 – 401 werden sieben Waschverfahren behandelt, 401 – 403 folgt das Nasspochwerk, 360 – 369 die Trockenpochwerke.

¹³⁶⁰ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 136.

Rammelsberg“ zu ersehen ist. Dagegen wurde die Röstung der Erze zur Entschwefelung vor dem eigentlichen Verhüttungsprozess im Oberharz und in Goslar betrieben.

Bezüglich des goslarischen Erzes schreibt Hardanus Hake: „Erstlich werden den Rammelßbergischen oder goßlarischen Erzen drey Feuer gegeben, und heist rosten. ... vnd kommen zu einem Rost 15 hundert scherben, ein scherben helt Vier Zentner, einer dem andern zu gueth. Wenn nun der Rost das erste Feuer bekommen, so wirt er gewant und wirt auf das ander Feuer gebracht, darnach auf das dritte, alßdan ist er ghar.“¹³⁶¹ Diese Erze wurden also dreimal auf großen Rösthaufen geröstet.

Auf dem Oberharz wurden der Grob- und der Schlamm-schlich ebenfalls geröstet. Sowie der Pochsteiger 33 Zentner Schlich produziert hatte, sollte dieser zum Rostofen gebracht und dem Rostschütter zugewogen werden. Bezüglich der Produktionsmengen gibt Hardanus Hake an, dass ein Puchsteiger in acht Tagen einen Rost, wenn die Erzqualität hoch war, sogar zwei Roste gewinnen konnte. Aus dem Pochwerk wurden die Schliche zu den Röstöfen gebracht. Von dem Schlich wurde vor dem Rösten zunächst eine Probe genommen. Nun legte der Rostschütter 4 Malter Röstholz in den Ofen, darauf schüttete er 3 Maß Kohlen und füllte schließlich den Schlich eine Hand hoch ein. Dann wurden Holz und Kohlen angezündet und der Rost niedergebrannt. Es wurde ein zweiter Ofen gleich dem ersten hergerichtet, der geröstete Schlich darauf gewendet und nochmals geröstet.¹³⁶²

Wie wichtig auch das vollständige Rösten war, schreibt Hardanus Hake, denn man habe versucht, das Röstholz zu sparen und statt Kohlen Reisig zu nehmen. Die Roste seien aber roh geblieben und man habe zum Schmelzen dann umso mehr Kohlen verbraucht und zugleich weniger Blei und Silber ausgebracht. „Darvmb wohl geröst ist daß beste, so kan mans außbringen, was drinnen ist, vnd können die schmeltzer auch damit fortkommen.“¹³⁶³

Vor eineinhalb Jahren, berichtet Hardanus Hake, hatte man einen neuen Röstofen konstruiert, der einem Treibofen glich, nur dass er kein Gebläse hatte. Dieser Ofen ermöglicht das Rösten eines Rosts mit nur 3 Maltern Holz. Die Schmelzer hätten dies sehr gelobt, denn das Ausbringen von Blei und Silber habe sich verbessert.¹³⁶⁴

Neben den allgemeinen Ereignissen des Jahres 1568 beschreibt Hardanus Hake ausführlich die administrativen Maßnahmen, mit denen Christoph Sander, der zu dieser Zeit Verwalter des goslarischen Berg- und Hüttenwerks war, den dort vorkommenden Unregelmäßigkeiten ein Ende setzte und damit den Betrieb wieder lukrativ machte.¹³⁶⁵ Die Ursachen für den Verlust des Bergwerksbetriebs werden in dem „Verzeichniß der untrew, durch welche daß Goßlarische Berg-

*Bleierz-
Verhüttung am
Rammelsberg*

¹³⁶¹ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 122.

¹³⁶² Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 137 f.; ein Rost war gleichzeitig ein Mengenmaß und hielt 33 Zentner Schlich.

¹³⁶³ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 138.

¹³⁶⁴ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 138; da diese Nachricht nach dem Jahre 1583 angeführt wird, muss sie sich also auf das Jahr 1581 beziehen.

¹³⁶⁵ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 79 – 82 zum Hüttenwesen, es folgt noch ein Abschnitt über den Rammelsberg und das Münzwesen.

und Hüttenwergk in solchen Abfall kommen, daß es niemand hat weiter treiben wollen“ aufgezählt.¹³⁶⁶ Schließlich gelang es Christoph Sander vor allem durch strikte Kontrolle der Vorgänge auf den Hütten, diese Missstände zu beseitigen. Diese Maßnahmen werden dann in dem „Kurtze[n] Bericht von Goslarischen Schmelzen, wie daß muß getrieben werden und Im schwange gehen, und wie Zehender und Hüttenreuter alleß müßen fleißig verwalten, und waß sunsten mehr zu thun“ behandelt.¹³⁶⁷ Während bisher lediglich organisatorische Verbesserungen aufgeführt wurden, beschreibt Hardanus Hake nun die Vorgänge, die den Schmelzprozess beeinflussen und den Hüttenbetrieb erfolgreich machen konnten.¹³⁶⁸

Erstens war es wichtig, dass die Hüttenvögte gut ausgebildete und geschickte Leute waren und diese Posten nicht aus Gefälligkeit vergeben wurden.¹³⁶⁹ Zum anderen kam es seiner Meinung nach auf den ordnungsgemäßen Betrieb der Wasserräder an, die nur bei ausreichender Gefällehöhe und insgesamt gutem Zustand die erforderliche Leistung brachten. Ein zu schwaches Gebläse verhinderte einen erfolgreichen Schmelzprozess.¹³⁷⁰

Weiterhin war die Beschickung der Öfen von Bedeutung. Hier wird auch ein Maßstab für das erfolgreiche Schmelzen angegeben. Das ausgebrachte Metall durfte nicht unter 3 ½ bis 4 Zentner Blei enthalten, d. h. wenn bei einem Schmelzprozess weniger als diese Menge ausgebracht wurde, sollte man die Ursache für diesen Mangel suchen.¹³⁷¹ Nach Meinung Hardanus Hakes gab es vier Ursachen für das mangelhafte Ausbringen, erstens ein zu schwaches Gebläse, zweitens ein falsches Zumachen des Schmelzofens, drittens der Unfleiß der Schmelzer und letztens schlecht funktionierende Wasserräder.¹³⁷² Andererseits versuchte man, die Hüttenleute zu besonderen Anstrengungen zu motivieren, indem man die Menge an Blei, die sie über 3 Zentner hinaus ausbrachten, besonders entlohnte.¹³⁷³

Auch zum Schmelzprozess selbst findet man hier detaillierte Angaben. In einer Schicht sollten 15 Scherben Erz mit Hilfe von 25 bis 30 Maß Kohlen verschmolzen werden. Daraus sollten möglichst 4 Zentner Werkblei gewonnen werden. Dabei bemerkt Hardanus Hake, dass bei einem Ertrag von 2 ½ Zentnern, der Hüttenherr keinen Verlust machte, ab dieser Menge die Hütte jedoch mit Gewinn arbeitete. In diesem Zusammenhang betont Hardanus Hake nochmals, dass man darauf achten müsse, die Maße und Gewichte genau einzuhalten, damit kein Betrug vorkäme.¹³⁷⁴

Den Goslarischen Schmelzofen beschreibt Hake genau. Der Ofen innen war 2 ½ Ziegel tief und 2 Ziegel weit und die Vorwand über dem Herd 2 ½ Ellen hoch. Diese bestand aus Schiefersteinen. Die Abzucht wurde 2 Ellen tief kreuzweise unter dem Ofen verlegt. Da diese die beim Schmelzprozess

¹³⁶⁶ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 102 – 104.

¹³⁶⁷ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 105 – 108.

¹³⁶⁸ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 106 – 108.

¹³⁶⁹ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 106.

¹³⁷⁰ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 106.

¹³⁷¹ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 106.

¹³⁷² Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 106, unter Zumachen versteht man die Herrichtung des Gestübes auf dem Herd des Schmelzofens.

¹³⁷³ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 107.

¹³⁷⁴ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 107.

entstehende Feuchtigkeit abführen sollte, war es – so Hardanus Hake – nicht sinnvoll, diese in die Radstuben zu führen, sondern besser unter die Blasebälge. Er schreibt: „Derhalben nicht ein Kleines daran gelegen, daß die schmelzofen ihre rechte weite und höhe haben, auch das die abzuchten nicht zue tief oder zue seit geleet, damit kein waßer oder feuchtigkeit darin ziehen kan, verwahret werden.“ Ebenso wichtig war die richtige Einrichtung der Formen, eiserne oder kupferne Winddüsen, in die die Blasebälge eingelegt wurden. Diese sollten mitten in den Ofen hineinblasen. Der Tiegelstein wurde über die Abzucht gelegt und dann der Boden des Ofens mit einem Herd aus Lehm und zerkleinerten Schlacken ausgeschlagen. Darüber kam ein zweiter aus Lehm gefertigter Herd. Der Herd befand sich halb im und halb vor dem Ofen direkt unter der Vorwand. Er wurde mit gebranntem Erz ausgeschlemmt, getrocknet und durch Erwärmen gehärtet. Ein solcher Tiegel sollte $\frac{5}{4}$ Ellen tief sein und so geneigt, dass das geschmolzene Blei aus dem Ofen in den Tiegel laufen würde.¹³⁷⁵ Diese Beschreibung entspricht weitgehend dem „Bericht vom Rammelsberg“ oder der entsprechenden Darstellung im „Großen Probierebuch“ von Lazarus Ercker. Welche Quelle Hardanus Hake verwendete oder ob es sich um eigene Beobachtungen handelte, hat er leider nicht angegeben.

Der nächste Schritt war die ordnungsgemäße Beschickung des Schmelzofens. Auf den vorgewärmten Tiegel wurde ein Füllfass großer, grober Kohlen (Holzkohlen) geschüttet, darüber drei Füllfässer Gestübe oder Kohlenlesche.¹³⁷⁶ Im Folgenden beschreibt Hardanus Hake die Herstellung des Gestübes, das ohne Lehm zubereitet und mit eisernen Kellen im Ofen verdichtet wurde. Das Gestübe wurde so eingerichtet, dass die Schlacken nicht herausfließen konnten, und etwas tiefer unterhalb der Vorwand wurde eine Öffnung, das Auge, gelassen. Wenn nun der Ofen soweit vorgerichtet war, schüttete man zum Anlassen glühende Kohlen auf. Es folgten wiederum Kohlen, ein oder zwei Tröge Schlacken, Kohlen und geröstetes Erz. Nun wurden soviel Kohlen und Erz schichtweise in den Ofen geschüttet, bis dieser voll war. Man wartete ein wenig, bis der Ofen die richtige Temperatur erreicht hatte, „Biß daß fewr im ofen aufgehet“. Dann wurden die Blasebälge in Betrieb genommen und das Schmelzen begann.¹³⁷⁷ Auch diese Darstellung entspricht der Lazarus Erckers.

Zu einem Schmelzprozess benötigte man 12 Scherben geröstetes Erz, die in 14 bis 16 Stunden verarbeitet wurden. Dem Erz wurden ein Zentner Herdblei und ein Scherben Zellerfeldische oder Wildemanner Schlacken, eventuell auch 4 oder $3\frac{1}{2}$ Zentner, zugeschlagen. Daraus konnte man $3\frac{1}{2}$ Zentner Schwarzblei, bisweilen auch $\frac{1}{4}$ weniger oder mehr, erschmelzen. „Daß ist also daß werck, daß auß den 12 scherben außgebracht.“ Aus diesem Schwarzblei konnten wiederum 3 Lot und ein Quintel ($\frac{1}{5}$), manchmal auch $3\frac{1}{2}$ Lot Silber gewonnen werden. Hier beruft sich Hardanus Hake auf die Berichte Christoph Sanders.¹³⁷⁸

¹³⁷⁵ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 122 f.

¹³⁷⁶ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 123, 202 (Glossar), demnach handelte es sich hier um das leichte Gestübe, das nur aus klein gestoßenen Kohlen bestand, im Gegensatz zum schweren Gestübe, bei dem diese mit Lehm vermennt waren.

¹³⁷⁷ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 123.

¹³⁷⁸ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 123 f.

Der Hüttenprozess hatte sich insofern verändert, als dass man zu Lazarus Erckers Zeit nur das geröstete Erz ohne Zuschläge schmolz.¹³⁷⁹

In Goslar wurden normalerweise die Blasebälge zweier Öfen von einer Welle getrieben. Hardanus Hake merkt hierzu an, dass einige Schmelzer der Meinung seien, den Schmelzprozess besser steuern zu können, wenn jeder Ofen einen eigenen Antrieb für die Blasebälge hätte.¹³⁸⁰ Die Öfen wurden alle acht Tage ausgeschlagen, d. h. der Galmei, welcher sich während des Schmelzprozesses an den Wänden absetzt, wurde entfernt und zur Messingproduktion weiter verwendet.¹³⁸¹

Im Weiteren beschreibt Hardanus Hake die deutlichen Verbesserungen, die bei der Kupfergewinnung aus Rammelsberger Erz erzielt worden seien, das nun in der Qualität dem Ungarischen Kupfer gleiche. Diese Kunst hatte Jürgen Neßler nach Goslar gebracht.¹³⁸² Georg Neßler, aus St. Joachimsthal gebürtig, war ab 1568/69 in den Dienst des Herzogs Julius getreten und blieb bis 1571 am Unterharz. Nach einer Dienstzeit bei den Grafen von Mansfeld wurde er nochmals von 1572 bis 1574 für den Wolfenbüttler Herzog tätig und kehrte dann endgültig nach Mansfeld zurück.¹³⁸³ Hardanus Hake hat diese neue Hüttenarbeit nicht beschrieben, man kann sie nur dem Werk Christoph Andreas Schlüters „Gründlicher Unterricht von Hütte-Wercken“ entnehmen. Die Verarbeitung der sehr eisenschüssigen Erze des Rammelsberges auf Kupfer war in früheren Zeiten erfolglos, da man nur eine sehr schlechte Kupferqualität produzierte. Dies änderte dann Georg Neßler, der die Kupferarbeit deutlich verbesserte. Demnach wurden die Kupfererze zunächst sauber geschieden. Dann wurden 200 bis 300 Zentner davon zweimal geröstet. Das Erz wurde nun in einem großen Bottich mit Wasser übergossen und 24 Stunden ausgelaugt. Aus der Lauge gewann man Vitriol. Das Erz selbst wurde nun ein erstesmal zusammen mit Schlacken geschmolzen, wobei man auf 30 Laufkarren Erz 10 bis 12 Laufkarren Schlacken vorschlug. Davon wurde 5 bis 6 Zentner Stein geschmolzen. Von diesem Zwischenprodukte benötigte man 100 Zentner und röstete diese Menge wiederum zweimal. Auch der geröstete Stein wurde ausgelaugt. Anschließend wurden 24 Laufkarren Stein zusammen mit Frischblei, Herdblei und Bleiglätte in einer Schicht geschmolzen. Der davon erschmolzene Stein wurde fünf- bis sechsmal geröstet und ein zweites Mal mit Frischblei, Herdblei und Glätte durch den Ofen gesetzt. Die kupferhaltigen Werke wurden auf dem Saigerherd gesaigert, der Stein wurde noch dreimal geröstet, dann zu Schwarzkupfer und schließlich zu Garkupfer verarbeitet.¹³⁸⁴

Kupfererz-
verhüttung am
Rammelsberg

Neben dem qualitativ verbessertem Kupfer gewann man nun auch Vitriol aus dem Kupfererz, dem ungarischen Vitriol gleich. Ferner hatte man festgestellt, dass sich unter den großen Röststadeln ein weiß gebrannter Kupferrauch

¹³⁷⁹ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 250.

¹³⁸⁰ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 124.

¹³⁸¹ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 122.

¹³⁸² Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 124, 126.

¹³⁸³ Herbert Dennert, ²1986, 118 f.

¹³⁸⁴ Dennert, 1986, 119, zitiert hier Christoph Andreas Schlüter ausführlich. Man findet diese Beschreibung bei Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 394 f.; ein Laufkarren entspricht einem ½ Scherben, vgl. Wilhelm Bornhardt, 1931, IX.

bildete, aus dem man weißen Vitriol gewinnen konnte. Bei der Erzröstung wurde der Schwefel aufgefangen und zu Handelsware verarbeitet.¹³⁸⁵

Im Folgenden werden die acht goslarischen Hütten mit der Anzahl ihrer Feuer, d. h. Öfen, aufgeführt. Zu dieser Zeit wurde nur die Frau Marien Hütte als Saigerhütte genutzt. Es folgt eine Ausgaben- und Einnahmenrechnung, bei der Hardanus Hake zu folgendem Ergebnis kommt: „Hierauß man nachrichtung haben vnd sehen kan, waß Fürstl. Durchl. ohne Zehenten vnd Müntzgewin für einen Überschöß wochentlich hat, alleine von den Hütten, zu dem auch noch ohne das Kupfer, Galmey, Mißing, Contrafeith, Kopferrauch, Victriol, Atramentenstein, Kalitzenstein, Schwefel; daß alles treget dem Landesfürsten einen gewaltigen Vberschuß.“¹³⁸⁶

Nach einem weiteren chronologischen Teil, in dem die Ereignisse der Jahre 1575 bis 1583 behandelt werden, schließt Hardanus Hake sein Werk mit einer Beschreibung des Berg- und Hüttenwesens der unter- und oberharzischen Bergwerke.¹³⁸⁷ Bei der Darstellung des Schmelzprozesses auf dem Oberharz schildert Hardanus Hake zunächst die vergangenen Zeiten. Er schreibt hierzu: „Wie der Alte man seine Ertze geschmoltzen vnd zu gute gemacht, weiß niemand, eß ist auch auf den heutigen Tag niemandt gewahr geworden. Dieß ist zu verstehen von den Ertzen auff dem Ober Bergwercke.“¹³⁸⁸

Erzverhüttung
auf dem
Oberharz

Bei der letzten Wiederaufnahme des Bergbaus auf dem Oberharz setzte man nach Darstellung Hardanus Hakes zunächst einen Windofen ein, der an der Stelle des Zellerfelder Marktes stand, wo sich nun das Rathaus befand. Dieses abenteuerliche Unternehmen führte jedoch zu keinem Erfolg, da man den Ofen nicht abwärmte, mit Holz heizte und als Zuschlag viel Eisen nutzte. Durch Gottes Fügung hatte sich das zu Hardanus Hakes Zeiten bereits geändert.¹³⁸⁹

Im Folgenden beschreibt Hardanus Hake zunächst die auf dem Oberharz gebräuchlichen Schmelzöfen. Man musste, um einen Ofen zu errichten, zunächst den Grund zur Hauptmauer hin vorbereiten und einen Abzug durch die Hauptmauer hindurch legen. Die Abzucht wurde dann kreuzförmig angelegt und darüber der Sohlstein aus Schiefer gesetzt. Die Form, in die man die Blasebälge einlegte, lag mitten im Ofen, wie hoch und wie weit bestimmte der Schmelzer selbst. Auf dem Oberharz nutze man den „Stichofen“, den „Krumofen“ und den „Hölzelofen“. „Stichofen sind forne plat, Und wird der Herd gemacht in die Erden, Krumofen haben forne hohe Herde. Höltzel Arbeit ist bey

¹³⁸⁵ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 124; Hardanus Hake meint wahrscheinlich Kupferrauch, aus dem man grünen Vitriol (Eisenvitriol) gewann. Der weiße Vitriol war Zinkvitriol.

¹³⁸⁶ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 125 f.

¹³⁸⁷ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 108 – 119.

¹³⁸⁸ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 139 f.

¹³⁸⁹ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 139; man muss sich fragen, woher Hardanus Hake diese Informationen hatte, denn die Verwendung von Wasserradgetriebenen Blasebälge und Holzkohle auf den Hütten war bereits im Mittelalter Stand der Technik.

nahe mit der krummen arbeit gleich.“¹³⁹⁰ Alle drei Öfen werden bei Georgius Agricola wesentlich genauer beschrieben.¹³⁹¹

Die Herstellung der Lesche oder des Gestübes, bei dem ein Maß Kohlen und acht Tröge Lehm gepocht und gemischt wurden, oblag dem Gestübemacher. Aus diesem Gestübe wurden dann der Herd und der Vorherd des Schmelzofens hergestellt.¹³⁹²

Welchen Ofen der Schmelzer für Bleierz, Kupfererz oder rohes (ungeröstetes) Erz nutzte, hing vor allem davon ab, wie hoch der Silbergehalt war. Nach dem Zumachen des Ofens, setzte man ein Feuer darauf und wärmte ihn gut ab. Dann setzte man das Gebläse in Gang und begann mit dem Durchsetzen der Beschickung. Um einen Rost gerösteten Schlich, d. h. 30 Zentner, zu schmelzen, brauchte man 8 bis 9 Stunden, wenn die Erze hochwertig waren, sonst konnte der Vorgang auch 18 Stunden dauern. Zu einem Schmelzvorgang wurden als Zuschlag 1 ½ bis 2 Zentner Herdblei und ½ Zentner Eisen benötigt, wodurch das Erz leichtflüssiger und das Ausbringen des Silbers verbessert wurde.¹³⁹³

Jedesmal wenn der Schmelzer einen Abstich machte, nahm er auch eine Stichprobe, die genau gekennzeichnet und dem Hüttenschreiber weitergegeben wurde. Dieser analysierte dann die Probe, um festzustellen, ob die Metalle wie erwartet ausgebracht wurden. War dies nicht der Fall, mussten die Schlacken noch ein- oder zweimal durchgesetzt werden. Falls nun die Metalle immer noch nicht im erforderlichen Maße ausgebracht waren, konnten sie sich noch in den Ofenbrüchen gesammelt haben. Ebenso wie die Schlacken wurden die Ofenbrüche in einem anderen Schmelzprozess als Zuschlag verwendet und damit auch die darin enthaltenen Metalle ausgeschmolzen.¹³⁹⁴

Der Stein, ein Zwischenprodukt, das beim Schmelzen schwefelhaltiger Erze entstand und aufgrund seines spezifischen Gewichts zwischen Blei und Schlacke stand, wurde nach dem Erkalten gesammelt. Enthielt dieser nun Kupfer, so wurde er geröstet und zu Schwarzkupfer geschmolzen. Dann wurde er zu den herzoglichen Saigerhütten befördert. Hier stellt man fest, ob neben Kupfer auch Silber enthalten war. In diesem Fall wurde das Silber durch den Saigerprozess ausgebracht, ansonsten wurde das Schwarzkupfer gleich zu Garkupfer verarbeitet. Auch beim Saigerverfahren musste der Hüttenmeister das Schwarzkupfer je nach Geschmeidigkeit unterschiedlich behandeln, sich mit dem Feuer und den Zuschlägen danach richten. Als Zuschlag wurde Blei verwendet, „dardurch man den Kopfern die silber nehmen kan.“ Für die

¹³⁹⁰ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 139; leider beschreibt Hardanus Hake die Oberharzischen Öfen nicht so detailliert, wie den Goslarischen Schmelzofen.

¹³⁹¹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 491 – 507; hier findet man den Tiegel- oder Stichofen (Schmelzen auf dem Stich), den Sumpfofen (Schmelzen mit dem krummen Ofen) und den Spurofen mit verdecktem Auge (Schmelzen auf dem Gang oder über das Hölzchen).

¹³⁹² Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 142.

¹³⁹³ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 139 f.

¹³⁹⁴ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 140.

genauere Darstellung des Saigerverfahrens verweist Hardanus Hake auf Lazarus Ercker, lib. 3 Fol. 101 sowie auf Agricola lib. 11.¹³⁹⁵

Die Schlacken der Oberharzer Schmelzhütten enthielten noch Blei und Silber, die man nicht vollständig ausbringen konnte. Deshalb wurden sie als Zuschläge für die Rammelsbergischen Erze genutzt. Man nutzte aber auch manchmal die Goßlarische Rennschlacken als Zuschlag.¹³⁹⁶ Im weiteren berichtet Hardanus Hake noch von fehlgeschlagenen Versuchen auf der Schmelzhütte, bei der beinahe die Hütte selbst in Brand gesetzt worden wäre, „aber was thuet nicht ein Ding vnversucht?“ Da dabei auch das Metall völlig verloren gegangen war, gab man diese Experimente schnell wieder auf.¹³⁹⁷

Nachdem drei Roste, also insgesamt 90 Zentner gerösteter Erzschlich, geschmolzen waren, sollte man 30 oder mehr Zentner Werkblei ausgebracht haben.¹³⁹⁸ Dieses Werkblei wurde dann zur Treibhütte gebracht und genau abgewogen. Dies wurde ebenso notiert, wie der Gehalt an Silber, den das Werkblei gemäß der Schlich- und der Stichprobe haben musste. Erst dann kam das Werkblei auf den Treibofen.¹³⁹⁹ Der Treibherd wurde aus vier Tonnen¹⁴⁰⁰ Asche, vorzugsweise ausgelaugte Seifensiederäsche, hergestellt und abgewärmt. Zum Betrieb des Treibherds benötigte man vier Maß Kohlen und etwa 30 Scheite lang gespaltenes Treibholz. Wenn das Werk abgetrieben war, nahm der Abtreiber, ein beeidigter Hüttenbeamter, eine weitere Probe, die der Hüttenschreiber probierte. Dadurch wurde ermittelt, ob man das im Werkblei enthaltene Silber ausgebracht hatte.¹⁴⁰¹

Treibverfahren

Während des Treibprozesses oxidierte das Blei, während sich das Silber im Spor (einer Mulde am Grund des Treibherds) absetzte. Das Bleioxid, als Glätte bezeichnet, floss aus dem Treibofen heraus. Ein Teil des Bleis wurde von der Herdasche aufgenommen. Dieses nannte man Herdblei. Beides wurde, sofern man Glätte und Herd nicht als Zuschlag verwenden wollte, gefrischt, d. h. reduzierend geschmolzen, so dass man handelsübliches Blei erhielt.¹⁴⁰²

Das Silber, das sich im Spor absetzte, „blickte“ in dem Augenblick, wenn das Bleioxid vollständig aus dem Ofen abgezogen war. „So baldt Ehr geblicket, schützt man flugs abe, denn sonsten daß geblese, weil sonsten kein Bley beim Silber mehr ist, darin es sonsten seine Zuflucht hat, schadete vnd das Silber verzehrete.“ Man musste also sofort das Gebläse außer Betrieb setzen, weil sonst das Silber oxidierte und verbrannte. Anschließend wurde das Silber behutsam abgekühlt, gewogen und dem Schichtmeister, der den ganzen

¹³⁹⁵ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 140 f.; hier beschreibt Lazarus Ercker den deutschen Saigerhüttenprozess, Georgius Agricolae XI. Buch handelt ebenfalls von der Kupfersaigerung.

¹³⁹⁶ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 141.

¹³⁹⁷ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 141; nach Hardanus Hake hatte man zum einen den Herd nicht richtig abgewärmt, zum anderen kein Eisen zugeschlagen. Außerdem war das Erz nicht genug geröstet worden.

¹³⁹⁸ Zu den Maßen: 33 Zentner Schlich ergeben einen Rost, der mehrmals geröstet wurde (137). Beim Schmelzprozess nahm man auf eine Schicht einen Rost = 30 Zentner gerösteten Schlich (140).

¹³⁹⁹ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 142.

¹⁴⁰⁰ Es ist nicht die moderne Gewichtseinheit, sondern ein Hohlmaß gemeint.

¹⁴⁰¹ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 142.

¹⁴⁰² Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 142, und Glossar, 192, 202, 212.

Treibprozess überwachen musste, überantwortet. Dann übernahm der Hüttenmeister das Blicksilber und verwahrte es, bis es am folgenden Montag feingebrannt wurde.¹⁴⁰³

Schließlich beschreibt Hardanus Hake noch das Feinbrennen des Silbers. Dem Silberbrenner wurde das Silber zugewogen und die Mark wurde auf 15 Lot und 3 Quintel Silbergehalt gebrannt.¹⁴⁰⁴ Dies entspricht genau den Angaben, die auch Georgius Agricola und Lazarus Ercker zum Feingehalt des Silbers machen. Für das Feinbrennen nahm man einen Test, auf dem man das Silber oxidierend schmolz, um noch eventuell vorhandene Bleireste zu entfernen. Auch das Feinbrennen wurde durch das Probieren begleitet und so lange fortgeführt, bis das Silber den richtigen Feingehalt hatte. Im übrigen verweist Hardanus Hake für den Brennprozess auf Lazarus Ercker, Fol. 30 und 31.¹⁴⁰⁵

Feinbrennen
des Silbers

Abschließend weist Hardanus Hake eindrücklich darauf hin, dass die verschiedenen Stufen der Erzverhüttung, nämlich das Schmelzen, Treiben und Brennen stets vom Vorsteher der Zechen überwacht werden sollte, ferner der Zehntner, der Zehntgegenschreiber und der Hüttenreiter zugegen sein sollten und von allem ein Verzeichnis angelegt werden sollte. Wer über den Bericht Hardanus Hakes hinausgehende Informationen benötigte, sollte sich in den Werken des Lazarus Ercker und des Agricola informieren, „da dan der günstige Leser von Bergwerck vnd was darzu gehörig, allen nützlichen Bericht finden wirdt.“¹⁴⁰⁶

Hardanus Hake beschreibt die Verhältnisse im Fürstentum Braunschweig-Wolfenbüttel, d. h. der oberen und unteren Bergwerke dieses Fürstentums, und erwähnt andere Harzregionen auch den Besitz des Fürstentums Grubenhagen dabei nur selten.

Geographische
Reichweite

Wie deutlich gemacht wurde, erfährt man bei Hardanus Hake auf den ersten Blick nicht viel Neues. Der Goslarische Schmelzprozess über das leichte Gestübe wurde von Lazarus Ercker in zwei Druckschriften bereits dargestellt, die Schmelzöfen, die man auf dem Oberharz nutzte, beschrieb Georgius Agricola wesentlich ausführlicher. Auf beide Autoren weist Hardanus Hake auch ausdrücklich hin.

Technische
Entwicklungen
und Fortschritte

Dennoch gibt es Besonderheiten, die diese Handschrift zu einer wichtigen Quelle machen. Die Bedeutung der Arithmetik hatte Lazarus Ercker zwar betont, auch aus anderen Werken wird deutlich, dass die Hüttenmeister und Probierer gut rechnen konnten, auf die Vorteile einer genauen Buchhaltung hatte man bisher erst im „Speculum Metallorum“¹⁴⁰⁷ aufmerksam gemacht. Aus dem Bericht Hardanus Hakes wird aber deutlich,

¹⁴⁰³ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 142 f.; das Abziehen von Abstrich und Glätte aus dem Treibherd wird hier überhaupt nicht beschrieben.

¹⁴⁰⁴ Eine Mark (233,6 g) enthielt 16 Lot (14,6 g) zu 4 Quent (3,65 g), d. h. der feingebrannten Mark fehlte 1 Quent (= $\frac{1}{64}$) oder 3,65 g Silber. Gewichtsangaben und Umrechnungsfaktoren nach Ekkehard Henschke, Landesherrschaft und Bergbauwirtschaft. Zur Wirtschafts- und Verwaltungsgeschichte des Oberharzer Bergbaugesbietes im 16. und 17. Jahrhundert, Berlin 1974 (= Schriften zur Wirtschafts- und Sozialgeschichte, Bd. 23), 207, Anm. 14.

¹⁴⁰⁵ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 143.

¹⁴⁰⁶ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 143 f.; hier wird auf die jeweiligen Bücher der beiden Autoren mit Inhaltsangaben verwiesen.

¹⁴⁰⁷ Franz Kirnbauer, 1961, 159 f., (Fol. 213^r – 214^r).

- dass der gesamte Verarbeitungsprozess von stetigen Probenahmen begleitete wurde, so dass man auf jeder Verarbeitungsstufe die Metallgehalte ermittelte und diese in der nächsten Verarbeitungsstufe berücksichtigte,
- dass der gesamte Verhüttungsprozess sorgfältig dokumentiert wurde, zum einen um aus den jeweiligen Ergebnissen Rückschlüsse auf die optimale Verarbeitungsweise zu ziehen, zum anderen um jeglichen Betrug zu verhindern,
- dass man vielfach Versuche unternahm, die Prozesse auf allen Verarbeitungsstufen zu verbessern.

Interessant an dieser Chronik sind auch die historischen Hinweise, die sich auf die Technik beziehen. Die Lage und der Betrieb der mittelalterlichen Schmelzhütten waren für die anderen Fachautoren ebenso wichtig, wie die ersten technischen Versuche nach der Wiederaufnahme des Bergbaus. Hierzu gehört der Hinweis auf den gescheiterten Versuch mit dem Windofen ebenso, wie der erste Versuch die Windkraft als Antriebsenergie zu nutzen, der kläglich scheiterte. Auch Lazarus Ercker gibt einen historischen Rückblick auf die frühen Verhältnisse am Rammelsberg.

Die Problematik des Totpochens, die schon Lazarus Ercker beschäftigt hatte, greift Hardanus Hake ebenfalls auf. Eine Lösung des Problems bestand darin, die Höhe der Vorsatzbleche und den Wasserfluss entsprechend der eingelieferten Erze zu regulieren.

5.2.13 Bericht vom Bergwerk von Georg Engelhardt Löhneyß (1617)

Von den neun Teilen des Werkes sind der vierte Teil über Erzscheidung, Erzpochen und Erzwäsche (pag. 63 – 67), der fünfte Teil über das Rösten und Schmelzen (pag. 67 – 97) und der sechste Teil vom Saigern der Kupfererze (pag. 98 – 113) der Hüttentechnologie gewidmet. Auch der siebenten Teil, der die Probierkunde behandelt, ist dafür von Interesse (pag. 113 – 179).¹⁴⁰⁸

Kapitel zur
Hüttentechnik

Im ersten Teil des Werkes behandelt Georg Engelhardt Löhneyß die Frage, ob Gestein und Erz täglich wachsen würden.¹⁴⁰⁹ Die Erfahrung zeigte seiner Meinung nach, dass durch die Sonne und die natürliche Wärme in den Gängen und Klüften aus fetten, dicken Dünsten Schwefel und Quecksilber geschaffen würden, aus denen die Metalle in „natürlicher Weise“ wüchsen. Als Beleg wird angeführt, dass das Erz vielfach auf schwefelhaltigen Gängen zu finden sei. Letzte Ursache ist, typisch für diese Zeit, Gottes Wirken in seinem „Laboratorio“. Dass die Gebirge weiter wuchsen, sah man daran, dass zuvor geschaffene Stollen im Laufe der Zeit enger und auch in der Höhe geringer wurden. Ließ man im Rammelsberg abgebautes Erz liegen, so sinterte es wieder zusammen und bildete ein festes Gestein, das wiederum mit Schlägel und Eisen gewonnen werden musste. Diese Anzeichen deutet Georg Engelhardt Löhneyß als Wachsen des Gesteins. So wie das Gestein wuchs, galt dies auch für die Bergarten und das Erz. Für das Wachstum des Silbers wird eine Beschreibung aus der Sarepta angeführt.¹⁴¹⁰ Demnach erstanden

Metallogenese
– Verhältnis zur
Alchemie

¹⁴⁰⁸ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, Inhaltsverzeichnis (Dispositio).

¹⁴⁰⁹ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 18 – 20.

¹⁴¹⁰ Eine der wenigen Stellen, für die Georg Engelhardt Löhneyß die Quelle angibt.

Metalle aus der Vermischung von Quecksilber und Schwefel. „In Summa, Gott hat durch sein Wort den Metallsamen in die tiefe abgrund der Erden geworffen, daraus er natürlicher weise, durch Sonnen, Monden, Sternen und Elementenkrafft, allerley Ertz wachsen lest.“ Die Versuche der Alchemisten, diesen Prozess künstlich nachzuahmen, erwähnt er zwar, kommentiert sie aber nicht. Die Metallogenese, die offensichtlich nur in der Erde stattfinden konnte, führte dazu, dass die Erze jeweils immer reiner und gediegener wurden, so Georg Engelhardt Löhneyß im Abschnitt über die „Bergarten und Metalle.“¹⁴¹¹ Auch der gegenteilige Prozess fand statt. Hatte die Erze ihre höchste Vollkommenheit erreicht, nahmen sie wieder ab. Gold und Silber waren vergänglich, und die Bergleute trafen manchmal auf Höhlungen, in denen zuvor gutes Erze gewesen sein sollte, jetzt jedoch nur noch „Gemülbe und Aschen“.¹⁴¹² Im Abschnitt „Von Veränderung der Erze und Metalle“¹⁴¹³ geht er dann doch noch auf die Kunst der Alchemisten ein. Diese versuchten, ein Metall in ein anderes zu verwandeln, was ihnen jedoch nicht gelang. Dies lag daran, dass es nicht der Ordnung Gottes entsprach und die in der Erde vorhandene „natürliche Wirkung“ fehlte. Dagegen gelang eine Umwandlung der Metalle in der Natur durchaus, wofür Georg Engelhardt Löhneyß einige Beispiele gibt. Dass im Rammelsberg aus Eisen Kupfer wurde, auch durch Vitriolwasser dies bewirkt wurde und dass man dem Kupfer durch Galmey eine Goldfarbe geben konnte, wusste er aus eigener Erfahrung.

Die Historie über die Erfindung des Schmelzens durch Kadmos war wohl weit verbreitet. Man findet sie auch in der Sarepta.¹⁴¹⁴ Das Plinius dies überliefert, wird in beiden Werken gesagt. Im Kontext der Entwicklung des Schmelzens folgt eine Ausführung zur Alchemie, die ähnlich zwiespältig ist, wie bei anderen Autoren. Grundsätzlich scheint Georg Engelhardt Löhneyß von der Elementlehre des Aristoteles überzeugt zu sein, aus der auch die Alchemisten ihre Kunst herleiteten. Dass diese den Stein der Weisen (= quinta essentia) herstellen könnten, zieht er nicht in Zweifel. Für die Fähigkeit Gold herstellen, „fehlet [es] an einer gewissen Probe“. Dennoch erkennt Georg Engelhardt Löhneyß die zahlreichen chemischen Kenntnisse der Alchemisten, die auch in der Metallurgie nützlich waren, an.¹⁴¹⁵

Der vierte Teil des Werkes ist unterteilt in die Kapitel vom Erzscheiden und Quetschen, vom Durchschlag oder Durchwurf, von der „Räder“, vom Siebwaschen, von den Pochwerken und der Erzwäsche, von den Wendeherden, vom Probieren und Pochen leicht zu scheidender Bleierze.¹⁴¹⁶ In diesem Bericht folgt Georg Engelhardt Löhneyß weitgehend Georgius Agricola und zwar dem achten Buch von „De re metallica“.

Beim Erzscheiden differenziert Georg Engelhardt Löhneyß drei Arten von gefördertem Gut. Das reine Erz wurde von dem bergschüssigen, mit Gangart vermengten Erz auf der Scheidebank getrennt. Ersteres ging direkt auf die

Erzaufbereitung

¹⁴¹¹ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 21.

¹⁴¹² Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 26.

¹⁴¹³ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 24 f.

¹⁴¹⁴ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 68, František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 18^v, auch die Erzählung von König Salomon und seinen Bergwerken findet man in beiden Texten, vgl. Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 70, František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 31^r.

¹⁴¹⁵ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 68 f.

¹⁴¹⁶ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 63 – 67.

Schmelzhütte, letzteres wurde zum Zerkleinern ins Pochwerk befördert. Außerdem gab es noch reiches gediegenes Erz, das mit Hämmern zerquetscht und später ebenfalls zur Schmelzhütte befördert wurde. Georgius Agricola beschreibt dies wesentlich ausführlicher und verweist auch auf unterschiedliche Methoden. Allerdings geht Georg Engelhardt Löhneyß noch direkt auf die Verhältnisse im Harz ein, wenn er schreibt, dass die Gangerze auf dem Zellerfeld stets mit Bergart verwachsen waren und man deshalb hier nur die reichen Stufferze von den übrigen Erzen trennte. Hier wurden alle Erze geröstet und gepocht, man achtete jedoch darauf, die Stufferze bei den weiteren Arbeitsgängen nicht mit den ärmeren Erzen zu vermischen. Im übrigen erklärt Georg Engelhardt Löhneyß mit der Beschaffenheit der Erze des Oberharzes, dass man eine große Anzahl von Pochwerken mit sechs bis dreißig Stempeln benötigte, um alles aus den Gruben kommende Erz zu verarbeiten.¹⁴¹⁷

Der Abschnitt über den Durchwurf, mit dem die trocken gepochten Erze nach Korngröße getrennt wurden, entspricht genau einem Abschnitt bei Georgius Agricola, nur dass die Größe des Durchschlages bei Georg Engelhardt Löhneyß abweicht.¹⁴¹⁸ Ein anderes Verfahren, gröberes von feinerem Erz zu trennen, war das Durchsieben mit einem runden Sieb, Räder genannt, oder durch ein kastenförmiges Sieb. Auch diese Methode wurde bereits genauso von Georgius Agricola beschrieben.¹⁴¹⁹ Für das Siebwaschen, für das Georgius Agricola zahlreiche Methoden kennt, wird von Georg Engelhardt Löhneyß nur ein Verfahren, das für reiche Erze geeignet ist, erwähnt. Auch hier folgt er der Vorlage sehr genau.¹⁴²⁰ Illustriert werden die Scheidung der Erze und die Klassierung mit Durchwurf und Sieben auf dem Kupferstich N^o 12.

Die Pochwerke waren erforderlich, weil nur das gepochte Erz effektiv vom tauben Gestein getrennt werden konnte. Man minderte dadurch den Verbrauch an Kohlen und Holz auf den Schmelzhütten und sparte dadurch Hüttenkosten ein. Abhängig von der Menge des zur Verfügung stehenden Wassers konnte ein Wasserrad bis zu 24 Stempel antreiben. Die Welle mit den Heblingen, die die Pochstempel anhoben, sollte mindestens zwei Schuh und sechs Zoll dick sein. Die Heblinge wurde gleichmäßig in die Welle eingesetzt, so dass sich drei Hubphasen ergaben und jeweils drei Stempel nacheinander gehoben wurden und niederfielen.¹⁴²¹ Bei der weiteren Beschreibung des Wasserrades lehnt sich Georg Engelhardt Löhneyß wieder eng an Georgius Agricola an. Dieses sollte sich in einem Gehäuse befinden, damit es im Winter nicht durch Eis und Schnee zum Stillstand kam. Die Konstruktion des Rades, seiner Gerinne und seine Verbindung mit der Welle findet man bei beiden Autoren nahezu identisch dargestellt.¹⁴²² Die Pochstempel sollten 6 Ellen lang sein und am unteren Ende $\frac{1}{4}$ Elle im Quadrat messen. Sie wurden am unteren Ende mit Eisen beschlagen, das möglichst hart sein sollte. Die eiserne Unterlage am Boden des Pochtroges war drei Zoll dick, ein Werkschuh breit und eine Elle lang. Außerdem wurde der

Pochwerke

¹⁴¹⁷ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 63; vgl. Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 346 – 352.

¹⁴¹⁸ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 63; vgl. Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 366, bei Georgius Agricola misst der Durchwurf 3 x 1 $\frac{1}{2}$ Fuß, bei Georg Engelhardt Löhneyß 5 x 3 Werkschuh.

¹⁴¹⁹ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 64; vgl. Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 367 f.

¹⁴²⁰ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 64; vgl. Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 373.

¹⁴²¹ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 64.

¹⁴²² Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 65; vgl. Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 364 f.

Pochtrog mit Blechen beschlagen. Das Vorsatzblech, durch welches das Pochgut aus dem Pochtrog ausgetragen wurde, bestand aus einem Drahtgeflecht. Ob man es höher oder tiefer einsetzte und welche Menge Wasser durch den Pochtrog gespült wurde, hing von dem zu scheidenden Erz ab. Schließlich wurde das im Pochwerk zerkleinerte Erz auf dem Schlemmgraben gewaschen.¹⁴²³ Der Schlemmgraben war 18 Werkschuh lang und mit Planen bedeckt. Hierauf wurde das Pochgut gegeben und mit Wasser über die Planen gewaschen. Die schweren Erzstückchen sammelten sich auf den Planen und diese wurden in Fässern ausgewaschen. Aus den Fässern ließ man schließlich das Wasser ab und sammelte so den Schlich, bis man genug für einen Rost, nämlich 33 Zentner, angesammelt hatte.¹⁴²⁴

Eine Besonderheit, die aber auch schon Georgius Agricola kannte, waren die Wendeherde. Dabei wurden die Planen nicht vom Herd genommen und in einem Fass gewaschen, sondern der gesamte Herd wurde, nachdem sich genug Erzstückchen darauf gesammelt hatten, über einen Graben gewendet und die Erzstückchen mit Wasser in diesen Graben gespült.¹⁴²⁵ Den Abschnitt vom Probieren und Pochen leicht zu scheidender Bleierze hat Georg Engelhardt Löhneyß exakt von Lazarus Ercker übernommen. Auch dessen Vorschlag, die Reihenfolge der Pochstempel beim Pochen leichter Bleierze umzukehren, hat Georg Engelhardt Löhneyß in seine Darstellung übernommen.¹⁴²⁶ Im Kupferstich N^o 9 werden das Pochwerk, der Planherd und der Wendeherd abgebildet.

Der fünfte Teil des Buches handelt „vom unterscheid des Ertz, Röstens und Schmelzens derselben“. Hierbei findet man zunächst allgemeine Ausführungen zum Rösten und Schmelzen der Erze. Es folgen dann Abschnitte, die auf die Verhältnisse im Harz eingehen, nämlich auf die am Rammelsberg, auf dem Oberharz und in St. Andreasberg angewandten Verfahren.¹⁴²⁷

Erzrösten

Das Rösten der Erze war nach Georg Engelhardt Löhneyß aus drei Gründen erforderlich. Zunächst ging es darum, harte Gangarten wie Spat, Blende oder Hornstein mürbe zu machen, damit man das Erz umso leichter schmelzen konnte. Des Weiteren sollten Bestandteile, die dem Metall bei der Verhüttung Schaden zufügten, wie Schwefel, Arsen, Erdwachs, Blende und „Kobolt“ verbrannt werden. Außerdem ließen sich die gerösteten Erze auf der Hütte leichter verarbeiten als die rohen Erze.¹⁴²⁸ Die dafür angeführten Verfahren findet man dann wiederum bei Georgius Agricola, nämlich das Rösten auf

¹⁴²³ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 65; die Beschreibung des Pochwerkes entspricht den Angaben bei Agricola, nur dass dieser Nass- und Trockenpochwerk gesondert und jeweils viel ausführlicher darstellt, Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 360 – 363 und 401 – 403.

¹⁴²⁴ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 65; vgl. Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 394 f.

¹⁴²⁵ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 66; vgl. Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 396 – 398.

¹⁴²⁶ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 66 f.; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 237.

¹⁴²⁷ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 67 – 97.

¹⁴²⁸ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 67, Erd- oder Bergwachs ist Bitumen, vgl. Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 869 (Sachregister), Kobolt oder Kobalt wurde das metallische Arsen genannt, lateinisch auch als Cadmia bezeichnet, vgl. Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 800 (Mineralregister).

einem mit Mauern eingefassten Röststadel und das Rösten von Bleierz auf einem schräg geneigtem Röststadel.¹⁴²⁹

Für „strenge, unartige“ Erze sollte man zum Rösten einen Brennofen nutzen. Dieser glich einem Backofen. Das Erz oder der Schlich wurden etwa eine Hand hoch hinein geschüttet. Hatte man den Ofen erhitzt, so wurde das Röstgut darin alle halbe Stunde mit eisernen Krücken gewendet und umgerührt, damit alles gleichmäßig gut geröstet wurde.¹⁴³⁰ Die im Erz enthaltenen Stoffe, nämlich Kobalt, Erdwachs, Schwefel oder Arsen sollten nicht nur durch das Rösten entfernt, sondern möglichst zur weiteren Verwendung aufgefangen werden. Hierzu errichtete man über dem Röstofen ein Gewölbe, in das der Rauch aus den gebrannten Erzen geleitet wurde. In dem Gewölbe befand sich eine breite flache Pfanne aus Blei oder Ton, die mit Wasser gefüllt war. Hier schlugen sich Schwefel und Erdwachs nieder. Mit dem Rauch gingen aber zu Beginn des Röstens auch Teile des Schlichs verloren. Hier nimmt Georg Engelhardt Löhneyß wieder direkt auf den Oberharz Bezug, wenn er schreibt, dass man auf den Dächern der Hütten in Zellerfeld und Wildemann Schlich finde, der drei, vier oder mehr Lot Silber halte.¹⁴³¹

Auf dem Oberharz wurde der Schlich, der aus den Pochwerken angeliefert wurde, in großen gewölbten Röstöfen geröstet. Diese Öfen waren 16 Schuh lang und 11 Schuh breit. Ein Rost Schlich zu 33 Zentnern wurde in drei Teile geteilt und jeweils 11 Zentner etwa eine Hand dick im Ofen gleichmäßig verteilt. Da der Ofen beim Einschütten des Schlichs bereits heiß war, verteilt man das Material mit Hilfe einer eisernen Harke. Dann wurde das Feuer, das im rückwärtigen Teil des Ofens entzündet worden war, verstärkt. Die Flammen strichen über den Schlich, bis dieser flüssig wurde, wobei der Arbeiter mit einem eisernen Werkzeug diesen rührte und wendete, „welches nicht zu viel geschehen kann“. Wenn der Schlich weich und fließend geworden war, wurde er aus dem Ofen gezogen. Das Rösten von 11 Zentner Schlich dauerte etwa 12 Stunden, wobei man 9 Malter Feuerholz benötigte. Der Ofen wurde sofort neu gefüllt, man ließ ihn möglichst nicht ausgehen. Stark schwefelhaltiger Schlich durfte nicht in solchen Öfen geröstet werden. Diesen röstete man auf Rösthaufen, wobei man den Schlich mindestens zweimal röstete und dazwischen umschichtete.¹⁴³²

Obwohl die Erzröstung auf großen Rösthaufen am Rammelsberg üblich war, wird sie bei Georg Engelhardt Löhneyß im Text nicht einmal erwähnt. Auf dem Kupferstich N^o 8 ist diese Art des Röstens aber abgebildet. Auf Kupferstich N^o 6 werden das Rösten in kleineren Röststadeln und das Rösten im Brennofen dargestellt, also die beiden Verfahren, die auch beschrieben werden.

Die Voraussetzung für ein erfolgreiches Schmelzen war, dass das Erz sauber geschieden und von schädlichen Begleitstoffen durch Rösten befreit war. Dann

¹⁴²⁹ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 67; vgl. Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 354 – 356.

¹⁴³⁰ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 67; einen ähnlichen Ofen stellt auch Georgius Agricola vor, allerdings zum Rösten von Erz, das Schwefel und Bitumen enthielt, vgl. Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 356 f.; das auf dem Oberharz der Schlich in Öfen geröstet wurde, beschreibt auch Hardanus Hake, vgl. Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 137 f.

¹⁴³¹ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 68; ähnlich Verfahren beschreibt auch Georgius Agricola, vgl. Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 356 – 359.

¹⁴³² Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 84^v, 85.

konnte man mit geeigneten Zuschlägen, die hier nicht genannt, sondern als bekannt vorausgesetzt werden, das Erz schmelzen.¹⁴³³ Man musste jedoch auch die verschiedenen Metallgehalte des Erzes vor allem an Silber, Blei und Kupfer kennen, sonst konnte man sie nicht wirtschaftlich ausbringen.¹⁴³⁴

Wie schon Georgius Agricola bemerkte, war es für einen guten Schmelzer notwendig, die Elemente richtig zu regieren. Georg Engelhardt Löhneyß schreibt: „Ich halte den für einen guten Schmelzer, welcher einem jeden Ertz seine gebührende Fließ und Zusatz zu geben weiß, der den Ofen, wann er zu Licht gehet, mit Wasser und Sätzen der Ertz, dempffen kan, und das Geblaß nach des Ertz Flüssigkeit zu regieren weiß, der das Ertz oder Schlich nach Gelegenheit des Fewrs, im Ofen zu setzen weiß, da ihm das Geblaß und Gewalt des Fewrs, mit dem Rauch nichts hinwegtreibe.“¹⁴³⁵ Darüber hinausgehend stellte Georg Engelhardt Löhneyß fest: „Ich halte das Schmelzen und Probieren für ein Meisterstück.“ Deshalb war es auch notwendig, dass man diese Kunst als Schüler oder Lehrjunge gründlich lernte, bevor man eine Schmelzhütte führte.¹⁴³⁶ Hier wird erstmals explizit auf die Notwendigkeit einer Ausbildung, wie sie im Handwerk bereits im Mittelalter üblich war, hingewiesen.

Zum Bau der Schmelzhütten will Georg Engelhardt Löhneyß keine Angaben machen, da diese an jedem Ort anders gebaut würden. Wichtig ist ihm jedoch die Herstellung des Gestübes aus dem man den Herd oder Tiegel herstellte. Für das Gestübe wurden zerkleinerte Holzkohlen und gesiebter Lehm gemischt, wobei man zwei Teile Kohlegestübe und einen Teil Lehmgestübe vermengte. Dieses Gemisch wurde mit Wasser befeuchtet und konnte dann in den Ofen eingebracht werden. So beschreibt es schon Georgius Agricola.¹⁴³⁷ Der Abschnitt über „Schmelzöfen und Gespör machen“ entspricht ebenfalls weitgehend den Ausführungen Georgius Agricolas. Dieser ist jedoch weit ausführlicher. Man erhält den Eindruck einer Zusammenfassung der wichtigsten Passagen durch Georg Engelhardt Löhneyß. Auch der Abschnitt „Vom Schmelzen“ stammt wesentlich von Georgius Agricola.¹⁴³⁸

*Bau der
Schmelzhütte*

Bei der Einordnung der Mineralien greift Georg Engelhardt Löhneyß auf Lazarus Ercker zurück. Er beschreibt den Unterschied zwischen flüssigen und strengen Silbererzen sowie den Unterschied zwischen flüssigen und strengen Kupfererzen.¹⁴³⁹ Anzumerken ist, dass Georg Engelhardt Löhneyß hier eigene Erfahrungen einfließen lässt. Er benennt als allgemeine Regel, dass silberarme Erzgänge oft eine große Mächtigkeit hätten und ihre Erze schwer zu schmelzen seien, wie die Erze auf dem Zellerfeld, während die Erzgänge in St.

¹⁴³³ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 69.

¹⁴³⁴ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 69.

¹⁴³⁵ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 70; eine ähnliche Formulierung findet man bei Georgius Agricola, vgl. Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 495.

¹⁴³⁶ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 71.

¹⁴³⁷ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 71; vgl. Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 488 – 491.

¹⁴³⁸ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 71 f.; vgl. Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 491 – 493.

¹⁴³⁹ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 73 – 75; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 46 – 48, 194 f.

Andreasberg und in Freiberg sehr schmal seien, aber reiche und leichtflüssige Erze hätten.¹⁴⁴⁰

Zum Thema „Vorschläge und Zusätze“ findet man eigentlich keine brauchbaren Angaben. Georg Engelhardt Löhneyß stellt zwar fest, dass die unterschiedlichen Erze auch verschiedene Zuschläge benötigten, um flüssig zu werden und die Metalle abscheiden zu können, so dass erst Blei und Silber, dann Speise und Stein und schließlich die Schlacken aus dem Ofen flossen. Welche Zuschläge jedoch konkret eingesetzt werden sollten, schreibt er nicht, sondern nur: „Meines erachtens sind in Hütten das die besten Zusätze, guter Verstand, eine lange Übung und Erfahrung, ein großer Fleiß und Treue redliche Leute, die ein gut Gewissen haben.“¹⁴⁴¹

Für das Schmelzen der Erze nennt Georg Engelhardt Löhneyß fünf Verfahren: Schmelzen über das leichte Gestübe, Schmelzen über das Hölzlein, Schmelzen über den Stich, Schmelzen im hohen oder krummen Ofen und Schmelzen auf die rohe Schicht.¹⁴⁴² Auf dem Kupferstich N^o 7 sind Schmelzöfen mit zwei Vorherden und Frischöfen mit einem Vorherd abgebildet, während der Kupferstich N^o 5 ebenfalls Schmelzöfen, dabei auch einen Hohen Ofen zeigt. Das Werkzeug, das man in den Hütten benötigt, wird lediglich kurz aufgezählt. Dass man Herd und Tiegel vor dem Schmelzen gut abwärmen, d. h. austrocknen musste, wird ebenfalls kurz erwähnt.¹⁴⁴³ Der Abschnitt über den Beginn der Schicht und das Anfeuern des Ofens stammt wieder von Georgius Agricola.¹⁴⁴⁴

Schmelz-
verfahren

Das Schmelzen über das leichte Gestübe kannte Georg Engelhardt Löhneyß aus Goslar, wo dieses Verfahren eingesetzt wurde.¹⁴⁴⁵ Der Text entspricht genau dem „Bericht vom Rammelsberg“, den Lazarus Ercker 1565 verfasste. Einige Passagen sind in eine andere Reihenfolge gebracht worden.¹⁴⁴⁶ Nur mit zwei Beiträgen geht Georg Engelhardt Löhneyß über Lazarus Ercker hinaus. Zum einen hat er die im Rammelsberg vorkommenden Erze und Mineralien sowie die daraus zu gewinnenden Metalle und Mineralien in einer tabellarischen Übersicht zusammengestellt.¹⁴⁴⁷ Zum anderen geht es um ein Problem beim Schmelzen der kupferhaltigen Kiese des Rammelsberges, für das Lazarus Ercker keine Lösung hatte finden können. Georg Engelhardt Löhneyß erwähnt, dass Georg Neßler 1575 eine bessere Methode zum Schmelzen der Kupfererze einführte. Dies erwähnt schon Hardanus Hake in seiner Bergchronik.¹⁴⁴⁸ Eine genaue Beschreibung dieses Schmelzprozesses wird allerdings nicht gegeben.

Schmelzen am
Rammelsberg
über das leichte
Gestübe

¹⁴⁴⁰ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 74.

¹⁴⁴¹ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 76.

¹⁴⁴² Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 76; während das Schmelzen über das leichte Gestübe ein lokale Besonderheit ist, die auch Lazarus Ercker beschreibt, findet man die anderen vier Ofentypen schon bei Georgius Agricola.

¹⁴⁴³ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 76^v.

¹⁴⁴⁴ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 77^r; vgl. Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 495.

¹⁴⁴⁵ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 76.

¹⁴⁴⁶ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 77^r – 84^v; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 237 – 261 und Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 126.

¹⁴⁴⁷ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 79^v.

¹⁴⁴⁸ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 84^r; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 255 f. und Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 126.

Für das Berg- und Hüttenwesen des Oberharzes gibt Georg Engelhardt Löhneyß zunächst einen kurzen Überblick über die dortigen Erzgänge. Aus den dortigen Gruben wurden bis zu 6000 Zentner Erz wöchentlich gefördert, das 3 bis 9 Lot Silber und 50 bis 60 Pfund Blei je Zentner enthielt. Dieses Erz wurde gepocht, wobei 33 Zentner nasser Schlich getrocknet 30 Zentner ergaben.¹⁴⁴⁹

*Schmelzen in
Zellerfeld,
Wildemann und
Clausthal*

Auf dem Oberharz wurde das „Schmelzen über das Hölzlein“ betrieben. Diese Methode war hier üblich und so bekannt, dass Georg Engelhardt Löhneyß den dazu benutzten Ofen nicht weiter beschreibt. Allerdings lag viel an der Vorbereitung des Ofens für das Schmelzen. Die Form, in die das Gebläse mündete, sollte eine Elle über dem Tiegel mittig in den Ofen münden. Die Sohle, die die Abzucht unter dem Herd verdeckte, sollte mit feuchtem Gestübe bedeckt und dieses festgeschlagen werden. Das Gestübe wurde an den Wänden bis zur Höhe der Formen eingebracht, auch der Vorherd wurde aus Gestübe gemacht. Er lag einen Fuß tiefer als der Tiegel des Schmelzofens. Der Stich des Ofens wurde gebildet, indem man auf den fertigen Tiegel einen Stock legte. Darüber wurde der Ofen an der Vorwand geschlossen und anschließend der Stock entfernt, so dass der Stich offen stand. Anschließend wurden beide Herde mit Kohlen abgewärmt.¹⁴⁵⁰ In diesem Ofen wurde dann der Schlich geschmolzen, wobei Georg Engelhardt Löhneyß folgende Zuschläge empfiehlt: Für einen Rost benötigte man 4 Zentner Herdblei, 2 bis 3 Zentner Schlacken und ½ Zentner Eisen. Das Eisen benötigte man als Zuschlag, da dieses das im Erz enthaltene Spießglas ebenso wie Reste von Schwefel neutralisierte.¹⁴⁵¹ Beim Schmelzen setzte man zunächst Kohlen in den Ofen und den Vorherd, um diese zu erwärmen. Dann wurde der Ofen weiter mit Kohlen gefüllt und darauf zwei Tröge Schlacken gesetzt. Wenn diese sich im Ofen gesetzt hatten, folgten wieder Kohlen und Schlacken. Erst dann kam der mit den Zuschlägen vermischte, geröstete Schlich in den Ofen. Wenn nun die Schlacken und das Metall in den Tiegel flossen, wurden die Schlacken abgezogen. Dann konnte der Schmelzer beurteilen, ob die Beschickung für das Erz geeignet war. In diesem Fall wurde mit dieser Mischung weitergearbeitet. Anderenfalls wurden die Zuschläge geändert. Das Schmelzgut floss in den Vorherd. Die Schlacken wurden abgehoben und Werkblei und Stein sammelten sich im Herd. War der obere Vorherd voll, wurde er abgestochen und das Schmelzgut floss in den unteren Vorherd. Der Stich des oberen Vorherdes wurde wieder verschlossen. Die Schlacken und der Stein wurden vom Werkblei mit einem Streichholz abgezogen, bis man dieses in kleine Pfannen auskellen konnte. Mit Ofenbrüchen und Schlacken schmolz man dann noch eine Schlackenschicht durch den Ofen. Nach dem Schmelzen wurde der Ofen noch möglichst warm ausgeräumt und die restlichen Schlacken wurden herausgezogen. Das Werkblei wurde gewogen. Da zuvor bei jedem Abstich eine Probe genommen wurde, konnte man nun ermitteln, wieviel Silber in dem abgewogenen Werkblei war. Der Hüttenschreiber konnte nun ausrechnen, ob dies der Probe entsprach, die er zuvor vom Schlich genommen hatte. Daraus ergab sich dann, „ob der Schmelzer wol oder übel gearbeitet hat.“¹⁴⁵²

*Schmelzen
über das
Hölzlein*

¹⁴⁴⁹ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 84^v.

¹⁴⁵⁰ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 85; vgl. Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 501.

¹⁴⁵¹ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 86.

¹⁴⁵² Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 86. f.

Zum Schluss gibt Georg Engelhardt Löhneyß noch eine Aufstellung über die Kosten der Verhüttung, die wohl von ihm selber stammt. Demnach kostete das Schmelzen und Abtreiben von 60 Zentner Erz (bereits gepocht und geröstet) 19 Taler, 23 Groschen und 4 Pfennige.¹⁴⁵³

Auch die reichen Silbererze im St. Andreasberger Revier wurden „Über das Hölzlein“ geschmolzen. Die Erze wurden ebenfalls geröstet, wobei jeder Rost 15 bis 16 Zentner Erz oder Schlich hatte. Hier wurden die Erze nicht rostweise geschmolzen, wie in Wildemann, sondern schichtweise jeweils 12 bis 16 Zentner verarbeitet. Auch hier erstellte Georg Engelhardt Löhneyß eine Schätzung der entstandenen Hüttenkosten. Diese betragen pro Schicht demnach 14 Taler, 11 Groschen und 5 Pfennige.¹⁴⁵⁴

*Schmelzen in
St. Andreas-
berg*

*Schmelzen
über das
Hölzlein*

Das „Schmelzen über den Stich“ war für Erze mit mittlerem Silbergehalt besonders geeignet. Kennzeichnend für dieses Verfahren war, dass der Stich (das Auge) zeitweilig geschlossen wurde. Der Ofen hatte zwei Tiegel. Der erste befand sich im unteren Teil des Ofens, in der Weise, dass er halb im halb vor dem Ofen war. In ihn wurde Blei gegeben, das das Silber aufnehmen sollte. Der zweite Tiegel lag neben dem Ofen. In ihn flossen die geschmolzenen Metalle und wurde in bereitstehende Pfannen ausgekellt. Das Verfahren wurde bereits von Georgius Agricola ausführlich beschrieben.¹⁴⁵⁵

*Schmelzen
über den Stich*

Das „Schmelzen im Hohen Ofen über die krumme Arbeit“ wurde bevorzugt für sehr arme Gold- und Silbererze eingesetzt. Dieser Ofen war 12 Schuh hoch und 1 Elle, 4 Zoll weit. Das Gestübe wurde wie beim Krummofen eingerichtet. In ihm wurde bis zu einer Woche lang ununterbrochen geschmolzen, wobei sich die Arbeiter nach zwölf Stunden ablösten. Georg Engelhardt Löhneyß schreibt, dass mit diesem Verfahren auch Zellerfelder Erze geschmolzen wurden, wobei man 12 bis 14 Schichten zu 11 bis 12 Stunden hintereinander schmolz, bevor man den Ofen ausgehen ließ, um ihn zu öffnen und erneut zuzumachen. Georg Engelhardt Löhneyß beschreibt auch die Abhängigkeit der Haltbarkeit des Herdes von der Qualität der Erze. Bei strengflüssigen Erzen, wie sie auf dem Harz gefördert wurden, hielt das Gestübe nur eine Woche. In Freiberg konnte der Ofen länger betrieben werden, bevor man Herd und Vorwand aufbrach und den Ofen erneut zumachte.¹⁴⁵⁶ Das Schmelzen durch den Krummofen war schon ein altes Verfahren, das auch Georgius Agricola beschreibt. Zurzeit Georg Engelhardt Löhneyß' wurde für dieses Verfahren auf dem Harz ein „Hoher Ofen“ eingesetzt, der sich von den zuvor gebräuchlichen Schachtöfen vor allem in der Größe unterschied. Die Abbildung auf Kupferstich N^o 5 zeigt, dass man seitlich eine Treppe benötigte, um den Ofen beschicken zu können.

*Schmelzen im
krummen Ofen*

Georgius Agricola beschreibt auch das „Schmelzen auf die rohe Schicht“, ein Verfahren das für sehr arme Gold- und Silbererze geeignet war. Georg Engelhardt Löhneyß erwähnt dieses nur kurz.¹⁴⁵⁷

*Schmelzen auf
die „rohe
Schicht“*

Wie bereits deutlich geworden ist, übernimmt Georg Engelhardt Löhneyß die meisten Beschreibungen des Erzsammelns aus dem Hauptwerk Georgius

¹⁴⁵³ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 86 f.

¹⁴⁵⁴ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 87 – 89.

¹⁴⁵⁵ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 89 f.; vgl. Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 495 – 499.

¹⁴⁵⁶ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 91; vgl. Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 504 f.

¹⁴⁵⁷ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 76; vgl. Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 506 – 508.

Agricolas. Daneben stammen die Ausführungen zum Schmelzen aus dem „Bericht vom Rammelsberg“ Lazarus Erckers und aus der Sarepta des Johannes Mathesius. Nur bei einigen Absätzen ändert Georg Engelhardt Löhneyß die Reihenfolge seiner Vorlagen.¹⁴⁵⁸ Eigene Beiträge sind die Aufstellungen über die Hüttenkosten in den Harzer Bergrevieren und die Darstellung des Hohen Ofens.

Der fünfte Teil des Buches schließt mit dem Abtreiben des Silbers aus dem Werkblei¹⁴⁵⁹ und dem Feinbrennen.¹⁴⁶⁰ Hierzu gibt es entsprechende Darstellungen auf Kupferstich N^o 3 (Treiböfen) und N^o 1 (Feinbrennöfen). Die Anleitungen zum Silberbrennen entnimmt Georg Engelhardt Löhneyß wiederum Lazarus Erckers „Großem Probierbuch“. Auch die letzten Abschnitte über spezielle Feinbrennverfahren sind hier kopiert.¹⁴⁶¹

Silberbrennen

Im sechsten Teil wird die Kupfersaigerung beschrieben. Die Einführung scheint Georg Engelhardt Löhneyß selbst formuliert zu haben.¹⁴⁶² Ansonsten übernimmt er für dieses Kapitel den entsprechenden Bericht aus dem „Großen Probierbuch“ Lazarus Erckers. Dieser beschreibt hier ausnahmsweise die „großen Werke“, d. h. das Verfahren des Kupfersaigerns in den entsprechenden Hütten. Allerdings schildert er nicht die technische Einrichtung der Saigerhütte. Diese Informationen entnimmt Georg Engelhardt Löhneyß aus „De re metallica“ von Georgius Agricola.¹⁴⁶³ Auch der Bericht über die Messingherstellung aus Kupfer entstammt dem „Großen Probierbuch“.¹⁴⁶⁴

Saiger-
verfahren und
Messing-
herstellung

Das Probierwesen stellt Georg Engelhardt Löhneyß im siebenten Teil dar. Wieder dient ihm das „Große Probierbuch“ des Lazarus Ercker als Vorlage. Es wird die Einrichtung der Probierstube, also der Probierofen, die Muffeln und Scherben sowie die Waagen, geschildert. Die Tabellen zur Einteilung der Gewichte, also Zentnergewicht, Pfenniggewicht und Grängewicht, stammen ebenfalls von Lazarus Ercker.¹⁴⁶⁵ Wichtig für die Gold- und Silberprobe waren Streichnadeln. Hier werden nur die Streichnadeln für unterschiedliche Goldlegierungen und ihr Gebrauch beschrieben.¹⁴⁶⁶ Im Weiteren folgt die Darstellung der in der Probierstube benötigten Chemikalien, nämlich Bleikorn,¹⁴⁶⁷ Bleiglas (ein Flussmittel)¹⁴⁶⁸ und Scheidewasser.¹⁴⁶⁹ Verschiedene

Probierwesen

¹⁴⁵⁸ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 76 – 91; vgl. Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 495 – 508, Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 237 – 261, František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 207^r – 209^v.

¹⁴⁵⁹ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 91 – 93.

¹⁴⁶⁰ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 93 – 96; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 92 – 98.

¹⁴⁶¹ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 96 f.; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 101, 98 f., 100 f.

¹⁴⁶² Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 98.

¹⁴⁶³ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 100 – 112; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 211 – 230 und Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 619 – 622, 637 f. Diesen Sachverhalt stellte bereits Lothar Suhling, 1973, 142, Fußnote 132, fest.

¹⁴⁶⁴ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 112 f.; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 230 – 232.

¹⁴⁶⁵ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 113 – 118; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 42 – 44, 49 – 51, 53, 62 – 65, 101 – 108.

¹⁴⁶⁶ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 118 – 121; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 129 – 135.

¹⁴⁶⁷ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 121; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 71 – 72.

Probieröfen, die Probierwaage und –gewichte sowie die Streichnadeln zeigt der Kupferstich N° 4.

In den nächsten Abschnitten wird das Probieren der unterschiedlichen Metalle dargestellt. Dabei geht zum einen um das Probieren der Erze, bei dem die Verfahren in der Probierstube den großtechnischen Verhüttungsverfahren ähnlich waren. Bei den Gold- und Silberproben werden jedoch vor allem Verfahren behandelt, die zum einen der Bestimmung der Edelmetalle in Legierungen, z. B. in Münzen, dienen, zum anderen Verfahren, die zur weiteren Veredelung dieser Metalle eingesetzt wurden, wie das Zementieren und Gradieren von Gold. Diese chemischen Prozesse fanden jedoch nur in den Münzstätten oder bei der Schmuckherstellung Verwendung und nicht in den Hüttenwerken.

Schließlich widmet sich Georg Engelhardt Löhneyß dem Gold, das aus Goldsand gewaschen oder aus Golderz erschmolzen werden konnte. Das Rösten quarzhaltiger Golderze und der dafür benötigte Röstofen werden beschrieben.¹⁴⁷⁰ Es folgt die Behandlung von Goldschlich, der durch Anquicken mit Quecksilber oder durch Ausschmelzen zu Gute gemacht wurde. Auch konnte man das benutzte Quecksilber, falls man es nicht weiter für die Goldgewinnung nutzte, von verbliebenen Goldresten reinigen.¹⁴⁷¹ Georg Engelhardt Löhneyß beschreibt verschiedene Probiervverfahren für Gold, nämlich Goldschlich auf Gold zu probieren,¹⁴⁷² Gold mit Streichnadeln zu probieren,¹⁴⁷³ Gold durch das spezifische Gewicht zu probieren (durch Drahtziehen)¹⁴⁷⁴ und den Goldgehalt von Goldstücken, gemünztem Gold und ähnlichem durch Scheidewasser zu probieren.¹⁴⁷⁵ Es folgen weitere Anweisungen zu den Goldproben, die jedoch eher in den Arbeitsbereich des Münzmeisters fallen.¹⁴⁷⁶ Auch die Kenntnisse über das Zementieren und Gradieren entnimmt Georg Engelhardt Löhneyß dem „Großen Probierbuch“.¹⁴⁷⁷

¹⁴⁶⁸ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 122; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 61 – 62.

¹⁴⁶⁹ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 123 – 128; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 144 – 152, 155 – 158, 161 f., 168.

¹⁴⁷⁰ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 129 – 132; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 110 – 118.

¹⁴⁷¹ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 132 – 136; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 118 – 126.

¹⁴⁷² Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 136; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 126 – 129.

¹⁴⁷³ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 137; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 129 f.

¹⁴⁷⁴ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 137; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 143 f.

¹⁴⁷⁵ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 137 – 139; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 136 – 139.

¹⁴⁷⁶ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 140 – 149; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 139 – 141, 162 – 175. Die Unterkapitel werden in einer anderen Reihenfolge und oft auch stark verkürzt von Lazarus Ercker übernommen.

¹⁴⁷⁷ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 149 – 158; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 178 – 193.

Das Probieren von Silbererz und Silber ist Thema des nächsten Abschnitts.¹⁴⁷⁸ Einige Arten von Silberproben rechnet Georg Engelhardt Löhneyß jedoch den Buntmetallproben zu. So wird das Probieren trüber Wasserquellen auf Silber bei den Bleiproben behandelt und das Probieren verschiedener Zwischenprodukte bei der Kupferverhüttung auf Silber handelt er bei den Kupferproben ab.¹⁴⁷⁹ Die Proben für Bleierz und Blei¹⁴⁸⁰ stammen ebenso von Lazarus Ercker wie die Proben für Kupfererz und Kupfer.¹⁴⁸¹ Die Ausführungen zum Probierwesen werden mit den Probeverfahren für verschiedene andere Metalle wie Wismut,¹⁴⁸² Zinn und Zinnstein,¹⁴⁸³ Spießglas,¹⁴⁸⁴ Quecksilber¹⁴⁸⁵ sowie Eisen und Stahl¹⁴⁸⁶ beschlossen. Schließlich folgt, wie im „Großen Probierbuch“, der Bericht vom Magneten.¹⁴⁸⁷

Vielfach werden die in den benutzten Quellen genannten Orte von Georg Engelhardt Löhneyß ebenfalls genannt, neben den Orten am und auf dem Harz sind dies Mansfeld, Freiberg und St. Joachimsthal (Jáchymov). Eigene Angaben und Ergänzungen der Quellen beziehen sich dann konkret auf den Harzraum, nämlich auf Goslar bzw. den Rammelsberg, Zellerfeld und Wildemann im Communion-Harz und St. Andreasberg im Einseitigen Harz. Im Zusammenhang mit der Messingherstellung wird die Messinghütte in Büntheim genannt.

Geographische Reichweite

Der Vergleich mit den Werken seiner Vorgänger zeigt, dass Georg Engelhardt Löhneyß offensichtlich nach über vierzig Jahren keine neuen Erkenntnisse zum Hüttenwesen gewonnen hat. Da er erhebliche Teile seines Werkes von Lazarus Ercker, Georgius Agricola und Johannes Mathesius übernahm – insbesondere der Bericht vom Rammelsberg ist fast wörtlich abgeschrieben –, wurde er in der Neuzeit im Allgemeinen als Plagiator bezeichnet und lediglich die Qualität der Holzschnitte des Moses Thym wurde gewürdigt.¹⁴⁸⁸ Neuere Autoren halten diesen Vorwurf für hinfällig „angesichts der originalen Transferleistung“¹⁴⁸⁹ des Autors. Ebenfalls positiv wird gewertet, dass Georg Engelhardt Löhneyß „das zu seiner Zeit verbreitete Wissen, das in der montanistischen Praxis

Technische Entwicklungen und Fortschritte

¹⁴⁷⁸ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 158 – 162; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 65 – 71.

¹⁴⁷⁹ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 164, 169 – 170; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 71, 72 – 74.

¹⁴⁸⁰ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 162 – 164; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 234 – 238.

¹⁴⁸¹ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 164 – 172; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 196 – 210.

¹⁴⁸² Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 173; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 245 f.

¹⁴⁸³ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 174 – 176; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 246 – 252.

¹⁴⁸⁴ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 176 f.; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 252.

¹⁴⁸⁵ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 177; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 252 f.

¹⁴⁸⁶ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 177 f.; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 253 f.

¹⁴⁸⁷ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 178 f.; vgl. Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 255 f.

¹⁴⁸⁸ Manfred Koch, 1963, 63 f.

¹⁴⁸⁹ Hans-Joachim Kraschewski, 2006, 451.

Anwendung fand, zusammengefasst¹⁴⁹⁰ hatte. Positiv gewertet wird vor allem die vom Autor getroffene Auswahl des Stoffes.

Insgesamt werden die übernommenen Textteile oft stark verkürzt. Georg Engelhardt Löhneyß stellt nur die Verfahren vor, die er für relevant hält oder bei denen er Bezüge zu seiner Wirkungsstätte, dem Harz, herstellen kann. Teilweise sind seine Angaben auch ungenau, wenn im Originaltext auf zugehörige Abbildungen hingewiesen wird, und dann dieser Text ohne die Graphiken übernommen wird.¹⁴⁹¹

Letztlich beschreibt Georg Engelhardt Löhneyß genau die Schmelzöfen und -verfahren, die man bereits bei Georgius Agricola findet. Allerdings empfiehlt Georgius Agricola für das Schmelzen reicher Gold- und Silbererze das Schmelzen über den Stich (im Tiegelofen), während Georg Engelhardt Löhneyß dieses bei Erzen mit mittlerem Edelmetallgehalt für geeignet hielt. Erstaunlich ist jedoch, dass selbst die reichen St. Andreasberger Erze „über das Hölzchen“ geschmolzen wurden statt im Stichofen. Darüber hinaus bestätigt Georg Engelhardt Löhneyß die Angaben Hardanus Hakes, dass man im Harz nur den Stichofen, den Krummofen und die Hölzelofen einsetzte. Für das Schmelzen auf die rohe Schicht in einem Spurofen mit offenem Auge waren die Erze hier offenbar nicht geeignet.

Eine wesentliche Neuerung, die Georg Engelhardt Löhneyß beschreibt, war das Schmelzen im Hohen Ofen, der in diesem Fall wie der Krummofen zugemacht wurde.¹⁴⁹² Das Schmelzen im Krum- oder Sumpfofen war, wie bereits geschrieben, schon zu Georgius Agricolas Zeit üblich. Ein Hoher Ofen hatte den Vorteil, dass in ihm über lange Zeit und häufig auch ohne Zuschläge geschmolzen wurde, so dass auch geringhaltige Silber-, Kupfer- und Bleierze mit nur 1 oder 2 Lot Silber pro Zentner durchgesetzt wurden, „welche sonst den Unkosten nicht ertragen könnten.“¹⁴⁹³ Eine Ofenhöhe von 12 Schuh entsprach etwa 3,60 m, weshalb man diesen Ofen nur über eine Treppe beschicken konnte.

Dass man auf dem Harz seit längerem mit diesen Öfen experimentierte zeigen die Quellen im Bergarchiv Clausthal, u. a. der „Bericht über den Betrieb des Hohen Ofens am Schulenberge.“¹⁴⁹⁴ Georg Engelhardt Löhneyß ist der erste, der dieses Verfahren in einer Druckschrift veröffentlichte.

Daneben liegt die Bedeutung des „Berichts vom Bergwerk“ in seinen lokalen Bezügen, denn man erfährt, welche Verfahren speziell in den Ober- und Unterharzer Bergwerken zur Zeit Georg Engelhardt Löhneyß' eingesetzt wurden, und man erhält genauere Informationen über die geförderteten Erze und die Kosten ihrer Verhüttung.

¹⁴⁹⁰ Christoph Bartels, 1990, 162.

¹⁴⁹¹ So z. B. Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 165 und 171 zum Aussehen des Probierofens für Kupfer.

¹⁴⁹² Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 91.

¹⁴⁹³ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 91.

¹⁴⁹⁴ NLA BaCl Hann.84a Acc. 7 Nr. 949: 10063 Versuch einer Erläuterung und Überzeugung von der Hochofenarbeit und dessen Nutzen in der Communion, 1563; NLA BaCl Hann.84a Nr. 00010: Nr. 10/26 Erlaß-Entwurf des Herzog Julius an Heinrich Koch betreffend den Hohen Ofen am Schulenberge, 12.03.1575; NLA BaCl Hann.84a Nr. 00067: Nr. 67/5 Bericht über den Betrieb des Hohen Ofens am Schulenberge (Hedwigs-Fundgrube), 30.05.1575.

5.2.14 Speculum Metallurgiae Politissimum oder Hellpolierter Bergbauspiegel von Balthasar Rösler (1700)

Für eine Untersuchung der Hüttentechnik sind die Darstellung der Erzaufbereitung, der Erzwäsche, der Pochwerke, der Erzröstung und der Verhüttungsprozesse im letzten Teil des 4. Buches und im 5. und 6. Buch Balthasar Röslers von Belang.

Bücher zur
Hüttentechnik

In seinen Ausführungen zur Entstehung der Erze erscheint dieser Prozess noch immer sehr geheimnisvoll. In den Gängen der Gebirge entstand das Erz demnach durch die „geheime wunderliche Schickung Gottes“ und „durch Würckung der Planeten“. Gänge, auf denen diese Kräfte nicht wirkten, blieben dürr und ohne Erz. Dazu war es notwendig, dass die Gänge, Flötze und Fälle sich im Streichen und Fallen schnitten, da nur dann eine Vererzung erfolgte. Balthasar Rösler vertrat dabei die Meinung, dass ein Gang den anderen veredelte und die Erze oftmals noch reicher waren, wenn nicht nur zwei, sondern mehrere Gänge aufeinander trafen.¹⁴⁹⁵ Wie auch zahlreiche seiner Vorgänger hielt Balthasar Rösler daran fest, dass die „prima Materia“ die drei Grundstoffe Salz, Schwefel und Quecksilber enthielt, aus denen dann die Erze oder Metalle entstanden. Er verglich diesen Prozess mit dem Absetzen des Vitriols oder der Eisbildung im Wasser. Seine Quellen für die Aussagen sind die Philosophen.¹⁴⁹⁶ In einer längeren Passage, die er ohne Nennung des Autors zitiert, gibt Balthasar Rösler die Vorstellung von der Zeugung der Metalle, bei der sich Schwefel und Quecksilber wie männlicher und weiblicher Samen befruchten, wieder. In demselben Zitat werden dann die Feuchtigkeit der Erde einerseits und Dünste und Brodem andererseits als wesentlich wirkende Kräfte bei der Bildung der Metalle aus Schwefel und Quecksilber angeführt.¹⁴⁹⁷ Balthasar Rösler sieht hier keinen Widerspruch zu den früheren Ausführungen, dass die Einwirkung der Planeten bei der Entstehung der Erze und Metalle wichtig sei. Überhaupt wusste er nichts Genaueres zu berichten und hielt darüber hinaus diesen Gegenstand für unergründlich: „Es würcket aber die Natur in Gängen uff eine sonderliche und unerforschliche Art.“¹⁴⁹⁸ Von der eigenen Erfahrung bestimmt war seine Aussage, dass sich das Erz in der Tiefe verwandelte. Er führt hierzu einige Beispiele an, so wurde aus Eisenstein in größerer Tiefe Zwitter, Kupfererz oder Silbererz.¹⁴⁹⁹ Ob Balthasar Rösler hier tatsächlich eine Transmutation der Metalle meint oder ob er einfach die sich ändernde Zusammensetzung der Erze einer Lagerstätte mit zunehmender Teufe beschreibt, ist aus seinen Aussagen nicht eindeutig zu entnehmen. In Bezug auf die Metallogenese stellt er die ihm bekannten Theorien unreflektiert dar und versucht gar nicht erst, eine stimmige Synthese zu bilden.

Metallogenese
– Verhältnis zur
Alchemie

Im Cap. 34 (1. Buch) „Von dem Gestein der Gebürge“ wird ausführlich beschrieben, an welchen Anzeichen man erkennen konnte, ob ein Gebirge für den Bergbau lohnend war. Bereits aus dem anstehenden Gestein konnte der erfahrene Berg- oder Hüttenmann abnehmen, welche Metalle in ihm enthalten

¹⁴⁹⁵ Balthasar Rösler, 1700, 5 – 7.

¹⁴⁹⁶ Balthasar Rösler, 1700, 9 f.

¹⁴⁹⁷ Balthasar Rösler, 1700, 10.

¹⁴⁹⁸ Balthasar Rösler, 1700, 9.

¹⁴⁹⁹ Balthasar Rösler, 1700, 23.

waren.¹⁵⁰⁰ Ähnlich Ausführungen findet man bereits bei Vannoccio Biringuccio. Die Erzlagerstätten und ihre Erschließung in Grubengebäuden werden dann im dritten Buch ausführlich dargestellt.

Eine besondere Art der Lagerstätte waren die Seifenwerke, deren Ursprung Balthasar Rösler auf die Sintflut zurückführt.¹⁵⁰¹ Diese Lagerstätten befanden sich in den engen Tälern der Gebirge genauso, wie an den Bächen und Flüssen in der Ebene, je nachdem wo das Wasser der Sintflut sie hin gespült hatte. Manche waren stark von Sedimenten überdeckt. Auf ihnen wurden nur Gold und Zinn gewonnen. Daneben fand man aber auch Edelsteine, Lasur, Flüsse, Wolfram, Markasit, Eisen-Körner und Quecksilber in den Seifenlagerstätten. Man baute diese ab und trennt das Metall durch Wascherwerke von der Erde. Balthasar Rösler erwähnt die Seifengabel zur groben Scheidung, die Siebwäsche und die Schlemmgräben. Die Eisenkörner sonderte man mit dem Magnetstein aus.¹⁵⁰² Leider ist die Beschreibung der Seifenwerke nur sehr knapp, so dass sinnvolle Vergleiche mit älteren Beschreibungen nicht möglich sind.

Im 4. Buch wird das Scheiden und Reinigen der Erze beschrieben. Dafür gab es grundsätzlich zwei Methoden, nämlich die Scheidung durch Zerkleinern mit dem Scheidehammer und Klauben per Hand oder die Scheidung durch die Erzwäsche, nämlich durch Siebwaschen, im Schlemmgraben, Waschen über Planen oder Herde. Wenn das geförderte Erz es zuließ, war die Handscheidung am besten zu bewerkstelligen. Der Teil der Erze, der feiner verwachsen war, musste zerkleinert werden. Dazu wurde das Erz zerquetscht und durch Siebwaschen weiter geschieden. Alternativ nutzte man Trocken- oder Nass-Pochwerke und wusch das Erz anschließend auf Planen und Herden, wodurch man es vom tauben Gestein trennte. Eine sorgfältige Scheidung der Erze war wichtig, da die Verhüttung unreiner Erze zum einen hohe Kosten verursachte, zum anderen beim Schmelzen zu große Anteile der Metalle verloren gingen. Auch reine Stufferze wurden im Pochwerk vor der Verhüttung zerkleinert.¹⁵⁰³

Erzaufbereitung

1. Poch- und
Wascherwerke

Zum Schmelzen der Erze wurden diese nicht nur gepocht, sondern auch nach ihrem Metallgehalt und nach ihrer Schmelzbarkeit (streng- oder leichtflüssig) sortiert, damit die Beschickung der Öfen danach vorgenommen werden konnte. Die Bedeutung der Erzscheidung bewertet Balthasar Rösler sehr hoch, wenn er schreibt: „Es ist am Scheiden und Reine machen des Ertzes ein grosses, und oftmals das meiste gelegen. Was helfen alle Berg- und Hütten-Kosten, so man des Ertzes rechten Halt im Schmelzen nicht heraus bringen kan, aus Fahrlässigkeit des Scheidens?“¹⁵⁰⁴

Da die Erze meist verschiedene Metalle in unterschiedlichen Mengen enthielten, musste man sowohl beim Scheiden als auch beim Schmelzen diese Metallgehalte berücksichtigen. Eisenstein und Zinnstein, Eisen und Kupfer, Zinn und Silber sowie Zinnerz und Kupfererz konnten jeweils nicht zusammen

¹⁵⁰⁰ Balthasar Rösler, 1700, 16 f.

¹⁵⁰¹ Balthasar Rösler, 1700, 12.

¹⁵⁰² Balthasar Rösler, 1700, 79 f.; die Seifengabel war ein bergmännisches Gezähe, mit dem der Seifner das grobe vom kleinen Material trennen konnte, siehe DWB, Bd. 16, Sp. 193.

¹⁵⁰³ Balthasar Rösler, 1700, 95.

¹⁵⁰⁴ Balthasar Rösler, 1700, 95.

verhüttet werden, ohne dass eines der Metalle verloren ging. Man musste diese Erze vor der Verhüttung durch Brennen oder durch Magneten trennen.¹⁵⁰⁵

Beispielhaft beschreibt Balthasar Rösler ein Scheideverfahren für reine Kupfererze,¹⁵⁰⁶ ferner ein Verfahren zur Behandlung von Silbererzen, die Glanzerz (Bleiglanz, PbS), Kupferkies (CuFeS₂), Schwefelkies (FeS), Blende (Zinkblende, ZnS) und Mißpickel (Arsenkies, FeAsS) enthielten.¹⁵⁰⁷

Für das Siebwaschen kam das gepochte Erz auf ein grobmaschiges Sieb, das mehrfach in ein mit Wasser gefülltes Fass getaucht wurde. Dabei fiel zunächst das feine Material durch die Maschen, das gröbere Material aber trennte sich durch die Schwerkraft in taubes Gestein und Erz. Das taube Gestein wurde oben vom Sieb abgestrichen, das Erz dann heraus genommen. Das feine im Fass befindliche Material trennte man dann in einem feineren Sieb ebenfalls in taubes Gestein und Erz, wobei man im Fass weiteres Material sammelte.¹⁵⁰⁸ So konnte man mehrstufig verfahren und durch dieses Siebsetzen das taube Gestein aussondern. Gleichzeitig wurde das Erz nach Größen sortiert. Da aber auch die metallhaltigen Mineralien ein unterschiedliches spezifisches Gewicht hatten, ließ sich auf diese Weise auch Glanz (Bleiglanz) von Kies (Kupferkies) und Blende (Zinkblende) trennen.¹⁵⁰⁹

Für das Zerkleinern der Erze waren Nass- und Trockenpochwerke in Gebrauch. Die Trockenpochwerke wurden nur zur ersten Zerkleinerung der geförderten Erze genutzt und zwar an Orten, an denen die Erzmengen so groß waren, dass eine Zerkleinerung von Hand zu teuer geworden wäre. Diese Pochwerke hatten im Allgemeinen drei Stempel. Das Erz wurde mit Schaufeln unter die Stempel geschüttet und das Pochgut anschließend gesiebt. Der Durchwurf, Räder oder Sieb ließ das Erz bis zur Größe einer Haselnuss durch. Das grobe Pochgut wurde wieder unter die Stempel gegeben, das feine Pochgut zum Siebwaschen gebracht.¹⁵¹⁰

Die Nasspochwerke hatten ebenfalls meist drei Pochstempel, jedoch wurden bei größerem Bedarf mehrere Stempelsätze von einer Welle getrieben. Die Pochwerke unterschieden sich von Ort zu Ort in der Bauart. Die Länge der Pochtröge, der Abstand der Stempel voneinander, die Art der Pochsole und der Vorsatzbleche wurde den zu verarbeitenden Erzen entsprechend gewählt. Das Problem des Zusetzens der Vorsatzbleche war bekannt und wurde durch verschiedene Maßnahmen verhindert. Da das Erz vom hintersten zum vordersten Stempel gepocht wurde, musste man beim Einbringen maßhalten, so dass nicht zu viel Erz auf einmal in den Pochtrog kam. Man variierte auch die Gewichte der Pocheisen. Da das Material unterschiedlich klein gepocht wurde, unterschieden sich auch die Vorsatzbleche am Auslass des Pochtroges. Die zugeführte Wassermenge musste so reguliert werden, dass der Pochschlamm nicht zu zähflüssig wurde, aber man durfte auch nicht zu viel Wasser zuführen, da sich das Pochgut hinter dem Pochtrog nicht absetzen konnte. Wurde das Erz zu stark gepocht, hatte man schließlich größere Mühe

¹⁵⁰⁵ Balthasar Rösler, 1700, 96.

¹⁵⁰⁶ Balthasar Rösler, 1700, 96.

¹⁵⁰⁷ Balthasar Rösler, 1700, 96 f.

¹⁵⁰⁸ Balthasar Rösler, 1700, 97.

¹⁵⁰⁹ Balthasar Rösler, 1700, 97 f.

¹⁵¹⁰ Balthasar Rösler, 1700, 98.

und Kosten bei der Erzwäsche, wo dann die Trennung durch die Schwerkraft sehr aufwendig war bzw. zu viel Material weggespült wurde. Hinter dem Auslass des Pochtroges wurde das Pochgut dann über mehrere Gräben oder Gerinne geführt, wobei sich das gröbere von dem feineren Material trennte, welches jeweils separat weiter verarbeitet wurde.¹⁵¹¹ In diesem Zusammenhang wird auf Lazarus Ercker verwiesen, der ebenfalls die Einrichtung der Pochwerke beschreibt.¹⁵¹²

Auch hier führt Balthasar Rösler zum besseren Verständnis konkrete Beispiele an. Zuerst wird das Pochen und Waschen von mit Spat durchsetztem Bleiglanz beschrieben,¹⁵¹³ dann das Pochen des Zwitter, einem Zinnerz, das in Altenberg gefördert wurde. Beim Bleiglanz erhielt man vier Sorten gepochtes Erz, nämlich Hauptschlamm vor dem ersten Gefälle, Mittelschlamm und „zahn“ Schlamm aus den Schlemmgräben und schließlich Sumpfschlamm. Diese wurden dann auf unterschiedlichen Planherden gewaschen. Eine besondere Schwierigkeit bot der Spat, der sehr schwer war und sich vom Erz nur schlecht trennen ließ. Alle vier Erzsorten unterschieden sich im Gewicht und im Metallgehalt, wobei der Hauptschlamm am schwersten und am reichsten war. Beim Pochen und Waschen des Zwitter erhielt man nur drei Erzsorten, Gerinnstein, Pochmehl und Sumpfwerk. Diese wurden dann auf dem Planherd gewaschen und vom tauben Gestein getrennt. Der Zinnstein musste besonders rein vom Gestein getrennt werden, weil er sonst nur schwer geschmolzen werden konnte. Da er bis zu 50 % Zinn enthielt, also einen sehr hohen Metallgehalt hatte, mussten Verluste in der Erzwäsche unbedingt vermieden werden.¹⁵¹⁴ Der Zinnstein oder Zwitter wurde nur im Sommer gepocht und gewaschen, da das gepochte Erz und das Wasser zum Antrieb des Pochwerks und zum Waschen im Winter gefroren. Die Silbererze wurden dagegen das ganze Jahr aufbereitet, weil die Pochwerke und Erzwäschen eingehaust waren und man diese mit warmem Wasser aus den Stollen beaufschlagte.¹⁵¹⁵

Bei den Zwitter-Pochwerken gab es große Anlagen, die über genug Aufschlagwasser verfügten, um 9 bis 10 Künste oder Pochsätze zu treiben. Dabei konnte man das Gefälle so einteilen, dass ein Teil der Stempelsätze durch oben liegende Wellen, die anderen aber durch unten liegende Wellen betrieben wurden. Dazu kam die Nutzung des Wassers in den Wasch-Stuben.¹⁵¹⁶ Ein Pochwerk lief bei einem niedrigen Wasserrad mit geringem Gefälle nicht so schnell wie bei einem hohen Wasserrad mit großem Gefälle, weshalb es auch nicht so viel Aufschlagwasser benötigte.¹⁵¹⁷

Um das Pochen des harten Zinnsteins zu erleichtern, wurde dieser häufig vorher mürbe geröstet. Dazu nutzte man entweder viereckige gemauerte

¹⁵¹¹ Balthasar Rösler, 1700, 99.

¹⁵¹² Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 237; Georgius Agricola stellte bereits fest, dass die Nasspochwerke in Dippoldiswalde und Altenberg erfunden worden seien, siehe Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 401 und Anm. 393.

¹⁵¹³ Balthasar Rösler, 1700, 99 f.

¹⁵¹⁴ Balthasar Rösler, 1700, 99 – 101.

¹⁵¹⁵ Balthasar Rösler, 1700, 101.

¹⁵¹⁶ Balthasar Rösler, 1700, 102.

¹⁵¹⁷ Balthasar Rösler, 1700, 102; nach Heinz Meixner, Walter Schellhas, Peter Schmidt, 1980, 51 f. hatten die Zwitterpochwerke zwischen 30 und 60 Sätze mit je 5 Stempeln. Jeweils 3 Sätze wurden mit einer Welle betrieben.

Roststätten oder offene Rostplätze, auf denen große Mengen Erz auf einmal geröstet werden konnten. Wie dies genau geschah, wird dann im 1. Kapitel des fünften Buches dargestellt. Schließlich merkt Balthasar Rösler noch an, dass es günstig sei, die Poch- und Waschwerke möglichst nah an den Gruben zu haben, um die Transportkosten zu minimieren.¹⁵¹⁸

Um Eisenstein von Zinnstein zu scheiden, wurden Magneten genutzt. Nachdem man das Erz fein gepocht und geröstet hatte, wurde das Material auf großen Platten getrocknet. Dann fuhr man mit Magneten hindurch und sammelte damit die eisenhaltigen Bestandteile. Diesen Vorgang musste man wiederholen, bis man beide Erzsorten sauber getrennt hatte. Ein neues Verfahren war das „Ausmagnetisieren“ im Nassen auf einem Glauch-Herd. Dabei ließ man das gepochte Erz über den Herd abfließen und führte dabei einen Magneten darüber. Dabei wurde aber auch Wasser so über den Magneten geleitet, dass das gesammelte Eisenerz davon abgeschwemmt wurde und nicht von Hand abgestrichen werden musste.¹⁵¹⁹

Beim Beprobieren der Erze unterscheidet Balthasar Rösler zwischen Spezial- und gemeinen Proben. Spezialproben waren demnach vor allem notwendig, um einzelne Erzvorkommen in den Gruben auf ihren Metallgehalt und damit auf ihre Abbauwürdigkeit hin zu untersuchen. Gemeine Proben waren dagegen die Proben, die stets vom geförderten Erz genommen wurden, entweder um es zu verkaufen oder zu verschmelzen. An Hand dieser gemeinen Probe wurde die Beschickung der Schmelzöfen berechnet. Damit man von einer großen Erzmenge einen durchschnittlichen Gehalt errechnen konnte, wurde von jedem Zentner Erz eine Schaufel genommen. Diese wurde zerkleinert, gemischt und dann im Probierofen geschmolzen. Hatte man unterschiedliche Erzsorten, so wurde von jeder Sorte eine Probe gemacht. Stufferze hatten oft einen stark schwankenden Metallgehalt. Deshalb wurden sie zunächst zerkleinert und vermischt, um dann die Probe davon zu nehmen. Bei jeder Probe errechnete man dann den Silber- und den Kupfergehalt und wusste damit, was aus dem Erz insgesamt ausgebracht werden musste. Dieselbe Methode nutzte man auch für den Erzkauf, um den Wert zu ermitteln.¹⁵²⁰

Im fünften Buch werden die Erzzröstung und das Schmelzen der Erze behandelt. Neben den Metallen enthielten die meisten Erze auch „Unarten“, wie Schwefel, Arsen und Antimon. Diese schadeten bei der Verschmelzung den Erzen. Im Gegensatz zum oben erwähnten Mürberösten wurden die Erze vor dem Schmelzen geröstet, um diese Begleitstoffe daraus zu entfernen, bzw. zu vermindern. Außerdem röstete man die Erze, weil taubes Gestein durch Pochen und Waschen nicht völlig abgeschieden werden konnte und das Brennen die Erze leichtflüssiger machte. Je nach Sorte wurden die Erze unterschiedlich geröstet und gebrannt.

Zu Balthasar Rösler Zeit nutzte man offene Röstplätze, gemauerte Röststätten und Röst- und Brennöfen. Die offenen Röstplätze waren so groß, dass man „etliche 60 Fuhren“ Erz darauf schütten konnte. Sie wurden vor allem für das

Erzaufbereitung
2. Erzzröstung

¹⁵¹⁸ Balthasar Rösler, 1700, 102; nach Heinz Meixner, Walter Schellhas, Peter Schmidt, 1980, 51, gab es vor jedem Pochwerk einen ca. 23 m² großen Platz, der mit harten Steinplatten belegt war und auf dem das Erz bei ca. 700 °C mürbe geröstet wurde.

¹⁵¹⁹ Balthasar Rösler, 1700, 102.

¹⁵²⁰ Balthasar Rösler, 1700, 103.

Rösten von Zwitter genutzt. Gemauerte, oben offene Röststätten nutzte man für Kupfererz und in Stufen gebrochene Kiese. Zum Rösten benötigte man Holz und Holzkohlen, auf die das Erz geschüttet wurde. Dann wurde der Rost angezündet und man ließ ihn ausbrennen. Silberhaltiges Bleierz röstete man auf etwas kleineren gemauerten Röststätten, die leicht abschüssig waren. Auch Schlich konnte darin geröstet werden. Die gemauerten Röststätten waren von drei Seiten ummauert und an einer Seite offen. Man stürzte zunächst Schlacken hinein, legte darauf eine Pflasterung aus Ziegeln an und bestrich dieses schließlich mit Lehm. Zum Rösten legte man mehrere Schichten Holz in die Röststätte, dann etwas Holzkohle und schüttete darauf das Erz. Röstete man Schlich, so musste dieser einmal auf eine neue Röststätte umgesetzt und dabei gewendet werden, damit er gleichmäßig geröstet wurde. Da dieses jedoch sehr aufwendig war, nutzte man hierfür besser einen Röstofen. Dieser fasste zwar eine kleinere Menge Schlich als die Röststätten, man kam aber mit dem einmaligen Rösten aus. Die Röstöfen glichen in der Form einem Treibherd oder einem Backofen. Einige hatten nur ein Mundloch, durch welches zunächst hinten und seitlich das Röstholz eingelegt wurde, dann davor der zu röstende Schlich. Diese Öfen hatten drei Windlöcher für die Luftzufuhr. Das Röstholz wurde angezündet und das Röstgut regelmäßig mit einer Kraile umgerührt. Die anderen Röstöfen bestanden aus zwei Teilen mit jeweils einem Mundloch. Der hintere, kleinere Ofenteil wurde quer zum vorderen, größeren Ofenteil angelegt. Hier wurde in den vorderen Ofenteil der Schlich eingefüllt, im hinteren Ofenteil wurde durch das zweite Mundloch das Feuer unterhalten. Aus ihm schlugen die Flammen über das Röstgut. Diese Öfen wurden aus feuerfestem Stein errichtet. Ihre Größe hing davon ab, wieviel Erz zur Röstung anstand. In die größeren Öfen passten bis zu 24 Zentner Schlich oder Erz, in die kleinen nur bis zu 4 Zentner. Generell wurde in diesen Öfen nur mit mildem Feuer gearbeitet, damit das Material nicht zusammen sinterte.¹⁵²¹

Auch Zwischenprodukte des Schmelzprozesses mussten teilweise geröstet werden. Hierzu gehörten Rohsteine vom Kupfer- oder Bleierzschmelzen. Diese wurden in gemauerten Röststätten oder in Rösthäusern geröstet. Dabei wurden die Röststätten oftmals mit Dächern überdeckt, damit sie nicht dem Regen ausgesetzt waren. Man brannte üblicherweise 30 Zentner Erz in einem Arbeitsgang. Vor allem bei Kupfererz- oder Kiesrösten bildete sich oft Vitriol, wenn man das Material länger offen lagerte. Der Vitriol bewirkte, dass die Erze beim Schmelzen strengflüssig wurden, weshalb die Weiterverarbeitung zeitnah erfolgen sollte.¹⁵²²

Die Röstöfen im Oberharz in Zellerfeld und Clausthal hatten auf Höhe des Herdes 6 Ellen Breite und 9 Ellen Länge, nach den Angaben von Georg Engelhardt Löhneyß' 11 x 16 Schuh.¹⁵²³ Das Gewölbe hatte eine Höhe von drei Ellen. Es wurden 11 Zentner nasser Schlich darin geröstet, was 12 Stunden dauerte. Die Brennöfen für den Zinnstein maßen teilweise 6 $\frac{5}{8}$ Ellen in der

¹⁵²¹ Balthasar Rösler, 1700, 104 – 106.

¹⁵²² Balthasar Rösler, 1700, 106.

¹⁵²³ Balthasar Rösler bezieht sich hier direkt auf Georg Engelhardt Löhneyß, so dass hier eine der wenigen Textstellen ist, in der Maße miteinander verglichen werden können.

Länge, $4 \frac{7}{8}$ Ellen in der Breite und das Gewölbe war $\frac{5}{8}$ Ellen hoch. Sie fassten 20 Zentner Zinnstein.¹⁵²⁴

Nach der Einrichtung einer Grube auf einem neuen Erzgang sollten zunächst nur geringe Mengen Erz abgebaut und auch noch kein Hüttenbetrieb errichtet werden. Stattdessen sollte das Erz auf eine bereits vorhandene Hütte gefahren werden, um in einem mehrfachen Probeschmelzen zu ermitteln, ob dieses auch mit Gewinn verhüttet werden konnte. Auf manchen Gängen wurden nämlich Erze abgebaut, die zwar leicht schmelzbar und metallhaltig zu sein schienen, erst beim Schmelzen stellten sich dann unerwartete Schwierigkeiten ein, die einen ökonomischen Betrieb nicht erwarten ließen. Erst wenn ein Bergwerk auch wirtschaftlichen Erfolg versprach, sollte man umfangreichere Gruben- und Hüttengebäude einrichten und den Betrieb aufnehmen.¹⁵²⁵ Wie diese Hütte auszusehen hatte, behandelt Balthasar Rösler dann im fünften Buch.

Dabei wird der Bau der Schmelzhütte nicht beschrieben, sondern durch eine mit Maßangaben versehene Zeichnung verdeutlicht. Dargestellt und bemaßt wird die Breite und Höhe des Hüttengebäudes in einer Seitenansicht. Demnach war das Gebäude 32 Ellen¹⁵²⁶ breit. Auf die steinernen Außenmauern, deren Höhe nicht angegeben ist, wurde das Dach gesetzt, das von der Maueroberkante bis zum First 23 Ellen maß. Die Länge des Hüttengebäudes wurde bewusst nicht festgelegt, denn sie richtete sich nach der Anzahl der Öfen, die in der Hütte Platz finden sollten. An der Längsseite befand sich ein Anbau, in dem wohl kleinere Räume untergebracht waren und das mit einem Schleppdach an das Hauptgebäude anschloss.¹⁵²⁷ In der Darstellung ist der gesamte First offen und dient dem Abzug des Rauches. Es gab aber auch Hütten, in denen jeweils zwei Öfen mit einem Mauerbogen überwölbt wurden, so dass man darüber einen Rauchfang anlegen konnte. In diesen Rauchfängen setzte sich der Rauch teilweise ab, er wurde ausgefegt und in den Verhüttungsprozess zurückgeführt.¹⁵²⁸ Georgius Agricola schilderte solche Rauchfänge bereits unter der Bezeichnung Flugstaubkammer.¹⁵²⁹ Zu Balthasar Röslers Zeit scheinen sie weit verbreitet gewesen zu sein.

*Bau der
Schmelzhütte*

Die Hütte wurde der Länge nach durch die Haupt- oder Brandmauer geteilt, an die die Schmelzöfen angebaut wurden. Bezeichnend ist, dass die Hütte so groß war, dass man einen Hohen Ofen darin errichten konnte. Der abgebildete Ofen war 8 Ellen breit und auch etwa so hoch.¹⁵³⁰ Der Maschinenraum befand sich im rückwärtigen Teil hinter der Hauptmauer, wird aber weder beschrieben noch dargestellt.

Um einen Schmelzofen herzurichten, legte man zunächst die Abzuchen unter dem Ofen an, die mit eisernen Röhren versehen wurden. Sie mussten gut belüftet sein, damit die Feuchtigkeit abgeführt wurde. Über die Abzuchten

*Bau des
Schmelzofens*

¹⁵²⁴ Balthasar Rösler, 1700, 106 f.

¹⁵²⁵ Balthasar Rösler, 1700, 68.

¹⁵²⁶ Leider wird auch im Kommentarband nicht auf die Maße in dieser Abbildung eingegangen. Bei den Übersetzungen von „De re metallica“ wird die sächsische Elle entweder mit 66,8 cm (siehe Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 926) oder mit 56,64 cm (siehe Agricola-Gesellschaft beim Deutschen Museum (Hrsg.), 1928 (ND 2003), 191) angegeben.

¹⁵²⁷ Balthasar Rösler, 1700, Kupfer N^o 19, nach Seite 106 eingebunden.

¹⁵²⁸ Balthasar Rösler, 1700, 107.

¹⁵²⁹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 512 f.

¹⁵³⁰ Balthasar Rösler, 1700, Kupfer N^o 19, nach Seite 106 eingebunden.

wurde der Sohlstein gelegt. Darauf wurde eine Mischung aus gutem Lehm und kleinen, gesiebten Schlacken gestürzt, aus der man einen Lehmherd durch Festschlagen fertigte. Dieser musste gut austrocknen. Der Ofen selbst war oberhalb des Sohlsteins 3 ½ Ellen hoch. Er war 1 ¼ Ellen tief und zwei Mauerziegel weit.¹⁵³¹ Vor dem Ofen und auf dem Lehmherd wurde ein Herd aus Gestübe hergestellt. Hier bestand das Gestübe aus einem Teil Lehm und sechs Teilen Kohlenlesche, die fein gesiebt, durcheinander gemischt und mit Wasser befeuchtet waren. In diesen Herd wurde das Spor geschnitten. Dann wurde die Form so eingelegt, dass das Gebläse an das untere Ende der Ofen-Vorwand blies.¹⁵³² Schließlich wurde im Ofen Gestübe so festgeschlagen, dass ein Gefälle vom Ofen in den Vorherd entstand. Damit das Schmelzgut abfließen konnte, musste das Gestübe im Ofen höher sein, als im Herd. Schließlich wurden der Ofen und der Herd mit brennender Holzkohle gut abgewärmt.¹⁵³³

Eine Schmelzhütte für drei Schmelzöfen zum Kupfererzschmelzen, die Balthasar Rösler aus Graßlitz kannte, war 16 ¾ Ellen lang und 28 ½ Ellen breit. Die Hauptmauer, an der die Öfen errichtet wurden, war 4 Ellen stark und 8 ¾ Ellen hoch. Die Breite ergab sich wie folgt: 14 Ellen von der vorderen Hüttenwand bis zur Ofenmauer, 4 Ellen Mauerstärke, 7 Ellen bis zur Antriebswelle und 3 ½ Ellen bis zur hinteren Hüttenwand. Die Hüttenwände sollten eine Höhe von etwa 7 Ellen haben, über der Ofenmauer wurde der Rauchfang errichtet. Die Länge ergab sich aus dem Platz, den die Öfen benötigten, wie folgt: 2 Ellen bis zum Bogen des Rauchfangs, 3 ¼ Ellen der erste Ofen, 3 ¼ Ellen der zweite Ofen, 3 ¼ Ellen der dritte Ofen, 2 Ellen bis zur Hüttenwand.¹⁵³⁴ Zwischen den Öfen war dann ein Abstand von 1 Elle.

Der Ofen maß vom Herd bis zum Bogen des Rauchfangs 5 ¾ Ellen. Er war vom Herd bis zur Vorwand 1 Elle, von der Vorwand bis zum Aufsatz, wo man die Beschickung einsetzte, 2 ½ Ellen, also insgesamt 3 ½ Ellen hoch. Er war 3 ¼ Ellen breit, wovon 2 ⅜ Ellen auf die beiden seitlichen Futtermauern und ⅞ Ellen auf den Ofen selbst entfielen. Die hintere rückwärtige Futtermauer des Ofens war 1 ½ Ellen stark, der Ofen selbst 1 ⅞ Ellen tief. Samt Futtermauern benötigte der Ofen also einen Platz von 3 ¼ mal 2 ⅝ Ellen. Die Form lag 2 Ellen über dem Herd im Ofen.¹⁵³⁵ Die Blasebälge für die Krum- und Stich-Öfen in Graßlitz und Freiberg waren aus Holz und Leder gefertigt.¹⁵³⁶

Das Schmelzen richtete sich nach den zu verarbeitenden Erzen. Die Punkte, die hier zu beachten waren, führt Balthasar Rösler systematisch auf, nämlich welche Metalle das Erz enthielt, ob es eines oder mehrere waren und ob diese gemeinsam ausgeschmolzen werden konnten. Ferner war zu berücksichtigen, wie hoch der Metallgehalt war, ob das Erz leicht- oder strengflüssig war, welche Quantität überhaupt zu verhütten war und ob man dafür Zuschläge benötigte.¹⁵³⁷

Schmelz-
prozess

¹⁵³¹ Balthasar Rösler, 1700, 108.

¹⁵³² Balthasar Rösler, 1700, 108.

¹⁵³³ Balthasar Rösler, 1700, 108.

¹⁵³⁴ Balthasar Rösler, 1700, 145.

¹⁵³⁵ Balthasar Rösler, 1700, 145.

¹⁵³⁶ Balthasar Rösler, 1700, 145.

¹⁵³⁷ Balthasar Rösler, 1700, 107.

Aus der Qualität der Erze, die man durch das Probieren ermittelt hatte, ergab sich auch durch welchen Ofen man sie setzte. Grundsätzlich unterscheidet Balthasar Rösler drei Typen, den Hohen Ofen, den Stichofen und den Krumpfen Ofen. Außerdem nutzte man den Hölzel- und den Tiegelofen, die in der Größe dem Krumpfen Ofen glichen, sich aber in der Art der Zustellung, d. h. der Herstellung des Herdes, voneinander unterschieden. Der Hölzel-Ofen war für strengflüssige Erze ungeeignet. Balthasar Rösler vermutete, dass dies der älteste Ofentyp war. Der Tiegelofen benötigte ein gutes Gestübe und eignete sich auch für leichtflüssiges Schmelzgut, vor allem zum Frischen und zum weiteren Durchschmelzen. Den Hohen Ofen nutzte man für geringhaltige, strengflüssige Erze. Im Krumpfen Ofen schmolz man ebenfalls arme, strengflüssige Erze. Der Stichofen war für verschiedene Schmelzprozesse zu nutzen, er musste jedoch täglich neu zugemacht werden. Man nahm ihn bevorzugt für reiche Erze und zum Probeschmelzen.¹⁵³⁸

Beim Schmelzen unterschied Balthasar Rösler grundsätzlich zwei Verfahren. Bei dem einen schmolz man das gold- und silberhaltige Erz so, dass die Edelmetalle im Blei konzentriert wurden, bei dem anderen schmolz man die Metalle Gold, Silber und Kupfer gemeinsam zu Stein.¹⁵³⁹ Beim Schmelzprozess schwammen die Schlacken immer oben auf dem Schmelzgut, darunter bildete sich der Stein und darunter sammelte sich das Werk, das aus dem Erz selbst, teilweise auch aus den Zuschlägen, stammte und in dem die Edelmetalle gebunden waren. Der Stein kam aus dem Kupfererz und schwefelhaltigen Kiesen. Da er leichtflüssig war, beförderte er den Schmelzprozess. Die Beschickung des Schmelzofens richtete sich immer nach dem Silbergehalt der Erze oder Zwischenprodukte. Je höher der Silbergehalt war, desto mehr Blei benötigte man, denn wenn nicht ausreichend Blei vorhanden war, um die Edelmetalle zu binden, gingen diese in den Stein oder auch in die Schlacken über.¹⁵⁴⁰

Zum Schmelzen wurde das Auge (oder der Stich) mit Kohlen und Lehm bis auf eine kleine Öffnung fest verschlossen. Man füllte den Ofen dann ganz mit Kohlen und nahm das Gebläse in Betrieb. Glühten die Kohlen, so setzte man einen Trog weiche Schlacken und ein Füllfass Kohlen in den Ofen. Dies wiederholte man dreimal. Dabei bildete sich vor der Form des Gebläses die Nase, die bewirkte, dass der Luftstrom in Richtung des Auges blies. Man ließ einen Teil der Schlacken in den Herd fließen, dann wurde das Auge mit Lehm komplett verschlossen. Nun wurde der Ofen zum Schmelzen beschickt, indem man im Wechsel einen Trog Erz, zwei Füllfässer Kohlen und einen Trog Schlacken in den Ofen füllte.¹⁵⁴¹ Der hier beschriebene Stichofen wurde sowohl für Silbererze und Blei-Silber-Erze als auch für Kupfererze mit unterschiedlichem Silbergehalt eingesetzt.

*Schmelzen im
Stichofen*

Silbererz, das zwischen 1 und 4 Mark Silber im Zentner hielt und bleiarm war, schmolz man indem je nach Silbergehalt Frischblei zuschlug. Nach jedem Abstich wurde die Probe genommen und der Frischbleizuschlag danach korrigiert. Schmolz man silberhaltigen Schlich, so mischte man kleingepochte

*1. Verhüttung
von Silber- und
Blei-Silber-
Erzen*

¹⁵³⁸ Balthasar Rösler, 1700, 107.

¹⁵³⁹ Balthasar Rösler, 1700, 104.

¹⁵⁴⁰ Balthasar Rösler, 1700, 107 f.

¹⁵⁴¹ Balthasar Rösler, 1700, 108 f.

Glätte darunter und hielt diese Mischung feucht, damit Schlich und Silber nicht durch das Gebläse aus dem Ofen getrieben wurden und das Silber verloren war. Bei diesem reichen Schmelzen setzte man die anfallenden Schlacken und Stein noch ein- bis zweimal durch den Schmelzofen, um das restliche Silber auszubringen.¹⁵⁴² Silberhaltiges Bleierz schmolz man ebenfalls in einem Stichofen. Der Herd im Ofen musste sehr abschüssig sein, damit das Blei schnell herausfloss und nicht im Ofen verbrannte. Man durfte hier nur eine geringe Menge Blei zuschlagen. Der dabei erschmolzene Stein wurde regelmäßig abgezogen und zusammen mit dem Erz wieder in den Ofen gesetzt. Dies verhinderte, dass das silberhaltige Blei in die Schlacken überging. Man setzte so lange Erz und Stein in den Ofen, bis man das Erz durchgeschmolzen hatte. Erhielt man mehr Stein, als zum Schmelzen benötigt wurde, so hob man diesen für einen anderen Schmelzprozess als Zuschlag auf. Auch hier wurden Schlacken und Stein eventuell nochmals durchgeschmolzen, falls sich darin noch Silber befand. Nach dem Ausräumen des Ofens wurden die Ofenbrüche gesondert gesammelt und bei Gelegenheit zusammen mit den Schlacken geschmolzen.¹⁵⁴³ Auch aus Wismuterz und Zinnstein konnte man mit Hilfe von bleihaltigen Zuschlägen das Silber ausbringen, falls welches darin enthalten war.¹⁵⁴⁴ Sehr silberreiches Erz,¹⁵⁴⁵ wie Glaserz und gediegenes Silbererz wurde verschmolzen, indem man es mit 1 bis 1 ½ Zentner gepochter Glätte mischte und in den Schmelzofen setzte. Man sollte mindestens 1 Zentner Blei vorschlagen, wobei man 1 ½ Zentner Werk erhielt. Bei diesem Verfahren war es notwendig, neben dem Schmelzofen einen Beiherd zu haben, in dem 3 bis 4 Zentner sehr reinen Bleis geschmolzen wurden. Nach dem Abstich kellte man das Werk in diesen Beiherd aus. Der Schmelzer sollte darauf achten, dass möglichst wenig Stein erschmolzen wurde, aus dem das Silber dann mit zusätzlichen Kosten gewonnen werden musste. Man konnte sehr reines Silbererz auch in eiserne Pfännchen geben und aus dem Herd geschmolzenes Werk darüber gießen. Diese Mischung ließ man abkühlen und schmolz sie durch den Ofen. Es war auch üblich, das sehr reine Erz im Treibherd auf das heiße Werkblei zu setzen. Das Silber löste sich darin und konnte abgetrieben werden.¹⁵⁴⁶ Silberarmes Erz oder Schlich wurde zunächst bis zu dreimal geröstet und dann mit Schlacken als Zuschlag geschmolzen. Auch Blei konnte als Zuschlag genommen werden. Hatte man sehr viel dieser silberarmen Bleierze, so arbeitet man am besten mit dem Krummofen. Dies war aber nur möglich, wenn das Erz genug Blei enthielt, denn in der großen Hitze des Ofens verbrannte sonst das Silber.¹⁵⁴⁷

Balthasar Rösler teilt die Silbererze nach ihrem Silber- und Bleigehalt ein, um das dafür optimale Schmelzverfahren zu wählen. Bei diesen Verfahren ging es stets darum, unterschiedlich blei- und silberhaltige Erze so zu schmelzen, dass man Blei und Silber als Werkblei erhielt. Die Hitze musste so reguliert werden, dass die Metalle nicht verbrannten, und die Zuschläge mussten so gewählt werden, dass möglichst das gesamte Silber aus dem Erz vom Blei gebunden

¹⁵⁴² Balthasar Rösler, 1700, 109.

¹⁵⁴³ Balthasar Rösler, 1700, 109 f.

¹⁵⁴⁴ Balthasar Rösler, 1700, 110 f.

¹⁵⁴⁵ Balthasar Rösler nennt hier einen Silbergehalt von bis zu 200 Mark in einem Fäßlein. Leider war es nicht möglich, diese Maßeinheit zu identifizieren.

¹⁵⁴⁶ Balthasar Rösler, 1700, 111.

¹⁵⁴⁷ Balthasar Rösler, 1700, 111 f.

und als Werkblei ausgebracht wurde. Die sehr detailliert beschriebenen Schmelzprozesse zeigen deutlich, dass die Steuerung des Schmelzens viel Erfahrung erforderte. Vor allem die Wahl der Zuschläge wie bleihaltige Zuschläge, Stein und Schlacken, die Änderung und Anpassung der Zuschläge auch während des Schmelzens und die Regulierung des Gebläses waren die Faktoren, auf die Balthasar Rösler immer wieder eingeht.

Hatte man Erz, in dem Bleierz und (Kupfer-)kies gemeinsam auftrat, so musste man entscheiden, ob man dieses auf Blei oder auf Kupfer schmelzen wollte. Das Metall, das im Erz den größten Anteil hatte, sollte den Ausschlag geben. Der Unterschied zeigte sich schon beim Rösten. Für die Bleiarbeit wurde das Erz nur zweimal geröstet, wollte man das Kupfer gewinnen, so röstete man es viermal, schmolz es durch und röstete auch den gewonnenen Kupferstein noch mehrfach.¹⁵⁴⁸ Den anschließenden Schmelzprozess beschreibt Balthasar Rösler nicht, weil das Kupfererzschmelzen im nächsten Kapitel behandelt wird.

Auch beim Kupfererz unterscheidet Balthasar Rösler nach dem Kupfer- und Silbergehalt der Erze. Kiesige Erze, die kein Kupfer ergaben, aber dennoch Silber enthielten, wurden zu Stein verschmolzen. Hatte dieser Stein dann weniger als 3 Lot Silber pro Zentner, so wurde er zusammen mit Kupferkies weiter verarbeitet. Dabei sollten alle Erze und Steine probiert werden, damit man das Ausbringen kontrollieren konnte.¹⁵⁴⁹ Kupfer-Glas oder Kupfererze, die beim Schmelzen kaum Stein ergaben, wurden zunächst roh, d. h. ungeröstet, geschmolzen. Als Zuschlag nahm man reinen geschmeidigen Kies, so dass man schließlich Kupferstein erschmelzen konnte. Dieser wurde weiter zu Kupfer verarbeitet.¹⁵⁵⁰ Geringer oder armer Kupferkies wurde zunächst gepocht, auf einen Rost geschüttet und mehrere Wochen geröstet. Hiervon nahm man 18 bis 24 Karren zu einer Schicht und schmolz daraus 1 ½ bis 1 Zentner Stein. Dieser Stein enthielt dann 20 bis 40 Pfund Kupfer und 8 Lot Silber. Bei diesem armen Erz war es wichtig, dass Kupfer und Silber nicht verloren gingen, weil sich sonst der Aufwand überhaupt nicht lohnte. Die Schlacken beim Schmelzen dieser Erze wurden als Zuschlag genutzt, was wiederum die Kosten minderte. Der erschmolzene Kupferstein wurde auf einen Rost geschüttet, angezündet und gebrannt. Dieses Rösten wurde vier- bis fünfmal wiederholt, wobei man jedesmal eine Probe nahm, um festzustellen, ob das Rösten in ausreichendem Maße geschehen war oder wiederholt werden musste. Danach wurde der geröstete Kupferstein wieder geschmolzen, indem man 24 Karren davon zu einer Schicht nahm und Schlacken als Zuschlag gab. Man erhielt dabei wiederum kupferhaltigen Stein, von dem man die Schlacken abzog. Unter dem Stein fand sich meist reines Kupfer. Auch diese Produkte wurden probiert, um zu ermitteln, wie gut das Ausbringen war. Hatte man zu wenig Metall ausgebracht, so befand sich der Rest in Schlacken und Ofenbrüchen, aus denen man es nur mit erhöhten Kosten wieder gewinnen konnte, indem man sie wiederum mit Kies als Zuschlag durchschmolz. Der kupferhaltige Stein, hier „Durchstechstein“ genannt, wurde bis zu neunmal geröstet, wofür man jedesmal Holz und Holzkohlen benötigte. Der geröstete Kupferstein wurde in einem Ofen mit schwerem Gestübe geschmolzen. Hierbei wurde auch das zuvor

2. Verhüttung
von Kupfer-
Silber-Erzen

¹⁵⁴⁸ Balthasar Rösler, 1700, 112.

¹⁵⁴⁹ Balthasar Rösler, 1700, 112.

¹⁵⁵⁰ Balthasar Rösler, 1700, 112 f.

erschmolzene reine Kupfer wieder mit durchgesetzt. Die Schlacken wurden abgezogen, eventuell fallender Stein wurde wieder in den Ofen gesetzt, das Kupfer in dem Stich- oder Vorherd abgekühlt und in Scheiben ausgerissen. Das erschmolzene Schwarzkupfer musste wiederum probiert werden, denn in diesem war auch das Silber gebunden.¹⁵⁵¹

Für die bis hierhin beschriebenen Schmelzprozesse nutzte man einen Stichofen. Im Folgenden beschreibt Balthasar Rösler den Einsatz des Krummen Ofens oder Krummofens.

Schmelzen im Krummofen

Hatte man Glanzerz¹⁵⁵² mit einem Silbergehalt von 2 bis 3 Lot pro Zentner zu verarbeiten, so wurde dieses zunächst dreimal geröstet. Für die Arbeit einer Woche benötigte man 130 Zentner dieses Erzes, das als Stufferz oder als Schlich verarbeitet werden konnte. Für jede Schicht wiederum wurden 20 Zentner Erz zum Schmelzofen gebracht. Diese wurden mit 2 Karren frische Schlacken gemischt. Als Zuschlag nahm man $\frac{1}{2}$ Ztr. Bleiglätte und $\frac{1}{2}$ Ztr. Herdblei oder $\frac{3}{4}$ Ztr. Bleiglätte und $\frac{1}{2}$ Ztr. Herdblei oder $\frac{1}{4}$ Ztr. Frischblei, $\frac{1}{2}$ Ztr. Bleiglätte und $\frac{1}{2}$ Ztr. Herdblei. Zunächst setzte man Kohlen und Schlacken in den Ofen, dann folgten die Zuschläge und das Erz mit weiteren Schlacken. Beim Krummofen floss das Schmelzgut kontinuierlich in den Vorherd. Acht Stunden nach dem Anlassen wurde es in einen zweiten tiefer liegenden Vorherd abgestochen. Man zog die Schlacken ab, die man später wieder verwenden konnte, nahm den Stein ab, falls sich welcher gebildet hatte, und goss schließlich das Werkblei in kleine Pfännchen. Von jedem Abstich wurde eine Probe genommen. Nach dem Abstich konnte man den oberen Vorherd nach Bedarf ausbessern und dann die nächste Schicht durchsetzen. Am Ende der Woche hatte man das Erz verschmolzen und zum Schluss die Schlacken durchgesetzt, aus denen man auch noch silberhaltiges Werkblei erschmolz. Erhielt man Stein, so wurde dieser gesammelt und mit den Schlacken zusammen geschmolzen. Nach dem Ausblasen des Ofens konnte man die Ofenbrüche aus dem Ofen holen. Diese wurden gepocht, gesammelt und beim nächsten Schmelzen vor dem Erz in den Ofen eingesetzt.¹⁵⁵³ In diesem Zusammenhand schreibt Balthasar Rösler, dass nach dem ersten Durchschmelzen der Schlacken zum Silberausbringen, die davon anfallenden Schlacken gesammelt und nochmals „gesetzt und verändert“ wurden.¹⁵⁵⁴ Diese veränderten Schlacken wurden dann, ebenso wie frische Schlacken, als Zuschläge eingesetzt.

Am Ende des Kapitels zieht Balthasar Rösler einen Vergleich zum Stichofen. Demnach konnte man im Krummofen in einer Woche 24 Schichten durchschmelzen. Im Stichofen setzte man in 8 Stunden 2 Schichten durch, musste ihn dann jedoch wieder herrichten.¹⁵⁵⁵ Schließlich gibt er eine tabellarische Übersicht zu den Hüttenkosten.

¹⁵⁵¹ Balthasar Rösler, 1700, 113 – 115.

¹⁵⁵² Glanzerz ist Bleiglanz (PbS), siehe Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 234.

¹⁵⁵³ Balthasar Rösler, 1700, 115 f.

¹⁵⁵⁴ Balthasar Rösler, 1700, 116.

¹⁵⁵⁵ Balthasar Rösler, 1700, 116, diese Werte lassen sich nicht vergleichen, da die Arbeitszeiten eines Tages nicht angegeben werden. Vermutlich schmolz man jeden Tag 8 Stunden, leerte dann den Herd und machte ihn erneut zu. An 6 Werktagen hätten man so 12 Schichten schmelzen können.

Der für die Treibarbeit benötigte Treibherd war rund und wurde aus Ziegeln oder Lehm errichtet. Auf ein kreuzförmiges Fundament wurde der Sohlstein gelegt. Darauf wurde der Herd angelegt. Man stürzte zunächst zerkleinerte Schlacken auf den Sohlstein und siebte dann trockenen Lehm darauf. Diese Mischung wurde festgeschlagen und mit Feuer getrocknet. Balthasar Rösler kannte Treibherde mit gemauerter Kuppel und solche, die einen eisernen Hut hatten. Beide waren für diese Arbeit geeignet, allerdings war bei letzterem der Holzverbrauch geringer und die Arbeiter der Hitze weniger ausgesetzt. Eine besondere Kunst war es, das Gebläse einzurichten. Die Schnepplerlein zum Verschluß der Blasebälge werden hier auch erwähnt.¹⁵⁵⁶

Um den Treibherd zum Abtreiben fertigzustellen, musste über dem Lehmherd ein Herd aus Asche hergestellt werden. Üblich war es, hierfür Laugenasche zu nehmen, die mit Wasser angefeuchtet wurde. Seit kurzem verwendete man jedoch eine Mischung aus $\frac{2}{3}$ Seifensiederasche und $\frac{1}{3}$ Laugenasche, was Balthasar Rösler auch empfiehlt, weil diese Asche nicht so mehlig war. Die Asche wurde durch ein feines Sieb gegeben und mit Wasser befeuchtet. Der Lehmherd wurde sauber gefegt, angefeuchtet und dann die Asche gleichmäßig darauf verteilt. Schließlich wurde sie sorgfältig festgestoßen. Der Herd musste so fest sein, dass man ihn nicht eindrücken konnte, aber auch nicht zu fest, damit er nicht riss. Man stellte mit Hilfe einer Kugel fest, wo die tiefste Stelle im Herd war und schnitt dort das Spor, d. h. eine kleine Vertiefung hinein. Das Spor wurde dann mit Knochenasche ausgeschlagen. Der Aschenherd wurde nochmals mit Asche bestaut und mit einem starken Kohlenfeuer getrocknet. Die Größe des Herdes richtete sich nach der Menge des zu verarbeitenden Werkbleis. Auf den Saigerhütten hatte man meist eine größere Menge Werkblei abzutreiben als in den Bergstädten, wie Balthasar Rösler berichtet. Dort waren die Herde nicht nur größer, sondern mussten auch besonders beständig sein.¹⁵⁵⁷

War der Herd wieder abgekühlt und sauber gefegt, wurde das Spor nochmals ausgeschlemmt. Dann setzte man das Werkblei in den Herd. Man ließ das Gebläse an und begann mit dem Schmelzen. Zunächst zog sich das harte Blei in den Aschenherd, zugleich bildete sich Bleiglätte. Diese floß von der Schmelze durch die Glättgasse ab. Wurde der Herd zu heiß, konnte er reißen oder schmelzen. Der Prozess musste also genau beobachtet und mit Hilfe des Gebläses die Hitze reguliert werden. „Das Treiben ist der vornehmsten Arbeit eine, wenn Fleiß geschicht, daß Heerd und Glöthe amr wird, und dem Angeben nach die Silber erhalten werden.“¹⁵⁵⁸

Jedes Werkblei verhielt sich beim Abtreiben anders, wonach der Hüttenarbeiter seine Arbeit richten musste. War das Werkblei kupferhaltig, so zog man zunächst größere Mengen „Abstrich“ aus dem Herd. Kobalthaltiges Werk musste sehr heiß geschmolzen werden und ergab ebenfalls „Abstrich“.¹⁵⁵⁹

Hatte sich das Blei in den Herd gezogen oder war als Glätte abgezogen worden, so erhielt man schließlich das Blicksilber. Hierbei mussten die Arbeiter besonders aufmerksam sein, denn sowie das Silber „blickte“, d. h. sichtbar

¹⁵⁵⁶ Balthasar Rösler, 1700, 116 f.

¹⁵⁵⁷ Balthasar Rösler, 1700, 117, 118.

¹⁵⁵⁸ Balthasar Rösler, 1700, 118.

¹⁵⁵⁹ Balthasar Rösler, 1700, 117.

wurde, musste das Gebläse abgehängt werden. Das Blicksilber wurde mit warmen Wasser und Bier vorsichtig abgekühlt. Dann wurde es aus dem Herd genommen, gesäubert und gewogen. Das Ergebnis wurde verglichen mit dem aus den Proben des Werkbleis errechneten Silbergehalt.¹⁵⁶⁰

Nach dem Abtreiben wurden alle anderen Produkte, der Abstrich, die Bleiglätte und das Herdblei, gewogen. Im Abstrich befand sich meist auch noch Silber. Hatte man 20 Ztr. Werkblei auf den Herd gesetzt, so erhielt man meist 13 ½ Ztr. Bleiglätte und 12 ½ Ztr. Herdblei. Dennoch war ein Teil des Bleis mit dem Rauch weggegangen, denn aus 100 Pf. Bleiglätte erhielt man 75 Pf. Frischblei und aus 100 Pf. Herdblei nur 70 Pf. Frischblei.¹⁵⁶¹

Bleiglätte und Herdblei mussten, falls sie nicht wieder als Zuschläge in den Schmelzprozess zurückgeführt wurden, zu Frischblei verarbeitet werden, das man dann verkaufen konnte. Diesen Prozess beschreibt Balthasar Rösler ebenfalls. Hatte man eine größere Menge Glätte und Herd angesammelt, so pochte man diese auf die Größe von Walnüssen. Der Schmelzofen wurde hergerichtet und zunächst Kohlen, Schlacken, Glätte und Herd zusammen geschmolzen. Dann setzte man nur noch Glätte, Herd und Kohlen in den Ofen. Das Blei lief durch das Auge in den Vorherd. War dieser voll, wurde das Ofenauge verschlossen und das Blei in Pfännchen gegossen. Die Schlacken, die beim Bleifrischen anfielen, hob man gesondert auf, denn sie eigneten sich als Flussmittel. Hatte man einen großen Vorrat an Glätte und Herd, so nutzte man zum Anfrischen besser einen Krummofen, aus dem das Blei in Sandgruben oder eiserne Pfännchen geschöpft wurde.¹⁵⁶²

Die „Rohe Arbeit“ nannte man ein Schmelzverfahren, bei dem silberarme Erze zu rohem Stein verschmolzen wurden. Aus diesem wurde ebenfalls Silber ausgebracht. Bereits bei der Erzscheidung musste man die Erze nach ihrem Silbergehalt sortieren, da diese getrennt weiterverarbeitet werden mussten. „Denn es nutzt nicht, daß man das gute Ertz, welches mit leichten Kosten in das Bley zu bringen ist, mit dem geringen schmeltze und mit grossen Unkosten weitläufftig wieder suche, davon man denn nichts als Verlust hat.“ stellt Balthasar Rösler fest.¹⁵⁶³ Die „Rohe Arbeit“, mit der man verschiedene silberarme Erze, die teilweise auch noch Unarten wie Mißpickel, Quarz und Blende enthielten, durchschmolz, erfolgte in einem Hohen Ofen. Dabei musste man Kupfererz in einem solchen Anteil zuschlagen, dass der erschmolzene Rohstein 3 ½ bis 4 Lot Silber und 4 bis 5 Pfund Kupfer je Zentner enthielt. Im Kupfer war das Silber enthalten. Kies und frische Schlacken dienten als Flussmittel. Dafür konnte man die Schlacken aus dem Bleierzschmelzen nutzen, die ebenfalls noch etwas Silber einhielten. Im Ergebnis erhielt man einen leicht bleihaltigen Kupferstein, in dem sich das Silber gesammelt hatte.¹⁵⁶⁴

*Schmelzen im
Hohen Ofen*

*Verhüttung von
armen
Kupfererzen*

¹⁵⁶⁰ Balthasar Rösler, 1700, 118.

¹⁵⁶¹ Balthasar Rösler, 1700, 118, man erhielt also 1012,5 Pf. Frischblei aus der Bleiglätte + 875 Pf. Frischblei aus dem Herdblei = 1887,5 Pf. oder 18 Ztr. und 87,5 Pf. Frischblei insgesamt. Es fehlten 112,5 Pf. Blei, die als Abgang verloren waren.

¹⁵⁶² Balthasar Rösler, 1700, 118 f.

¹⁵⁶³ Balthasar Rösler, 1700, 119.

¹⁵⁶⁴ Balthasar Rösler, 1700, 119 f.

Der Rohstein wurde zwei- oder dreimal geröstet. Dann wurde er zusammen mit anderem silberarmen Kupfererz verbleit. Aus dieser Mischung erschmolz man Kupferstein und Werkblei, das aber nur wenig Silber enthielt, weil ja schon die Rohstoffe nicht viel Silber enthalten hatten. Wie die Beschickung im Einzelnen gemacht werden sollte, führt Balthasar Rösler im 6. Buch an, in dem er zahlreiche Schmelzrezepte aufführt, die als Beispiel dienen sollten.¹⁵⁶⁵

Insgesamt findet man hier 9 Rezepturen für die Rohe Arbeit mit dem Hohen Ofen und 4 Beschickungen für den Krummofen. Diese sind tabellarisch aufgeführt und werden durch eine Aufstellung der Hüttenkosten ergänzt.¹⁵⁶⁶ Um zu verdeutlichen, wie differenziert die Beschickungen für die aufeinander folgenden Schichten zusammengestellt und die Ergebnisse durch Proben dokumentiert wurden, sollen hier zwei dieser Rezepte wiedergegeben werden.

Erz und Zuschläge	Menge	Silbergehalt je Zentner	Silbergehalt insgesamt
1. Schicht			
Schlich, 2-lötig Kupfererz Kies Frische Schlacken Erz- und Stein-Schlacken	20 Zentner 16 Zentner 8 Zentner 16 Karren 8 Karren	2 Lot	2 Mark 8 Lot
<i>daraus ausgebracht:</i> Roher Stein	8 Zentner	4 Lot	2 Mark 0 Lot
2. Schicht			
Beschickung „Ist gleich der obern und ersten“			
<i>daraus ausgebracht:</i> Roher Stein	9 Zentner	4 Lot	2 Mark 4 Lot
3. Schicht			
Schlich, 2-lötig Kupfererz Kies Frische Schlacken	20 Zentner 20 Zentner 4 Zentner 24 Karren	2 Lot	2 Mark 8 Lot
<i>daraus ausgebracht:</i> Roher Stein	11 Zentner	4 Lot	2 Mark 12 Lot
4. Schicht			
Schlich, 2-lötig Kupfererz Kies Frische Schlacken	30 Zentner 28 Zentner 14 Zentner 36 Karren	2 Lot	3 Mark 12 Lot
<i>daraus ausgebracht:</i> Roher Stein	14 Zentner	4 Lot	3 Mark 8 Lot
Summa:			
Schlich, 2-lötig Kupfererz Kies Erz- und Stein-Schlacken Frische Schlacken	90 Zentner 80 Zentner 34 Zentner 16 Karren 92 Karren	2 Lot ohne Silbergehalt ohne Silbergehalt	11 Mark 4 Lot
<i>daraus ausgebracht:</i> Roher Stein	42 Zentner	4 Lot (+ 3 bis 4 Pfund Kupfer)	10 Mark 8 Lot

Tabelle 5-12: Beschickung für die Rohe Arbeit über den Hohen Ofen

¹⁵⁶⁵ Balthasar Rösler, 1700, 120.

¹⁵⁶⁶ Balthasar Rösler, 1700, 123 – 128.

Für die Arbeit im Krummofen wurde nicht jede Schicht anders zusammengestellt, sondern die genannten Erze und Zuschläge wurden auf vier Schichten verteilt durchgesetzt.

Erz und Zuschläge	Menge	Silbergehalt je Zentner	Silbergehalt insgesamt
Geschiedenes (sortiertes) Erz	78 Zentner	1 Lot	} 11 Mark 3 Lot
Roher Schlich und Gräupel	52 Zentner	1 ½ Lot	
Rohes Kupfererz	46 Zentner	½ Lot	
Frische Schlacken	176 Karren		
<i>daraus ausgebracht:</i> Roher Stein	36 Zentner	4 Lot	9 Mark 0 Lot

Tabelle 5-13: Beschickung für die Rohe Arbeit über den Krummen Ofen

Wie man leicht sehen kann, gelang es nicht, das Silber vollständig zu gewinnen, aber man hatte einen großen Teil des Silbers im Rohen Stein konzentriert, den man dann weiter verarbeitete.

In den folgenden Kapiteln geht Balthasar Rösler auf spezielle Verfahren ein. So wurden „wilde und spröde Erze“ geschmolzen, nachdem sie in einer Mischung aus Ton und Wasser gewälzt worden waren, was diese Erze leichtflüssiger machte.¹⁵⁶⁷ Silberreiche Erze, die sich von der Gangart nicht trennen ließen, sollten vor dem Schmelzen in einem besonderen Verfahren geröstet werden. Erst danach konnte dieses Erz zu Schlich gemacht und das taube Gestein abgeschwemmt werden. Schwefel- und eisenhaltige Erze sollten nach dem Rösten in einer Lauge aus Asche gewaschen werden, um diese von Schwefel und anderen Unarten zu befreien.¹⁵⁶⁸ Auch die „Antimon-Arbeit“, bei der man silber- und goldhaltiges Erz vom Antimon befreite und die Edelmetalle an das Kupfer band, kannte Balthasar Rösler.¹⁵⁶⁹

Auch die Verarbeitung von reinem Kupfererz wird dargestellt. Balthasar Rösler kannte sie von „einem vornehmen Orth, allda viel 1000. Centn. Kupffer“ ohne Silbergehalt, aber mit einem Kupfergehalt von 2 ½ bis 5 Pfund pro Zentner erschmolzen wurden. Leider wird dieser Ort nicht genannt. Dieses Erz wurde zunächst nach Qualität sortiert. Das beste Erz wurde roh verschmolzen, das schlechtere Erz wurde gepocht und einmal geröstet. Man nahm 200 Ztr. geröstetes und 40 Ztr. rohes Erz und teilte dieses in 8 Schichten ein. Als Zuschlag nahm man frische Schlacken und Ofenbrüche. Zum Schmelzen nutzte man einen Krummofen, den man mit Gestübe versah und abwärmte. Auf jeweils 2 Tröge Erz setzte man 1 Füllfass Kohlen in den Schmelzofen. Aus dieser Beschickung erschmolz man einen Kupferstein (Rohstein) mit einem Gehalt von 22 bis 24 Pfund Kupfer pro Zentner.¹⁵⁷⁰ Allgemein gibt Balthasar Rösler an, dass man den Anteil an rohem Erz erhöhen musste, wenn man einen höheren Kupfergehalt im erschmolzenen Stein haben wollte, und umgekehrt.¹⁵⁷¹ Der Kupferstein wurde sechs- bis achtmal geröstet und dann mit Schlacken und Ofenbrüchen geschmolzen. Man erhielt daraus den „Durchstechstein“. Dieser wurde zusammen mit dem „Spurstein“ siebenmal geröstet. Beim Schmelzen dieses „Kupferrostes“ erhielt man Schwarzkupfer

Verhüttung von reinen (silberfreien) Kupfererzen

¹⁵⁶⁷ Balthasar Rösler, 1700, 120.

¹⁵⁶⁸ Balthasar Rösler, 1700, 120.

¹⁵⁶⁹ Balthasar Rösler, 1700, 121.

¹⁵⁷⁰ Balthasar Rösler, 1700, 121 f.

¹⁵⁷¹ Balthasar Rösler, 1700, 122.

und den o. g. Spurstein, der in Vorrat genommen und wieder in den Prozess zurückgeführt wurde. Das gewonnene Schwarzkupfer hielt 94 bis 96 Pfund Kupfer pro Zentner und wurde schließlich auf dem Garherd zu Garkupfer gemacht. Dem fügt Balthasar Rösler noch eine Aufstellung der Hüttenkosten an.¹⁵⁷²

Im 6. Buch werden schließlich die oben erwähnten Schmelzrezepte aufgeführt. Nach den Rezepten für das Rohschmelzen von Kupfererzen im Hohen Ofen und im Krummofen werden Beschickungen für die Weiterverarbeitung der Rohsteine im Hohen Ofen und das Schmelzen von Bleistein im Hohen Ofen dargestellt. Für das Schmelzen im Krummofen und im Stichofen folgen weitere Rezepte. Dabei erfolgt keine Beschreibung der Öfen und der Prozessführung, sondern nur eine Aufstellung der Beschickung und eine Übersicht über die Kosten. Ein erfahrener Hüttenmeister konnte daraus sicher ersehen, wie er vorzugehen hatte, wenn er nach diesen Rezepten schmelzen wollte.¹⁵⁷³

Hatte man aus den Kupfererzen schließlich Schwarzkupfer gewonnen, so musste auch dieses wieder probiert werden. Schwarzkupfer mit einem Gehalt von weniger als 1 Lot Silber pro Zentner war nicht saigerwürdig, Schwarzkupfer mit einem höheren Silbergehalt kam zur Saigerung auf die Saigerhütte. Sowohl das geringhaltige Schwarzkupfer als auch das ausgesaigerte Schwarzkupfer wurde zu Garkupfer weiterverarbeitet. Dazu benötigte man einen Garherd. Dieser wurde wie die Schmelzöfen an der Ofenmauer über einer Abzucht errichtet. Er war $1 \frac{3}{8}$ Ellen hoch und $1 \frac{3}{4}$ Ellen breit. Die Blasebälge mussten stärker sein als bei den Schmelzöfen. Für das Zumachen des Herdes nahm man ein Gestübe aus 2 Laufkarren Kohlen, 3 Trögen Lehm und 3 Trögen Sand, die fein gesiebt, gemischt und angefeuchtet wurden. Das Gestübe wurde in den Ofen gestürzt und daraus eine runde Grube von $\frac{3}{4}$ Ellen Durchmesser und $\frac{1}{4}$ Ellen Tiefe geformt und fest geschlagen. Man schüttete Kohlen in den Herd und setzte darauf 3 Ztr. 15 Pf. Schwarzkupfer. Mittels glühender Kohlen und Gebläse wurde das Kupfer geschmolzen. Dabei war die richtige Führung des Gebläsewindes sehr wichtig. War das Kupfer geschmolzen, so hing man das Gebläse ab, schob die Kohlen weg und zog die Schlacken ab. Dann legte man neue Kohlen auf und setzte das Gebläse wieder in Gang. Dieser Prozess wurde mehrfach wiederholt, bis der Hüttenarbeiter das Kupfer für gar hielt. Er nahm dann mit dem Gareisen eine Probe aus dem geschmolzenen Kupfer. Am Aussehen der Kupferprobe konnte er erkennen, ob das Kupfer gar war oder weiter getrieben werden musste. War das Kupfer gar, räumte er die Kohlen ab, ließ das Kupfer abkühlen und nahm es schließlich scheibenweise aus dem Garherd. Die oberste Kupferscheibe wurde meist erneut zum Garmachen genommen, da dieses Kupfer nicht rein genug war. Aus der eingesetzten Schwarzkupfermenge erhielt man 3 Ztr. Garkupfer. Die Reinheit des Garkupfers bestimmte die weitere Verwendung. Das Garkupfer aus gesaigertem Schwarzkupfer war wegen des restlichen Bleigehaltes für die Messingherstellung nicht so gut geeignet. Noch reineres Garkupfer wurde für die Schmiedearbeiten benötigt. Die Schmiede wiederum schmolzen ihr Kupfer in großen Kellen vor dem Gebläse selbst noch einmal, bis es rein war.¹⁵⁷⁴

Kupfer
garmachen

¹⁵⁷² Balthasar Rösler, 1700, 122 f.

¹⁵⁷³ Balthasar Rösler, 1700, 128 – 135.

¹⁵⁷⁴ Balthasar Rösler, 1700, 146 f.

Zum Schmelzen von Zinnerz benötigte man einen speziellen Ofen, der sich von den bereits beschriebenen Schmelzöfen deutlich unterschied. Er wurde auf einem feuerfesten Sohlstein errichtet. Der untere Teil der Seitenwände bestand ebenfalls aus feuerfesten behauenen Steinen, die mit Lehm und kleinen Schieferstücken ausgefugt wurden. Der obere Teil und auch die Vorwand wurden dann aus Mauersteinen und Lehm gefertigt. $\frac{1}{2}$ Elle über dem Sohlstein ließ man eine Öffnung, die mit Lehm verschlossen wurde und in der 2 Finger groß ein Auge blieb, durch das Zinn und Schlacken aus dem Ofen fließen konnten. Im hinteren Teil des Ofens setzte man einen behauenen Stein auf den Sohlstein, der $\frac{1}{4}$ Elle hoch war und über dem man eine Form aus Lehm herstellte. Das Gebläse musste so eingerichtet werden, dass es genau auf das Auge bließ. Unterhalb des Auges wurde der Vorherd hergerichtet. Darin sammelte sich das geschmolzene Zinn, von dem die Schlacken kontinuierlich abgehoben wurden. Vor dem Ofen auf dem Hüttenboden wurde aus Steinen und Lehm ein weiterer Vorherd angelegt, in den das Zinn, wenn der Herd voll war, abgestochen wurde. Oberhalb des Ofens wurde eine „Gestübe-Kammer“, d. h. ein Rauchfang aus mit Lehm verstrichenem Holz gebaut, da Teile des Zinns mit dem Rauch aus dem Ofen aufstiegen und in dieser Kammer wieder gesammelt werden konnten. Oftmals wurden auch zwei dieser Rauchfänge übereinander angelegt. Zwischen dem Rauchfang und der oberen Ofenwand benötigte man eine Luke, durch die man zum einen in die Gestübekammer steigen konnte, zum anderen den Ofen beschicken konnte. Seitlich davon waren mehrere Stufen angebracht. Dieser Zinnschmelzofen benötigte kein Gestübe, sondern wurde nur mit Lehm ausgestrichen.¹⁵⁷⁵

Vor dem Schmelzen musste man den Zinnstein probieren, weil er oft mit anderen Mineralien wie Wolfram, Wismut, Spath, Quarz, Mispickel oder Katzensilber vermischt auf die Hütte kam. Der Zinnstein oder Zwitter musste dementsprechend geröstet werden, da diese Bergarten durch die Aufbereitung nicht vom Zinn getrennt werden konnten. War der Zinnstein für das Schmelzen vorbereitet, so musste man ihn mit nassen Kohlen schmelzen. Nasse Kohlen nahm man, weil diese aus der Köhlerei kommend häufig mit Steinen verunreinigt waren. Im Wasser konnten sie von den Steinen getrennt werden, die sonst in die Beschickung gerieten. Die nassen Kohlen verhinderten auch, dass das Schmelzgut vom Gebläse in die Höhe getrieben wurde. Der Zinnstein war bereits in der Aufbereitung in drei Sorten klassiert worden. Diese wurden jeweils getrennt durch den Ofen geschmolzen, wobei auch das Gebläse unterschiedlich stark gehen musste. Das Schmelzen geschah stets mit offenem Auge in den Vorherd, wo die Schlacken abgezogen wurden und in dem sich das Zinn sammelte. Dieses wurde dann in den zweiten Vorherd abgestochen. Man musste unbedingt dafür sorgen, dass das Schmelzgut kontinuierlich abfloss, denn blieb das Zinn zu lange im Schmelzofen, so verbrannte es leicht. Aus dem unteren Vorherd wurde das Zinn ausgeschöpft und sofort entweder gegattert, d. h. auf einem Kupferblech in Form eines Gatters, oder in große Stücke gegossen. Das Zugutmachen dieser Stücke geschah in der

¹⁵⁷⁵ Balthasar Rösler, 1700, 147 f.; nach Heinz Meixner, Walter Schellhas, Peter Schmidt, 1980, 53, waren die in Altenberg benutzten Zinnschmelzöfen enge nach unten zusammengezogene Schachtöfen von 1 m Durchmesser und 2,5 bis 3 m Höhe, die man auch als Spurofen bezeichnet.

„Flösse“.¹⁵⁷⁶ Die Schlacken und Ofenbrüche wurden in den Schmelzprozess zurückgeführt.¹⁵⁷⁷

Reines gediegenes Bleierz brachte man zum Schmelzen auf einen abschüssigen Rost aus grünem, d. h. frischem Holz und ließ diesen so lange brennen, bis das Blei herausgeflossen war. Bleierz, das mit Quarz vermischt war, hatte als Begleitmineral oft „Spieß“, der nur dadurch gebunden werden konnte, dass man die Erze zu Schlich verarbeitete, wobei man das Erz mit Hammerschlag mischte.¹⁵⁷⁸ Dann wurde der Schlich mit Schlackenstein und Eisenschlacken als Zuschlag im Stichofen über ein „lindes Gestübe“ geschmolzen. Dabei verbanden sich Eisen und Antimon und das Blei konnte ohne Schaden ausgebracht werden. Man schmolz aber auch gediegenes Blei mit Eisenschlacken und Hammerschlag gemischt über ein „gelindes Gestübe“, wobei Schlacken und Frischblei als Zuschläge eingesetzt wurden. Alle Bleierze wurden geröstet. Dabei floss entweder das Blei gleich aus dem Erz oder die Unarten wurden beseitigt, so dass man es mit Zuschlägen im Stichofen schmelzen konnte.¹⁵⁷⁹

Verhüttung von
Bleierzen

Fand man Gold in gediegener Form vor, so röstete, pochte und wusch man es, so dass man Goldschlich erhielt. Aus diesem konnte man das Gold mit Hilfe von Quecksilber gewinnen. Auch wenn das Gold zusammen mit anderen Erzen auftrat, verfuhr man so und zog das Gold mit dem Quecksilber aus dem Schlich. Anders verhielt es sich, wenn das Gold nicht sichtbar im Erz auftrat. Dieses Erz wurde wie üblich geschieden, gepocht und gewaschen. Der Schlich wurde dann geschmolzen, wobei das Gold zusammen mit dem Silber ausgeschmolzen wurde. Ging solches Erz z. B. durch die Saigerhütte, so fand sich das Gold mit dem Silber im Saigerblei und wurde durch Abtreiben gewonnen. Die Gold-Silber-Scheidung war dann der letzte Arbeitsprozess, den Balthasar Rösler allerdings nicht beschreibt.¹⁵⁸⁰

Verhüttung von
Golderzen

Die Amalgamation des goldhaltigen Schlichs aus gediegenem Gold kannte Balthasar Rösler ebenfalls. Er beschreibt den Ansatz des Schlichs mit Weinessig und Alaun, das Anquicken mit Quecksilber und das Verdampfen des Quecksilbers aus dem Amalgam sowie die Reinigung des Goldes durch Schmelzen mit Borax.¹⁵⁸¹

In Ungarn, wo man größere Mengen Golderz zu amalgamieren hatte, wandte man dieses Verfahren ebenfalls an, wobei man auf das Anquicken mit Essig und Alaun verzichtete. Allerdings wurde das Anreiben, d. h. die Mischung von Goldschlich und Quecksilber, hier von mehreren Arbeitern gleichzeitig durchgeführt. Für das Waschen und Auspressen war dann wiederum der Mühlschafter verantwortlich, der auch die Aufsicht über die Arbeiter und

¹⁵⁷⁶ Carl Schiffner, 1960, 38; hier findet sich die Information, dass vermutlich der beim Zinnschmelzen gebräuchliche Pauschherd gemeint ist, auf dem wie bei einem Garherd das Zinn nochmals gereinigt wurde. Dieser bestand aus einer gusseisernen, geneigten Platte, auf die eine Schicht Holzkohlen gebracht wurde. Das Zinn wurde als Barren darauf gelegt oder mit Löffeln darauf gegossen. So gereinigt, floss es in einen Kessel ab.

¹⁵⁷⁷ Balthasar Rösler, 1700, 148 – 150.

¹⁵⁷⁸ Mit Spieß ist Spießglas, ein Antimonmineral gemeint, Hammerschlag sind Eisenspäne.

¹⁵⁷⁹ Balthasar Rösler, 1700, 150; ob der Autor mit dem „linden Gestübe“ das leichte Gestübe meinte, wie es am Rammelsberg üblich war, ist aus dem Text nicht zu ersehen.

¹⁵⁸⁰ Balthasar Rösler, 1700, 150 f.

¹⁵⁸¹ Balthasar Rösler, 1700, 151.

Arbeiterinnen führte. Schließlich wurde das Quecksilber verdampft. Ob dies in ausreichendem Maß geschehen war, konnte man testen, indem man das geröstete Gold auf ein Eisen legte. Das Quecksilber hinterließ darauf ein weißes Mal, falls es nicht völlig verdampft war.¹⁵⁸²

Wismuterz schmolz man, indem man es in eiserne Pfannen füllte und seitlich davon ein Feuer entfachte, dessen Flammen über das Erz strichen. Dabei saigerte das Wismut aus dem Erz aus. Man konnte auch eine Art Rost errichten, auf dem das Wismuterz lag. Dabei floß das Metall unter den Rost, wo es nach dem Schmelzen von der Erde aufgesammelt wurde. Für dieses Schmelzen benötigte man keinen Blasebalg, sondern nutzt den Wind. Im Allgemeinen gewann man mit diesen Verfahren höchstens die Hälfte des Metalls aus dem Erz. Eine bessere Methode bestand darin, das Wismuterz in Tiegel zu setzen und sechs solcher Tiegel in einen Glasofen zu bringen. Hier erhitzte man die Tiegel und setzte dann calcinierte Pottasche zu. Wenn diese Mischung geschmolzen war, zog man die Schlacken ab und schöpfte das Wismut in eiserne Pfannen. Auch Sal Alkali konnte man beim Wismutschmelzen als Flussmittel nutzen. Mit Hilfe von Sal Alkali wurde auch das Antimonerz, das zusammen mit Bleiglanz auftrat, zu Gute gemacht. Durch Schmelzen im Tiegel setzte sich das Blei unten, das Antimon oben im Tiegel ab.¹⁵⁸³

*Verhüttung von
Wismut- und
Antimonerz*

In den letzten Kapiteln des 6. Buches werden dann Methoden zur Gewinnung weiterer Bodenschätze wie Schwefel, Vitriol, Arsenik, Rauschgelb, Blaufarbe aus Kobald, Alaun und Salz beschrieben.¹⁵⁸⁴

Besonders betont Balthasar Rösler die Notwendigkeit einer exakten Buchhaltung in den Schmelzhütten. Sowohl die Erze von den Gruben als auch die gewonnenen Zwischen- und Endprodukte sowie Holz und Kohlen sollten wöchentlich auf „Conten“ verzeichnet und kontrolliert werden. Im Gegensatz zu den Erzgruben, wo die Aufsicht sehr genau war, war dies auf den Hütten nicht immer üblich, meist zum Nachteil der Gewerken.¹⁵⁸⁵

Der größte Teil der Darstellungen zur Erzverhüttung betrifft das böhmische und sächsische Erzgebirge insbesondere Graßlitz (Kraslice), Altenberg und Freiberg. Obwohl Balthasar Rösler nicht in weiter entfernte Bergbauegebiete gereist war, hatte er sehr wohl Kenntnisse von den Verhüttungsmethoden in diesen Revieren. Namentlich erwähnt er Goslar, den Harz, Zellerfeld und Clausthal. Im Zusammenhang mit den goldführenden Flüssen wird der Rhein genannt. Ferner werden Böhmen, Ungarn, Deutschland im Allgemeinen erwähnt, als einzelne Orte Eisleben und Mansfeld sowie das Goldbergwerk zur Eule (Jílové u Prahy) in Böhmen genannt.

*Geographische
Reichweite*

Ähnlich wie Georgius Agricola legt Balthasar Rösler großen Wert auf eine sorgfältige Scheidung der Erze. Bei den Pochwerken werden hier Maßnahmen beschrieben, die die unterschiedliche Qualität der Erze berücksichtigten.

*Technische
Entwicklungen
und Fortschritte*

¹⁵⁸² Balthasar Rösler, 1700, 152, das Anreiben des Schlichs mit Quecksilber war hier vorwiegend Frauenarbeit; man nutzte in Ungarn die von Vannoccio Biringuccio erwähnten und von Georgius Agricola beschriebenen Mühlenwerke.

¹⁵⁸³ Balthasar Rösler, 1700, 154 f.

¹⁵⁸⁴ Balthasar Rösler, 1700, 155 – 168; in den Kapiteln 18, 19 und 20 finden sich Ergänzungen von Johann Christoph Goldberg, die aber deutlich gekennzeichnet sind.

¹⁵⁸⁵ Balthasar Rösler, 1700, 145.

Variationen des Gewichts der Pochstempel, unterschiedliche Vorsatzbleche und die Regulierung der Wasserzufuhr waren dabei von Bedeutung. Dies hatte auch Hardanus Hake bereits dargestellt. Die Größe der Pochwerke für den in Altenberg abgebauten Zwitter war jedoch außerordentlich. Pochwerke mit bis zu 10 Pochsätzen à 3 Stempeln waren hier üblich, um die großen Mengen Erz zu verarbeiten.

So wie auf dem Harz hatte sich im Erzgebirge auch das Rösten der Erze in Röstöfen durchgesetzt. Balthasar Rösler beschreibt zwar offene Röstplätze, wie sie auch am Rammelsberg üblich waren, und gemauerte Röststätten. Ein besonderes Augenmerk richtet er jedoch auf die Röstöfen. Neu waren hier die zweigeteilten Röstöfen. Diese bestanden aus einem Windofen für das Röstholz und einem Röstofen für den Schlich. Die Flammen schlugen aus dem Windofen über das Röstgut. Der Vorteil lag darin, dass man das Feuer im Windofen regulieren konnte, da er ein eigenes Schürloch besaß. Im Röstofen befand sich nur der zu röstende Schlich, der mit einem eisernen Werkzeug gewendet wurde, was sicher auch einfacher war, wenn sich der Feuerraum hinter dem Röstgut befand. Die Öfen, die Balthasar Rösler beschreibt, fassten 4 bis 24 Ztr. Schlich.

Beim Bau der Schmelzhütte geht Balthasar Rösler von einer flexiblen Größe der Anlage aus, indem er lediglich einen bestimmten Querschnitt vorsieht. Die Länge des Hüttengebäudes richtete sich dann nach der Zahl der Schmelzöfen. Vergleicht man die Angaben mit der Baubeschreibung Georgius Agricolas, so ergeben sich kaum Unterschiede in der Größe der Schmelzhütte. Allerdings hatten die früher beschriebenen Hütten eine über den gesamten First reichenden Esse. Nun war offenbar öfter der Einbau von Rauchfängen über den Öfen vorgesehen. Balthasar Rösler kannte beide Varianten.

Bei den Schmelzöfen waren Balthasar Rösler die bereits in „De re metallica“ genannten Gebläse-Schachtöfen bekannt. Wie in diesem Werk teilt Balthasar Rösler die Öfen ein in Öfen mit zeitweise geschlossenem Auge, also Stichöfen, und Öfen mit offenem Auge, also Hölzelöfen, Krummöfen und Tiegelöfen. Dabei hatten diese Öfen einen etwas größeren Querschnitt als zur Zeit Georgius Agricolas.¹⁵⁸⁶ Neu ist bei Balthasar Rösler der Hohe Ofen, den Georgius Agricola noch nicht kannte, von dem aber auch Georg Engelhardt Löhneyß berichtet.

Der Hohe Ofen auf dem Kupferstich war 453 cm breit und etwa ebenso hoch. Er musste mit einer Treppe versehen sein, weil man ihn sonst nicht beschicken konnte.¹⁵⁸⁷ Eine Beschreibung mit Maßangaben gibt Balthasar Rösler jedoch nicht, obwohl er zahlreiche Schmelzprozesse für den Hohen Ofen beschreibt. Ob der dargestellte Hohe Ofen tatsächlich aus der Zeit Balthasar Röslers

¹⁵⁸⁶ Der normale Gebläse-Schachtöfen war 71 cm tief, 2 Mauerziegel weit und 198 cm über dem Sohlstein hoch: Bei Georgius Agricola war er 52 x 41,5 cm in Querschnitt und etwa genauso hoch.

¹⁵⁸⁷ Es wurde ein Maß von 56,64 cm pro Elle (entsprechend der alten sächsischen Elle) angenommen.

stammt oder jüngeren Datums ist, läßt sich aus dem Text nicht erschließen, weil dort nicht zu ersehen ist, von wem die Zeichnungen stammen.¹⁵⁸⁸

Wichtig für eine erfolgreiche Verhüttung war eine genaue Analyse der Erze, noch bevor man ein bestimmtes Verfahren wählte. Hier gibt Balthasar Rösler einige grundsätzliche Kriterien zur Einteilung der Erze vor, nämlich Art und Menge der enthaltenen Metalle, Schmelzbarkeit und Menge der Erze sowie den Bedarf an Zuschlägen. Auch die Verwendung der zur Verfügung stehenden Öfen legt Balthasar Rösler systematisch fest.¹⁵⁸⁹ Wie genau die Qualifizierung der Erze durch mineralogische Kenntnisse und das Probieren sein musste, kann man dann aus den zahlreichen Schmelzverfahren und -rezepten, die Balthasar Rösler für die verschiedenen Erze aufführt, ersehen.

Ein Problem, das Balthasar Rösler immer wieder anspricht, ist die Wirtschaftlichkeit der Verhüttung. Dies zeigt sich z. B. wenn er empfiehlt, bei einem Bergwerk erst die Qualität der Erze zu erproben, bevor man dort überhaupt ein Hüttenwerk errichtet. Auch das Konzept, die Größe der Hütte flexibel zu gestalten und nur soviel Öfen zu errichten, wie man unbedingt benötigte, ist ökonomischen Erwägungen geschuldet. Eine genaue Buchführung auf den Hütten war ihm wichtig. Alle diese Aspekte werden auch von den älteren Autoren thematisiert. Eine genaue Aufstellung der Hüttenkosten, wie sie Balthasar Rösler an einigen Stellen¹⁵⁹⁰ vornimmt, hatte zuvor lediglich Georg Engelhardt Löhneyß vorgenommen. Durch die Aufstellung der Hüttenkosten bei unterschiedlichen Schmelzprozessen, war es möglich, die Schmelzprozesse nicht nur in Bezug auf das Ausbringen der Metalle, sondern auch hinsichtlich der Kosten für Löhne, Kohlen und Holz zu vergleichen.

Besonders ausführlich behandelte Balthasar Rösler den Zinnbergbau und die Verhüttung der gewonnenen Erze. Bei der Klassierung und Scheidung dieser Erze nach der Bearbeitung im Pochwerk scheint es keinen Fortschritt gegeben zu haben. Bereits Georgius Agricola kannte Erzwäschen mit mehreren Gräben, in denen das gepochte Erz zunächst klassiert und dann getrennt nach Sorten über Planherde und in Schlemmgräben weiter gereinigt wurde. Zur Zeit Balthasar Röslers nutzte man Zinnerzwäschen, bei denen sich in zwei Gräben und einem Sumpf vier Sorten Zinnerz absetzten, die dann getrennt weiterverarbeitet wurden.¹⁵⁹¹ Eine neue Methode, Eisen vom Zinnstein zu trennen, war der Einsatz von Magneten. Diese wurden über das gepochte Erz geführt und dieses dadurch von dem beim Schmelzen schädlichen Eisen befreit. Dass dieses Verfahren in einem Zinnbergbaurevier entwickelt wurde,¹⁵⁹² lag sicher daran, dass das Eisen bei der Zinnverhüttung unbedingt abgesondert

¹⁵⁸⁸ Heinz Meixner, Walter Schellhas, Peter Schmidt, 1980, 54, haben diese Abbildung in den Kommentarband übernommen und mit der Unterschrift „Altenberger Zinnhütte um 1670“ versehen, ohne dies jedoch im Text näher zu erläutern.

¹⁵⁸⁹ Balthasar Rösler, 1700, 107.

¹⁵⁹⁰ Balthasar Rösler, 1700, 116 (für das Schmelzen von Glanzerz), 122 (für das Schmelzen von Kupfererz), 124 (für das Schmelzen von Kupfererz über den Hohen Ofen), 135 (für die Bleiarbeit über den Hohen Ofen), 140 (Schmelzen von silberhaltigem Bleierz über den Stichofofen), 145 (Schmelzen von Kupfererz über den Krummofen).

¹⁵⁹¹ Balthasar Rösler, 1700, 100 f.

¹⁵⁹² Balthasar Rösler schreibt nicht, dass dieses Verfahren im Erzgebirge erfunden wurde. Da er aber der erste ist, der im Zusammenhang mit dem Altenberger Zinnbergbau darüber berichtet, ist es sehr wahrscheinlich, dass das Verfahren dort entwickelt wurde.

werden musste, während bei Blei- oder Kupfererzen oft sogar Eisenspäne als Zuschlag zum Binden von Arsen und Schwefel genutzt wurden. Dadurch war die Eisenschüssigkeit dieser Erze nicht so problematisch. Der Zinnschmelzofen unterschied sich von den üblichen Schachtöfen u. a. dadurch, dass hier kein Gestübe benötigt wurde, sondern der Ofen und der Sohlstein nur mit Lehm ausgestrichen wurden. Ein Problem, das bereits Lazarus Ercker angesprochen hatte, war das geringe Gewicht des Zinnerzes, das dazu führen konnte, dass das Zinn mit dem Rauch aus dem Ofen getrieben wurde. Balthasar Rösler begegnete dem mit mehreren Maßnahmen. Erstens musste der Blasebalg entsprechend einjustiert werden, zweitens besaßen die Schmelzöfen einen Rauchfang und schließlich nahm man zum Schmelzen nasse Holzkohle.¹⁵⁹³ Dass Balthasar Rösler den Zinnbergbau immer wieder thematisiert, hängt sicher damit zusammen, dass er die letzten zehn Jahre seines Lebens in Altenberg, einem berühmten Zinnbergbauggebiet, beschäftigt war.¹⁵⁹⁴

Betrachtet man die Ausführungen zum Hüttenwesen genauer, so ergibt sich, dass es Balthasar Rösler nicht so sehr um die technische Ausstattung der Hütten geht, als viel mehr um die Prozessführung beim Erzschnmelzen und anderen Hüttenarbeiten.

Nach dem grundlegenden Werk Georgius Agricolae ist der „Hellpolierte Bergbauspiegel“ Balthasar Röslers die zweite Druckschrift, die das Berg- und Hüttenwesen komplett und systematisch behandelt, womit der Autor die Fachkenntnisse seiner Zeit umfassend wiedergibt. Die besondere Bedeutung im Bereich der Verhüttungstechnik liegt darin, dass die Prozessführung für verschiedene Metalle und Schmelzöfen detailliert beschrieben wird. Es wird auf mögliche Probleme, die beim Schmelzen auftreten können, hingewiesen sowie Ursachen und Lösungsmöglichkeiten erläutert. Daraus wird auch deutlich, dass Balthasar Rösler diese Prozesse aus der Praxis kannte und seine in einem langen Arbeitsleben erworbenen Kenntnisse hier weitergab.

5.2.15 Die Interpres Phraseologiae Metallurgicae des Christian Berward (1672/73)

Von den 53 Abschnitten dieses Werkes werden in 9 Abschnitten die Erzaufbereitung und die Verhüttung behandelt. Mit dem Kapitel „Die Erze kommen von der Hallen ins Puchwerck“ beginnen diese Abschnitte (S. 24 – 26), es folgt die Erzverhüttung mit Abschnitten über die Hütten, den Schmelzofen, den Treibofen, die Probierstube, das Brennhaus und das Münzwesen (S. 26 – 33). Speziell um die „unterharzischen Bergwerke“ und den Rammelsberg geht es in den nächsten Abschnitten (S. 33 – 39). Außerdem werden die Messingherstellung und das Vitriolsieden behandelt (S. 39 – 40).¹⁵⁹⁵ Diese letzten beiden Abschnitte enthalten nicht nur Stichwörter, sondern beschreiben die Prozesse.

*Abschnitte zur
Hüttentechnik*

Zur Entstehung der Erze und zur Alchemie äußert sich Christian Berward überhaupt nicht. Es gibt zwar eine mineralogische Übersicht mit Stichwörtern zu Bergarten und Erzen, über die Entstehung dieser Erze wird jedoch nichts

*Metallogenese
– Verhältnis zur
Alchemie*

¹⁵⁹³ Balthasar Rösler, 1700, 147 – 149.

¹⁵⁹⁴ Heinz Meixner, Walter Schellhas, Peter Schmidt, 1980, 37 – 43; von 1663 bis 1673 war er hier als Bergmeister tätig.

¹⁵⁹⁵ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 1 – 47.

gesagt. Letztlich sind ausführlichere Stellungnahmen in einem Wörterbuch auch nicht zu erwarten.

Schon unmittelbar bei der Förderung wurde zwischen Erz und taubem Gestein unterschieden. Offensichtlich konnte man die Berge nicht komplett unter Tage lassen, denn nach Christian Berward gab es am Geipel, der Fördereinrichtung, die Erzhalde, auf die das geförderte Erz gestürzt wurde, und die Berghalde, für das geförderte taube Gestein. Von der Erzhalde wurde das Erz dann ins Pochwerk befördert.¹⁵⁹⁶

Erzaufbereitung

Mit dem Begriff „Erzt außhalten“ wurde die Scheidung der Erze benannt. Im Pochwerk wurde das Erz dann weiterverarbeitet. Christian Berward beschreibt nur das Nasspochwerk. Es hatte sechs Pochstempel, jeder 6 Ellen lang und ¼ Elle breit, die mit Pocheisen versehen waren. Angetrieben durch ein Wasserrad wurde hier das Erz so zerkleinert, dass es anschließend von der Gangart getrennt werden konnte.

Erzpochwerk

Der Pochtrog, in den das Erz geschüttet wurde, war mit einer eisernen Unterlage versehen. Durch das Schoßgerinne leitete man Wasser in den Pochtrog, wodurch das feingepochte Erz durch ein Vorsatzblech aus dem Pochtrog geschwemmt wurde, so dass nur die gröberen Erzteile zurückblieben. Aus den erläuterten Stichwörtern kann man die gesamte Konstruktion des Pochwerkes ersehen. Es entsprach der bereits bei Georgius Agricola gebräuchlichen Bauweise.¹⁵⁹⁷

Schoßgerinne hieß auch der erzhaltige Schlamm, der aus dem Pochwerk kam und nun durch die Erzwäsche geschieden werden musste. Hierzu kam das gepochte Erz auf die „Büne“, nämlich den oberen Teil des Schlemmgrabens, von der aus man es in den Schlemmgraben zog. Bei diesem handelte es sich um einen hölzernen Kasten, auf den das Pochgut geleitet wurde und der unterhalb der Bühne mit Wasser beaufschlagt wurde. Durch die Wäsche im Schlemmgraben erhielt man mittels Schwerkrafttrennung einen groben Schlich, auch „Hedell“ genannt. Dieser grobe Schlich wurde über Planherde nochmals gewaschen. Planherde waren hölzerne Gestelle, die mit grobem Leinen bespannt waren, so dass bei der Wäsche wiederum das schwere Erz zurückgehalten wurde, während die leichteren Berge weggespült wurden. Die Planen selbst wurden dann in Schlich-Fässern ausgewaschen. Man erhielt durch dieses „Abläutern“ den Schlammschlich. Das mit Hilfe der Planherde wegspülte Material hieß After, wurde im Aftergefälle gesammelt und eventuell nochmals gewaschen, damit kein Erz verloren ging.¹⁵⁹⁸

Erzwäsche

In diesem Bereich waren, nach den Angaben von Christian Berward, folgende Arbeitskräfte tätig: Pochsteiger, Pocher, „Bühne-Träger“, die das Pochgut zur Bühne trugen, Schlemmer, die am Schlemmgraben arbeiteten, „Aufträger“, die das Erz auf die Planherde brachten, Wäscher an den Planherden und Afterläufer, die dieses Material sammelten.¹⁵⁹⁹

¹⁵⁹⁶ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 24.

¹⁵⁹⁷ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 24 f.

¹⁵⁹⁸ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 25 f; dennoch waren die Verluste nicht gering.

¹⁵⁹⁹ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 26, diese werden in dem Abschnitt „Namen der Arbeiter in Puchwercken“ aufgeführt.

Das aufbereitete Erz wurde zu den Hütten gefahren. Sowohl der grobe Schlich als auch der Schlammschlich sowie das bereits vorab geschiedene Stufferz wurden in Einheiten von 33 Zentnern verarbeitet. Es kam zunächst zum Rösten in einen Brennofen, der ein Schürloch hatte und wie ein Backofen aussah. Das Schürloch war mit einem „Schurtz“ versehen, bei dem es sich um eine eiserne Kette handelte, die vor dem Schürloch hing und in die die Arbeiter die sehr schweren Geräte einlegen konnten, die sie benötigten, um das Röstgut umzurühren und um dieses später aus dem Ofen zu ziehen. Allein die „Krück“ zum Ausräumen des Ofens wog nach Christian Berward etwa einen Zentner. Damit das Schürloch beim Benutzen dieser Geräte nicht beschädigt wurde, war es mit einem Wehreisen eingefasst. Das Schlichrösten, das nur mit Holz betrieben wurde, dauerte 12 Stunden.¹⁶⁰⁰ Diese Beschreibung des Oberharzer Brennofens vervollständigt die Beschreibung des Brennofens, die bereits Hardanus Hake gegeben hatte, um einige Details.

Erzröstung

Der Schmelzofen war „ein in die Wand gemauerter Ofen mit einer Vorwand, vor welcher ein Herd, darein daß auß dem Rost geschmolzene Werck laufft und auß demselben in den Stichherd gelassen wird.“¹⁶⁰¹ Diese knappe Beschreibung des Schmelzofens differenziert Christian Berward dahingehend, dass er das „Schmelzen über das Hölzlein“ und das „Schmelzen über den Stich“ unterscheidet. Beim Schmelzen über das Hölzlein floss das Schmelzgut kontinuierlich durch das Ofenauge in den Herd, von dem aus es, wenn dieser voll war, in den unteren Herd abgestochen wurde. Beim Stichschmelzen war das Ofenauge geschlossen und erst wenn das Erz und die Zuschläge geschmolzen waren, wurde es geöffnet und das Schmelzgut in den vorgewärmten mit Blei gefüllten Herd abgestochen, indem das Blei das Silber binden konnte.¹⁶⁰²

Schmelzverfahren

Weitere Details, die auch Christian Berward Vorgänger bereits erwähnten, werden in den Worterklärungen ebenfalls wiedergegeben. Das „Gestübe“ mit dem der Ofen hergerichtet wurde, bestand aus feingestoßenen Holzkohlen und Lehm. Das „Vernasen“ der Windform, um diese vor dem Zusetzen zu schützen, indem man sie mit Schlacke umgab, wird angeführt.¹⁶⁰³

Bemerkenswert ist, dass durch Christian Berwards Ausführungen auch die doppelte und mehrfache Bedeutung einiger Begriffe deutlich wird. So war der „Herd“ 1. die Grube vor dem Schmelzofen, 2. der Boden des Treibofens und 3. die Asche aus der der Treibherd hergestellt wurde. Der „Stich“ ist einmal das Schmelzgut, das bei einem Abstich aus dem Ofen trat, bezeichnete aber auch den Arbeitsprozess selbst.¹⁶⁰⁴

Als Zuschläge zum Schmelzen von Silbererz führt Christian Berward Frischblei, (Blei-)glätte, Herd, Blei und den „Fluß“, das Flussmittel aus Bleiglas, auf. Ferner gehörte auch Eisen zu den Zuschlägen, das man stark schwefelhaltigen Erzen zusetzte.¹⁶⁰⁵

¹⁶⁰⁰ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 26 f.

¹⁶⁰¹ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 27.

¹⁶⁰² Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 27.

¹⁶⁰³ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 27.

¹⁶⁰⁴ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 27.

¹⁶⁰⁵ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 27.

Beim Schmelzen trennten sich die verschiedenen Bestandteile des Abstichs oder des Schmelzgutes durch das unterschiedliche spezifische Gewicht. Christian Berward unterscheidet zwischen Stein oder Schlackenstein, die auf dem Schmelzgut schwammen und mit dem „Streichmeissel“ abgezogen wurden, und das Werk, das sich unten im Vorherd sammelte und mit der Kelle in eiserne Pfannen geschöpft wurde.¹⁶⁰⁶

Das Werkblei musste dann im Treibofen abgetrieben werden, so „daß Glett und andere Unart vom Silber geschieden“ wurde.¹⁶⁰⁷ Im Treibofen wurde der Treibherd aus einem Gemisch von feingesiebter Asche und fein zerstoßenen Kohlen gefertigt. Nach dem Festschlagen des Herdes wurde eine Spur mit dem Spurholz hineingeschnitten. Dies war eine runde Grube mittig im Herd, in der sich das Silber sammelte. Damit die Bleiglätte kontinuierlich aus dem Treibherd floss, hatte dieser eine Glättgasse. Außerdem war der Treibofen oben von dem Treibhut bedeckt.¹⁶⁰⁸

Treibverfahren

Um das Werkblei zu schmelzen, wurde zunächst das „Antreibholz“ angezündet. Dabei handelte es sich um kurze Holzstücke. Erst wenn das Werk schmolz wurden die Treibhölzer, die 6 bis 8 Spannen lang waren, in den Treibherd gelegt. Zunächst wurden sich eventuell bildende Schlacken abgezogen, der Abstrich. Dann begann die Bleiglätte, das durch das Treiben gebildete Bleioxid, aus dem Ofen zu fließen. Das schwerere Silber sammelte sich unten in der Spur. Schließlich begann das Silber zu blickten, was Christian Berward sehr treffend beschreibt: „Wann die Unart, so gleich auff dem abgetriebenen Silber, als die Haut auff gekochter Milch stehet, sich davon auff die Seite der Spur giebt, wann dieses geschehen, stehet das Blicksilber gantz stille und bewegt sich nicht mehr ...“¹⁶⁰⁹ In diesem Moment musste man mit dem Treiben sofort aufhören und das Blicksilber vorsichtig mit Wasser kühlen. Schließlich konnte man es mit einem Spieß aus dem Treibherd heben.¹⁶¹⁰

Die zwei beschriebenen Öfen, der Schmelzofen und der Treibofen, wurden mit Blasebälgen betrieben. Das hierfür benötigte „Balg-Gerüst“ wird kurz beschrieben. Die schon bei Vannoccio Biringuccio erwähnten „Schnepperle“, die die Bälge verschlossen, wenn sie wieder auseinandergezogen wurden, beschreibt Christian Berward ebenfalls. Sie waren wichtig, damit die heiße Luft nicht in die Bälge gezogen wurde und diese eventuell Feuer fingen.¹⁶¹¹ Sie scheinen zu dieser Zeit bereits Stand der Technik gewesen zu sein, denn sie werden von mehreren Autoren erwähnt.

Bei der Erklärung des Probierwesens zitiert Christian Berward Lazarus Ercker beinahe wörtlich. Man benötigte diese Kunst, um zu erfahren, welche Metalle das Erz enthielt, wie hoch der Gehalt war und ob man diese gewinnbringend verhütten konnte.¹⁶¹² Die notwendigen Probiergeräte werden hier erwähnt und kurz beschrieben. Zur Einteilung der Gewichte macht Christian Berward folgende Angaben: 1 Gren (Grän) war der 288. Teil der Mark, ein Karat

¹⁶⁰⁶ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 27.

¹⁶⁰⁷ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 29.

¹⁶⁰⁸ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 29, Christian Berward schreibt „Spur“ statt „Spor“.

¹⁶⁰⁹ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 29.

¹⁶¹⁰ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 29.

¹⁶¹¹ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 30.

¹⁶¹² Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 30, Lazarus Ercker wird hier allerdings nicht erwähnt.

ebenfalls, nur wurde dieses Gewicht für Gold verwendet, 1 Pfennig war der 156. Teil der Mark. 1 Zentner enthielt 100 Pfund. Im übrigen erwähnt Christian Berward hier, dass es neben Bleiglas auch ein aus Weinstein und Salpeter bestehendes Flussmittel gab.¹⁶¹³

Christian Berward behandelt auch das Hüttenpochwerk, das wie das Erzpochwerk konstruiert war und zur Verarbeitung einiger in den Hütten anfallender Produkte, wie den Ofenbrüchen, diente, die zerkleinert, gewaschen und nochmals verhüttet wurden.¹⁶¹⁴

Bei den Hütten gab es folgende Arbeiter: den Brennmeister, den Vorläufer, den Schmelzer, den Treiber, den Schürknecht, den Cementierer, den Hüttenmeister und den Hüttenwächter, der vor allem nachts die Hütte bewachte, damit kein Feuer ausbrach.¹⁶¹⁵

Das im Treibofen gewonnene Silber wurde im Brennhaus feingebrannt, so dass restliche Unreinheiten beseitigt wurden. Dafür benötigte man einen Brennofen, in den der Test unter einer Muffel eingesetzt wurde.¹⁶¹⁶ Die Mark Feinsilber erhielt schließlich 15 Lot, 16 Gren Silber.¹⁶¹⁷

Die Zugutemachung der Erze des Rammelsberges stellte seit jeher eine Herausforderung für die Hüttenleute dar. Dies wird auch bei Christian Berward deutlich, der die Verfahren zu Verhüttung der Kupfererze und der Bleierze dieses Bergwerks in eigenen Abschnitten anspricht.

Im Zusammenhang mit den Rammelsberger Kupfererzen wird das Kupfersaigern dargestellt. Diese Erze wurden nicht gepocht und zu Schlich verarbeitet, wie z. B. die Oberharzer Erze, sondern nur geröstet. Für den ersten Rost nahm man 6.000 Zentner Erz und schichtete dieses auf einem zuvor angelegten Holzrost auf. Dieser bestand aus acht Schichten Holz. Der Rost wurde mit glühenden Schlacken angezündet und musste vier Wochen brennen. War das Erz ausreichend geröstet, nannte man es Gar-Erz. Nun setzte ein Prozess ein, der in einem Wechsel von Schmelzen, Zerkleinern und Rösten bestand. Das Gar-Erz schmolz man zu Rohstein, der zerkleinert und im Rösthaus zweimal geröstet wurde. Im Ergebnis erhielt man „Roher-Stein-Rost“, der zu Mittelstein geschmolzen wurde. Dieser wurde im Rösthaus fünfmal geröstet. Danach wurde der Mittelstein-Rost zu Sporstein geschmolzen. Bei diesem Schmelzen setzte sich bereits Schwarzkupfer ab, das man sammelte und zum Saigern brachte. Auch der Sporstein wurde noch sechsmal geröstet, so dass man Schwarzkupfer daraus schmelzen konnte.¹⁶¹⁸ Diese Beschreibung

¹⁶¹³ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 30 f.

¹⁶¹⁴ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 31, Georgius Agricola beschreibt das Hüttenpochwerk vor allem im Zusammenhang mit der Zerkleinerung der Kohlen, die man für das Gestübe oder den Herd benötigte.

¹⁶¹⁵ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 32

¹⁶¹⁶ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 32, Christian Berward erwähnt also nur ein Brennverfahren im Gegensatz zu Lazarus Ercker.

¹⁶¹⁷ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 32, 1 Mark = 16 Lot, 1 Lot = 18 Gren, 1 Mark = 288 Gren, 15 Lot + 16 Gren sind 286 Gren, somit war das Silber fast rein und hatte 993 ‰ Silbergehalt.

¹⁶¹⁸ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 35 f.

scheint das von Georg Neßler entwickelte Verfahren zum Zugutemachen des Kupfers zu beschreiben.¹⁶¹⁹

Das Schwarzkupfer wurde gefrischt, also mit Frischblei, Bleiglätte und Herdblei zusammengeschmolzen, so dass man Saigerstücke erhielt. Jedes Saigerstück wog 3 Zentner. Sieben solcher Saigerstücke wurden in einen Saigerofen eingesetzt, so dass das silberhaltige Blei aussaigerte und die Kienstücke auf dem Saigerherd zurückblieben. Das silberhaltige Werkblei wurde wie üblich auf dem Treibherd abgetrieben. Die Kienstöcke wurden im Darrofen 12 bis 14 Stunden gedarrt. Hierbei erhielt man nochmals silberhaltiges Blei zum Abtreiben und die Darrlinge, die im Garherd zu gutem Kupfer, dem Garkupfer, verarbeitet wurden.¹⁶²⁰

Im Folgenden werden dann die Hütteneinrichtung und –geräte der Saigerhütte erläutert. Der Frischofen diente zum Herstellen der Saigerstücke, die aus dem Herd in eiserne Pfannen ausgekellt wurden. Zum Bewegen der Saigerstücke hatte man einen Kran oder Hebbarm. Der Saigerofen bestand aus dem gemauerten Unterbau, den Saigerscharten (Saigerbänke) und den Saigerblechen. Auch der Darrofen und der Garofen werden kurz erläutert.¹⁶²¹ Diese Beschreibungen sind allerdings so knapp, dass hier keine neuen Informationen gewonnen werden können. Auch Maßangaben werden nicht gemacht. Der Saigerprozess entspricht vom Ablauf her den bereits bekannten Beschreibungen, lediglich das Gewicht und die Zahl der Saigerstücke in einer Beschickung weichen ab.

Auch die Bleierze des Rammelsberges wurden auf großen Rösthaufen geröstet, wobei der austretende Schwefel gewonnen und an die Apotheken verkauft wurde. Nach dem Rösten wurde das Erz über das leichte Gestübe geschmolzen, wobei das Blei durch das Gestübe in den Herd floss, während die Schlacken darüber stehen blieben. Das silberhaltige Blei wurde in den Kühlherd ausgekellt und scheibenweise daraus weggenommen. Es enthielt nur wenig Silber, nämlich nicht mehr als $\frac{1}{2}$ Lot im Zentner. Im Unterschied zum schweren Gestübe, das aus Holzkohlen und Lehm bestand, wurde dieses leichte Gestübe nur aus Holzkohlen hergestellt.¹⁶²²

Für die Messingherstellung nutzte man runde Öfen, die Brenn- und Schmelzöfen hießen. Diese waren in die Erde gebaut. Sie hatten Löcher, durch die der Wind das Feuer anfachen konnte. In einen solchen Ofen stellte man acht große Krüge und ließ diese heiß werden. Dann wurden Galmei und Kupfer in die Krüge gefüllt und diese neun Stunden im Feuer gelassen. Der verwendete Galmei stammte aus den Ofenbrüchen der rammelsbergischen Schmelzhütten. Das benötigte Kupfer kaufte man in Schweden oder Hessen, denn das Kupfer des Rammelsberges war zur Messingproduktion nicht zu gebrauchen. Lediglich eine Grube im Harz, Prophet Amos am Steuerhall, lieferte Kupfer für die Messinghütte.¹⁶²³

Messing-
herstellung

¹⁶¹⁹ Georg Neßler entwickelte bereits 1575 ein verbessertes Verfahren zur Kupfererzverhüttung. Dies wird zuerst bei Hardanus Hake, dann bei Georg Engelhardt Löhneyß erwähnt.

¹⁶²⁰ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 36.

¹⁶²¹ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 36 f.

¹⁶²² Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 38 f.

¹⁶²³ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 39.

Der im Rammelsberg anfallende Kupferrauch wurde in das Vitriolhaus gebracht. Dort wurde er gewogen, so dass man feststellen konnte, wieviel Erz sich noch darin befand. Verwertbar war er, wenn die Tonne Kupferrauch weniger als 2 ½ Zentner wog, war sie schwerer, war der Erzgehalt zu hoch. Zunächst wurde das Material mit eisernen Harken auseinander gezogen. Waren grobe Teile darunter, wurden diese mit einem Hammer zerkleinert. Danach wurde zunächst das kleinere dann das gröbere Material in eine Bütte gefüllt und diese mit warmem Wasser aufgefüllt. Dieser Ansatz wurde dreimal täglich mit eisernen Harken umgerührt und gemischt. Wie lange der Kupferrauch ausgelaugt wurde, schreibt Christian Berward nicht. Schließlich wurde die Lauge in eine andere Bütte gefüllt, in der sie vier Tage stehen blieb und sich setzte. Da der Kupferrauch mit dem ersten Wasser noch nicht vollständig ausgelaugt war, wurde er nach Abgießen der Lauge durch hölzerne Körbe in eine Bütte gewaschen. Das Waschwasser füllte man dann zum Absetzen in eine Bütte und ließ es vier Tage stehen. Die geklärte Lauge goss man zum Sieden in eine Bleipfanne. Nachdem sie bis zu 36 Stunden gesotten wurde, kam sie zum Abkühlen in eine andere Bleipfanne. Erst nach dem Abkühlen konnte man sie in hölzerne Gefäße füllen. In den hölzernen Setzfässern stand der Vitriol weitere 14 Tage. In diesen Fässern befanden sich Teichrohrhalme (Röhricht), an denen sich der Vitriol anlagerte. Er wurde dann abgenommen, in Fässern verpackt und verkauft. Der Schlamm aus den Bütten wurde nochmals gewaschen und als Deckmaterial für die Haufenröstung an die Hütten geliefert.¹⁶²⁴

Vitriolsiederei

Die Interpres Phraseologiae Metallurgicae enthalten zu zahlreichen eingesetzten Aufbereitungs- und Verhüttungsverfahren Stichwörter, aus denen sich die Verfahren erschließen lassen. Dabei sind die Ausführungen allgemein gehalten und nicht auf einzelne Orte oder Gebiete bezogen. Als Kupferlieferanten für die Messingproduktion werden Schweden und Hessen genannt. Konkret erwähnt werden die Communion unterharzischen Bergwerke und der Rammelsberg. In diesem Zusammenhang werden einige Prozesse auch ausführlich beschrieben, bevor die Begriffe erläutert werden. Insofern ist das Werk Christian Berwards eine vorzüglich Quelle für den Stand der Technik im Harz sowie am Rammelsberg in der Mitte des 17. Jahrhunderts.

Geographische Reichweite

Gegenüber den von früheren Autoren erläuterten Aufbereitungs- und Verhüttungsverfahren lassen sich keine wesentlichen Verbesserungen erkennen. Allerdings wird das am Rammelsberg übliche Verfahren zur Verhüttung der Kupfererze hier genauer beschrieben. Auch für die auf dem Harz genutzten Röstöfen werden einige technische Details genannt, die bei den älteren Autoren fehlen. Von Bedeutung ist, dass Christian Berward erstmals das Zink erwähnt und zwar bei der Aufzählung der aus Rammelsberger Erz gewonnenen Metalle. Er bezeichnet es als „Zinck oder Contrafaict“, das sich an der Ofenvorwand sammelte und dem Zinn zugesetzt würde. Bei der Messingherstellung kannte er jedoch nur „Galmey“ als Legierungsprodukt für

Technische Entwicklungen und Fortschritte

¹⁶²⁴ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 39 f.; über die Verwendung des Vitriolkleins beim Rösten berichtet Lazarus Ercker in seinem „Bericht vom Rammelsberg“, vgl. Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 243 – 245, auch die Vitriolsiederei wird hier beschrieben.

Kupfer. Einen Zusammenhang erkannte er offensichtlich nicht, was wiederum zeigt, wie unbekannt das Zink zu seiner Zeit noch war.¹⁶²⁵

Das Werk Christian Berwards wird zwar von nachfolgenden Autoren nicht zitiert oder als Quelle genannt, es wurde aber als Anhang zum „Großen Probierebuch“ Lazarus Erckers fünfmal bis in die Mitte des 18. Jahrhunderts veröffentlicht. Es gab also einen Bedarf nach knapp erläuterten Spezialbegriffen, die die Ausführungen im Großen Probierebuch dem Leser verständlich machten, die aber auch für sich als Informationsquelle genutzt werden konnten. Dass diese Begriffe nicht allgemein verständlich waren und einer Erläuterung bedurften führt auch der Herausgeber in seinem Vorwort an.

5.2.16 Gründlicher Unterricht von Hütte-Werken des Christoph Andreas Schlüter (1738)

In diesem Werk geht es ausschließlich und in allen Kapiteln um die Verhüttungstechnologie, vom Bau und der technischen Ausstattung der Hüttenwerke bis zu den einzelnen Verfahren. Das zugehörige Probierebuch thematisiert die Ausstattung der Probiereube und die Schmelztechniken im „kleinen Feuer“. Christoph Andreas Schlüter beschreibt neben der Gewinnung von Silber, Gold, Blei und Kupfer, die den größten Raum der Darstellung einnehmen, auch Verfahren zur Amalgamation von Erzen, zur Schwefelgewinnung, zum Vitriolsieden und zur Herstellung von Pottasche. Überhaupt keine Rolle spielt in diesem Werk das Eisenhüttenwesen und die Verarbeitung der Zinnerze.

*Kapitel zur
Hüttentechnik*

Allgemeine Ausführungen zur Entstehung der Erze findet man bei Christoph Andreas Schlüter nicht. Auch zu den Theorien der Alchemisten nimmt der Autor nicht Stellung. Seine persönliche Einschätzung wird indirekt deutlich, denn er nutzte alchemistische Schriften nicht als Informationsquelle. Dass ihn das Thema der Umwandlung der Metalle, die Transmutation, dennoch beschäftigte, wird in dem 104. Kap. „Aus Eisen Kupfer zu machen“ klar. Er selbst geht ausführlich auf diese irreführende Kapitelüberschrift ein und erklärt, dass man ebenso wenig aus Eisen Kupfer machen, wie man Kupfer in Silber verwandeln könne. Bei dem dargestellten Verfahren handelte es sich darum, mit Hilfe des Eisens das im Vitriol befindliche Kupfer niederzuschlagen. Es wird aus den Ausführungen auch deutlich, dass Christoph Andreas Schlüter die chemischen Vorgänge bei diesem Prozess nicht wirklich erkannte. Der Möglichkeit einer Transmutation widerspricht er dennoch vehement.¹⁶²⁶ Auch in dem angehängten Probierebuch findet man keine Hinweise auf die Anwendung alchemistischer Theorien.

*Metallogenese
– Verhältnis zur
Alchemie*

Sein umfangreiches Hauptwerk ergänzte Christoph Andreas Schlüter durch ein Probierebuch, das im Hauptwerk mit eingebunden ist. Hier wird die Probierekunde genauso detailliert und systematisch dargestellt wie zuvor das Hüttenwesen. Er

Probierekunde

¹⁶²⁵ Auch Erasmus Ebner zählt in seinem Bericht an Herzog Julius von Braunschweig vom 26sten Jenner 1572 über die nutzbaren Mineralien des Harzes Galmey und Contrafey auf, ohne zu erkennen, dass es sich jeweils um ein Zinkmineral handelte (siehe: Hercynisches Archiv oder Beiträge zur Kunde des Harzes und seiner Nachbarländer, 1805, 494 – 539).

¹⁶²⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 461.

führt in das Werk ein, indem er die Bedeutung der Probierkunst für den erfolgreichen Betrieb eines Hüttenwerkes beschreibt.¹⁶²⁷

Die Größe und Einrichtung des Laboratoriums, wie Christoph Andreas Schlüter die Probierstube nennt, hing vom Umfang und der Art der zu analysierenden Proben und deshalb unmittelbar von der Hütte ab, für die es errichtet wurde. Es musste, da von diesem Ort eine große Feuergefahr ausging, in einem gemauerten Gebäude angelegt werden. Für ein kleines Laboratorium sollte der Arbeitsraum 12 x 18 Fuß messen, dazu kam ein Raum „unter Gewölbe und Schornsteinen“ von 30 x 18 Fuß.¹⁶²⁸ Zur notwendigen Einrichtung gehörten mehrere Öfen, nämlich zwei verschieden große Probieröfen, ein Silberbrennofen, drei verschieden große Schmelzöfen und vier verschiedenen Öfen für die Gold-Silber-Scheidung. Alle Öfen werden detailliert beschrieben und z. T. auf den zugehörigen Kupferstichen abgebildet.¹⁶²⁹ An Geräten benötigte der Probierer mehrere Waagen nebst Gewichten, Capellen unterschiedlicher Größe, Zangen und andere eiserne Instrumente, Hammer und Amboss, Kessel zum Granulieren des Silbers und Kessel zur Gold-Silber-Scheidung, Glaskolben, Schalen und Trichter, Scherben, Tiegel und Muffeln sowie Mörser. Insgesamt führt Christoph Andreas Schlüter hier 51 Positionen auf.¹⁶³⁰ Wenn man die zahlreichen Öfen und Geräte betrachtet, die hier als notwendig angesehen wurden, so ist auch die Größe des Laboratoriums von insgesamt 5,20 m auf 12,20 m erklärbar. Unabdingbar waren auch verschiedene Materialien, wie Ton zur Herstellung der Probierscherben und Asche zur Anfertigung der Capellen. Beides machte der Probierer möglichst selbst und auch diese Vorgänge werden von Christoph Andreas Schlüter genau beschrieben. Zur Herstellung der Capellenasche bevorzugte Buchenholz und die Knochen von Schafen, die er aus einer Papiermühle bezog.¹⁶³¹ Ferner benötigte man für die Proben verschiedene Flussmittel, von denen 16 beschrieben und ihre Herstellung erläutert wird, wobei die gebräuchlichsten Flussmittel Roher und Schwarzer Fluss waren.¹⁶³² Besondere Aufmerksamkeit schenkte Christoph Andreas Schlüter den Waagen, von denen sieben Stück benötigt wurden. Selbstverständlich stellte der Probierer seine Waagen und Gewichte selbst her, damit er sich auf deren Genauigkeit verlassen konnte. Basis der Gewichte war der Richtpfennig, dessen Vielfaches dann die üblichen Gewichte Heller, Quent, Lot und Mark ergab.¹⁶³³ Auch die Umrechnung verschiedener Markgewichte ausgehend von der Englischen Mark gab Christoph Andreas Schlüter an, da dies für Probierer und Münzmeister gleichermaßen von Bedeutung war.¹⁶³⁴

Die korrekte Entnahme der Proben war von großer Wichtigkeit, wenn man zu exakten Ergebnissen kommen wollte, da sowohl das Erz als auch die Verhüttungsprodukte nicht homogen waren. Am Beispiel der Stufferze machte Christoph Andreas Schlüter deutlich, wie die Probe so genommen werden

¹⁶²⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1738, PB 3 f.

¹⁶²⁸ Christoph Andreas Schlüter, 1738, PB 4 f., das Laboratorium maß also 42 x 18 Fuß.

¹⁶²⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, PB 5 – 21.

¹⁶³⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, PB 22 – 24.

¹⁶³¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, PB 24 – 28, man brauchte Holzasche und Beinasche.

¹⁶³² Christoph Andreas Schlüter, 1738, PB 28 – 30.

¹⁶³³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, PB 30 – 32.

¹⁶³⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, PB 35 f.

konnte, dass man den durchschnittlichen Gehalt der eingelieferten Erze auch in der Probe wiederfand. Zunächst entnahm man an allen Stellen des Erzhaufens kleine Mengen Material mit der Schaufel. Dieses trug man zusammen, mischte es, zerkleinerte es und halbierte die Menge. Dies wurde mindestens zweimal wiederholt. Das Verfahren nannte sich Verjüngung. Dadurch enthielt die Probe eine repräsentative Mischung des Erzes, war in Bezug auf die Menge aber für das Probieren nicht zu umfangreich.¹⁶³⁵

An der Vielzahl der im Weiteren beschriebenen Proben¹⁶³⁶ wird deutlich, dass nicht nur die in die Hütte eingelieferten Produkte, nämlich gediegenes Erz, Stufferz, geröstetes Erz, Stuff-Schlich und nasser Schlich beprobt wurden, sondern auch die Zwischenprodukte aus Schmelz- und Treiböfen, von den Saigerwerken und vom Silberbrennen. In allen Verfahrensstufen wurden Proben genommen und an Hand dieser die Prozessführung überprüft und gegebenenfalls korrigiert. Durch diese Dokumentation konnte man Mängel im Hüttenprozess feststellen und Verbesserungen einleiten. Auch eine mangelhafte Arbeit der Hüttenleute wurde sofort festgestellt.

Da die in den Hütten angewandten Verfahren im hüttentechnischen Werk Christoph Andreas Schlüters genau beschrieben werden und nicht aus den Probierv Verfahren erschlossen werden müssen, wird nicht weiter darauf eingegangen.

In den Aufgabenbereich des Probiers gehörten unter anderem die Arbeiten zur Gold-Silber-Scheidung. Dabei unterschied Christoph Andreas Schlüter grundsätzlich zwei Methoden, die dann weiter differenziert wurden:

- Die Nutzung von Scheidewasser, eine Methode, die als nasser Weg bezeichnet wurde:
 - Mit gewöhnlichen Kolben, die mit Leinen beschlagen waren und in gewöhnlichen Sand gesetzt wurden.
 - Nach ungarischer Art, ebenfalls in beschlagenen Kolben, die in Sand gesetzt wurden.
 - Mit besonderen Gläsern, die in Wasser gesetzt wurden.
- Die Scheidung durch Niederschlag, auch Scheiden im Guss, Methoden, die als trockener Weg bezeichnet wurden:
 - Durch den Gebrauch von Eisen als Niederschlag und Reduktion des Plachmals mit Eisen.
 - Durch den Gebrauch von Silber als Niederschlag.¹⁶³⁷

Diese Art der Systematisierung durch Einteilung in Ober- und Unterpunkte, die auch entsprechend nummeriert wurden, nahm Christoph Andreas Schlüter häufig vor, wenn er grundlegende Sachverhalte erläuterte. So führt er auch hier weiter aus, dass sich die Scheidung auf nassem Weg für Silber mit sehr hohem Goldgehalt besser eignete, während für Silber mit geringerem Goldgehalt

¹⁶³⁵ Christoph Andreas Schlüter, 1738, PB 41.

¹⁶³⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, PB 47 – 99, Proben, die für verschiedene Erze relevant waren, findet man in den Kapiteln 8 bis 22, die Proben, die für verschiedene Zwischenprodukte der Verhüttung erforderlich waren, in den Kapiteln 23 bis 29.

¹⁶³⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1738, PB 135 f.

besser der trockene Weg zu wählen war. Hierzu werden dann auch ausführliche Begründungen gegeben.¹⁶³⁸

Da diese Verfahren zu den chemischen Aufbereitungsmethoden gehören, wird hier nicht weiter darauf eingegangen. Festzuhalten bleibt, dass die Probierer auch hier die benötigten Werkzeuge und insbesondere die Chemikalien möglichst selbst herstellten.¹⁶³⁹

In dem von Christoph Andreas Schlüter beschriebenen Laboratorium wurden die Erze und Hüttenprodukte analysiert, das Silber feingebrannt und falls erforderlich die Scheidung der Edelmetalle durchgeführt. Die chemischen Prozesse, die dabei stattfanden, werden so genau wie möglich beobachtet und beschrieben.

Zu Aufbereitungsverfahren für Erze, wie Erzscheidung, Waschverfahren und Zerkleinerung in Pochwerken, äußert sich Christoph Andreas Schlüter nur sehr kurz. Er erläutert, dass die Erze durch das Zugutemachen möglichst „in die Enge“ gebracht werden müssten. Dadurch konnten in allen weiteren Verfahrensstufen Kosten gespart, vor allem der Holz- und Kohlenverbrauch reduziert werden. Um eine große Menge an Erzen in die Enge zu bringen, gab es kein besseres Mittel, als solche in Nasspochwerken zu pochen, sofern die Erze zum Pochen geeignet waren, d. h. die Scheidung des Pochgutes ohne große Verluste möglich war. „Weißgüldige“ und andere leichte Mineralarten scheidet man besser von Hand. Erze, die sehr reich an Silber waren, durfte man ebenfalls nicht in die Pochwerke bringen, sondern nur von Hand scheiden. Es gab auch Erze, die man deshalb nicht im Nasspochwerk zerkleinern und scheiden konnte, weil die Bergart genauso schwer war wie das Erz. Eine Trennung durch die Schwerkraft funktionierte dabei nicht. Hierzu gehörten u. a. auch die Erze des Rammelsberges.¹⁶⁴⁰

Erzaufbereitung

Der erste Prozess, den Christoph Andreas Schlüter beschreibt, ist das Rösten der Erze. Er unterscheidet, ähnlich wie Georgius Agricola, zwischen fünf Arten von Röststätten: (1) Röste auf dem freien Platz des Hüttenhofes, (2) Röste, die von einer Mauer umgeben waren, jedoch kein Dach hatten, (3) Röste, die zwar ein Dach hatten, aber nicht von einem Mauerwerk umgeben waren, (4) Röste, die von einer Mauer umgeben waren und sich unter einem Schuppen oder in einem dazu erbauten Rösthaus befanden und (5) Rösten der Erze in Brennöfen.¹⁶⁴¹

Erzröstung

Beschrieben und in einem Kupferstich dargestellt werden die großen Röststadel, die am Unterharz errichtet wurden. Sie maßen etwas mehr 31 Fuß (à 0,29 m) im Quadrat und entsprachen den Röststadeln, die Lazarus Ercker bereits beschrieben hatte. Allerdings waren sie größer als früher, wo sie nur eine Seitenlänge von 10 Ellen (à 0,58 m) hatten.¹⁶⁴² Wie zu Lazarus Erckers Zeit bildeten Holzbohlen die unterste Schicht des Röststadels, darauf kamen das Röstholz und das grobe Erz, das am Unterharz nicht gepocht wurde. Dieses wurde um einen viereckigen Kasten herum, den „Brand“, aufgeschichtet.

¹⁶³⁸ Christoph Andreas Schlüter, 1738, PB 136.

¹⁶³⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, PB 128 – 162.

¹⁶⁴⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 542 f.

¹⁶⁴¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 17 f.

¹⁶⁴² Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 18 f.; Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 246 f.

Schließlich wurde der Rost mit Erz- und Vitriol-Klein abgedeckt. Indem man glühende Schlacken in den Brand warf, zündete man den Röststadel an. Als Röstholz nahm man ausschließlich Tannenholz, welches gute Flammen gab. Nach vierzehn Tagen stieß man kleine Gruben in die Oberseite des Rostes, um darin den Schwefel zu sammeln.¹⁶⁴³ Das zweite und dritte Feuer erhielt das Erz in Röstschuppen, die 80 x 40 Fuß maßen und mit Dielen abgedeckt waren. Diese lagen möglichst nebeneinander, um das Umsetzen des Rostes zu erleichtern. Die erste Röstung der Erze dauerte ¼ Jahr. Der zweite Rost stand etwa 6 Wochen im Feuer und die dritte Röstung dauerte 4 Wochen. Für das dritte Feuer nutzte man Röstschuppen schon längere Zeit. Dass auch das zweite Feuer in einem solchen erfolgte, wurde durch Christoph Andreas Schlüter selbst im Jahr 1702 eingeführt. Insgesamt hatte seither jede Hütte vier Röstschuppen, jeweils zwei für das zweite und dritte Feuer. In diesen konnte dann abwechselnd gearbeitet werden.¹⁶⁴⁴ Der Kupferstein wurde am Unterharz in einem gemauerten Rösthaus von 35 x 28 Fuß Grundfläche geröstet. Dieses wurde verschlossen, um das wertvolle Material vor Diebstahl zu schützen.¹⁶⁴⁵

Auf dem Oberharz wurden die Kupfererze oder Kupferkiese ohne Mauerwerk unter freiem Himmel oder innerhalb eines Mauerwerkes jedoch ebenfalls unter freiem Himmel geröstet, d. h. nach der 1. oder 2. Art. Eine solche gemauerte Röststätte befand sich auch bei der Altenauer Hütte. Sie maß 24 x 25 Fuß. Der Kupferstein wurde auf dem Oberharz ebenfalls in verschlossenen Rösthäusern geröstet, die jedoch etwas kleiner waren als am Unterharz (32 x 25 Fuß).¹⁶⁴⁶

Nachdem er die ihm aus seinem eigenen Revier bekannten Röststätten ausführlich beschrieben und in Kupferstichen wieder gegeben hat, geht Christoph Andreas Schlüter auf die Verhältnisse in anderen Bergrevieren ein. Er stellt dabei fest, dass in den meisten Fällen gemauerte Röststätten mit und ohne Dach oder Rösthäuser gebaut wurden. Ein Dach war auf jeden Fall sinnvoll, denn es schützte die Roste vor Regen. Wenn wertvoller Kupferstein verarbeitet wurde, konnte man die Rösthäuser auch verschließen. Die Größe variierte von Ort zu Ort, da man sich nach Menge der zu röstenden Erze richten musste.¹⁶⁴⁷ Konkret beschreibt er dann noch die gemauerten, überdachten Röstschuppen und die ummauerten Röststätten ohne Dach in Freiberg. Diese kannte er wohl aus eigener Anschauung, da er im Jahr 1701 in Sachsen gewesen war. Auch die ovalen ummauerten, aber offenen Röststätten, die in Fahlum (Schweden) üblich waren, werden von ihm dargestellt.¹⁶⁴⁸ Sie erinnern an die von Peder Månsson beschriebenen Roste.¹⁶⁴⁹

In einem eigenen Kapitel beschreibt Christoph Andreas Schlüter schließlich die Brennöfen für das Rösten von Erz und Schlich. In den am Rammelsberg gebräuchlichen Brennöfen konnte man eine ganze Schicht oder 32 Ztr. Erz rösten. Dabei handelte es sich um große, gewölbte Öfen, die auf einem starken Fundament aus feuerbeständigen Steinen errichtet wurden. Ein solcher Ofen war 15 Fuß lang, hinten 15 Fuß und vorne 11 Fuß weit. Die Vorderwand des

¹⁶⁴³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 19, 157 – 162.

¹⁶⁴⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 19 f., 163.

¹⁶⁴⁵ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 23.

¹⁶⁴⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 24.

¹⁶⁴⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 27.

¹⁶⁴⁸ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 25 f.

¹⁶⁴⁹ Otto Johannsen, 1941, 219.

Ofens hatte zwei Schürlöcher, eines durch das gefeuert wurde und eines durch das das Erz oder der Schlich eingebracht wurden. Beide waren mit eisernen Türen verschlossen. Falls man mehrere solcher Öfen baute, konnte man den Rauch von drei Öfen in einem gemeinsamen Schornstein durch das Dach abführen, denn diese Brennöfen mussten vor dem Wetter geschützt in einem Brennhaus erbaut werden. Die auf dem Oberharz genutzten Brennöfen unterschieden sich nur unwesentlich in den Maßen von den rammelsbergischen Öfen.¹⁶⁵⁰

Der erste Arbeitsschritt bei der Zugutemachung der Erze war das Rösten auf den vorstehend beschriebenen Röststätten. Dadurch „lösten sie sich auf und verloren ihre Vestigkeit“.¹⁶⁵¹ Des Weiteren wurde der in den Erzen gebundene Schwefel verbrannt sowie Arsen und Antimon ausgetrieben. Blei- und Silbererze mussten unbedingt geröstet werden, da sonst beim Schmelzen zu viele unerwünschte Bestandteile in den Stein übergingen und die Werke spröde wurden. Auch Kupfererze mussten geröstet werden, damit Begleitstoffe vermindert wurden und nicht in den Stein gingen. Man hatte sonst große Mengen Kupferstein, die aufwendig weiterverarbeitet werden mussten. Lediglich arme Silber- und Kupfererze wurden direkt ohne Rösten zum Rohschmelzen gebracht.¹⁶⁵²

Bei der Art der Feuerung unterschied Christoph Andreas Schlüter das Rösten mit Holz und das Rösten mit Kohlen. Bei dem Einsatz von Kohlen wurden Erze und Kohlen abwechselnd aufeinander geschichtet. Bei der Verwendung von Holz wurde einmal eine Schicht Holz gelegt und darauf 4 Fuß hoch Erz oder Stein gebracht. Diese Art der Röstung hielt Christoph Andreas Schlüter für besser, da die Flammen des Holzfeuers durch die Erze hindurch zogen und diese komplett zum Glühen brachte. Durch das langsame Verbrennen des Holzes wurden die Erze hierbei länger geröstet als mit Kohlen. Außerdem war es wirtschaftlicher, gleich das Holz einzusetzen, als dieses erst zu Holzkohle zu brennen.¹⁶⁵³

Bei guten Wetterverhältnissen konnte man am Unterharz 10 bis 20 Ztr. rohen Schwefel aus einem Rost gewinnen. Früher gewann man den Schwefel gar nicht. Dieses hatte erst der Oberzehntner Christoph Sander erfunden, der es etwa 1570 einführte.¹⁶⁵⁴ Auf die Gewinnung des Schwefels beim Rösten geht Christoph Andreas Schlüter dann in Kapitel 36 und 37 ausführlich ein.

Als Christoph Andreas Schlüter 1713 auf der Herzog-Julius-Hütte einen Brennofen errichten ließ, um hier die als Zuschlag notwendigen oberharzischen Schliche zu brennen, wurden als Feuerungsmaterial erstmals Wasen genommen.¹⁶⁵⁵

Christoph Andreas Schlüters Perspektive auf den Bergbau wird deutlich, wenn er in der Vorrede schreibt, dass das Hüttenwerk das „nothwendigste Stück“ bei

*Bau der
Schmelzhütte*

¹⁶⁵⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 28 – 35.

¹⁶⁵¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 151.

¹⁶⁵² Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 151 f.

¹⁶⁵³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 152 f.

¹⁶⁵⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 160.

¹⁶⁵⁵ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 29 f.; dabei handelt es sich um fest geschnürte Bündel Tannenzweige von 5 Fuß Länge und 2 ½ Fuß Durchmesser.

dem Bergwerk sei.¹⁶⁵⁶ Für das Hüttenwerk musste zunächst ein geeigneter Ort gewählt werden. Um die Kosten für Fuhrlöhne niedrig zu halten, sollte es nahe am Bergwerk liegen, aber auch Holz und Kohlen mussten in der Nähe verfügbar sein. Wichtig war die ausreichende Versorgung mit Aufschlagwasser zum Antrieb der Wasserräder. Außerdem sollte man die vorherrschende Windrichtung beachten, damit der Hüttenrauch möglichst von der Hütte weg trieb.¹⁶⁵⁷ Da der Bauplatz an einem Fließgewässer gewählt werden musste, legte man ihn zunächst gründlich trocken. Der Hüttenteil, in dem die Öfen errichtet wurden, sollte möglichst hoch liegen, der Maschinenraum, in dem sich die Radstube befand und in den auch die Abzuchten mündeten, sollte tiefer und zum Wasser hin liegen.¹⁶⁵⁸ Zum Antrieb der Blasebälge benötigte man ein Rad für zwei Öfen, das 16 bis 18 Fuß hoch war. Bei starker Wasserzufuhr konnte das Rad auch kleiner sein.¹⁶⁵⁹ Die Hütte sollte keinesfalls größer als unbedingt notwendig angelegt werden. Mauerwerk statt Holz war insofern von Vorteil, als dass die Gefahr von Bränden geringer war. Die notwendige Ausstattung bestand aus einem Schmelzofen, einem Treibofen, einem Frischofen und einem Garherd. Christoph Andreas Schlüter stellt hier zu fest, dass „man damit schon viel ausrichten könne, und wenn ein Werk in bessere Aufnahme kömte, kan das Hütten-Werk bald vergrössert werden.“ Ein Hüttengebäude für diese vier Öfen war 90 Fuß lang, 76 Fuß breit und an den Ständern 11 Fuß hoch. Darauf wurde dann das Dach mit der Esse gesetzt.¹⁶⁶⁰ Grundriss und Querschnitt der Hütte sowie eine räumliche Zeichnung sind auf den Kupferstichen N^o 1 und 2 exakt maßstäblich abgebildet. Dieses Hüttengebäude konnte bei Bedarf erweitert werden, indem man die Seitenwand abriß und entlang der Längsachse den Ofenraum und den Maschinenraum verlängerte.¹⁶⁶¹ Außer der Schmelzhütte benötigte man noch einen Kohlenschuppen, einen Wasenschuppen sowie ein Gebäude für das Gestübe- und das Krätz-Pochwerk. Der Kohlenschuppen sollte 40 x 31 Fuß messen und 15 Fuß Höhe haben, um 400 Karren Kohlen zu speichern. Ein Wasenschuppen, der etwa 300 Schock Wasenbündel fasste, hatte die Maße von 50 x 40 Fuß und 15 Fuß Höhe. Das Pochwerk für das Gestübe konnte entweder im Maschinenraum der Schmelzhütte untergebracht werden und an die dort befindliche Welle aufgelegt werden. Man konnte auch ein besonderes Gebäude für beide Pochwerke errichten und dort einen Antrieb für beide Pochwerke gemeinsam nutzen, da diese nie gleichzeitig betrieben wurden.¹⁶⁶²

Durch Christoph Andreas Schlüter selbst wurde 1713 der Einsatz von Wasen oder Wellen als Brennstoff zunächst beim Treiben eingeführt. Dabei handelte es sich um Bündel aus Tannenästen, die 5 Fuß lang waren und 2 ½ Fuß im Durchmesser maßen. Sie ersetzten das Treibholz beim Treiben, die Holzkohlen bei der Saigerung und die Holzkohlen im Garherd.¹⁶⁶³ Im Weiteren werden immer wieder Hüttenprozesse beschrieben, bei denen als Brennmaterial Wasen

¹⁶⁵⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 1.

¹⁶⁵⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 3 f.

¹⁶⁵⁸ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 5.

¹⁶⁵⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 6.

¹⁶⁶⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 7.

¹⁶⁶¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 7.

¹⁶⁶² Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 10 – 14.

¹⁶⁶³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 13.

eingesetzt wurden, was offensichtlich billiger war, als die bisher üblichen Brennstoffe.

Da es beim Schmelzen nachteilig war, wenn Feuchtigkeit in den Schmelzöfen geriet, war es unbedingt erforderlich alle Schmelzöfen mit Abzuchten zu versehen. Eine einfache kreuzförmige Abzucht unter dem Ofen sah Christoph Andreas Schlüter als unzureichend an. Seiner Erfahrung nach mussten auch unter den Vorherden Abzuchten angelegt werden.¹⁶⁶⁴ Waren die Fundamente und Abzuchten fertiggestellt, wurden diese mit Tiegel- und Decksteinen versehen und schließlich Pfeiler und Hintermauern errichtet, wofür man normale Mauersteine verwendete. Die Brandmauer und die Öfen selbst mussten jedoch aus feuerfesten Steinen gebaut werden. Am Unter- und zum Teil am Oberharz nahm man hierzu dicke Schiefersteine. Danach musste der Ofen gut trocknen. Je nach Ofentyp wurden dann auf den Tiegelstein Schlacken gegeben und Lehmherde gemacht, Tiegel von Erzklein oder Sohlsteine angelegt. Die Vorherde wurden mit großen Steinen umgeben oder mit gusseisernen Platten eingefasst. Die Vorwand des Ofens wurde aus Schiefersteinen oder Barnsteinen erstellt, manchmal wurden auch eiserne Türen davon gesetzt. Auf die Unterschiede geht Christoph Andreas Schlüter dann in den Kapiteln über die einzelnen Öfen ein.¹⁶⁶⁵

Schmelzöfen

Bei der Antriebstechnik war es nach Meinung Christoph Andreas Schlüters ideal, wenn die Blasebälge zweier Öfen mit einem Wasserrad betrieben wurden. Ökonomische Erwägungen spielten für ihn dabei eine Rolle. So war es unwirtschaftlich, für jeden Schmelzofen ein besonderes Rad mit Welle zu nutzen. Öfen, die nur zeitweise in Betrieb waren wie Treib-, Frisch- und Garöfen, benötigten keinen separaten Antrieb. Sie konnten entweder auf die Welle der Schmelzöfen gelegt werden oder wechselweise von einer separaten Welle getrieben werden, was vor allem Baukosten für die Wasserräder sparte.¹⁶⁶⁶

Die richtige Ausführung der Formen war für Christoph Andreas Schlüter von großer Bedeutung. Sie mussten aus Kupfer oder Eisen sein und wogen 50 bis 56 Pfund. Hinten waren sie so weit, dass die Spitzen von zwei Blasebälgen einmünden konnten. Vorne war die Öffnung zwei Zoll weit, wodurch der „Blas“ gehen konnte. Über die Lage und Richtung der Form im Ofen gab es nach Christoph Andreas Schlüter viele Meinungen, wobei er eine waagerechte Lage der Form bevorzugte. Die Höhe der Form im Ofen hing von der Qualität der zu verhüttenden Erze ab. Auf den unter- und den oberharzischen Hütten wurden hölzerne Blasebälge gebraucht, welche seit 1620 eingeführt wurden. Sie mussten akkurat in den Formen ausgerichtet werden, damit sie nicht zu sehr belastet wurden und das bewegliche Material nicht zu sehr litt.¹⁶⁶⁷

Um solche Arbeiten exakt ausführen zu können, stellte Christoph Andreas Schlüter einen Quadranten und einen Halbquadranten (45°) vor, die mit Hilfe

¹⁶⁶⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 46; auch in der Beschreibung Georgius Agricolas werden bis unter die Vorherde reichende Abzuchten angelegt, Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 466.

¹⁶⁶⁵ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 47 f.

¹⁶⁶⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 46 f.

¹⁶⁶⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 48 – 51.

eine Holzstabes ausgerichtet wurden und mit denen man alle Winkelmaße einmessen konnte.¹⁶⁶⁸

Bei den Schmelzöfen unterschied Christoph Andreas Schlüter sechs Typen:

- Ein „Schmeltz-Ofe übern Tiegel“ war ein Ofen, bei dem das Werk beim Schmelzen durch ein Gestübe in den Tiegel ging. Dieser stand auf einer festen Sohle aus Erzklein und Lehm. Diese Art Öfen gab es nur beim Schmelzen der rammelsbergischen Blei- und Silbererze und auf keiner anderen Hütte.
- „Schmeltz-Oefen auf dem Stich“ hatten nur einen Vorherd und keinen Stichherd. Dieser Vorherd befand sich vor dem Ofen in der Hüttensohle. Das Schmelzgut wurde durch das Auge der Vorwand direkt in den Vorherd abgestochen. Diese schon in alter Zeit benutzten Öfen wurden früher als Bleifrischöfen am Unterharz benutzt, inzwischen nutzte man hierfür Krummöfen. Solche Öfen waren in Freiberg für das Kupfer-Rostschmelzen und in Nieder- und Oberungarn für die Silber- und Bleiarbeit noch in Gebrauch. Auch Öfen mit zwei Vorherden aber ohne Stichherde, auch Brillöfen genannt, fielen in diese Kategorie.
- „Krum-Oefen“ hatten im Gegensatz dazu einen Vorherd und einen Stichherd. Der Vorherd befand sich vor dem Ofen über der Hüttensohle. An jeder Seite des Vorherdes befand sich ein Stichherd. Zu diesen Öfen gehörten auch die, die man in alten Zeiten „Schmelzöfen auf dem Gang“ nannte. Diese Beschreibung entsprach den auf dem Oberharz gebräuchlichen Öfen, in denen die gebrannten Schlichröste geschmolzen wurden. Krummöfen fand man nach Christoph Andreas Schlüter bei den meisten Hüttenwerken, auch als Blei- und Kupferfrischöfen wurden sie eingesetzt.
- „Halbe hohe Oefen“ nennt Christoph Andreas Schlüter Öfen, die so hoch waren, dass man zum Beschicken des Ofens Treppen benötigte, die jedoch nicht so hoch wie Hohe Öfen waren. Diese gab es in Ober- und Niederungarn zu Cremnitz und Schmelnitz.
- Bei „Hohen Oefen“ musste das gesamte Material zu ihrer Beschickung über Treppen getragen werden. Während die ersten Hohen Öfen seitlich nur wenige Stufen benötigten, wurden diese Öfen mit der Zeit immer höher konstruiert. Da bei diesen Öfen die Beschickung über Treppen zu mühsam war, baute man eine Arbeitsbühne über das gehende Zeug. Auf dieser Brücke konnte man die Beschickung mit Hilfe von Laufkarren vornehmen. Die beiden letztgenannten dieser Öfen wurden wegen ihrer Vorherde auch Brillherde genannt. Durch Hohe Öfen wurden Silber-, Blei- und Kupfererze verschmolzen.
- „Wind-Oefen“ waren Öfen ohne Gebläse, bei denen das Feuer durch einen Windfang angetrieben wurde, so dass die Erze schmolzen. Diese Cupolo genannten Öfen fanden überall in England beim Blei- und Kupferschmelzen Verwendung und wurden circa 1698 – 1700 von einem Doktor namens Whright erfunden. Eine besondere Art Windöfen gab es auch in Villach in Kärnten für das gleichzeitige Rösten und Schmelzen

¹⁶⁶⁸ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 48 – 51.

der Bleierze. Es sollte solche Windöfen auch in Bayern geben, worüber Christoph Andreas Schlüter jedoch nichts Genaueres erfahren konnte. 1701 hatte er einen solchen Schmelzofen in Schneeberg gesehen, der 1697 gebaut worden war, um aus Kobalt Silber zu schmelzen.¹⁶⁶⁹

Zu jedem dieser Öfen gibt es einen maßstabgetreuen Kupferstich, bei dem für jeden Ofen sechs Zeichnungen angefertigt wurden, nämlich fünf Schnitte und eine dreidimensionale Ansicht. Insgesamt 25 Schmelzöfen aus vielen Bergbauzentren Europas ließ Christoph Andreas Schlüter zeichnen.¹⁶⁷⁰ Im Folgenden werden dann die einzelnen Öfen beschrieben und die Legenden zu den einzelnen Zeichnungen abgedruckt. Den zugehörigen Kupferstich konnte man aus dem Buch ausklappen.

Die unterharzischen Schmelzöfen über dem Tiegel waren die kleinsten Schmelzöfen, die Christoph Andreas Schlüter kannte. Sie wurden aus Schiefersteinen mit Lehm gebaut. Ein solcher Schmelzofen war im Querschnitt trapezförmig, 3 ½ Fuß tief, vorne 1 Fuß, hinten 2 Fuß breit und 9 Fuß, 8 Zoll hoch. Die Sohle des Ofens bestand aus einem Schieferstein, Schlacken, einem Herd aus Barnsteinen und einem Lehmherd. Darauf wurde der Tiegel aus Erzklein angelegt. Der gesamte Tiegel lag unterhalb des Hüttenbodens. Direkt auf dem Hüttenboden befand sich vor dem Herd der Vorherd, in den ein Spor aus dem Ofeninneren führte.¹⁶⁷¹ Dieser Ofen wurde mit einem leichten Gestübe zugemacht. Die erschmolzenen Werke wurden aus dem Tiegel ausgekellt.

1. Schmelzöfen
über dem
Tiegel

Einen Stichofen nutzte man bei den Ober- und Unterharzer Bergwerken überhaupt nicht. Das wesentliche Merkmal des Stichofens war, dass das Schmelzgut durch das Auge in den Vorherd abgestochen wurde. Da Christoph Andreas Schlüter diesen Ofen aus dem Harzraum nicht kannte, beschreibt er im Folgenden Stichöfen, die in anderen Regionen in Gebrauch waren.¹⁶⁷²

2. Schmelzöfen
auf dem Stich

Der Freiburger Ofen diente vor allem dem Schmelzen gerösteter Kupfersteine zu Schwarzkupfer.¹⁶⁷³ Den Schmelzofen im Mansfeldischen hatte Christoph Andreas Schlüter um 1700 herum selbst gesehen. Er war dort 1698 durch den Hüttenmeister Laminiec eingeführt worden, der aus Ungarn gebürtig war. Er hatte zwei Vorherde, war also ein Brillofen. Eine Besonderheit war auch, dass das Gestübe direkt auf dem Sohlstein angelegt, also auf den Lehmherd verzichtet wurde.¹⁶⁷⁴ In Schemnitz wurde Lech, ein Stein, der aus armen Gold- und Silbererzen fiel, durch einen Stichofen geschmolzen. Die eiserne Form dieses Ofens wurde von oben durch einen eingemauerten Nasenkeil geschützt.¹⁶⁷⁵ Aus dem Kupferschmelzen fallender Lech wurde in Schmelnitz

¹⁶⁶⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 53 – 55; im Folgenden werden alle Ortsnamen in der Schreibweise Christoph Anfreas Schlüters übernommen. Die heutigen Ortsnamen werden bei der Erläuterung der geographischen Reichweite genannt.

¹⁶⁷⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 55 – 57, hier werden alle im Folgenden behandelten Schmelzöfen aufgezählt.

¹⁶⁷¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 57 – 60, Kupferstich N° XX.

¹⁶⁷² Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 60, dieser Ofen entspricht im Aufbau dem bei Georgius Agricola beschriebenen „Schmelzen auf dem Stich“, ein Schmelzverfahren, bei dem das Erz im geschlossenen Schachtofen schmolz und von Zeit zu Zeit durch Öffnung des Stichts (oder Auges) in den Vorherd abgestochen wurde, Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 495 – 497.

¹⁶⁷³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 61 f.

¹⁶⁷⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 62 – 64.

¹⁶⁷⁵ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 65 – 67.

durch einen Stichherd gesetzt, dessen Vorherde einen Tiegel für das Schmelzgut und beidseitig davon zwei Schlackenherde besaßen.¹⁶⁷⁶ Zu Fölgebängen nutzte man Stichöfen für das Schmelzen von Bleierzen.¹⁶⁷⁷ Im Allgemeinen wurde die Vorwand eines solchen Ofens gemauert. In Schemnitz und Fölgebängen hatte man stattdessen eiserne mit Lehm bestrichene Türen, was das Ausräumen des Ofens nach dem Schmelzen sehr erleichterte.

Christoph Andreas Schlüter kannte zahlreiche Krummöfen, deren Gemeinsamkeit darin bestand, dass sie nicht nur einen Vorherd hatten, sondern zusätzlich einen Stichherd. Bei diesen Öfen floss das Schmelzgut kontinuierlich aus dem Ofen in den Vorherd. Aus diesem wurde es dann in den Stichherd abgestochen. Deshalb lag der Vorherd auch über der Hüttensohle, während der Stichherd bei einigen Öfen in die Hüttensohle eingelassen war.¹⁶⁷⁸

3. Krummöfen

Am Unterharz wurden die Krummöfen vor allem für das Schmelzen der Kupfererze eingesetzt, jedoch wurden hierin auch Ostindische Erze, Münzkrätze und Teste geschmolzen.¹⁶⁷⁹ Der auf dem Oberharz zum Schmelzen von der Stufkrätze und nassen Röste gebräuchliche Krummofen war etwas kleiner. Er wurde auch zum Kupfererzschmelzen eingesetzt. Hier nahm man allerdings statt einer kupfernen eine eiserne Form.¹⁶⁸⁰ Christoph Andreas Schlüter kannte diese Art Ofen auch aus der Sarepta, wo dieser „Ofen über dem Gang“ genannt worden war.¹⁶⁸¹

In Riegelsdorf im Hessischen nutzte man Krummöfen zum Schmelzen der dort gewonnenen Kupferschiefer. Diese Öfen verengten sich nach oben.¹⁶⁸² Für das Schmelzen von Silbererzen setzte man im böhmischen St. Joachimsthal ebenfalls Krummöfen ein.¹⁶⁸³ Die in Schemnitz in Ungarn geförderten Silber- und Blei-Erze wurden durch einen Krummofen gesetzt. Vor dem Ofen waren ein Vorherd, ein Stichherd und ein Schlackenbett. Über dem Ofen befand sich ein Gewölbe, das als Rauchfang diente.¹⁶⁸⁴

Der Kupfer-Erz-Schmelzofen in Neusohl in Ungarn war ebenfalls ein Krummofen. Hierin wurden Kupfererze aber auch von den Kupfererzen fallender Lech geschmolzen. Dieser Ofen hatte als Vorwand eine eiserne Tür, die mit Barnsteinen ausgesetzt war. Die Form ragte 10 Zoll in den Ofen hinein und wurde deshalb mit Barnsteinen abgestützt. Über dem Ofen war ein Gewölbe mit einem Rauchfang. Dieser lenkte den Rauch dreimal um, um möglichst viel Hüttenrauch zu fangen.¹⁶⁸⁵

In Fahlum in Schweden nutzte man Krummöfen zum Schmelzen der Kupfererze. Dieser Ofen hatte die Besonderheit, dass der Herd nicht unter der Vorwand aus dem Ofen ging, sondern komplett in der Ofenmitte lag. Deshalb

¹⁶⁷⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 67 – 69.

¹⁶⁷⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 69 – 71.

¹⁶⁷⁸ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 71 – 94.

¹⁶⁷⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 72 – 74.

¹⁶⁸⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 74 – 76.

¹⁶⁸¹ Vgl. Sarepta, 13. Predigt, František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 207^v.

¹⁶⁸² Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 76 – 78.

¹⁶⁸³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 78 – 80.

¹⁶⁸⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 80 – 82.

¹⁶⁸⁵ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 82 – 85.

ging der Stich an der Seite des Ofens durch den Pfeiler, wo dann der Stichherd angelegt wurde. Nach oben verjüngte sich der Ofen.¹⁶⁸⁶

Am Unterharz gab es neuerdings auch Blei-Frischöfen in Form von Krummöfen. Früher wurde das Blei nicht abgestochen, sondern gleich aus dem Vorherd in eisernen Pfannen geschöpft. Nun legte man bei diesem Ofen neben dem Vorherd einen Stichherd an, in den man das Blei zunächst abstach und dann ausgekellte.¹⁶⁸⁷ Für das Glätte-Frischen auf den Oberharzer Hütten nutzte man ebenfalls Krummöfen. Diese entsprachen den gewöhnlichen Schmelzöfen, nur waren sie 1 Fuß weniger tief. Diese Öfen wurden ausschließlich zum Glätte-Frischen genutzt, damit keine Verunreinigungen aus anderen Schmelzprozessen in die Öfen kamen und damit das Blei verderben.¹⁶⁸⁸

Der Krummofen zum Kupferfrischen entsprach im Wesentlichen dem Blei-Frischofen. Er hatte statt eines Stichherdes an der Seite des Vorherdes eine gusseiserne Saigerpfanne, in die die Saigerstücke abgestochen wurden. Man konnte aber zusätzlich an der anderen Seite des Vorherdes noch einen Stichherd anlegen, falls man den Ofen einmal für andere Zwecke nutzen wollte. Dann konnte man ihn z. B. zum Kupferfrischen und Glättefrischen nutzen. Besser war es jedoch, wenn man unterschiedliche Öfen benutzte, damit die Bleie nicht kupfrig wurden.¹⁶⁸⁹

Die Kupfer-Frisch-Öfen in Heckstedt (Hettstedt) im Mansfeldischen entsprachen denen der unterharzischen Saigerhütte an der Oker, weshalb sie hier nicht nochmals beschrieben wurden. Dergleichen Öfen wurden auch im sächsischen Grüenthal genutzt.¹⁶⁹⁰

Von den Schmelzöfen zu Brixlegg in Tirol konnte Christoph Andreas Schlüter keinen „accuraten Riß“ bekommen. Ihm war aber berichtet worden, dass es fünf verschiedene Arten gab, die alle Krummöfen waren. Es gab Erzöfen (4 Fuß hoch vom Herd an, 3 Fuß 7 Zoll tief, 3 Fuß weit), Bleiöfen (4 Fuß hoch vom Herd an, 3 Fuß 4 Zoll tief, 3 Fuß 3 Zoll weit), Stein- oder Abdörröfen (3 ½ Fuß tief, 2 ½ Fuß weit), Schlackenöfen (3 Fuß 9 Zoll tief, 2 ½ Fuß weit) und Einlass- oder Kupferöfen (3 Fuß 8 Zoll tief, 2 Fuß 8 Zoll weit). Zu der Höhe der letzten drei Öfen wusste Christoph Andreas Schlüter nichts Genaueres. Sie konnten aber nicht allzu hoch sein, da sie von vorne beschickt wurden, der Hüttenarbeiter also über die Vorwand den Ofen befüllen musste.¹⁶⁹¹

Die Öfen zum Silbererz-Schmelzen bei Königberg in Norwegen entsprachen denen am Harz in Anlegung, Aufbau und Zumachen.¹⁶⁹² Bei Meydambeck im Königreich Serbien konnte man noch 1722 ruinierte türkische Hütten sehen, in denen Schmelzöfen standen. Diese waren vom Vorherd aus 3 Fuß hoch, 1 ½ Fuß tief und 1 ½ Fuß weit.¹⁶⁹³ Von den Bleischmelzöfen in Schottland hatte Christoph Andreas Schlüter nur mündliche Nachrichten. Das Besondere dieser Öfen war, dass sie aus gegossenen Eisenplatten zusammengesetzt waren. Sie

¹⁶⁸⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 85 – 87.

¹⁶⁸⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 87 – 89.

¹⁶⁸⁸ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 89.

¹⁶⁸⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 89 – 92.

¹⁶⁹⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 92.

¹⁶⁹¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 92 f.

¹⁶⁹² Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 93.

¹⁶⁹³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 93.

waren 20 Zoll tief, 15 Zoll weit und 24 Zoll hoch. Unten im Ofen befand sich eine nach vorn geneigte eiserne Platte, welche mit einer Rinne versehen war. Hier lief das geschmolzene Blei zusammen und aus dem Ofen heraus in einen davor gestellten eisernen Topf. Daraus wurde das Blei in Mollen gegossen. Da Christoph Andreas Schlüter diesen Ofen nicht zuordnen konnte, führt er ihn bei den Krummöfen mit an.¹⁶⁹⁴

Halbe Hohe Öfen waren kleiner als die nachfolgend beschriebenen Hohen Öfen. Christoph Andreas Schlüter kannte hier nur zwei Typen. Zu Cremnitz in Ungarn schmolz man in einem solchen Ofen gold- und silberhaltige Erze. Über dem Ofen war ein Gewölbe, das in einen gemauerten Schlot mündete. An der Seite des Ofens lief eine Treppe durch den Pfeiler, die unter dem Gewölbe seitlich die Ofenwand erreichte. Über die seitliche Einmündung wurde der Ofen beschickt.¹⁶⁹⁵ Auch der Kupfer-Erz-Schmelzofen zu Schmelnitz in Ungarn war auf Grund seiner Größe ein halber hoher Ofen. An der Seite des Ofens führte eine Treppe durch den Pfeiler bis zur Oberkante der Seitenwand des Ofens. Da dieser kein Gewölbe hatte, konnte man von dort den Ofen bequem befüllen. Der Vorherd war mit gehauenen Steinen eingefasst. Dieser Ofen hatte keinen Stichherd, sondern neben dem Vorherd eine „Lech-Straße“, d. h. eine lange Trift, die aus Gestübe, kleinen Schlacken und Kohlen angelegt war.¹⁶⁹⁶

4. Halbe Hohe
Öfen

Christoph Andreas Schlüter waren Hohe Öfen aus Straßberg in der Grafschaft Stolberg, aus Freiberg, Mansfeld, Rothenburg an der Saale und Ilmenau bekannt. Diese Schmelzöfen wurden seit dem 17. Jahrhundert entwickelt und hatten im frühen 18. Jahrhundert bereits beträchtliche Größen erreicht. In Straßberg in der Grafschaft Stolberg war ein Hoher Ofen 1717 vom dortigen Bergdirektor Koch angelegt worden. In Rothenburg erbaute man einen solchen Ofen 1722 initiiert durch den Geheimen Rat von Krug. 1727 wurden Hohe Öfen in den Schieferwerken zu Mansfeld durch den Zehntner Ehrenberg eingerichtet. Die Öfen wurden für verschiedene Prozesse eingesetzt. So schmolz man in Straßberg die dortigen Blei- und Silbererze, in Freiberg rohe und verbleite Silbererze, in Mansfeld Kupfererze, in Rothenburg und Ilmenau Kupferschiefererze mit Hohen Öfen. Um diese Öfen beschicken zu können, legte man entweder seitlich vom Ofen eine Treppe an wie in Straßberg, Freiberg und Ilmenau. Eleganter war eine Lösung, die man in Mansfeld wählte. Dort legte man über dem gehenden Zeug einen Boden an, der durch eine Rampe zu erreichen war. In Rothenburg a.d. Saale war die Rampe relativ flach angelegt, so dass der Vorläufer den Ofen mit einer Schubkarre beschicken konnte und das Schmelzgut nicht in Körben über eine Treppe tragen musste.

5. Hohe Öfen

Da diese Hohen Öfen sehr lange durchgehend in Betrieb waren, in Straßberg beispielsweise vier Wochen, musste nicht nur das Gestübe, sondern auch der Sohlstein nach dem Ausblasen des Ofens erneuert werden. Ein Problem, das sich aus der Höhe der Öfen ergab, war die Stabilisierung der Seitenwände. In Freiberg legte man eiserne Anker in das Mauerwerk ein. In Rothenburg legte man ebenso wie in Ilmenau zwei eiserne Riegel vor die Vorwand des Ofens.

¹⁶⁹⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 93 f.

¹⁶⁹⁵ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 94 – 96.

¹⁶⁹⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 96 – 98.

Die Ausführung der Ofensole und die Lage und Ausrichtung der Form variierten und hingen vor allem vom Schmelzgut ab.¹⁶⁹⁷

Alle beschriebenen Schmelzöfen waren nach Christoph Andreas Schlüter größer als der unterharzische Tiegel-Schmelzofen. Vergleicht man jedoch die von ihm angegebenen Maße genau, so stimmt diese Behauptung nicht:

	Breite	Tiefe	Höhe	Volumen
	Maße in Fuß und Zoll			Kubikfuß
Unterharzer Tiegel-Ofen	1 – 2'	3 ½'	9' 8"	50,75
Stichöfen				
Schmelzofen zu Freiberg	2'	3'	8 ¾'	52,5
Mansfeldischer sog. ungarischer Ofen	2'	3 ½'	10 ½'	73,5
Lech-Schmelz-Ofen zu Schemnitz	2 ½'	2 ½'	7' 6"	46,875
Lech-Schmelz-Ofen zu Schmelnitz	3'	4 ½'	6 ½'	87,75
Schmelzofen zu Fölgebangen	2'	2 ½'	7'	35
Krummöfen				
Unterharzer Kupfererz-Schmelzofen	1' 8"	3 ½'	9'	52,498
Oberharzer Rost- oder gebrannter Silber-Schlich-Schmelzofen	2'	4'	7 ½'	60
Kupfer-Schiefer-Schmelzofen zu Riegelsdorf in Hessen	3 ¼'	4'	9'	117
Silbererz-Schmelzofen zum Joachimsthal in Böhmen	1 ¾'	3 ½'	8'	49
Silber- und Bleierz-Schmelzofen zu Schemnitz in Ungarn	2'	3'	8 ½'	51
Kupfererz-Schmelzofen zu Neusohl in Ungarn	2 ½ – 4'	4'	9'	117
Kupfererz-Schmelzofen zu Fahlum in Schweden	3'	4'	9 ½'	114
Unterharzer Blei-Frischofen Unterharzer Kupfer-Frischofen	1' 4"	3 ½'	9'	41,989
Türkischer Kupfer-Schmelzofen, Meydambeck	1 ½'	1 ½'	3'	6,75
Halbe hohe Öfen				
Silbererz-Schmelzofen zu Cremnitz in Ungarn	3'	4'	10'	120
Kupfererz-Schmelzofen zu Schmelnitz in Ungarn	3'	4'	11'	132
Hohe Öfen				
Silber- und Bleierz-Schmelzofen zu Straßberg im Stollbergischen	20 – 40"	5'	18'	239,58
Silber- und Bleierz-Schmelzofen zu Freiberg in Sachsen	3'	5'	13' 8"	204,99
Kupferschiefer-Schmelzofen im Mansfeldischen	2 ½' – 1' 10"	3 ½'	18 ½'	86,333
Kupferschiefer-Schmelzofen zu Rothenburg im Hallischen	2 ½' – 1 ½'	3'	16'	96
Hoher Ofen zu Ilmenau im Weimarischen	2' 3" – 2'	2 ¾'	15'	87,656

Tabelle 5-14: Maße und Volumina der Gebläse-Schachtöfen im Vergleich

Die meisten dieser Schmelzöfen hatten eine Höhe von 8 bis 9 Fuß, d. h. von 2,30 bis 2,60 m. Die Stich- und Krummöfen wurden von oben befüllt, was angesichts dieser Höhe eine große Arbeitsbelastung gewesen sein muss.

¹⁶⁹⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 98 – 110.

Eine besondere Ofenform waren Windöfen, von denen Christoph Andreas Schlüter Nachrichten aus England und Norwegen hatte. Diese Cupolo genannten Öfen hatten drei Männer in England erfunden, nämlich Dr. Whright zusammen mit einem Goldschmidt und einem weiteren Investor. In Bristol schmolz man mit diesem Ofen Kupfererze, in Flintshire (Wales) die dortigen Bleierze. Die Öfen waren 18 Fuß lang, 12 Fuß breit und 9 Fuß hoch und aus starkem mit Eisenbändern verstärktem Mauerwerk angelegt. Diese Öfen unterschieden sich völlig von den in Mitteleuropa genutzten Schmelzöfen. 3 Fuß über dem Hüttenboden wurde ein Herd aus Sand angelegt. Auf der einen Seite des Herdes war ein separater Feuerofen, der gesondert beschickt wurde und unter dem sich ein Rost (Drahlien) und ein Aschenfall befanden. Auf der anderen Seite des Herdes war die Vorwand, vor der ein Stichherd lag. Seitlich vom Herd war ein Schürloch aus dem die Schlacken abgezogen wurden. Neben dem Abstich befand sich der Schlot.

Das Prinzip, nach dem dieser Ofen funktionierte, war ebenfalls völlig neu. Er arbeitete mit natürlichem Luftzug, der im Feuerofen erzeugt wurde, über den Herd mit dem Schmelzgut strich und durch den Schlot aus dem Ofen zog. Deshalb benötigte der Ofen kein Gebläse, damit aber auch kein Wasserrad und er konnte unabhängig vom Wasser sehr nahe an den Gruben errichtet werden. Befeuert wurde er, auch hier ein wichtiger Unterschied, mit Steinkohlen, statt mit Holzkohle.¹⁶⁹⁸ Solche Windöfen gab es auch in Norwegen, nämlich in Königsberg und Ordahlen, wo diese von Engländern erbaut worden waren. Dort wurden Kupfererze verhüttet. Die Steinkohlen für die Feuerung wurden aus England bezogen.¹⁶⁹⁹

In die Gruppe der Windöfen ordnet Christoph Andreas Schlüter auch einen Bleischmelz-Ofen aus Villach in Kärnten ein. Dieser hatte eine Grundfläche von 10 Fuß im Quadrat und war mit einem flachen Gewölbe versehen. Im Innenraum befand sich eine geneigte Ebene, auf die man mehrere Lagen Holz einbrachte. Darauf kam das geröstete Bleierz. Das Holz wurde angezündet und durch die Hitze floss das Blei aus dem Erz. Es lief auf der schrägen Fläche nach unten und trat durch eine Öffnung in den Vorherd aus. Auch dieser Ofen benötigte kein Gebläse.¹⁷⁰⁰

Ebenfalls als Windofen bezeichnet Christoph Andreas Schlüter einen Ofen, den er in Schneeberg gesehen hatte und mit dem aus Kobalt Silber ausgebracht wurde. Dieser war allerdings nicht mehr in Betrieb und wird hier nur als „Curieusité“ vorgestellt.¹⁷⁰¹

In den nächsten Kapiteln werden dann Öfen für die Weiterverarbeitung der aus den Erzen erschmolzenen Zwischenprodukte vorgestellt, nämlich Treiböfen, Saigerherde, Garherde, Darröfen und Spleißöfen.

Treiböfen waren notwendig, um aus dem erschmolzenen Werkblei das Silber zu gewinnen, indem man das Blei oxidierte und vom Silber abzog. Auch hier unterschied Christoph Andreas Schlüter fünf Ofentypen:

¹⁶⁹⁸ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 110 – 113.

¹⁶⁹⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 111 f.

¹⁷⁰⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 113 f.

¹⁷⁰¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 114 – 117.

- Treiböfen mit einem gemauerten Gewölbe, bei denen die Feuerung in einem separaten Windofen erfolgte.
- Treiböfen mit einem gemauerten Gewölbe, in denen nach herkömmlicher Art mit Treibholz gearbeitet wurde.
- Treiböfen mit eisernen Hüten oder Hauben.
- Treiböfen, ohne Hut, die mit Rundhölzern überwölbt wurden.
- Treiböfen, ohne Gebläse mit natürlichem Zug.

Hier erfolgt die Gliederung also nach drei Aspekten, nämlich einmal danach, in welcher Form der Treibofen oben abgeschlossen war, zum anderen danach, in welcher Art und Weise er befeuert wurde, und zum dritten danach, ob er ein Gebläse benötigte. Eine ähnliche Einteilung findet man auch bei Georgius Agricola.¹⁷⁰²

Ausführlich beschreibt Christoph Andreas Schlüter den ersten Ofentyp, der in dieser Form seit 1712 am Unterharz von ihm eingerichtet worden war und der wegen der Ersparnis an Treibhölzern auch seit 1719 sukzessiv auf den Oberharzer Hütten eingeführt wurde. Treiböfen wurden direkt auf der Hüttensohle angelegt. Hatten diese zunächst überhaupt keine Abzuchten, so legte man später eine kreuzförmige Abzucht unter den Herd. Christoph Andreas Schlüter konstruierte dann 1702 die Abzuchten völlig neu und legte ein System aus zwei Ebenen unter dem Herd an, eine sternförmige Abzucht über einer kreuzförmigen Abzucht, so dass die Feuchtigkeit optimal abgeführt wurde. Dadurch wurde der Treibprozess wesentlich verbessert. Der Unterharzer Ofen hatte einen Durchmesser von 10 Fuß. Der Unterbau mit den Abzuchten und dem Herd aus Barnsteinen war 3 ½ Fuß hoch. Darüber wurde das kuppelförmige Gewölbe errichtet. Um den Treibprozess in Gang zu setzen, hatte ein Treibofen im Allgemeinen zwei Blasebälge, die dem Spor gegenüber lagen und die mit einer geringen Neigung direkt in die Mitte des Herdes bliesen. Die Formen, in denen die Blasebälge lagen, hießen Kannen und bestanden aus Eisenblech. Damit man das Gebläse besser regulieren konnte, hatten die Kannen eiserne Verschlussklappen, auch Schnepferle genannt.¹⁷⁰³

Holzknappheit war der Grund für einige Neuerungen, die Christoph Andreas Schlüter am Harz einrichtete. Üblicherweise wurden zum Abtreiben Treibhölzer in den Ofen gelegt. Bereits 1710 ließ Christoph Andreas Schlüter das Treibholz spalten und verkleinerte entsprechend die Schürlöcher der Treiböfen. Da dies jedoch nicht genügte, wurde ab 1712 neben dem Treibofen ein Windofen mit Windfang gebaut, den man mit Wasen befeuern konnte. Dadurch wurden die Treibhölzer eingespart. Dieser neue Treibofen hatte ein großes Schürloch, über das man die Werke in den Ofen setzen konnte. Dieses konnte nach der Beschickung mit einer eisernen Tür geschlossen werden. Gegenüber lag der Windofen, der ein separates Schürloch für die Feuerung hatte. Auf der dritten Seite waren die Öffnungen für die Kannen der Blasebälge und gegenüber war die Glättgasse, durch die die Glätte aus dem Herd floss.¹⁷⁰⁴ Eine Besonderheit

¹⁷⁰² Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 117 f.; Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 576 – 587.

¹⁷⁰³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 118 – 124, diese Schnepferle erwähnt bereits

Vannoccio Biringuccio, Otto Johannsen, 1925, 196 f.

¹⁷⁰⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 118 – 124.

dieses Ofens war, dass man ihn auch für die Kupferarbeit nutzte. Deshalb legte man vor dem Ofen einen Stichherd aus Mauerwerk an, dessen Öffnung bei der Treibarbeit aber geschlossen wurde.¹⁷⁰⁵

Die herkömmliche Treibarbeit mit Treibhölzern beschreibt Christoph Andreas Schlüter an Hand der Oberharzer Treiböfen, die jedoch nicht mehr lange in Betrieb waren. Diese hatten einen Durchmesser von etwa 11 Fuß und bis zum Gewölbe eine Höhe von 2 ½ Fuß. Sie waren noch mit einfachen kreuzförmigen Abzuchten versehen. Sie besaßen zwei große gegenüberliegende Schürlöcher, durch die sie zunächst beschickt und in die später die Treibhölzer eingelegt wurden. Auf der dritten Seite befanden sich die Öffnungen für die Kannen und versetzt neben einem der Schürlöcher führte die Glättgasse aus dem Ofen. Das gemauerte Gewölbe entsprach dem Unterharzer Ofen und der Herd bestand ebenfalls aus Barnsteinen.¹⁷⁰⁶

Auf den Freiburger Hütten hatte man Treibherde mit einem Durchmesser von 11 Fuß. Im gemauerten Sockel befanden sich die Öffnungen für die Kannen und die Glättgasse. Oberhalb der Abzuchten wurde der Ofen mit Schlacken gefüllt und darüber ein Herd aus Lehm angelegt. Dieser Ofen hatte kein Gewölbe, sondern wurde mit einem eisernen Hut geschlossen. Damit dieser der Hitze standhielt, war er innen mit Lehm verkleidet. In diesem Hut befanden sich die Öffnungen für die Treibhölzer. Damit man ihn überhaupt bewegen konnte, stand neben dem Ofen ein hölzerner Kran. Solche Treiböfen hatte man in Mansfeld, Obersachsen, Böhmen, Ungarn und Tirol in Gebrauch. Ihre Größe variierte, je nachdem welche Menge Werkblei abzutreiben war.¹⁷⁰⁷

In Fölgabängen an der Siebenbürger Grenze hatte man einen Treibhut ohne Haube, auf dem nur unter dicken Rundhölzern getrieben wurde. Ein solcher Herd war recht klein, da man nur 8 Ztr. Werkblei darauf setzte. Er wurde in die Hüttensohle eingelassen und war insgesamt 3 Fuß hoch, wovon nur ½ Fuß über der Hüttensohle lag. Der Gesamtdurchmesser mit Mauerwerk betrug nur 5 ½ Fuß. Er hatte Abzuchten, darauf Schlacken und dann einen Lehmherd. Die beiden Blasebälge waren durch ein starkes Blech vor dem Feuer geschützt. Ein solcher Ofen wurde auch beim Sahlberge in Schweden genutzt. Die Rundhölzer lagen in zwei Lagen übereinander auf dem Herd, seitlich befand sich die Glättgasse.¹⁷⁰⁸

Ein Saigerherd wurde über einer kreuzförmigen Abzucht aus feuerfesten Steinen errichtet. Er wurde ebenso wie die Saigergasse abschüssig angelegt, damit das Werkblei besser in den davor befindlichen Tiegel abfließen konnte. Der Herd bestand aus den äußeren geraden Seitenmauern und den abschüssig nach vorn und nach innen geneigten Futtermauern. Auf diesen Futtermauern lagen die Saigerscharten. Diese waren aus Gusseisen und wogen etwa 8 Ztr. Die Ansetzbleche, die auf dem Herd die Saigerstücke umschlossen, waren aus starkem Eisenblech. In der rückwärtigen Mauer des Saigerherdes war der Rauchfang. Die Saigerherde des Unter- und Oberharzes unterschieden sich kaum von denen, die Christoph Andreas Schlüter aus Hettstedt im

Saigerherde

¹⁷⁰⁵ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 122.

¹⁷⁰⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 124 – 126.

¹⁷⁰⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 128 – 130.

¹⁷⁰⁸ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 130 f.

Mansfeldischen kannte. Ein Vorteil war, dass man im Harz die Saigerscharten so goss, dass man sie wenden und damit länger nutzen konnte.¹⁷⁰⁹

Ein großer Fortschritt war ein Saigerherd, den Christoph Andreas Schlüter selbst 1735 am Unterharz einrichtete. Dieser hatte einen separaten Windofen, der mit Wasen oder Holz gefeuert wurde, wodurch Holzkohlen gespart wurden. Im Prinzip handelte es sich um einen normalen Saigerherd, der nach Art der Unterharzer Saigerherde gebaut war. An der Seite des Saigerherds wurde nun ein Feuerofen errichtet, der mit Drallien aus Barnsteinen und einem Rauchfang versehen war. Über beiden Öfen wurde ein Gewölbe gemauert. Wegen des Gewölbes konnten die Saigerstücke nicht mehr von oben auf die Saigerscharten gesetzt werden. Deshalb war der gesamte Herd an der dem Feuerofen gegenüber liegenden Seite offen und hier konnten die Saigerstücke seitlich eingesetzt werden. Die große seitliche Öffnung wurde mit einer eisernen mit Lehm bestrichenen Tür verschlossen, wenn der Herd beschickt war. Zum Anheben der Saigerstücke und zum Bewegen der großen Tür hatte man einen Kettenzug mit Haspel installiert. Das Saigern geschah mit verschlossener Tür. Auch das Schürloch des Feuerofens wurde mit einer eisernen Tür geschlossen. In diesen Herd wurden zwölf Saigerstücke gleichzeitig eingesetzt. Er wurde auf der Frau Marien Saigerhütte erprobt.¹⁷¹⁰

Bei der Kupferarbeit benötigte man außer einem Saigerherd noch weitere spezielle Öfen zur Vorbereitung des Saigerns und zur Weiterverarbeitung der Zwischenprodukte. So benötigte man Darröfen, in denen die aus der Saigerung kommenden Kienstöcke gedarrt wurden, Garherde, auf denen Schwarzkupfer zu Garkupfer weiterverarbeitet wurde, und Spleißöfen, mit denen ein Konzentrationsschmelzen durchgeführt wurde.

*Kupferbrecher-
öfen, Darröfen,
Garherde und
Spleißöfen*

Auf den Saigerhütten wurde das Kupfer in Form von großen Scheiben angeliefert. Vor dem Frischen und Saigern mussten diese mit einem Kupferbrecher zerkleinert werden. Manchmal glühte man die Kupferscheiben auch auf einem Kupferbrecherofen, bevor man sie in Stücke schlug.¹⁷¹¹

Die Harzer Darröfen beschreibt Christoph Andreas Schlüter als erstes. Um dem Ofenmauerwerk Halt zu geben, legte man einen solchen Ofen entweder in einer Ecke oder zwischen zwei starken Pfeilern an. Über der Abzucht wurde die leicht geneigte Ofensohle hergestellt. In der unteren Hälfte legte man aus Mauerwerk Wände an, so dass Gassen entstanden. In der Hinterwand des Ofens befanden sich in Verlängerung der Gassen Luftlöcher, die für den notwendigen Zug sorgten. In die obere Hälfte des Ofens wurden die Kienstöcke eingesetzt. Verschlossen wurde der Darrofen mit einer eisernen Tür.¹⁷¹²

Die Größe der Öfen hing vor allem davon ab, wie groß die Menge der zu darrenden Kienstöcke war. Im Unter- und Oberharz baute man Darröfen mit fünf Gassen. In Hettstedt im Mansfeldischen hatten die Darröfen sechs Gassen. Im Harz legte man eiserne Balken an die Oberkante der Zwischenwände. In Hettstedt bestrich man dieses Mauerwerk lediglich mit Lehm. Deshalb wurde

¹⁷⁰⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 135 – 137.

¹⁷¹⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 138 – 140.

¹⁷¹¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 133 f.; Georgius Agricola beschreibt diese

Einrichtung ebenfalls (Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 619 f.).

¹⁷¹² Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 140 – 144.

das Mauerwerk beim Ausbrechen der gedarrten Kienstücke jedesmal stark beschädigt und musste erneuert werden. In Grünenthal legte man Öfen mit fünf Gassen an und deckte die Oberseite der Mauern mit Kupferplatten ab. Waren die Öfen sehr groß und dementsprechend die eisernen Türen sehr schwer, so bewegte man diese nicht mit Scharnieren, sondern sie wurden mit einer eisernen Kette vor dem Ofen heruntergelassen.¹⁷¹³

Die Garherde am Unter- und Oberharz waren sehr ähnlich konzipiert. Über die Abzucht legte man einen Tiegelstein und stürzte Schlacken darauf. Darüber wurde der Herd aus feuerfesten Steinen gesetzt. In der Brandmauer an der Rückseite des Garherdes lag die Form für die Blasebälge. Die Schlacken konnten über eine Schlackentrift kontinuierlich abfließen. Am Oberharz wurden die Schlacken dagegen abgezogen.¹⁷¹⁴ Auch hier hing die Größe der Herde von der anfallenden Menge Schwarzkupfers ab. War die Kupfermenge gering, baute man einen Garherd, der zeitweise an das gehende Zeug der Hütte mit angelegt wurde. War die Kupfermenge größer, so benötigte der Garherd eine eigene Welle, von dieser konnte dann noch ein Gebläse für einen zweiten Garherd angetrieben werden. So waren beispielweise die Garherde im Mansfeldischen eingerichtet.¹⁷¹⁵

Neben den Garherden gab es auch Garöfen, in denen große Mengen Schwarzkupfer zugute gemacht werden konnten. Nachdem Christoph Andreas Schlüter 1724 einen neuen mit Wasen befeuerten Treibofen eingerichtet hatte, hatte er diesem auch einen Stichherd rechts vom Spor des Treibofens hinzufügen lassen. In diesem konnte bei Bedarf Kupfer gar gemacht werden. Der aus großen gehauenen Steinen gefertigte Stichherd wurde zusätzlich von eisernen Bändern zusammen gehalten.¹⁷¹⁶ Auf der Saigerhütte im sächsischen Grünenthal hatte man einen Garofen, der dem Unterharzer Garofen sehr ähnlich war. Er hatte ebenfalls einen seitlichen Windofen, der allerdings mit Holz gefeuert wurde. Vor diesem Ofen lagen zwei Stichherde. Das Gebläse mit zwei Lederbälgen mündete in eine Kupferform, die etwas gekrümmt war. Diese Krümmung war wichtig, damit der Wind genau zwischen die beiden Flammlöcher blies und bewirkte, dass die Schlacken auf dem Kupfer trieben. In diesen Ofen wurden 40 Ztr. Darrkupfer auf einmal eingesetzt und in 10 bis 12 Stunden gar gemacht.¹⁷¹⁷

Für den Bau eines großen Gar- und Spleißofens benötigte man viel Platz, zum Teil wurden diese Öfen in einem eigenen Hüttengebäude errichtet, wie in Grünenthal. Sie benötigten auf Grund ihres Gewichtes ein gutes Fundament. Der Ofen wurde über mehreren Abzuchten auf der Hüttensohle errichtet. Die Ofenhaube wurde aus feuerfesten Steinen über dem Garofen und dem der Feuerung dienenden Windofen aufgemauert. Das Gebläse benötigte man nicht für die Feuerung, sondern zum Treiben der Schlacken. Dem Gebläse schräg gegenüber befand sich das Schürloch, durch das die Schlacken abgezogen

¹⁷¹³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 140 – 144.

¹⁷¹⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 144 – 147.

¹⁷¹⁵ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 144 – 147.

¹⁷¹⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 147 f.

¹⁷¹⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 148.

wurden. Solche Herde gab es in Ungarn in Teyoba, Mosterniz, Schmelnitz und „der Orten“.¹⁷¹⁸

Bei dieser Beschreibung der technischen Einrichtung der Hüttenwerke wird nicht nur deutlich, wie weit die technische Entwicklung seit dem frühen 16. Jahrhundert fortgeschritten war, es zeigt sich darüber hinaus auch eine regionale Differenzierung. Während in den führenden Erzbergbaurevieren Mitteleuropas die Technik ein hohes Niveau erreicht hatte, blieben andere Regionen wie Siebenbürgen zurück. Eine besondere Entwicklung gab es in England, wo man das Schmelzen mit Windöfen und Steinkohlefeuerung voran gebracht und diese Technologie auch nach Norwegen exportiert hatte.

Nach der Darstellung der Hüttengebäude und ihrer technischen Ausstattung erläutert Christoph Andreas Schlüter die verschiedenen Verhüttungsverfahren. Auch bei diesem Thema schildert er zunächst einige grundsätzliche Sachverhalte. Es standen prinzipiell zwei Verfahren zur Verfügung, um die Metalle aus den Erzen zu bringen, das Amalgamieren mit Quecksilber und das Schmelzen. Die Amalgamation konnte nur dann erfolgreich durchgeführt werden, wenn die Metalle gediegen vorkamen oder das Erz sehr metallreich war. Der begrenzende Faktor war das sehr teure Quecksilber, weshalb das Verfahren nur für die Gewinnung von Gold oder Silber, nicht aber von Buntmetallen ökonomisch sinnvoll war. Vor allem in Ost- und Westindien nutzte man die Amalgamation. In Europa war der Einsatz auf wenige Anwendungen beschränkt, so nutzte man das Verfahren in Königsberg in Norwegen. Der größte Vorteil dieses Verfahrens war der geringe Holzverbrauch. Christoph Andreas Schlüter hielt es nicht für ratsam, die Amalgamation bei den Bergwerken in Deutschland einzusetzen. Hier war das Schmelzen die weit bessere Methode, die man für alle Metalle anwenden und die man darauf abstimmen konnte, ob die Erze arm oder reich waren.¹⁷¹⁹

Dennoch stellt er die Methode kurz vor. Zur Vorbereitung wurden die Erze, in denen gediegenes Gold oder Silber vorkam, gepocht und gewaschen, damit das Material möglichst konzentriert in die Amalgamiermühle kam. Hatte man goldhaltige Sande, so war dies nicht nötig. Die Erze wurden mit Quecksilber versetzt und durch stetiges Drehen der Mühle gründlich vermischt. Das Amalgam wurde gereinigt, getrocknet und durch ein Kalbsfell gepresst. Das dabei austretende Quecksilber konnte man weiter verwenden. In dem dem Leder blieb ein Gold-Quecksilber-Konzentrat zurück, das in eine Retorte kam. Durch Erhitzen wurde das Quecksilber verdampft und das Gold oder Silber blieben in der Retorte zurück. Es konnte dann geschmolzen und weiterverarbeitet werden.¹⁷²⁰ Die Mühle konnte auch mit Hilfe eines Wasserrades betrieben werden. Auf diese Weise wurden in Norwegen 18 Mühlen zugleich von einem Rad getrieben. Hier arbeitete man alte Halden auf, in denen sich noch viel ungeschiedenes Silbererz befand. Auch Münzmeister und Goldschmiede nutzte das Verfahren mit kleinen Amalgamiermühlen, um

Die
Amalgamation

¹⁷¹⁸ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 148 – 151, der Autor bezeichnet diese Öfen als Gar- und Spleißöfen, obwohl das Garmachen und Spleißen zwei unterschiedliche Verfahren sind. Dies wird jedoch später noch klarer, wenn die verschiedenen Prozesse beschrieben werden.

¹⁷¹⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 211 – 213.

¹⁷²⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 213 – 215.

Münzkrätze bzw. Goldschmiedekrätze auszumahlen und das Metall zu gewinnen.¹⁷²¹

Nach diesem Exkurs über ein in Europa nur selten genutztes Verfahren kommt Christoph Andreas Schlüter auf das Schmelzen als den wesentlichen Prozess zum Ausbringen der Metalle zu sprechen. Es war die Methode der Wahl, musste aber sehr sorgfältig durchgeführt werden, denn Metalle, die dabei verloren gingen, konnte nur selten kostendeckend wieder gewonnen werden. Der Schmelzprozess bestand im Erhitzen der Erze, so dass sie zum Fließen gebracht wurden. Waren sie flüssig, so sanken die Metalle, die schwerer waren, in der Schmelze ab, während Gestein oder Bergart, die leichter waren, oben auf dem Schmelzgut schwammen. Somit konnte man sie voreinander separieren. Da es für alle Metalle und Prozessstufen besondere Methoden des Schmelzens gab, nahm Christoph Andreas Schlüter zunächst eine Einteilung in drei Hauptgruppen vor:

Das
Rohschmelzen

- (1) Das Schmelzen auf dem leichten Gestübe über den Tiegel.
- (2) Das Schmelzen auf dem schweren Gestübe.
- (3) Das Schmelzen im Windofen.

Beim Schmelzen auf dem leichten Gestübe enthielt das Gestübe überhaupt keinen Lehm. Zu dieser Art des Schmelzens gehörte nur das am Rammelsberg gebräuchliche Schmelzen der Silber- und Bleierze, die man hier „über den Tiegel“ schmolz. Beim Schmelzen auf dem schweren Gestübe bestand das Gestübe aus Kohlen und Lehm, die man gepocht und vermischt hatte. Hierzu gehörten die meisten Schmelzprozesse, wie das Schmelzen durch den Krummofen, den Stichofen und den Hohen Ofen. Das Schmelzen im Windofen kannte man vom Verarbeiten der Bleierze in England, der Kupfererze in Bristol ebenfalls in England, der Bleierze in Villach in Kärnten und früher des Kobalts in Schneeberg.¹⁷²²

Auf die zahlreichen Verfahren, die Christoph Andreas Schlüter allein für das Schmelzen von Silber- und Bleierzen in den Kapiteln 40 bis 62 beschreibt, kann nicht detailliert eingegangen werden. Es wird deshalb zunächst ein tabellarischer Überblick gegeben und dann die Verfahren genauer erörtert, die entweder für den Vergleich mit älteren Autoren von Bedeutung sind oder die von Christoph Andreas Schlüter erstmals beschrieben wurden.

¹⁷²¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 215 – 217.

¹⁷²² Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 217 – 220.

Ort	Erz oder anderes Schmelzgut	Ofentyp	Kap.
Schmelzen auf dem leichtem Gestübe			
Unterharz (Rammelsberg)	Silber- und Bleierz	Tiegelofen	40
Schmelzen auf dem schweren Gestübe			
Oberharz	Silber- und Bleierz	Krummofen	43
St. Andreasberg	Silbererz	Krummofen	44
Unterharz	Ostindische Silbererze	Krummofen	46
Unterharz	Münzkrätze	Krummofen	47
Unterharz	Teste (vom Treibherd, vom Probieren)	Krummofen	48
Johann Georgenstadt (Obersachsen)	Silbererz	Krummofen	49
St. Joachimsthal (Böhmen)	Silbererz	Krummofen	50
Schemnitz (Ungarn)	Silbererz	Krummofen	51
Fölgebängen (Ober-Ungarn)	Silber- und Bleierz	Stichofen	52
Brixlegen (Tirol)	Silbererz	Krumm- und Stichofen	53
Königsberg (Norwegen)	Silbererz	Krummofen	54
Chremnitz (Ungarn)	Silbererz	Halber Hoher Ofen	56
Straßberg (Stolberg)	Silber- und Bleierz	Hoher Ofen	57
Freiberg (Obersachsen)	Silber- und Bleierz	Hoher Ofen	58
Kuttenberg (Böhmen)	Silbererz	Hoher Ofen / Krummofen	59
Schmelzen im Windofen			
England	Bleierz	Cupolo-Ofen	60
Bleiberg bei Villach (Kärnten)	Bleierz	Blei-Röstofen	61
Schneeberg (Obersachsen)	Silberhaltiges Kobalterz	Windofen	62
Schottland	Bleierz	Ofen aus Gusseisen	55

Tabelle 5-15: Schmelzöfen und ihr Einsatz in verschiedenen Regionen Europas

Das nur am Rammelsberg genutzte Schmelzverfahren mit leichtem Gestübe stellt Christoph Andreas Schlüter ausführlich dar. Der dazu erforderliche Schmelzofen wurde bereits beschrieben. Der Tiegel des Ofens wurde mit Kohlen vollgeschüttet und der Ofen mit kleingepochtem Gestübe zugemacht. Durch diese Art des Zumachens sammelte sich beim Schmelzen das Werkblei zwischen den Kohlen, während die Schlacken über dem Gestübe blieben. Zwischen den Werken und den Schlacken befand sich das Gestübe, so dass die Schlacken die Werke nicht verbrennen konnten. Eine Schmelzschicht dauerte etwa 18 Stunden. In dieser Zeit sammelte sich das Werk zwischen den Kohlen und blieb darin, bis der Ofen ausgeblasen und das Werkblei ausgeschöpft wurde.¹⁷²³

In einer Schicht wurden 20 Scherben¹⁷²⁴ Erz geschmolzen. Während man an anderen Orten oft Zuschläge einsetzte, die selbst keine Metalle enthielten, aber für das erfolgreiche Schmelzen unverzichtbar waren, war dies am Rammelsberg nicht notwendig. Alle in der Schicht verschmolzenen Materialien

1. Schmelzen durch den Tiegelofen mit leichtem Gestübe

¹⁷²³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 222 f.

¹⁷²⁴ Ein Scherben war ein Hohlmaß, das 2 Fuß 5 Zoll lang, 1 Fuß 7 Zoll breit und 1 Fuß 1 ½“ tief war.

enthielten auch Metalle, die man dadurch gewann. Die Beschickung setzte sich wie folgt zusammen:

- 12 Scherben rammelsbergisches Erz, das dreimal geröstet war.
= 32 Ztr. á 123 Pfund.
- 6 Scherben Schlacken, die auf dem Oberharz angefallen waren.
= 18 Ztr., wobei jeder Ztr. etwa 20 Pfund Blei enthielt.
- 2 Scherben Knoben, welches unreine Schlacken waren, die aus den alten Halden stammten. Diese enthielten noch Silber und Blei.
= 5 Ztr.
- 3 bis 4 Ztr. bleiische Zuschläge, wie Glätte, Herdblei, Abstrich etc.
- Die Ofenbrüche aus der vorherigen Schicht.¹⁷²⁵

Nach dem Abwärmen wurde der Ofen erst mit Kohlen und dann immer abwechselnd mit Erz und Kohlen beschickt. Die Schlacken wurden mit einer eisernen Kelle ausgeschöpft. Das Abschöpfen oder Abheben der Schlacken war sehr schwierig, zum einen weil man dabei mit der Kelle in das Werkblei geraten konnte, zum anderen weil die Schlacken sehr brüchig waren.¹⁷²⁶ Ein anderes Problem waren die Knoben, die sich auf der Sohle des Herdes ständig bildeten. Diese verhinderten das Durchsickern des Werkbleis durch das Gestübe, so dass die Werke im Herd stehen blieben und dort verbrannten. Also mussten diese Knoben ausgebrochen werden, wobei man aufpassen musste, dass man das Gestübe nicht beschädigte. Das Gestübe im Vorherd ließ sich zwar nicht die ganze Schicht hindurch erhalten, man sollte es jedoch, so gut es ging, unbeschädigt lassen.¹⁷²⁷ In einer Schicht erhielt man 6 bis 8 Ztr. Werk oder Schwarzblei, worin mindestens 1 Mark Brand-Silber enthalten sein musste. Man benötigte 30 bis 34 Maß Tannenkohlen oder 26 bis 28 Maß harte Kohlen.¹⁷²⁸

Da die Rammelsbergischen Erze sehr eisenschüssig waren, erhielt man früher beim Schmelzen sogenannte Eisensauen. Obwohl auch zu Christoph Andreas Schlüters Zeit das Erz viel Eisen enthielt, kam es nur noch selten zur Bildung von Eisensauen. Nach seiner Meinung lag dies nur daran, dass die Erze jetzt viel besser geröstet wurden als noch vor 30 Jahren oder gar in noch älterer Zeit. Er widerspricht hier deutlich Georg Engelhardt Löhneyß, der eine zu starke Röstung der rammelsbergischen Erze ablehnte, weil dabei Eisen und Stahl aber auch das weichflüssige Blei verbrannt würden.¹⁷²⁹

Eine Besonderheit war der Einbau einer Fangeinrichtung für das Zink kurz über der Vorwand des Ofens, dem Zinkstuhl. Hier war ein Stück Schieferstein befestigt, über dem sich das Zink sammelte und später ausgebracht werden

¹⁷²⁵ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 226.

¹⁷²⁶ Dies war für Christoph Andreas Schlüter der Anlass auf Abhilfe zu sinnen. 1701 fertigte er über der Sohle aus leichtem Gestübe einen besonderen Vorherd aus schwerem Gestübe, aus dem man die Schlacken beständig abheben konnte. Dies bewährte sich aber nicht, weil man mehr Zeit und Kohlen zum Schmelzen benötigte, ohne mehr Werke zu gewinnen. Deshalb blieb es bei der Methode des Auskellens der Schlacken.

¹⁷²⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 227 f.

¹⁷²⁸ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 233.

¹⁷²⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 231.

konnte. Fiel das Zink nämlich in die Schmelze, verbrannte es.¹⁷³⁰ Hatte man früher bereits die zinkhaltigen Ofenbrüche weiterverarbeitet, so stellte diese Einrichtung zur Zinkgewinnung einen Fortschritt dar. Eine weitere Neuerung war der Einsatz von Torf zum Abwärmen des Ofens nach dem Zumachen, was wiederum eine Ersparnis an Holzkohlen bewirkte.¹⁷³¹

Interessant ist eine historische Anmerkung Christoph Andreas Schlüters über die Einführung des „Schmelzens über den Tiegel“. Demnach hätten die Sachsen bereits 90 Jahre lang die dort anstehenden Erze verhüttet, als um 1025 König Hugo aus Frankreich Franken zum Rammelsberg geschickt habe, die dort diese Kunst des Schmelzens erfunden hätten. Ähnlich wie bereits 180 Jahre zuvor Lazarus Ercker betont Christoph Andreas Schlüter: „und wüßte ich nach meiner Meynung auf geringhaltige Silber- und Bley-Ertze, wie diese sind, keine bessere Methode zu schmelzen, auszufinden.“¹⁷³²

Bei allen weiteren beschriebenen Schmelzverfahren wurden die Öfen mit schwerem Gestübe zugemacht, d. h. das Gestübe bestand aus einer Mischung von feingeriebener Holzkohle und feingesiebttem Lehm. Das Mischungsverhältnis gibt Christoph Andreas Schlüter jedesmal genau an, da es von der Qualität der Erze abhing und für den Schmelzprozess wichtig war.

Beim Schmelzen durch den Stichofen handelte es sich um eine sehr alte Methode, die am Rammelberg schon lange nicht mehr üblich war. Noch vor 30 Jahren geschah das Bleifrischen am Unterharz in einem Stichofen. In Freiberg nutzte man diesen Ofen zum Verarbeiten des Kupfersteins zu Schwarzkupfer. Vor etwa 30 Jahren sah Christoph Andreas Schlüter in Böhmen, in einem Ort zum Weinberge, einen Stichofen in Betrieb. Die Lech-Schmelzöfen in Schemnitz und Schmelnitz waren noch vor 10 Jahren Stichöfen und in Oberungarn in Fölgebagen schmolz man die Bleierze immer noch im Stichofen.¹⁷³³

2. Schmelzen
mit einem
Stichofen

Auch hierbei handelte es sich um eine alte Methode, die inzwischen beinahe unbekannt geworden war. Vor 200 Jahren war sie in Böhmen, vor allem in St. Joachimsthal üblich. Diese Information hatte Christoph Andreas Schlüter aus der Sarepta, er zitiert Johannes Mathesius, 13te Predigt, hier wörtlich. Wie ein solcher Schmelzofen aussah, konnte Christoph Andreas Schlüter nicht herausfinden, da er nur die recht ungenaue Beschreibung von Johann Mathesius hatte. Aus eigener Anschauung kannte er ein ähnliches Verfahren nur vom Oberharz, wo man so die Röste oder gebrannten Schliche weiterverarbeitete.¹⁷³⁴

3. Schmelzen
über den Gang

Einen Krummofen setzte man für zahlreiche Schmelzarbeiten ein, nämlich für Silber-, Blei- und Kupfererze, für Münzkrätze und für Teste. Von Nutzen war der Krummofen vor allem dort, wo die Menge der Erze zur Beschickung eines Hohen Ofens nicht ausreichte. Das Zumachen eines solchen Ofens und die Art des Gestübes hierfür, hingen vor allem von den zu schmelzenden Erzen ab. Je länger der Schmelzprozess voraussichtlich dauerte, desto schwerer musste das

4. Schmelzen
über einen
Krummofen

¹⁷³⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 224.

¹⁷³¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 225.

¹⁷³² Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 223.

¹⁷³³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 238.

¹⁷³⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 239 f.

Gestübe sein. Als Beispiel führt Christoph Andreas Schlüter an, dass man für einen Schmelzprozess von 12 bis 24 Stunden Dauer mit einem mittleren Ertrag an Werkblei ein Gestübe in der Mischung von 3 Teilen Kohlenlesch und 1 Teil Lehm herstellen sollte. Im Ofen wurde das Gestübe bis unter die Form geschlagen mit einem Gefälle von $\frac{1}{2}$ Fuß bis unter die Vorwand. Die Form sollte waagrecht liegen und das Gebläse 3 Zoll hoch über den Herd blasen. Das Spor war $\frac{1}{2}$ Fuß tief und verlief $\frac{1}{2}$ Fuß von der Form entfernt unter der Vorwand hindurch, wo es noch $\frac{1}{2}$ Fuß lang war, bis es in eine runde Vertiefung mündete. Dies wurde bei der Bleiarbeit so gemacht, wo man dann dort die Schlacken abhob. Bei der Kupferarbeit schnitt man das Spor noch länger, so dass die Schlacken ablaufen konnten.¹⁷³⁵

Auch die Beschickung des Ofens richtet sich nach dem Schmelzgut. Generell mussten zwei Sachverhalte beachtet werden: Erstens musste man dem Erz ein Flussmittel zusetzen, damit dieses schmelzen konnte. Solche Flussmittel waren verschiedene Schlacken, die auf jeder Hütte anfielen und deren Qualität der Schmelzer beurteilen konnte, sowie Spat und andere Bergarten, die als Flussmittel geeignet waren. Zweitens musste man entsprechend dem Silbergehalt der Erze die bleiischen Zuschläge berechnen und einsetzen. Dadurch wurde das Silber an das Blei gebunden und ging nicht in die Schlacken über. Allerdings war genau abzuwägen, wie viel Blei man einsetzte, insbesondere wenn es nicht vor Ort vorhanden war, sondern teuer eingekauft werden musste. Nach dem Abwärmen des Ofens nahm man die Schmelzarbeit auf und hielt den Ofen eine Woche durchgehend in Betrieb. Da der Krummofen jedoch nicht sehr groß war, setzte man nur etwa 150 Ztr. Erz durch.¹⁷³⁶

Außer dem Schmelzen der erwähnten Blei-Silber-Erze und Kupfererze wurde auch die Rohe Arbeit, d. h. das Schmelzen auf die rohe Schicht ohne vorheriges Rösten, im Krummofen durchgeführt. Er eignete sich auch für das Verbleien. Christoph Andreas Schlüter beschreibt jeden ihm bekannten Schmelzprozess detailliert, insbesondere auch die Beschickung, das Ausbringen, die Dauer und die Kosten dieser Arbeit.

Dieser Schmelzprozess kann als Beispiel dafür dienen, wie detailliert Christoph Andreas Schlüters Verfahrensbeschreibungen sind und welche Bedeutung dabei auch ökonomische Aspekte hatten. Christoph Andreas Schlüter selbst hatte 1704 die Gelegenheit, 25 Ztr. „ostindianische Erze“ in einem Krummofen, der sich auf der Frau Marien Saigerhütte befand, zu verarbeiten. Für eine Schicht wog man 2 Ztr. dieser Erze vor und schlug ihnen 8 Ztr. Glätte, 4 Ztr. Herd, 4 Ztr. Oberharzer Schlacken, 4 Ztr. Schlacken vom Bleierz-Schmelzen und 4 Ztr. Schlacken vom Kupfererz-Schmelzen zu. Diese Zuschläge wurden mit dem Erz gut vermischt. Christoph Andreas Schlüter nahm auch deshalb so viele bleiische Zuschläge, weil er wusste, dass die Erze sehr reich waren, die Arbeit damit ihm aber zunächst unbekannt war. Insgesamt erhielt man aus den 25 Ztr. Erz (zuzügl. 300 Ztr. Zuschläge) 124 Ztr. Werk, woraus 119 Mark 8 Lot Blicksilber und damit 111 Mark 12 Lot Brandsilber gewonnen wurden. Dieses enthielt wiederum 4 Mark 14 Lot Gold. Der Verbrauch an nicht wiedergewonnenem Blei lag bei $30 \frac{1}{4}$ Ztr. und der Kohlenverbrauch bei 34

5. Schmelzen
ostindischer
Erze mit einem
Krummofen

¹⁷³⁵ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 250 f.

¹⁷³⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 250 – 255.

Karren.¹⁷³⁷ Dieses Beispiel zeigt, wie detailliert die Beschreibungen bei Christoph Andreas Schlüter sind und wie wichtig es war, den Schmelzprozess wirtschaftlich zu gestalten. Nur wenn der Wert der ausgebrachten Metalle, vor allem der Edelmetalle, die Kosten für Zuschläge, Kohlen und Löhne übertraf, lohnte es sich, die Erze in Arbeit zu nehmen. Bemerkenswert ist, dass er so genaue Angaben nicht nur zu den Schmelzprozessen machte, die er aus eigener Erfahrung kannte, sondern häufig genauso exakte Angaben für andere Schmelzhütten erhalten hatte. Dies zeigt wiederum, in welchem Umfang sich die Hüttenleute untereinander über ihre Erfahrungen austauschten.

Die Arbeit mit dem Hohen Ofen im Bereich der Silber- und Bleierze kannte Christoph Andreas Schlüter aus Straßberg im Stollbergischen und aus Freiberg in Sachsen. In Kuttenberg in Böhmen hatte man hierfür auch Hohe Öfen, setzte das Erz aber auch durch einen Krummofen.

6. Schmelzen
über einen
Hohen Ofen

In Straßberg verwandte man einen Hohen Ofen, den der Bergdirektor Koch speziell erbaut hatte und der höher war als die Hohen Öfen in Sachsen. Hier wurde das Silber- und Bleierz roh geschmolzen, was man die „Rohe Bley-Arbeit“ nannte. Da die hier geschmolzenen Erze sehr eisenschüssig waren, bildeten sich oft große Mengen an Ofenbrüchen und Eisensauen. Diese fraßen sich beim Schmelzen häufig durch das Gestübe auf die Sohle. Manchmal war der Herd so ruiniert, dass die Sohle neu hergerichtet werden musste. Die vorhandenen Erze waren sehr unterschiedlich in ihrer Beschaffenheit. Zur Beschickung der Öfen wurden streng- und leichtflüssige Erze gemischt. Es mussten keine Flussmittel zugesetzt werden, da der gelbe und weiße Eisenstein genug Flussmittel enthielt. In einer Beschickung von 30 Ztr. befanden sich 30 Lot Silber und 400 Pfund Blei, die weitestgehend ausgebracht wurden. Man konnte eine Schicht in 8 oder 9 Stunden durch den Ofen setzen, was jedoch von den Erzen abhängig war. Nach jeder Schicht wurde der Herd mit frischem Gestübe ausgebessert. Wenn man den Ofen nicht grundsätzlich ausbessern musste, konnte dieser 3 bis 5 Wochen in Betrieb sein. In dieser Zeit schmolz man 50 bis 70 Schichten durch, also 1.500 bis 2.000 Ztr. Erz.¹⁷³⁸

In Freiberg in Obersachsen gab es zwei Prozesse, um das Silber aus den Erzen zu gewinnen, die Rohe Arbeit und das Verbleien. Bei der Rohen Arbeit setzte man die Erze ungeröstet durch den Ofen. Man benötigte selbst bei armen Erzen keine bleiischen Zuschläge, sondern nur Schwefelkies, um das darin befindlichen Silber in den Stein zu schmelzen. Man musste dann jedoch das Silber mit Hilfe von Blei wiederum aus dem Rohstein gewinnen. Der Vorteil des Rohschmelzens mit Schwefelkies lag jedoch darin, dass das Silber aus armen Erzen mit einem Silbergehalt von $\frac{1}{2}$ Lot pro Ztr. im Rohstein konzentriert wurde. Aus 100 Ztr. Erz erhielt man 18 bis 20 Ztr. Rohstein. Deshalb sanken dann bei der Weiterverarbeitung die Kosten für die bleiischen Zuschläge, was besonders an Orten wichtig war, in denen man das Blei zukaufen musste. Dazu kam, dass ein Hoher Ofen 120 Stunden in Betrieb blieb und dabei 200 bis 300 Ztr. Erz durchgeschmolzen wurden. Diese Art des Schmelzens war deshalb überall dort profitabel, wo die Erze silberarm waren und kein eigenes Blei zur

¹⁷³⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 259 – 262; 2 Ztr. Erz + 24 Ztr. Zuschläge = 26 Ztr.

⇒ 25 Ztr. Erz + 300 Ztr. Zuschläge = 325 Ztr.

¹⁷³⁸ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 294 – 299.

Verfügung stand. Die Konzentration des Silbers im Rohstein war in Freiberg 1555 durch Barthold Köhler eingeführt worden.

Der Hohe Ofen wurde mit schwerem Gestübe, zwei Teile Lehm und 1 Teil Kohlenlesche, zugemacht. Zunächst wurde daraus die Sohle 1 ½ Fuß stark hergestellt und zwar für das Verbleien sehr fest, für die Roharbeit nicht so fest geschlagen. Auf die Sohle kam nochmals Gestübe, um den Vorherd herzustellen, in den schließlich das Spor geschnitten wurde. Neben dem Vorherd wurde dann der Stichherd angelegt. Nachdem der Herd des Hohen Ofens gut abgewärmt war, wurden in den Ofen zunächst Kohlen und Schlacken gesetzt, womit man das Schmelzen begann. Die Schmelzarbeit musste so durchgeführt werden, dass die Erze nicht zu schnell schmolzen, damit die Schlacken reiner wurden und man mehr Werkblei und weniger Stein erschmolz. Allerdings durfte die Arbeit auch nicht zu langsam gehen, damit die Schlacken nicht zu viel Metall behielten und das Werkblei und der Stein in den zähen Schlacken hängenblieben. Letztlich überließ es Christoph Andreas Schlüter der Geschicklichkeit des Schmelzers, den Prozess richtig zu führen. Alle acht Stunden erfolgte ein Abstich. Dabei erhielt man 3 bis 4 ½ Ztr. Werkblei. Wenn dann Stein aus dem Ofen trat, so stopfte man das Auge wieder zu, damit dieser im Ofen blieb. Der bereits abgestochene Stein wurde von den Werken abgehoben oder abgezogen und die Werke dann in kleine eiserne Pfannen ausgegossen. Hatte der Herd Schaden genommen, so wurde er nach dem Abstich und dem Auskellen ausgebessert, wie bereits beim Rohschmelzen beschrieben. Das Schmelzen der Erze und des Rohsteins dauerte 72 Stunden. Dabei wurden 100 bis 120 Ztr. Erze, 100 Ztr. Rohstein, 24 Karren Halsbrücker Schlacken, 90 bis 100 Ztr. eigene Schlacken und 18 bis 20 Ztr. Vorschlagblei durchgesetzt. Man verbrauchte 8 bis 9 Wagen Kohlen. Es wurden 33 bis 40 Ztr. Werk ausgebracht, die insgesamt 50 bis 80 Mark Silber enthielten.¹⁷³⁹

In Tirol schmolz man die Erze nach einer der „ältesten Arten“, wie sie auch in Böhmen, am Harz und an anderen Orten üblich war, bevor man die Saigerarbeit entwickelt und optimiert hatte. Hierbei wurden die Silber- und Kupfererze gemeinsam verarbeitet, wobei man das Silber in die Werke trieb und so vom Kupfer separierte. Diese sehr „weitläufige“ Arbeit erforderte sieben Schmelzprozesse.

7. Schmelzen
zu Brixleggen in
Tirol

Fast alle Erze und Zwischenprodukte wurden roh geschmolzen. Lediglich sehr bleireiche Produkte wurden einmal geröstet. Die sieben Stufen des Schmelzprozesses benennt Christoph Andreas Schlüter wie folgt:

- (1) Die **Erz-Schicht**, ein Rohschmelzen, bei dem man **Stein** und einen König (**Cobald** genannt) erhielt.
- (2) Die **reiche Blei-Schicht**, bei der der Stein aus der Erz-Schicht zusammen mit gerösteten Bleierzen geschmolzen wurde. Als Zuschläge nahm man Glätte, Herdblei, Kienstöcke, feistes Hartwerk. Als Ergebnis erhielt man den **ersten verbleiten Stein** und **Werke**.
- (3) Die **arme Blei-Schicht**, bei der der erste verbleite Stein geschmolzen wurde. Als Zuschläge nahm man Erze, Schliche, beides z. T. geröstet,

¹⁷³⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, 299 – 313.

Glätte, Herdblei, Kienstöcke. Man erhielt so den **zweimal verbleiten Stein und Werke**.

Mit diesen drei Schmelzprozessen war die Arbeit auf Silber und Blei beendet. Die Werke, also das silberhaltige Blei, aus der armen und reichen Bleischicht wurden gesaigert und kamen dann zusammen mit dem Cobald aus der Erzsicht auf den Treibherd.

Der zweimal verbleite Stein wurde dann auf Kupfer weiterverarbeitet.

- (4) Die **Stein-Schicht dicker Hauffen** war der erste Schmelzprozess bei der Kupferarbeit. Hier wurde der zweimal verbleite Stein geschmolzen, wobei man als Zuschlag Mittel-Hartwerk nahm. Man erhielt daraus den **ersten Abdörrstein** oder **feistes Hartwerk**.
- (5) Die **Stein-Schicht dünner Hauffen** diente dem Schmelzen des ersten Abdörrsteins unter Zuschlag von dürrer Hartwerk. Man erhielt daraus den **zweiten Abdörrstein** oder **Mittel-Hartwerksstein** und **Mittel-Hartwerk**.
- (6) In der **Rostschicht** wurde der zweite Abdörrstein geschmolzen. Dieser wurde zuvor einmal geröstet. Bei diesem Schmelzen erhielt man **Kupferstein** und **dürrer Hartwerk**.
- (7) Das **Kupfer-Stein-Schmelzen**, war der vierte Schritt der Kupferarbeit. Hier wurde der Kupferstein zunächst fünfmal geröstet und dann in **Schwarzkupfer** umgeschmolzen. Das hieraus fallende Schwarzkupfer wurde anschließend im Garherd zu Garkupfer verarbeitet.

Bei der Tiroler Schmelzarbeit wurden viele Zwischenprodukte wieder in den Schmelzprozess zurückgeführt. So wurden die Werke der reichen und der armen Bleischicht gesaigert. Die hierbei anfallenden Kienstöcke wurden aber, weil sie noch silberreich waren, wieder als Zuschläge verwendet. Auch das bei der Kupferarbeit anfallende Hartwerk enthielt noch viel Silber, feistes Hartwerk etwa 7 Lot Silber und 35 Pfund Kupfer, Mittel-Hartwerk 5 Lot Silber und 58 Pfund Kupfer, dürrer Hartwerk 3 Lot Silber und 80 Pfund Kupfer. Auch diese Hartwerke wurden wieder als Zuschlag eingesetzt.

Das Schmelzen erfolgte in einer Art Krum- und Stichofen, der verhältnismäßig niedrig und breit war, wie in Schemnitz zu Ungarn. Das Gestübe bestand aus einem Teil Lehm und zwei Teilen Kohlenlesche für die Erzsicht, für die Bleischichten war es schwerer.

Das Ausbringen belief sich schon bei der Erzsicht, wo man 20 Ztr. Silber- u. Kupfererze mit einem Silbergehalt von 4 bis 6 Mark einsetzte, auf 4 bis 5 Ztr. reichen Stein mit einem Gehalt von 14 bis 15 Lot Silber und $\frac{3}{4}$ Ztr. Cobald, der mehr als 2 Mark Silber hielt. Hinzu kamen 50 Pfund Kupfer. Den Nachteil dieser Arbeit sah Christoph Andreas Schlüter darin, dass bei dem siebenmaligen Schmelzen viel Blei und Kupfer verbrannt wurde und die gewonnenen Kupfer dennoch sehr silberhaltig blieben.¹⁷⁴⁰

Für die relativ leicht zu schmelzenden Bleierze hatte man sowohl in Schottland als auch in Kärnten besondere Öfen entwickelt, von denen Christoph Andreas Schlüter ebenfalls Kenntnis hatte.

¹⁷⁴⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 282 – 288.

In Schottland standen die Erze als reines Blei (Lump Lead), Stuff-Blei (Swelling Lead) und geringhaltiges Bleierz (Smethom) an. Während die ersten beiden Sorten direkt verkauft wurden, musste die dritte Sorte zunächst geschmolzen werden. Man nutze dafür einen Schmelzofen aus Gusseisen, für den man kein Gestübe brauchte. Stattdessen lag unten in dem Ofen eine gusseiserne Platte mit einer Rinne. Durch diese Rinne lief das Schmelzgut in einen eisernen Topf, der stets unter Feuer gehalten wurde. Hinter dem Ofen lag das Gebläse. Zum Schmelzen wurde das Smethom mit Kalk gemischt. Als Feuerung nutzte man Torf mit Steinkohlen gemischt. In 8 Stunden konnte man 20 Ztr. Bleierz durch diesen Ofen setzen, woraus man 10 bis 12 Ztr. Blei erhielt. Dieses wurde aus dem Topf in Mollen geschöpft und konnte als Handelsware verkauft werden.¹⁷⁴¹

*8. Schmelzofen
aus Gusseisen
in Schottland*

In Villach wurden die Bleierze nach der Scheidung von Verunreinigungen einmal geröstet. Dazu wurde grünes Holz auf einen Platz gelegt und in mehreren Lagen übereinander geschichtet. Der Rost wurde in Brand gesteckt. Dabei trat aus dem Erz bereits Blei aus, das seitlich aus dem Holzstapel auslief oder sich unter dem Rost sammelte. Von diesem „Jungfern-Blei“ erhielt man aus 60 Ztr. Erz etwa 6 Ztr. Das übrige geröstete Erz wurde gepocht und danach durch das Siebsetzen vom tauben Gestein getrennt.

*9. Blei-Rost-
Ofen in
Bleiberg bei
Villach in
Kärnten*

Der Ofen erforderte kein besonderes Zumachen. Zur Vorbereitung des Ofens legte man lange Hölzer in fünf Schichten übereinander in den Ofen. Die Lücken zwischen den einzelnen Hölzern wurden mit Rasen abgedichtet. Jede Lage wurde quer zur darunterliegenden eingebracht. Auf diese Holzschichten kam eine Schicht dünn gespaltenes Kiefernholz, darauf wurden dann 30 bis 35 Ztr. geröstetes Erz geschüttet. Durch das obere Schürloch wurde der Ofen dann angezündet, indem man lange Scheite von dürrer Kiefernholz ansteckte und über das Erz verteilte. Der Ofen wurde 24 Stunden in Brand gehalten, bis die oberen drei Holzlagen verbrannt waren. Nun sickerte das Blei durch das Holz und tropfte auf die Ofensohle. Man befeuerte den Ofen nun auch durch das untere Schürloch. Dadurch entstand eine große Hitze, so dass das Blei in grossen Mengen aus dem Erz floss. Vor dem Schürloch befand sich ein Herd, in dem sich das austretende Blei sammelte. Es wurde aus dem Vorherd in eiserne Formen ausgekellt.¹⁷⁴²

Das Villacher Blei stand in dem Ruf, das reinste Blei zu sein, weshalb man es auch zum Probieren benutzte. Dies lag nach Meinung Christoph Andreas Schlüters daran, dass die Erze nur geröstet, aber nicht geschmolzen wurden. Dadurch trat zwar das Blei aus den Erzen aus, aber andere Bestandteile, wie Kupfer und Mineralien, die stärkere Hitze zum Schmelzen benötigten, blieben zurück. Deshalb erhielt man ein sehr reines geschmeidiges Blei. Diese Verhüttungsmethode, bei der sehr viel Holz verbraucht wurde, wandte man nur in Villach an.¹⁷⁴³

¹⁷⁴¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 291 f., da der Autor nur eine Beschreibung durch zwei englische Bergwerksbesitzer erhalten hatte, konnte er zu seinem eigenen Bedauern keine genau Zeichnung anfertigen lassen. Er ordnete den Ofen bei den Krummöfen ein, weil er keine passende Rubrik dafür hatte.

¹⁷⁴² Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 318 – 321.

¹⁷⁴³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 321.

Einen Cupolo-Ofen hatte Christoph Andreas Schlüter nicht selbst gesehen, davon aber im Jahr 1711 sichere Nachricht erhalten. Es war ihm berichtet worden, dass man in England zunächst einen Schmelzofen mit Gebläse benutzt habe, in dem man Steinkohlen als Brennstoff einsetzte. Damit hatte man nicht viel Erfolg gehabt, bis man einen Windofen erfand, den man Cupolo nannte. In einem Cupolo konnte man ein ganzes Jahr hindurch ununterbrochen schmelzen. Zum Zumachen nahm man kein Gestübe. Der Grund des Ofens bestand aus Mauerwerk, darauf kamen eine Sohle aus gebranntem Lehm und darauf ein Herd aus See-Sand. Als Zuschläge wurden lebendiger Kalk, Spat und weiße Steine genommen, die als Flussmittel dienten. Das Schmelzen geschah ausschließlich mit Steinkohlen. Die Kohlen wurden auf einen Rost, die Drallien, über dem Windfang geschüttet. Die Erze wurden in den Ofen gestürzt. Die Flamme zog dann über das Erz zum Schornstein und brachte es so zum Schmelzen. Das Blei wurde aus dem Stichherd an der Seite des Ofens in eiserne Pfannen gekellt. Man erhielt aus 500 Ztr. Erz ca. 300 Ztr. Blei. Dieses war so rein, dass es ohne weitere Verarbeitung als Kaufmannsware gehandelt werden konnte.

10. Bleierzschmelzen im Cupolo-Ofen in England

Christoph Andreas Schlüter war sehr erstaunt darüber, dass man bei diesem Hüttenprozess mit „Flammenfeuer“ schmolz. Er unterschied zwischen „Anfrischfeuer“, mit dem man üblicherweise die Erze schmolz, das aber auch bei Frischen von Bleiglätte eingesetzt wurde, und „Flammenfeuer“, das er vor allem aus der Treibarbeit kannte. Letztlich geht es hier um den Unterschied zwischen reduzierendem und oxidierendem Schmelzen. Dass man die Bleierze nicht reduzierend schmolz, war die Besonderheit bei diesem Schmelzprozess. Dies widersprach den hüttenmännischen Prinzipien, nach denen Christoph Andreas Schlüter arbeitete.¹⁷⁴⁴

Nachdem man die Silber- und Bleierze geschmolzen hatte und dabei das Silber in Form von silberhaltigem Werkblei gewonnen hatte, war der folgende hütten technische Prozess das Abtreiben des Silbers auf dem Treibherd.

Treibarbeit

Christoph Andreas Schlüter unterscheidet zwischen vier Arten der Treibarbeit:

- (1) Die Treibarbeit mit einem Treibofen, der mit einem Windofen gekoppelt war. Dieser hatte eiserne Türen vor den Schürlöchern, so dass die Feuerung, die aus Wasen oder billigem Holz bestand, vollständig ausgenutzt wurde. Ein solcher Treibofen wurde am Rammelsberg und am Unterharz betrieben, seit kurzem wurde er aber auch auf dem Oberharz benutzt.¹⁷⁴⁵
- (2) Das Treiben auf herkömmliche Art, bei dem man Treibhölzer verbrannte, die 10 bis 14 Zoll Durchmesser und eine Länge von 18 Fuß hatten. Diese Art Ofen wurde bis vor kurzem nur auf dem Oberharz eingesetzt.¹⁷⁴⁶
- (3) Das Treiben mit einem Treibofen, der eine eiserne Haube hatte. Sie konnte mit einem Kran abgehoben und zur Seite geschwenkt werden,

¹⁷⁴⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 316 – 318, das dies trotzdem funktionierte, erklärt der Autor mit dem Einsatz der Steinkohlen, deren „Fettigkeit“ die Erze vor einer Oxidation schützte.

¹⁷⁴⁵ Diese Treiböfen sind auf den Kupferstichen N^o 44 und N^o 45 e-g abgebildet.

¹⁷⁴⁶ Dieser war auf Kupferstich N^o 45 a-d dargestellt.

so dass der Herd schneller abkühlte und neu zugerichtet werden konnte. Man verbrannte hier kleineres Treibholz von 12 Fuß Länge. Diese Treibarbeit war in Mansfeld, Sachsen, Böhmen und Ungarn üblich.¹⁷⁴⁷

- (4) Das Treiben auf der Erde ohne Hut oder Haube geschah, indem man runde Hölzer über den Herd legte, um ihn abzudecken. Solche Öfen wurden in Fölgebängen an der Siebenbürger Grenze benutzt, auch sollte es sie in Schweden am Sahlberg geben.¹⁷⁴⁸

Beim Abtreiben erhielt man verschiedene Produkte, die alle weiterverarbeitet wurden. Wenn man das in den Treibherd eingesetzte Schmelzgut ausreichend erhitzt hatte, sammelte sich zuoberst der **Abzug**, eine kupferige, eisenschüssige und zinkische Schicht. Diese Haut schwamm oben auf der Schmelze und schmolz erst bei höheren Temperaturen. Deshalb musste sie sofort abgezogen werden. Beim weiteren Treiben verschlackten dann kupferige, eisenschüssige Rückstände, **Abstrich** genannt, die ebenfalls abgezogen wurden. Dies war wichtig, denn wenn diese Bestandteile in die Glätte kamen, wurde diese und das daraus hergestellte Blei spröde. Beim weiteren Treiben oxidierte dann das Blei zu **Glätte**, was durch den Betrieb des Gebläses noch unterstützt wurde. Gleichzeitig sorgte das Gebläse dafür, dass Abstrich und Glätte in die Glättgasse getrieben wurde, aus der sie abliefen. Die Glätte lief durch die Gasse aus dem Treibherd und dort in große Formen. Etwa die Hälfte davon war, wenn sie aus den Formen kam, hart und fest. Man nannte man sie Frisch-Glätte und verarbeitete sie durch das Frischen zu Frisch-Blei. Die andere Hälfte war mürbe und zerfiel wie Sand. Man füllte sie in Tonnen und verkaufte sie als Kauf-Glätte weiter. Von der gesamten Glätte kamen etwa zwei Drittel durch das Treiben über die Glättgasse aus dem Herd. Das letzte Drittel zog in den Herd ein. Deshalb wurde der Herd nach dem Abkühlen zerschlagen und das Material, **Herd** genannt, als Zuschlag beim Erzschnelzen wieder verwendet. War die gesamte Glätte von der Schmelze entfernt worden, so blieb noch eine weiße Haut über dem Silber, was man „Blicken“ nannte. Das Silber hieß dann **Blick-Silber**. Dieses Blicksilber enthielt noch Reste von Blei.¹⁷⁴⁹

Die Herstellung des Treibherdes im Treibofen musste sehr sorgfältig geschehen. Schon bei der Herstellung der Asche musste man darauf achten, dass sie nicht verunreinigt war. Das Ausgangsmaterial für die Asche war sehr vielfältig. Man nahm hartes Buchenholz, Tannen- oder Fichtenholz oder Asche vom Seifensieden.¹⁷⁵⁰

Im Folgenden beschreibt Christoph Andreas Schlüter die Treibarbeit am Unterharz ausführlich. Diese Arbeit kannte er aus eigener Erfahrung genau. Hier hatte er selbst die Feuerung in einem seitlich angebauten Windofen mit Wasen eingeführt, was die Kosten für diese Arbeit senkte. Nach wie vor nutzte man zur Regulierung des Gebläses, das bei der Treibarbeit sehr genau gehandhabt werden musste, Schnepplerlein, die man auch während der Arbeit regulieren konnte. Als Christoph Andreas Schlüter 1712 diesen Ofen erstmals bauen ließ, feuerte er ihn zunächst mit Röstholz und nahm bei jedem Treiben

¹⁷⁴⁷ Dieser war auf Kupferstich N° 46 dargestellt.

¹⁷⁴⁸ Der Ofen ist auf Kupferstich N° 47 a-d dargestellt.

¹⁷⁴⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 323 – 327.

¹⁷⁵⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 327.

auch 4 Stück Treibholz hinzu. Dies war nun nicht mehr üblich und man verbrannte nur noch Wasen im Windofen. Lediglich für die Glättgasse benötigte man $\frac{1}{2}$ Malter Röstholz, das dort verbrannt wurde, um die abfließende Glätte flüssig zu halten.¹⁷⁵¹

Bei einem Treiben von 64 Ztr. Werk erhielt man in etwa 8 bis 10 Mark Blicksilber, 35 bis 40 Ztr. Glätte, davon 12 bis 18 Ztr. Kauf-Glätte, 22 bis 28 Ztr. Frisch-Glätte, außerdem 20 bis 22 Ztr. Herd und 5 bis 7 Ztr. Abstrich. Für diese Arbeit benötigte man zwei Leute, den Treiber und den Schürknecht. Sie dauerte 16 bis 18 Stunden.¹⁷⁵²

Auf dem Oberharz trieb man zunächst noch nach der alten Art ab, bei der man mit Holz feuerte und mehr Treibhölzer verbrauchte. Dies änderte sich zu Christoph Andreas Schlüters Zeit. Auf dem Einseitigen Harz hatte man bereits auf der Clausthaler Hütte vier, auf der Altenauer zwei und auf der St. Andreasberger Hütte einen Treibofen der neuen Art installiert. Im Communion-Harz hatten die Schulenburger und die Wildemanner Hütte bereits jeweils drei neue Öfen.¹⁷⁵³

Christoph Andreas Schlüter beschreibt auch die Treibarbeit in anderen Hüttenrevieren. So hatte man auf dem Oberharz keine gemauerte Haube über dem Treibofen, sondern einen eisernen Treibhut, der mit einem Kran bewegt werden konnte. In St. Andreasberg musste der Abstrich mit einem eisernen Werkzeug aus dem Ofen gezogen werden, da er sehr dickflüssig war. In Freiberg in Obersachsen nutzte man ebenfalls Treiböfen mit eisernem Hut. Der Vorteil lag darin, dass der Herd sofort nach dem Blicken des Silbers geöffnet und abgelöscht werden konnte. Man konnte ihn sehr schnell für das nächste Treiben herrichten. Wenn in einer Hütte 5- bis 6mal wöchentlich getrieben wurde, so benötigte man dennoch nur einen Ofen, was Baukosten für den Ofen und die Wasserräder sparte. In Schemnitz und Cremnitz in Ungarn hatte man Werkblei mit einem sehr hohen Gehalt an Silber und Gold. Die Treiböfen waren hier mit einem Durchmesser von 7 Fuß sehr klein und man verarbeitete nur 6 bis 10 Ztr. Werkblei bei einem Treiben.¹⁷⁵⁴

Als Kuriositäten stellt Christoph Andreas Schlüter dann noch einen kleinen Treibofen aus Schottland vor. In Schottland gewann man zwar viel Blei, da sich darin nur wenig Silber befand, wurde es meist gar nicht abgetrieben. Außerdem hatte man hier nur wenig Holz zur Verfügung. Daraus resultierte dann auch ein Mangel an Asche für den Herd. Der hier verwendete Treibofen war nur 2 Fuß lang und $1 \frac{1}{2}$ Fuß breit. Außerdem hatte Christoph Andreas Schlüter 1701 einen Schmelzofen ohne Gebläse in Schneeberg gesehen. Von dessen Erfinder war auch ein Treibofen erbaut worden, der jedoch nie in Betrieb gewesen war.¹⁷⁵⁵

Bei der Treibarbeit erhielt man außer dem Blicksilber den Abzug, den Abstrich, die Bleiglätte und den metallhaltigen Teil des Herdes (Herdblei). Alle diese

¹⁷⁵¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 328 – 338.

¹⁷⁵² Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 338.

¹⁷⁵³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 336, 347.

¹⁷⁵⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 374, 349, 351, 356,

¹⁷⁵⁵ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 358 f.

Zwischenprodukte wurden weiterverarbeitet oder auf der Hütte wieder als Zuschlag eingesetzt, was im Folgenden erörtert wird.

Als bleihaltiger Zuschlag zum Erzschnelzen wurde vor allem die Bleiglätte verwendet. Wurde sie auf der eigenen Hütte nicht benötigt, so konnte sie auch an andere Hütten weiterverkauft werden. Der Herd wurde meist dringend als Zuschlag bei Erzschnelzen benötigt, um den Zukauf anderer bleischer Zuschläge zu vermindern. Auch der Abstrich wurde als Zuschlag verwendet.¹⁷⁵⁶

Wollte man aus der Bleiglätte Kaufmannsware machen, so wurde sie gefrischt, um Frischblei herzustellen. Am Unterharz nutzte man zum Glättefrischen einen Krummofen, vor dem ein Stichherd angelegt wurde. Der Ofen wurde mit Gestübe zugemacht. Man setzte Kohlen und Glätte in den Ofen, weitere Zuschläge waren nicht erforderlich. Das Blei lief in den Herd, wo man die Schlacken abhob. War dieser mit Blei gefüllt, so stach man es in den seitlich angelegten Stichherd ab. Um ein qualitativ hochwertiges Blei zu produzieren, war es sehr wichtig alle Verunreinigungen zu entfernen. Noch auf dem Stichherd zog man die kupfrigen Bestandteile ab. Nachdem man das Blei in Pfannen geschöpft hatte, zog man dann ein Werkzeug durch das noch flüssige Blei, an dem sich weitere Verunreinigungen sammelten. Dieser Abzug wurde Blei-Pautzen genannt.¹⁷⁵⁷ Christoph Andreas Schlüter beschreibt dann noch das Glättefrischen auf dem Oberharz, auf den Freiburger Hütten und in Schottland.¹⁷⁵⁸

Das Herd-Frischen war nur erforderlich, wenn man keine andere Verwendung für den Herd hatte. Das Abstrich-Frischen war wohl nur am Unterharz üblich, wo man damit 1690 begonnen hatte. Die Bleie, die dabei entstanden, waren sehr spröde, wurden aber von den Schriftgießern zum Guss ihrer Buchstaben genutzt. Sie mussten dieses Blei nicht mit Antimon und anderen Zusätzen präparieren.¹⁷⁵⁹

Der Abzug, der beim Treiben anfiel, und die Blei-Pautzen vom Glättefrischen enthielten Kupfer, das möglichst ausgebracht werden sollte. Dieses erfolgte auf dem Saigerherd. Das dabei ausgesaigerte Blei wurde ebenso weiter verwendet, wie das Schwarzkupfer, das zu Garkupfer verarbeitet wurde. Falls das Blei noch Silber enthielt, wurde dieses wiederum abgetrieben.¹⁷⁶⁰ Diese Arbeiten fielen zwar nicht oft an, der Abzug wurde beispielsweise ein bis zwei Quartale gesammelt, bevor er gefrischt und gesaigert wurde, sie zeigen aber, dass die Metalle sorgfältig genutzt wurden und aus jedem Zwischenprodukt weitere Metalle ausgebracht wurden.

Am Beispiel des beim Erzschnelzen anfallenden Bleisteins kann man die Weiterentwicklung der Hüttenarbeit gut verfolgen. Beim Schnelzen der Oberharzer Erze erhielt man nicht nur Werkblei und Schlacken, sondern auch Bleistein. Dieser wurde in älterer Zeit aus dem Stichherd abgezogen und gesondert weiterverarbeitet. Wie das Werkblei wurde der Bleistein auf dem Treibherd abgetrieben, um das Silber auszubringen. Da dies nicht sehr

¹⁷⁵⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 362, 374 – 376.

¹⁷⁵⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 362 – 369.

¹⁷⁵⁸ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 369 – 374.

¹⁷⁵⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 374 – 376.

¹⁷⁶⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 376 – 379.

erfolgreich war, ging man dazu über Werkblei und Bleistein gemeinsam aus dem Stichherd auszukellen und zusammen abzutreiben. Dabei gelangte der größte Teil des Bleisteins zusammen mit dem darin erhaltenen Silber in den Abstrich. Die Ursache war nach Christoph Andreas Schlüters Meinung der Schwefelgehalt der gerösteten Erze. Schließlich ging man dazu über, den gröbsten Abstrich ein zweites Mal zu schmelzen und den hieraus fallenden Stein wie gewohnt abzutreiben. Dann setzte man den Bleistein nochmals durch den Schmelzofen. Bei beiden Schmelzprozessen konnte man Werkblei, das silberhaltig war, gewinnen. Beim Steintreiben fiel ebenfalls Silber an. Der Stein aus dem letzten Schmelzprozess ging dann schließlich in die Kupferarbeit, weil man weiteres Werkblei hieraus nur noch in geringem Umfange gewinnen konnte.¹⁷⁶¹

Das Feinbrennen des Silbers behandelt Christoph Andreas Schlüter nicht in seinem hüttentechnischen Hauptwerk sondern in dem angehängten Probierrbuch. In den Kapiteln 36 bis 39 werden verschiedene Arten des Silberbrennens vorgestellt. Ziel dieser Arbeit war es, das Blicksilber von Blei und Kupfer zu reinigen und auf einen Feingehalt von 15 Lot, 16 Grän pro Mark zu bringen.¹⁷⁶² Die beiden üblichen Verfahren, nämlich das Feinbrennen unter einer Muffel und das Feinbrennen vor einem Gebläse auf einem Herd, werden selbstverständlich erläutert. Das erste war am Harz allgemein üblich, während das andere in Sachsen, Böhmen und Ungarn bevorzugt wurde.¹⁷⁶³ Neu war das „Silberbrennen in einem Windofen ohne Muffel mit Flammenfeuer.“ Dabei wurde der Test auf dieselbe Art hergestellt, wie für das Brennen unter der Muffel. Es wurde dann aber keine Muffel über den Test gesetzt, weil der gesamte Ofen mit Barnsteinen überwölbt war. Statt den Ofen mit Holzkohlen zu füllen, wie beim ersten Verfahren üblich, hatte man hier seitlich im Ofen eine Feuerstelle, die mit kurzen Holzstücken geschürt wurde. Der Vorteil dieses Silberbrennens lag wiederum in der Ersparnis an Holzkohlen.¹⁷⁶⁴

Feinbrennen
des Silbers

Die Kupferarbeit ist das nächste große Thema in Christoph Andreas Schlüters Werk. Auch hier beginnt er mit einer allgemeinen Einführung. Demnach gab es zwei Arten das Kupfer aus dem Erz zu gewinnen: Die Erste war das Schmelzen, was auch hauptsächlich durchgeführt wurde, die Zweite war das Auslaugen. Das Auslaugen geschah, indem man die Kupfererze röstete, in Wasser auslaugte und das Kupfer aus der Lauge mit Eisen niederschlug. Dies war eine sehr alte Methode der Kupfergewinnung, die auch am Rammelsberg eingesetzt worden war. Das Schmelzen war die bekannteste und beste Methode das Kupfer auszubringen.¹⁷⁶⁵ Diese wird von Christoph Andreas Schlüter in den folgenden Kapiteln dargestellt.

Kupfererz-
schmelzen

In alten Zeiten konnte man am Rammelsberg überhaupt kein Kupfer aus den Erzen gewinnen. Zur Zeit des Oberzehntners Christoph Sander, im Jahr 1577, kam ein Schmelzer namens Georg Neßler, aus St. Joachimsthal gebürtig, nach Goslar und führte hier die Kupferarbeit ein. Diese bestand aus einem

¹⁷⁶¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 379 f.

¹⁷⁶² Es ergibt sich folgender Silbergehalt: 1 Mark = 16 Lot = 288 Grän
15 Lot 16 Grän = 286 Grän entspricht 993,05 %.

¹⁷⁶³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, PB 114 – 126.

¹⁷⁶⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, PB 126 – 128.

¹⁷⁶⁵ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 394.

mehrstufigen Verfahren, bei dem zunächst 200 bis 300 Ztr. Erz geröstet und ausgelaugt wurden. Aus der Lauge sott man Vitriol. Das Erz wurde zerkleinert und zum erstenmal geschmolzen, wodurch man 5 bis 6 Ztr. Rohstein erhielt. Man röstete diesen Rohstein zweimal und setzte ihn dann unter Zuschlag von Frischblei, Herd und Glätte durch den Ofen. Der daraus fallende Stein wurde fünf- bis sechsmal geröstet, dann wurde er mit den gleichen Zuschlägen erneut geschmolzen. Man erhielt dabei Werkblei, das sehr kupfrig war und saigerte es auf der Saigerhütte ab. Der Kupferstein aus diesem Schmelzprozess wurde nach weiterem Rösten zu Schwarzkupfer und dann zu Garkupfer verarbeitet.¹⁷⁶⁶

Am Rammelsberg benötigte man bei der Kupferarbeit also acht bis neun Röstprozesse und dazwischen drei Schmelzprozesse, um das Kupfer aus dem Erz zu bringen. Das geröstete Erz kam jeweils nach dem Ausbrennen des Rostes in mit Wasser gefüllte Bottiche, wodurch es ausgelaugt wurde. Aus dieser Lauge wurde Vitriol gesotten. Am Oberharz förderte man nur wenig Kupferkies. Dieser wurde dann zum Schmelzen auf die Frau-Marien-Saigerhütte an der Oker, später auch auf die Radauer-Hütte bei der Harzburg gebracht. Erst ungefähr 1680 begann man auch auf den Oberharzer Hütten mit der Verarbeitung der Kupfererze.¹⁷⁶⁷

Die Kupfererze oder Kupferkiese wurden auf dem schweren Gestübe und auf den Stich geschmolzen, wie bereits in Kap. 39 § 9 dargestellt wird. Diese Arbeit wurde in verschiedenen Öfen durchgeführt, nämlich:

- „(1) Übern Krum-Ofen, Unter-Harzische Art.
- (2) Übern Krum-Ofen, Ober-Harzische Art.
- (3) Übern Ungarschen Ofen, Mansfelder Art,
so auch Brill-Ofen genannt werden.
- (4) Übern Mansfeldischen Hohen-Ofen,
die auch wie Brill-Ofen zugemacht werden.
- (5) Nach Schmelnitzer Art in Nieder-Ungarn
- (6) Auf Schwedische Art übern Krum-Ofen.“¹⁷⁶⁸

Es gab zahlreiche Arten von Kupfererzen, die meist sehr schwefelhaltig waren. Auch durch mehrmaliges Rösten wurde der Schwefel nicht völlig entfernt. Während man beim Schmelzen der Blei-Silber-Erze sogleich silberhaltiges Blei erhielt, fiel beim Schmelzen der Kupfererze zunächst Kupferstein an. Nur an wenigen Orten erhielt man sogleich beim Schmelzen Schwarzkupfer, nämlich im Itter-Tal in Hessen-Darmstadt und in Meydambeck im Königreich Serbien. Am Rammelberg und auf dem Oberharz fielen die Kupfererze nur in Form von Kiesen an. Darüber hinaus waren die Rammelberger Erze auch sehr eisenschüssig. Diese Erze benötigten sehr viele Röstungen und waren beim Schmelzen sehr hitzig, so dass die Kupferarbeit hier sehr anspruchsvoll war. Vor der Innovation Georg Neblers waren die hier produzierten Kupfer sehr spröde und unbrauchbar.¹⁷⁶⁹

¹⁷⁶⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 394 f.

¹⁷⁶⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 394 f.

¹⁷⁶⁸ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 395 f.

¹⁷⁶⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 396.

Ebenso wie bei der Schmelzarbeit für Blei-Silbererz, kannte Christoph Andreas Schlüter die Arbeitsabläufe im Harz am besten, weshalb er sie auch sehr ausführlich darstellt. Sowohl am Unterharz als auch auf dem Oberharz nutzte man Krummöfen zum Schmelzen der Kupfererze. Das Gestübe zum Zumachen des Ofens bestand aus einem Teil Lehm und drei Teilen Kohlen. Neben dem Ofen wurde ein Stichherd angelegt und ein Spor in den Vorherd geschnitten. Dieses führte in die Schlackentrift, die auf dem Hüttenboden aus Sand angelegt wurde. Dann wurde der Ofen gründlich abgewärmt.¹⁷⁷⁰

Die Kupferkiese am Rammelsberg waren sehr eisenschüssig, hatten aber sonst keine Bergart bei sich, so dass sie sehr leichtflüssig und hitzig waren. Aus diesem Grunde nahm man Zuschläge, die das Schmelzen strenger gehen ließen, wie spatige oder schieferige Bergart. Diese war am Rammelsberg verfügbar und man nannte diese Kniest. Durch den Zuschlag von Kniest wurde zum einen der Schmelzprozess verlangsamt, zum anderen enthielt auch der Kniest Kupfer, das auf diese Weise gleich mit ausgeschmolzen wurde. Bei der Beschickung musste man die richtige Menge Kniest zuschlagen, so dass sich Schlacken bilden konnte und der Kupferstein ausfiel. Am Ende des Schmelzens schlug man nochmals Schlacken zu.¹⁷⁷¹ Für eine Kupfererz-Schicht nahm man 10 Scherben Kupfererz, dreimal geröstet, 4 Scherben Kniest, einmal geröstet, 6 Scherben Kupfererz-Schlacken und 2 Scherben Rost-Schlacken.¹⁷⁷²

Bei der Beschreibung des Schmelzens wird deutlich, wie wichtig die Beobachtung und Steuerung des Schmelzprozesses durch einen erfahrenen Schmelzer war. Nachdem man den Ofen mit Kohlen und der Beschickung gefüllt hatte, begann man mit dem Schmelzen, wobei „auf die Nase gearbeitet“ wurde, d. h. es wurde so geschmolzen, dass sich vor der Form eine Nase bildete, die bis in die Ofenmitte reichte. Beim Nachsetzen ergab sich das Verhältnis von Erz und Kohlen aus dem Beobachten des Schmelzens. Man sollte dabei soviel Erz, wie möglich nehmen und mit den Kohlen sparsam sein. Ansätze im Herd sollten möglichst gleich ausgebrochen werden. Waren die Erze nicht gründlich geröstet oder war beim Erzscheiden zu viel Bleierz beim Kupfererz geblieben, so ging das Schmelzen nicht gut voran. Der Rohstein wurde dickflüssig und unansehnlich, die Schlacken wurden hitzig und rauchten stark, die Nase schmolz weg. In diesem Fall musste der Schmelzer besser auf die Vorarbeiten zum Schmelzen sehen. Das Gebläse sollte mittelmäßig gehen, so dass jeder Balg pro Minute viermal in den Ofen blies. Nur bei sehr strengflüssigen Erzen sollte man das Gebläse stärker treiben. Es kam auch vor, dass die Erze zu stark geröstet waren und das Schmelzen zu „matt“ ging. Man erkannte dies daran, dass sich der Rohstein nicht gut ausreissen ließ, also beim Abheben der Scheiben aus dem Stichherd ein Teil des Herdes am Rohstein hängen blieb. Der Rohstein sammelte sich im Herd unter den Schlacken. Wie viel Rohstein im Herd stand, probte man mit dem Sticheisen. Wenn nur noch eine „quere Hand hoch“ Schlacken über dem Rohstein standen, musste der Herd aufgestochen werden. Lief nun der Rohstein aus, so musste man den Punkt abpassen, an dem die Schlacken austraten. In diesem Moment wurde das Auge wieder mit Lehm verstopft. Die Schlacken, die dennoch ausgetreten

¹⁷⁷⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 398.

¹⁷⁷¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 399.

¹⁷⁷² Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 400.

waren, wurden abgenommen und den Stein ließ man abkühlen. Er wurde dann scheinbar aus dem Stichoherd gehoben. Von diesem Rohstein nahm man Proben, um den Kupfergehalt festzustellen.¹⁷⁷³

Bei diesem Rohschmelzen ging es darum, das Kupfer im Stein zu konzentrieren. Dabei resultierte die Qualität des Rohsteins in erster Linie aus der Röstung. Gut geröstete Erze ergaben eine geringere Menge Rohstein mit hohem Kupfergehalt. Schlecht geröstete Erze ergaben eine größere Menge Rohstein mit geringerem Kupfergehalt.¹⁷⁷⁴

Der Rohstein wurde viermal geröstet und dann durch den gleichen Ofen gesetzt wie beim Rohschmelzen. Auch hierbei wurde ein schweres Gestübe zum Zumachen eingesetzt. Da hier bereits Schwarzkupfer anfiel, musste die Sohle des Herdes sehr fest gestoßen werden. Eine Rost-Schicht bestand ebenfalls aus 22 Scherben, nämlich aus 18 Scherben Rohe-Rost und 4 Scherben Kniest. Das aus diesem Schmelzen fallende Schwarzkupfer wurde zum Saigern genommen, der Stein (Mittelstein) weiterverarbeitet.¹⁷⁷⁵

Der Mittelstein wurde achtmal geröstet und dann ohne weitere Zuschläge durchgeschmolzen. Der Schmelzprozess war derselbe wie beim Rohschmelzen und beim Rohe-Rost-Schmelzen, allerdings arbeitete man hier nicht auf die Nase, sondern mit hellem Feuer. Auch hier fiel Schwarzkupfer an, das auf die Saigerhütte kam, und Stein (Armstein), der weiterverarbeitet wurde.¹⁷⁷⁶

Der Armstein wurde gesammelt und nur einmal jährlich geröstet und geschmolzen. Man erhielt aus diesem Schmelzen das Arm-Kupfer, das letzte Produkt, das noch in die Saigerung ging. Der Stein, der daraus erfolgte, hieß Spor-Stein. Von den drei für die Saigerung erschmolzenen Kupfer-Sorten (Rohe-Rost-Kupfer, Kupfer-Rost-Kupfer und Arm-Kupfer) war der Kupfergehalt im Arm-Kupfer am höchsten, den höchsten Silbergehalt hatte jedoch das Rohe-Rost-Kupfer.¹⁷⁷⁷

Auch der Spor-Stein wurde gesammelt, achtmal geröstet und als Spor-Rost einmal jährlich verarbeitet. Er wurde ebenso geschmolzen, wie zuvor der Arm-Stein. Das Kupfer, das bei dieser Arbeit erschmolzen wurde, hieß Spor-Kupfer. Es hielt so wenig Silber, dass es nicht in die Saigerung kam, sondern gleich zu Garkupfer verarbeitet wurde.¹⁷⁷⁸ Die bei diesen Schmelzprozessen anfallenden Ofenbrüche wurden gesammelt und zusammen mit Schlacken durchgeschmolzen, wobei man wiederum Schwarzkupfer und Stein erhielt.¹⁷⁷⁹

Um deutlich zu machen, wie viele Verfahrensstufen beim Kupfererzschmelzen am Rammelsberg erforderlich waren, sind diese hier nochmal schematisch dargestellt:

¹⁷⁷³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 400 – 402.

¹⁷⁷⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 403.

¹⁷⁷⁵ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 405 – 407.

¹⁷⁷⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 407 – 409.

¹⁷⁷⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 409.

¹⁷⁷⁸ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 410.

¹⁷⁷⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 411.

Produkt	Prozess	Ergebnis	
Kupfererz	⇒ 3mal rösten	⇒ geröstetes Kupfererz	
geröstetes Kupfererz	⇒ Rohschmelzen	⇒ Rohstein	
Rohstein	⇒ 4mal rösten	⇒ Roher-Rost	
Roher-Rost	⇒ Rohe-Rost-Schmelzen	⇒ Rohe-Rost-Kupfer + Mittelstein	zur Saigerung
Mittelstein	⇒ 8mal rösten	⇒ Kupferrost	
Kupferrost	⇒ Kupferrost-Schmelzen	⇒ Kupfer-Rost-Kupfer + Armstein	zur Saigerung
Armstein	⇒ 3mal rösten	⇒ Arm-Rost	
Armrost	⇒ Arm-Rost-Schmelzen	⇒ Arm-Kupfer + Sporstein	zur Saigerung
Sporstein	⇒ 8mal rösten	⇒ Spor-Rost	
Spor-Rost	⇒ Spor-Rost-Schmelzen	⇒ Spor-Kupfer	zum Garkupfer machen

Tabelle 5-16: Kupferhüttenprozess am Rammelsberg nach Christoph Andreas Schlüter

Im Vergleich zum von Georg Neßler eingeführten Kupferhüttenprozess waren die Arbeitsabläufe also wesentlich umfangreicher geworden. Man achtete zur Zeit Christoph Andreas Schlüters strikt darauf, dass alle anfallenden Zwischenprodukte weiterverarbeitet wurden, damit die Metalle nicht verloren gingen. Dies war sicherlich nur deshalb möglich, weil das Rösten und Schmelzen so weiterentwickelt worden waren, dass die Arbeit trotz des Verbrauchs an Rösth Holz und Holzkohlen sowie auch der Kosten für die aufgewendete Arbeitszeit wirtschaftlich sinnvoll war.

Am Unterharz erhielt man aus den einzelnen Prozessstufen folgende Ergebnisse: 110 Scherben, bestehend aus 50 Scherben geröstetem Kupfererz und 60 Scherben Zuschlägen ergaben 25 Ztr. Rohstein. Davon erschmolz man 80 Scherben pro Quartal. Aus diesen 80 Scherben (= 240 Ztr.) Roher Rost erhielt man 40 Ztr. Rohe-Rost-Kupfer, mit 9 – 12 Lot Silber pro Ztr. und 99 Ztr. Mittel-Stein. Diese 99 Ztr. Mittelstein ergaben 30 Scherben Kupferrost aus denen man 60 Ztr. Kupfer-Rost-Kupfer mit 6 – 9 Lot Silber pro Ztr. und 12 Ztr. Arm-Stein erschmolz.¹⁷⁸⁰

Auch das Schmelzen des Kupferkieses, der auf dem Oberharz gewonnen wurde, kannte Christoph Andreas Schlüter aus eigener Erfahrung. Diese Kupfererze wurden auf dem Oberharz zusammen mit den Silbererzen gefördert, mussten dann aber sorgfältig von diesen getrennt werden, da das gemeinsame Schmelzen nicht effektiv möglich war.¹⁷⁸¹

*Kupfererz-
schmelzen auf
dem Oberharz*

Auf der Altenauer Hütte schmolz man nach einmaligen Rösten das Kupfererz in einem Krummofen, wie er in Kap. 31 § 2 beschrieben wird. Das Zumachen des Ofens erfolgte genauso wie am Unterharz. Als Zuschlag nahm man Schlacken, wobei auf 8 Ztr. Erz etwa 3 Ztr. Schlacken gerechnet wurden. Es wurde beim Schmelzen auf die Nase gearbeitet und auf ein Zumachen konnte man mindestens 48 Stunden schmelzen. Dabei konnten 170 bis 200 Ztr. Kupferkies durch den Ofen gesetzt werden. Der erschmolzene Rohstein wurde fünf- bis sechsmal geröstet und durch den gleichen Schmelzofen gesetzt. Als Zuschläge nahm man Schlacken aus dem Kiesschmelzen und Ofenbrüche. Man schmolz

¹⁷⁸⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 404, 407, 409.

¹⁷⁸¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 412.

dann 18 Stunden und setzte 60 bis 100 Ztr. Rost durch, wobei man Schwarzkupfer und Mittelstein erhielt. Der Mittelstein wurde sechs- bis siebenmal geröstet und ebenfalls durch den Krummofen geschmolzen. An Zuschlägen nahm man Kiesschlacken, Ofenbrüche und Krätze aus den Garherden. Aus dem Mittelstein erhielt man Schwarzkupfer und einen Stein, der Sporstein genannt wurde. Dieser wurde geröstet und mit Zuschläge durchgeschmolzen, wobei wiederum Schwarzkupfer und ein ärmerer Sporstein anfielen. Dieser wurde gesammelt und zusammen mit dem ersten Sporstein durch den Ofen gesetzt.¹⁷⁸²

In schematischer Darstellung gab es hier also folgende Verfahrensstufen:

Produkt	Prozess	Ergebnis	
Kupferkies	⇒ 1mal rösten	⇒ gerösteter Kupferkies	
gerösteter Kupferkies	⇒ Rohschmelzen	⇒ Rohstein	
Rohstein	⇒ 5 - 6mal rösten	⇒ gerösteter Rohstein	
gerösteter Rohstein	⇒ Schmelzen	⇒ Schwarzkupfer + Mittelstein	zur Saigerung oder zum Garkupfer machen
Mittelstein	⇒ 6 - 7mal rösten	⇒ gerösteter Mittelstein	
gerösteter Mittelstein	⇒ Schmelzen	⇒ Schwarzkupfer + Sporstein	zur Saigerung oder zum Garkupfer machen
Sporstein	⇒ 8mal rösten	⇒ gerösteter Sporstein	
gerösteter Sporstein	⇒ Schmelzen	⇒ Schwarzkupfer + Sporstein	zur Saigerung oder zum Garkupfer machen
Sporstein	⇒ Schmelzen mit dem gerösteten Sporstein	⇒ Schwarzkupfer	zum Garkupfer machen

Tabelle 5-17: Kupferhüttenprozess auf dem Oberharz nach Christoph Andreas Schlüter

Aus 170 bis 200 Ztr. Kupferkies erhielt man 63 bis 67 Ztr. Rohstein mit 45 Pfund Kupfer pro Ztr. Aus 100 Ztr. Rohstein erhielt man 8 bis 10 Ztr. Schwarzkupfer und 45 bis 50 Ztr. Mittelstein. Aus 80 Ztr. Mittelstein erhielt man 30 Ztr. Schwarzkupfer und 24 Ztr. Sporstein.¹⁷⁸³ Ob das gewonnene Schwarzkupfer auf die Saigerhütte kam oder gleich zu Garkupfer verarbeitet wurde, hing vom Silbergehalt des Schwarzkupfers ab.

Ähnlich wie auf der Altenauer Hütte war auch das Kupferkiesschmelzen auf der Lautenthaler Hütte. Mit einem Krummofen zum Kupfererzschmelzen arbeitete man auch in Riegelsdorf (Hessen-Kassel) und Breitenbach (Hessen-Darmstadt).¹⁷⁸⁴

Im Mansfeldischen und Eislebischen förderte man Kupfererze ausschließlich in Form von Kupferschiefen. Diese waren sehr arm und hielten nur 1 ½ bis 3 ½ Pfund Kupfer pro Zentner. Diese Erze wurden in den Mansfelder Hütten auf zweierlei Art verarbeitet: Die eine Methode war die Nutzung des Ungarischen Ofens, auch Brill-Ofen genannt, wie sie 1701 bis 1718 betrieben wurde. Eine neue Art des Kupferschieferschmelzens war im Mansfeldischen etwa im Jahr 1721 eingeführt worden. Der Zehntner Ehrenberg hatte hier auf 5 Hütten einen

Kupfererzschmelzen im Mansfelder Land

¹⁷⁸² Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 413 f.

¹⁷⁸³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 414 f.

¹⁷⁸⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 415 – 417, 421 – 424.

Hohen Ofen anlegen lassen. Auf den Hütten bei Eisleben arbeitete man dagegen weiter mit den alten Ungarischen Öfen.¹⁷⁸⁵

Der Vorteil der älteren Ungarischen Öfen lag darin, dass sie zwei Vorherde hatten, in die das Schmelzgut abgestochen wurde. Man nahm zum Zumachen des Ofens ein Gestübe aus einem Teil Lehm und zwei Teilen Kohlen. Der Ofen wurde auf ein Zumachen 144 Stunden durchgehend betrieben, während die Vorherde 24 Stunden im Wechsel genutzt wurden. Dann wurde der jeweils nicht genutzte Vorherd ausgebessert. Durch diese lange Betriebsdauer hatte man einen geringeren Kohlenverbrauch. Nur deshalb lohnte sich das Schmelzen dieser silberarmen Erze.¹⁷⁸⁶ Man unterschied in Mansfeld nicht zwischen Erz- und Rostschmelzen. Während auf anderen Hütten das Erz und der Kupferstein gesondert geschmolzen wurden, erfolgte das Schmelzen von Erz und geröstetem Stein in einem Zumachen, indem man zunächst den Rost und später das Erz durch den Ofen setzte.¹⁷⁸⁷ Bei diesen Erzen hatte man oft reines Eisen oder Eisensauen im Herd unter dem Rohstein. Hier hatte man nach Christoph Andreas Schlüter einen Beweis dafür, dass Eisen im Kupfer diesem nicht schadete, denn die Mansfeldischen Kupfer zählten zu den qualitativ besten.¹⁷⁸⁸ Einen Ungarischen Ofen wie in Mansfeld nutzte man seit 1705 auch zum Kupfererzschmelzen am Lutterberg und im Ittertal (Hessen-Darmstadt).¹⁷⁸⁹

Als neue Art des Kupferschieferschmelzens in Mansfeld bezeichnet Christoph Andreas Schlüter die Arbeit mit dem Hohen Ofen. Bei diesem Hohen Ofen war die Arbeit ähnlich wie mit dem Ungarischen Ofen. Auf den Sohlstein kam etwas grobe Lesche, im übrigen ging das Schmelzgut jedoch auf den Sohlstein. Ebenso wie der Ungarische Ofen hatte der Hohe Ofen hier zwei Vorherde, er war also ebenfalls ein Brill-Ofen.¹⁷⁹⁰ Die Kupferschiefer wurden bei den Gruben geröstet und dann auf die Hütte gebracht. Die Beschickung bestand aus 48 Ztr. Kupferschiefer und 8 Ztr. Steinschlacken. War das Erz sehr strengflüssig, setzte man noch Straßberger Fluss zu. In einer Woche wurden 12 bis 16 Fuder à 48 Ztr. Erz durch den Ofen gesetzt. Dabei wurden wöchentlich 50 bis 70 Ztr. Rohstein ausgebracht. Nach dem Zumachen des Ofens und dem Herrichten der Beschickung begann man mit dem Schmelzen. Man füllte zunächst den Ofen bis zur Hälfte mit Kohlen. Dann wechselte man mit Erz und Kohlen ab, bis der Ofen voll war. Man arbeitete hier nicht mit heller Flamme und ließ das Gebläse nur schwach gehen, weil man meinte, das Metall so reiner ausschmelzen zu können. Dabei mussten die Schmelzer sehr sorgfältig arbeiten, weil in dem Hohen Ofen sehr viel Erz war und man diesen nur schwer wieder herrichten konnte, wenn der Schmelzprozess nicht optimal ablief. Der erschmolzene Rohstein wurde dann nach sieben- bis achtmaligem Rösten über den Ungarischen Ofen weiter geschmolzen.¹⁷⁹¹ Das erschmolzene

¹⁷⁸⁵ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 425, 430, der Ungarische Ofen wurde bereits in Kap.9 § 3 dargestellt, der Hohe Ofen in Kap. 12 § 3, wozu es jeweils einen Kupferstich (N^o 22 bzw. 39) gibt.

¹⁷⁸⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 425 f.

¹⁷⁸⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 426.

¹⁷⁸⁸ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 429 f.

¹⁷⁸⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 418 – 420, 424 f.

¹⁷⁹⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 430.

¹⁷⁹¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 431 – 433.

Schwarzkupfer war sehr rein und enthielt 8 bis 16 Lot Silber pro Zentner. Zum Saigern wurde es auf die Hütte nach Hettstedt gebracht.¹⁷⁹²

Während über den Ungarischen Ofen nur eine Woche auf ein Zumachen geschmolzen wurde, konnte der Hohe Ofen üblicherweise 4 Wochen, manchmal sogar 6 bis 7 Wochen durchgehend betrieben werden. Auch hier bedingte die lange Betriebszeit des Ofens eine Ersparnis an Holzkohlen.¹⁷⁹³ Ebenfalls mit einem Hohen Ofen für das Kupfererzschmelzen arbeitete man in Rothenburg a.d. Saale und in Illmenau, was Christoph Andreas Schlüter, der diese Hüttenorte persönlich besucht hatte, im Weiteren beschreibt.¹⁷⁹⁴

In den Bergstädten Oberungarns wurden Kupfererze abgebaut, die in dieser Region auch erfolgreich verhüttet wurden. Aus diesem Bergrevier hatte Christoph Andreas Schlüter verlässliche Nachrichten erhalten, an Hand derer er verschiedene Prozesse beschreibt. In Neusohl wurde zum Kupfererzschmelzen ein Krummofen eingesetzt. Auch zum Schmelzen des aus vitriolhaltigen Grubenwässern gewonnenen Zementkupfers nahm man einen Krummofen. In Schmelnitz nutzte man einen Ofen, den Christoph Andreas Schlüter nicht wirklich einordnen konnte.¹⁷⁹⁵ Dieses besondere Verfahren wird von ihm ausführlich dargestellt.

Kupfererz-
schmelzen in
Oberungarn

Der in Schmelnitz eingesetzte Ofen, war ein Mittelding zwischen Krummofen und Hohem Ofen. Das Zumachen dieses Ofens war außergewöhnlich. Während die Sohle üblicherweise zum Vorherd hin abfallend angelegt wurde, war bei diesem Ofen die Sohle zum Vorherd hin ansteigend und mündete dort in einer Vertiefung oder einem Kessel. Dies hatte den Grund, dass nach dem Abstich noch Lech¹⁷⁹⁶ im Ofen verblieb, dieser also nicht völlig geleert wurde. Einen Stichherd legte man gar nicht an, sondern nur eine Trift oder ein Bett, über das der Lech abgestochen wurde. Man nannte diese Einrichtung Lech-Straße.¹⁷⁹⁷

Die Erze wurden hier roh, d. h. ohne sie zuvor zu rösten, geschmolzen. Sie hatten unterschiedliche Qualitäten, wobei die besten Sorten 20 bis 50 Pf. Kupfer pro Zentner, die ärmsten Kiese nur 4 bis 6 Pf. Kupfer pro Zentner enthielten. Nach dem Beschicken des Ofens mit Kohlen setzte man zunächst Frischschlacken ein, damit sich vor der Form die Nase bildete. Dann setzte man das Schmelzgut aus verschiedenen Erzqualitäten, gebranntem Lech und Lechschlacken in den Ofen. Bis zum ersten Abstich dauerte es etwa 12 Stunden, später konnte dann alle 7 bis 8 Stunden abgestochen werden. Dabei blieb immer Lech im Ofen stehen, der dazu diente, dass der Lech flüssig blieb und die Schlacken reiner wurden. Der Lech lief beim Abstechen über die Lechstraße heraus, kühlte sich schnell ab und konnte dann abgenommen werden.¹⁷⁹⁸

¹⁷⁹² Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 428.

¹⁷⁹³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 431, 433.

¹⁷⁹⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 434 – 438.

¹⁷⁹⁵ In der Kapitelüberschrift wählt er die Formulierung: „Schmeltz-Ofen, so mehr wie ein Krum-Ofen, auch kein rechter Hoher-Ofen ist.“ Auf dem Kupferstich N^o 36 ist dieser Ofen dargestellt.

¹⁷⁹⁶ In diesem Bergrevier nannte man den Kupferstein „Lech“.

¹⁷⁹⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 444 f.

¹⁷⁹⁸ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 444 – 447.

Der Ofen blieb eine Woche kontinuierlich in Betrieb und man schmolz in dieser Zeit 320 bis 400 Ztr. Erz durch. Daraus erhielt man 160 bis 200 Ztr. Lech mit einem Gehalt von 20 bis 24 Pfund Kupfer pro Zentner.¹⁷⁹⁹

Die weitere Schmelzarbeit erfolgte in einem Stichofen mit drei Vorherden. Die Schlacken liefen beim Schmelzen in die beiden Nebenherde, der Abstich erfolgte in den mittleren Herd.¹⁸⁰⁰

Die Arbeitsschritte dieser Kupferarbeit waren folgende:

Produkt	Prozess	Ergebnis	
Kupfererz, Waschwerk und Kiese	⇒ Rohschmelzen	⇒ Lech	
Lech	⇒ 8mal rösten	⇒ gerösteter Lech	
gerösteter Lech	⇒ Rostschmelzen	⇒ Schwarzkupfer + dünner Lech (Sporstein)	Zum Spleißen oder zum Garkupfer machen
Dünner Lech	⇒ 2mal rösten zusammen mit den letzten beiden Rösten des Lechs	⇒ gerösteter Lech	

Tabelle 5-18: Kupferhüttenprozess in Oberungarn nach Christoph Andreas Schlüter

Weitere Berichte aus den ungarischen Hüttenwerken hatte Christoph Andreas Schlüter ebenfalls erhalten. Die Hüttenarbeit in Meydambeck glich der in Schmelnitz. In Meydambeck konnte man noch verschiedene türkische Hütten mit den darin befindlichen Schmelzöfen sehen. Diese waren ca. 3 Fuß hoch auf einer Grundfläche von 1 ½ Fuß im Quadrat. Mit einem solchen Ofen sollen die Türken wöchentlich 1 Ztr. Kupfer ausgebracht haben. Die Kupfererze von Orawitza, Corfowitz und Schicklowar wurden auf niederungarische Art wie zu Neusohl, d. h. in einem Krummofen geschmolzen und zugute gemacht.¹⁸⁰¹

Die Schmelzarbeit für Kupfererze in Fahlum (Schweden) hatte Christoph Andreas Schlüter zwar nicht selbst besichtigen können, hatte aber von zwei Hüttenfachleuten, die 1710 den Ober- und Unterharz bereisten einen zuverlässigen Bericht davon erhalten. Seiner Meinung nach glich dieser Schmelzprozess dem Eisensteinschmelzen im Hochofen, da das Schmelzgut im Ofen stehen blieb und nicht wie sonst in einen Vorherd lief, aus dem es abgestochen wurde.¹⁸⁰²

Kupfererzschmelzen in Fahlum (Schweden)

Das Zumachen des hier genutzten Krummofens unterschied sich insofern, als dass man zuerst eine ½ Fuß starke Sohle im Herd festschlug, dann darauf Sand streute und schließlich eine zweite ½ Fuß starke Sohle herstellt. Da der Ofen nur alle 18 bis 24 Stunden aufgestochen wurde, musste der Stich groß genug sein. Vor dem Ofen war ein Herd zur Aufnahme der Schlacken.¹⁸⁰³

Die Erze aus dem Kupferberg waren vor allem Kiese. Sie enthielten wenig Schwefel und hatten eine flüssige Bergart bei sich. Man schied diese Erze in zwei Arten. Die reinste Sorte nannte man Stahl-Erz. Es wurde gesondert geröstet und ergab beim Schmelzen sogleich Kupfer. Die andere, gewöhnliche

¹⁷⁹⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 444, 447.
¹⁸⁰⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 447 – 450.
¹⁸⁰¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 450 f.
¹⁸⁰² Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 452.
¹⁸⁰³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 452 f.

Sorte war nicht so rein und wurde ebenfalls einmal geröstet. Da diese Erze sehr leichtflüssig waren, benötigte man keine weiteren Zuschläge, sondern nahm nur eigene Rostschlacken als Zuschlag, wenn das Schmelzen dies erforderte.¹⁸⁰⁴

Eine Besonderheit war, dass bei dieser Arbeit der Rohstein nach dem Abstechen nicht in Scheiben gerissen wurde, sondern man ihn als Ganzes abkühlen ließ und ihn danach in Stücke schlug.¹⁸⁰⁵ In 24 Stunden brachte man 12 bis 14 Fuder Erz durch den Ofen und brachte dabei etwa 3 Ztr. Schwarzkupfer aus. Der Ofen konnte auf ein Zumachen 12 bis 30 Tage genutzt werden, bevor man ihn ausblasen musste.¹⁸⁰⁶ Der ebenfalls anfallende Kupferstein wurde mehrfach geröstet und dann ebenfalls im Krummofen geschmolzen. Dabei erhielt man dann wiederum Schwarzkupfer und Sporstein, der geröstet und in den Schmelzprozess zurückgeführt wurde.¹⁸⁰⁷

Eine Hüttenarbeit, die man in Mitteleuropa gar nicht kannte, war das Schmelzen der Kupfererze im Windofen. Christoph Andreas Schlüter hatte hierüber Informationen aus Bristol in England und aus Ordahlen und Königsberg in Norwegen erhalten. Diese Art des Kupferschmelzens wurde dort durch eine Gruppe Engländer im Jahr 1726 eingeführt, die die dort befindlichen Kupfer-Bergwerke gepachtet hatten.¹⁸⁰⁸

Kupfererz-
schmelzen im
Windofen

In Bristol setzte man einen Windofen ein, der in England auch für das Schmelzen von Bleierz genutzt wurde.¹⁸⁰⁹ Man verhüttete hier nicht nur Erze aus Cornwall und Devon, sondern auch aus New York in Amerika.¹⁸¹⁰ Wie beim Bleierzschmelzen hatte dieser Ofen einen Herd aus See-Sand. Die Feuerung geschah ausschließlich mit Stein-Kohlen, die auf die Drallien des neben dem Schmelzofen befindlichen Windofens geschüttet wurden. Die Schlacken zog man durch das Mundloch des Ofens ab. Der Stein wurde alle 24 Stunden abgestochen. Man nannte dieses Produkt „Rauh-Metall“.¹⁸¹¹

Wenn man den Ofen kontinuierlich befeuerte und mit dem Erzschmelzen fortfuhr, sollte dieser Ofen ein ganzes Jahr ohne Unterbrechung betrieben werden können. Das Rösten der Erze, das Schmelzen des Rohsteins und auch das Garmachen des Schwarzkupfers geschah alles in demselben Herd. Die Feuerung wurde stets mit Stein-Kohlen betrieben.¹⁸¹²

Der Kupferstein oder das „Rauh-Metall“ wurde im Ofen geröstet, kleingeschlagen und wiederum in den Ofen gestürzt. Der geröstete Stein wurde dann 8- bis 12mal durch den Ofen geschmolzen, ohne dass man zuvor absehen konnte, wann man dabei Schwarzkupfer erhalten würde. Bildet sich im

¹⁸⁰⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 453.

¹⁸⁰⁵ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 452 f.

¹⁸⁰⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 453, ein Fuder entsprach 2 ½ unterharzischen Scherben.

¹⁸⁰⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 453 – 456.

¹⁸⁰⁸ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 456, 458.

¹⁸⁰⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 456; dieser Ofen wurde in Kap. LX, 316 – 318, beschrieben.

¹⁸¹⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 456, New York war nicht der Bergbauort, sondern der Ausfuhrhafen.

¹⁸¹¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 457.

¹⁸¹² Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 457.

Herd schließlich Schwarzkupfer, so wurde dieses in längliche Vertiefungen im Stichherd abgestochen. Es wurde dann im Windofen gargemacht.¹⁸¹³

Dieses Schmelzverfahren nutzte man auch in Ordahlen, wo man Lasur-Erze verarbeitete, die zu Schlich gezogen, jedoch nicht geröstet wurden. Flussmittel oder Zuschläge brauchte man zum Schmelzen nicht, allenfalls etwas Salz, das man über den Schlich streute. Ging die Arbeit zu streng, so nahm man noch etwas altes Glas dazu. Auch hier feuerte man mit Stein-Kohlen, die aus England bezogen wurden.¹⁸¹⁴ In Königsberg in Norwegen hatte ebenfalls ein Engländer 1735 das Schmelzen mit dem Windofen eingeführt. Es unterschied sich nur geringfügig von den Schmelzverfahren in Bristol und Ordahlen.¹⁸¹⁵

Das Niederschlagsverfahren zur Kupfergewinnung ohne Schmelzprozess wird von Christoph Andreas Schlüter angeführt, weil es eine Art des Zugutemachens von Kupfer war, die am Rammelsberg bereits seit 1577 in Gebrauch war, aber auch in Neusohl genutzt wurde.¹⁸¹⁶

Niederschlags-
verfahren

Bei diesem Verfahren wurde das Kupfererz ausgelaugt. Unbedingt erforderlich war hierbei, dass die Erze zuvor geröstet wurden. Noch warm wurden sie in einen großen Bottich von 10 Fuß Durchmesser und 4 Fuß Tiefe gebracht. Dieser enthielt bereits Wasser, wurde dann aber vollständig mit Wasser aufgefüllt. Man konnte in so einen Bottich 60 Ztr. geröstetes Erz bringen. Man ließ das Erz 24 bis 48 Stunden im Bottich und erhielt dabei eine kupferhaltige Lauge. Wollte man diese noch stärker machen, so schüttete man nach dem Auslaugen der ersten Erze nochmals frisch geröstete Kupfererze in den Bottich. Die so gewonnene Lauge konnte man nun für zwei Anwendungen weiter verarbeiten. Man konnte das Kupfer aus der Lauge mit Hilfe von Eisen niederschlagen oder man konnte blauen Vitriol daraus gewinnen.¹⁸¹⁷

Zum Niederschlagen des Kupfers brachte man die siedend heiße Lauge in Kontakt mit Eisenstäben, an denen sich dann das Kupfer sammelte. Die Eisenstäbe wurden dabei von der Lauge angegriffen und verzehrten sich dadurch. Erst wenn das Eisen zum größten Teil verzehrt worden war, war der Prozess beendet. Man nahm dann die Stäbe aus dem Bottich, schabte sie ab und gab den Kupferschlich in reines Wasser. Dieser enthielt sehr viel Eisen. Er wurde getrocknet, geschmolzen und zugute gemacht. Das Problem bei diesem Verfahren war, dass die ausgelaugten Erze immer noch einen hohen Anteil Kupfer enthielten. Man musste diese anschließend also schmelzen, wenn man das Kupfer gewinnen wollte.¹⁸¹⁸

Bei der Beurteilung dieses Prozesses stehen für Christoph Andreas Schlüter ökonomische Überlegungen im Vordergrund. In der Abwägung kommt Christoph Andreas Schlüter zu dem Schluss, dass man mit diesem Verfahren keinen Vorteil gewinnen konnte, weil man zum einen die Kosten für den Niederschlagsprozess hatte, zum anderen die Erze dennoch schmelzen musste. Auch wenn man aus der Lauge statt Kupfer blauen Vitriol gewann, war

¹⁸¹³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 457 f.

¹⁸¹⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 458 – 460.

¹⁸¹⁵ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 460 f.

¹⁸¹⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 461 – 471.

¹⁸¹⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 462 – 465.

¹⁸¹⁸ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 465 f.

es fraglich, ob die erhöhten Kosten für das Schmelzen der ausgelaugten Erze durch den Verkauf des Vitriols gedeckt wurden.¹⁸¹⁹

Anders verhielt es sich, wenn man, wie in Goslar, aber auch in Neusohl und Schmelnitz, das Kupfer mit Hilfe von Eisen in den kalten vitriolhaltigen Grubenwässern sammelte. Dieses wurde Cementkupfer genannt, weil es in großen Kammern, die neben den Stollen angelegt wurden, aus den Grubenwässern cementierte. In Ungarn gewann man auf diese Weise bis zu 500 Ztr. Kupfer im Jahr. Im Rammelsberg wurde auf diese Art seit 1607 Cementkupfer gewonnen und zwar 24 Ztr. jährlich. Auch zu Christoph Andreas Schlüters Zeit wurde dies noch betrieben.¹⁸²⁰ Da dieses Kupfer sonst mit dem Grubenwasser abgeflossen wäre, hatte man zusätzlich einen Ertrag, dessen weitere Verarbeitung nicht so kostspielig war.

Mit den oben dargestellten Schmelzprozessen hatte man erst das silberhaltige Kupfer gewonnen. Der entscheidende Schritt in der Wertschöpfungskette war, hieraus das Silber auszubringen. Das dafür üblicherweise genutzte Saigerverfahren beschreibt Christoph Andreas Schlüter in den folgenden Kapiteln.

Saiger-
verfahren

Die Saigerung des Kupfers, um das Silber daraus zu gewinnen, war bei den Hütten eine der „besten Wissenschaften“. Sie erforderte einen sehr erfahrenen Hüttenmann, was schon Georgius Agricola, Lazarus Ercker und Georg Engelhardt Löhneyß in ihren Werken festgestellt hatten. Wie anspruchsvoll diese Technologie war, konnte man daraus sehen, dass diejenigen, die dieses Verfahren als erste entwickelt hatten, es geheim hielten. Auch war der Besuch der Saigerhütten Fremden nur mit landesherrlicher Erlaubnis gestattet.¹⁸²¹

Die Saigerarbeit war kostspielig, weil man das Silber nur dadurch aus den Kupfern gewann, dass man sehr viel Blei zusetzte. Führte man dann die Arbeit nicht fachgerecht aus, so verbrannte man viel Blei, ohne dass das Silber in erforderlichem Maße ausgebracht wurde und man hatte auch alle anderen Hüttenkosten zu tragen.¹⁸²² Im Folgenden geht Christoph Andreas Schlüter dann auf die älteren Saigerverfahren ein, von denen er aus einer „alten geschriebenen Nachricht“ erfahren hatte. Auch Georgius Agricola und Lazarus Ercker zieht er in diesem Zusammenhang heran.¹⁸²³

Zunächst stellt Christoph Andreas Schlüter zwei ältere Schmelzprozesse vor, nämlich die Herstellung von Saigerstücken am Rammelsberg und „wie vor alten Zeiten zum Kuttenberge in Böhmen das Saygern verrichtet worden“ war. Hier hatte man vor 200 Jahren Kupferkiese zu Kupferstein geschmolzen, diesen verbleit und zu Saigerstücken verarbeitet. Von dem davon abgessaigerten „Reich-Werk-Bley“ konnte man das Silber abtreiben. Der beim Verbleien fallende Stein wurde dreimal durchgeschmolzen, wobei man jeweils Hartwerk und abgedörnten Stein erhielt sowie armes Saigerblei zuschlug. Alle

¹⁸¹⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 466.

¹⁸²⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 469 f.

¹⁸²¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 472, hier findet man einen der seltenen Hinweise, dass bestimmte Verhüttungsverfahren zeitweise tatsächlich geheim gehalten wurden. Zu Christoph Andreas Schlüter Zeit war dies schon lange nicht mehr so, man benötigte allerdings für den Besuch der Saigerhütte immer noch eine Erlaubnis.

¹⁸²² Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 472.

¹⁸²³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 472, 473, 475.

Zwischenprodukte wurden so in den Prozess zurückgeführt, dass man möglichst viel Silber ins Blei schmelzen konnte.¹⁸²⁴ Christoph Andreas Schlüter kommt in einer anschließenden Beurteilung zu dem Schluss, dass die beschriebenen Hüttenprozesse durch die zahlreichen Prozessstufen und das benötigte Blei nicht nur sehr kostspielig gewesen sein müssen, sondern sicher auch viel Silber in den Kupfern geblieben sei.¹⁸²⁵

Bevor man sich entschied, das silberhaltige Kupfer zu saigern, musste entschieden werden, ob dieses saigerwürdig war oder nicht, was nicht nur vom Silbergehalt abhing. Man konnte hierfür keine generellen Angaben machen. Ob sich eine Saigerung lohnte, wechselte von Ort zu Ort, denn dies hing von den jeweiligen Kosten für und der Verfügbarkeit von Blei, Holzkohlen und Holz ab. Es war auch nicht zu ändern, dass stets etwas Silber im Kupfer blieb und somit in das Garkupfer kam. Erfolgreich war die Arbeit, wenn der Silbergehalt im Garkupfer nicht mehr als 1 Lot pro Zentner betrug.¹⁸²⁶

Das Ausbringen des Silbers aus dem Kupfer geschah in einem mehrstufigen Prozess, nämlich dem **Kupfer-Frischen, Saigern, Darren, Saiger- und Rostdörner-Schmelzen** und **Schlacken-Schmelzen**. Diese Verfahren werden im Folgenden nacheinander beschrieben.¹⁸²⁷

Beim Kupferfrischen wurde das durch Schmelzen gewonnen Schwarzkupfer mit Blei und bleiischen Zuschlägen zu Saigerstücken verschmolzen. Dazu nutzte man einen Krummofen.¹⁸²⁸ Beim Arm-Frischen enthielt das Schwarzkupfer so wenig Silber, dass das daraus gesaigerte Werkblei nur einen geringen Silbergehalt hatte, weshalb man es wiederum als Zuschlag beim Frischen nutzte, da sich die Treiarbeit hierfür nicht lohnte. Beim Reich-Frischen war das Schwarzkupfer so silberreich, dass man das Werkblei aus der Saigerung sogleich abtreiben konnte.¹⁸²⁹

1. Kupferfrischen

Zum Frischen sollte das Schwarzkupfer aus kleinen Stücken bestehen. Weil aber die Saigerhütten oft weit entfernt von den Schmelzhütten lagen, transportierte man das Schwarzkupfer in großen Stücken und zerkleinerte diese erst in der Saigerhütte. Sie wurden auf einen Kupfer-Brech-Ofen gegeben, mit Kohlen glühend gemacht und dann mit Eisen oder Fäusteln zerschlagen. Waren die Stücke nicht zu groß, konnten man sie auch kalt zerschlagen, was wiederum Kohlen sparte. Man nutzte dann einen Kupferbrecher, der durch das Wasserrad angetrieben wurde.¹⁸³⁰

Die Beschickung zum Kupfer-Frischen bestand aus Kupfer und Blei. Für ein Saigerstück nahm man $\frac{3}{4}$ Ztr. silberhaltiges Kupfer. Beim Arm-Frischen kamen $2 \frac{1}{2}$ Ztr. Blei, beim Reich-Frischen $2 \frac{3}{4}$ Ztr. Blei auf ein Saigerstück. Bei diesen Mengenverhältnissen verteilte sich das Kupfer optimal im Blei und das Silber

¹⁸²⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 472 f., nach Lothar Suhling, 1976, 158, ähnelte dieses Verfahren dem Tiroler Abdarrprozess, wobei die angehängte Saigerarbeit der wichtigste Unterschied zur Verhüttung in Tirol war. Er stellt den von Christoph Andreas Schlüter beschriebenen Kuttenberger Schmelzprozess auch schematisch dar.

¹⁸²⁵ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 474 f.

¹⁸²⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 477 f.

¹⁸²⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 478.

¹⁸²⁸ Dieser ist auf dem Kupferstich N^o 34 dargestellt.

¹⁸²⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 479.

¹⁸³⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 480 f.

wurde möglichst vollständig an das Blei gebunden. Ein Saigerstück durfte beim Reich-Frischen 18 bis höchstens 19 Lot Silber enthalten, denn bei einer größeren Silbermenge konnte das Blei das Silber nicht aufnehmen.¹⁸³¹ Hier wird wieder einmal deutlich, wie wichtig das genaue Probieren der eingelieferten Metalle war, damit man berechnen konnte, wie Blei und Kupfer zusammengesmolzen werden mussten.

Während der nachfolgenden Verarbeitungsstufen fielen immer wieder Nebenprodukte an, die in den Hüttenprozess zurückgeführt werden mussten, weil sie neben Blei und Kupfer auch noch Silberanteile hielten. So nahm man die beim Abtreiben anfallende Glätte als bleiischen Zuschlag beim Kupferfrischen. Im Allgemeinen kam man mit den eigenen Zuschlägen auf den Saigerhütten nicht aus und musste daher Frischblei zukaufen. Auf jedes Saigerstück nahm man $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Ztr. Frischblei hinzu, d. h. die restlichen $2\frac{1}{4}$ Ztr. waren eigene bleiische Zuschläge.¹⁸³²

Für die Beschickung des Frischofens wurden Kupfer und Zuschläge für jedes Saigerstück gesondert abgewogen und auf Haufen geschüttet. Diese Beschickungen wurden einzeln durch den Ofen gesetzt, so dass jedes Saigerstück die vorgesehenen Metalle enthielt. Nachdem der Ofen mit Kohlen und Schlacken in Betrieb genommen worden war, setzte man die erste Beschickung ein. Jede Beschickung wurde einzeln abgestochen. In das Saigerstück steckte man einen eisernen Haken, um dieses mit Hilfe eines Hebebaums besser umsetzen zu können. Am Rammelsberg machte man in einem Schmelzprozess 36 Saigerstücke, auf anderen Hütten waren es 32.¹⁸³³

Kupfer, dessen Silbergehalt so hoch war, dass es nicht gesaigert werden sollte, gab es nur sehr selten. Christoph Andreas Schlüter hatte jedoch selbst erlebt, dass derartig silberreiches Kupfer aus Holland auf die Unterharzer Saigerhütten geliefert wurde. Die Saigerung dieses Kupfers war zu aufwendig und der Verlust an Silber durch die vielen Arbeitsschritte zu hoch, als dass es sinnvoll gewesen wäre, dieses zu frischen und zu saigern. Stattdessen wurde das Kupfer in Blei eingetränkt und anschließend abgetrieben. Die von Christoph Andreas Schlüter 1694 auf der Frau Marien Saigerhütte verarbeiteten Kupfer hatten einen Silbergehalt von über 80 Mark pro Ztr. Man nahm davon 4 Ztr. Kupfer und 46 Ztr. Frischblei in den Treibofen und trieb das Silber wie üblich ab. Dabei erhielt man 350 bis 380 Mark Blicksilber, das dann feingebraunt wurde.¹⁸³⁴ Auch mit der Gewinnung von Gold aus Kupfer hatte Christoph Andreas Schlüter Erfahrungen gemacht. Diese sehr anspruchsvolle Arbeit hatte ihm einige Schwierigkeiten bereitet, weil beim normalen Kupferfrischen und Saigern das in der Probe nachgewiesene Gold sich nicht in den Saigerwerken in der erforderlichen Menge befand. Das ebenfalls im Kupfer befindliche Silber war zwar, wie erwartet, an das Blei gebunden und ausgebracht worden, das Gold jedoch in erheblicher Menge in den Kienstöcken geblieben, obwohl man beim Frischen reichlich Blei eingesetzt hatte. Auch hier war man erfolgreicher,

¹⁸³¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 481.

¹⁸³² Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 481 f.

¹⁸³³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 484 – 487.

¹⁸³⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 488 f.

als man das gold- und silberhaltige Kupfer auf dem Treibherd in Blei eintränkte und abtrieb.¹⁸³⁵

Bei der Saigerarbeit setzte man im Allgemeinen vier Saigerstücke auf den Herd. Am Unterharz war der Herd etwas länger, so dass man hier sechs Saigerstücke einsetzen konnte. Beim Einsetzen legte man zunächst Hölzer zwischen die Saigerstücke, um diese zu stabilisieren. Dann setzte man die eisernen Seitenwände des Saigerherds an. Wenn man den Herd und die Zwischenräume von Hand mit Kohlen füllte, nahm man die Hölzer heraus. Der Herd wurde mit Kohlen gefüllt, bis die Saigerstücke bedeckt waren, und angefeuert. Dabei war die Regulierung des Feuers mit Hilfe des Gebläses sehr wichtig. War die Hitze zu groß, so schmolz nicht nur das silberhaltige Blei, sondern auch das Kupfer. War die Hitze ungleichmäßig, so saigerte das Blei nicht vollständig aus, sondern blieb in den Kienstöcken zurück. Das Werkblei, das durch die Saigergasse in den Tiegel lief, wurde in eiserne Pfannen gekellt.¹⁸³⁶ Nach Abschluss des Saigerns ließ man die restlichen Kohlen verbrennen und die Kienstöcke abkühlen. Mit einem Hebezeug hob man sie vom Saigerherd und brachte sie zum Darrofen.¹⁸³⁷

2. Saigern

Als am Unterharz der Holzmangel immer größer wurde, kam Christoph Andreas Schlüter auf die Idee, beim Saigern statt Kohlen Torf zu verwenden. Auch wenn man dabei mehr Torf als Kohlen benötigte, nämlich 9 Maß Torf statt 6 Maß Kohlen pro Saigerherd, war die Saigerung mit Torf aber genauso erfolgreich wie mit Kohlen.¹⁸³⁸ Weil an vielen Hüttenorten Holz Mangelware war, war man stets darauf bedacht, Holz auch in kleinsten Mengen einzusparen. Schon zuvor gab es Berichte, in denen die Saigerung mit Holz statt mit Holzkohlen beschrieben wurde. Leider nennt Christoph Andreas Schlüter hier die Quelle nicht. Es hatte aber noch niemand dies erfolgreich in die Praxis umgesetzt. Er selbst richtete erstmals im Jahr 1734 einen mit Wasen befeuerten Windofen auf der Frau Marien Saigerhütte ein. In diesen Ofen wurden 12 Saigerstücke gleichzeitig seitlich mit Hilfe von Hebezeug eingesetzt. Das Ausbringen an Werken, Silber und Kupfer war bei diesem Saigerofen genauso gut, wie bei den gewöhnlichen Saigerherden. Für die Saigerung von 24 Stücken, also zwei Prozessen hintereinander, benötigte man ein Maß Kohlen und 3 ½ Schock Wasen.¹⁸³⁹

Das Darren war erforderlich, um Bleireste aus den Kienstöcken auszubringen. Daraus wurde zum einen das restliche Silber gewonnen, zum anderen wurde so das Garmachen des Kupfers verbessert. Diese Arbeit kannte Christoph Andreas Schlüter nicht nur vom Harz, sondern auch aus Mansfeld und Grüenthal. Vergleichend stellt er fest, dass man am Rammelsberg 36 bis 48 Kienstöcke in den Darrofen setzte, während man in den Öfen der anderen Hüttenwerke die doppelte Menge einsetzen konnte.¹⁸⁴⁰ Auf die Balken des Darrofens wurden von hinten nach vorne die Kienstöcke gesetzt und die Ofentür verschlossen. Zwischen den Balken unterhalb der Kienstöcke fachte

3. Darren

¹⁸³⁵ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 489 – 491, der Autor schreibt, er „sei zu dieser Wissenschaft, durch grosse Kosten, vor nunmehr 20 Jahren gelangt.“

¹⁸³⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 492 – 495.

¹⁸³⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 496.

¹⁸³⁸ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 496 f.

¹⁸³⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 497 – 501, der hierfür genutzte Ofen ist auf

Kupferstich N° 49 dargestellt.

¹⁸⁴⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 501 – 502

man ein Holzfeuer an und darnte die Kienstöcke mit den hoch schlagenden Flammen. Das Feuer musste so stark sein, dass sich Schlacken bildeten, die bleihaltig waren. In den bleiischen Schlacken befand sich eventuell noch Silber. Sie wurden mit eisernen Haken aus den Gassen gezogen. War das Darren beendet, was man daran sah, dass sich keine Schlacken mehr bildeten, so öffnete man die eiserne Ofentür sowie die Luftlöcher und ließ den Darrofen abkühlen.¹⁸⁴¹ Zum Darren benötigte man 20 bis 24 Stunden, dann kühlte der Ofen 48 Stunden ab und danach konnte man das Kupfer herausbrechen. Die ausgebrochenen gedarrten Kienstöcke wurden „abgebicket“, wobei man Bick-Schiefer erhielt.¹⁸⁴²

Alle Nebenprodukte aus den zuvor beschriebenen Prozessen schmolz man wiederum, damit man die darin befindlichen Metalle, Silber, Blei und Kupfer, gewinnen konnte. Man schlug beim Schmelzen dieser Saiger- und Rost-Dörner auch die Schlacken vom Arm- und Reich-Frischen, die Ofenbrüche und die gelbe Krätze vom Treiben mit vor. Kurz gesagt wurden hier alle metallischen Abgänge der vorher beschriebenen Arbeitsgänge zusammen geschmolzen.¹⁸⁴³ Man setzte dieses Material durch einen Krummofen. Um eine gleichmäßige Beschickung zu erhalten, wurde das Material vorher gut gemischt und dann zu Krätz-Frischstücken geschmolzen. Am Harz schmolz man 15 Stücke in einem Arbeitsgang. Material, das dann noch übrig war, ließ man bis zum nächsten Schmelzen liegen.¹⁸⁴⁴ Das Dörner-Schmelzen kannte Christoph Andreas Schlüter auch von den Saigerhütten in Mansfeld und Grüenthal, wo die Mischung der zu schmelzenden Materialien ähnlich wie am Harz war.¹⁸⁴⁵

4. Saiger- und Rostdörner-Schmelzen sowie Schlacken-Schmelzen

Nachdem man die Krätz-Frischstücke ähnlich wie die Saigerstücke aus dem Ofen abgestochen und in Saigerpfannen hatte laufen lassen, setzte man diese in den Saigerherd und saigerte sie ab. Das hieraus fallende Werk nannte man Krätzwerk, an anderen Orten Dörner-Bley oder Zuschlag-Bley. Die Kienstöcke hießen Krätz-Kienstöcke oder Dörner-Kienstöcke. Man nahm das Krätzwerk als Zuschlag zum Frischen. Die Krätz-Kienstöcke wurden gedarrt, dass daraus fallende Kupfer jedoch gesondert weiter verarbeitet, um das Kupfer, das man beim Saigern und Darren der Saigerstücke erhalten hatte, nicht zu verderben.¹⁸⁴⁶

Die Schlacken, die beim Darren der Kienstöcke und beim Garmachen des Schwarzkupfers anfielen, wurden ebenfalls weiterverarbeitet. Auch wenn diese Schlacken so rein wie möglich abgezogen wurden, so blieben doch immer Kupferkörner daran hängen. Um dieses Kupfer zu gewinnen, wurden die Schlacken mit verschiedenen Zuschlägen in einem Krummofen geschmolzen. Diesen Prozess beschreibt Christoph Andreas Schlüter für die Hüttenwerke des Harzes, in Hettstedt, Grüenthal und Oberungarn (Mosternitz und Teyoba).¹⁸⁴⁷

¹⁸⁴¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 502 f., die Schlacken wurden Rostdörner, am Harz jedoch Darr-Krätze genannt.

¹⁸⁴² Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 503.

¹⁸⁴³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 504.

¹⁸⁴⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 505.

¹⁸⁴⁵ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 506, in Mansfeld stellte man 15, in Grüenthal 20 Krätzfrischstücke auf einmal her.

¹⁸⁴⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 507.

¹⁸⁴⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 538 – 540.

Beim Schmelzen der Schlacken aus dem Dörner-Schmelzen handelt es sich um eine Verarbeitung von Nebenprodukten (Nachsuchung), damit auch die wenigen Metalle, die in die Schlacken gegangen waren, nicht verloren gingen. Ob diese Arbeit wirtschaftlich sinnvoll war, hing von den örtlichen Gegebenheiten ab. In dem kleinen Saigerwerk am Unterharz lohnte sich dies nicht, weil die Schlacken bereits sehr arm waren. Dies konnte an anderen Orten anders sein, weshalb Christoph Andreas Schlüter das Verfahren hier vorstellt. In den Saigerhütten in Mansfeld und Grünenthal wurden die Schlacken zweimal nachgeschmolzen, in Grünenthal bei einem dritten Schmelzen zusammen mit Kies zu Kupferstein verarbeitet.¹⁸⁴⁸

Kupfer-Garmachen war eine „feine Wissenschaft“, die man nicht allen Hüttenarbeitern vermittelte. Wichtigstes Ziel des Garmachens war es, dem Kupfer die Sprödigkeit und Unreinheiten zu nehmen, damit es fein und geschmeidig wurde. Die Unreinheiten bestanden aus Blei, Eisenschuss, Zink, Zinn und Kobalt.¹⁸⁴⁹ Der Eisenschuß schadete dem Kupfer überhaupt nicht. Er ließ sich beim Garmachen leicht „verblasen“. Problematische Verunreinigungen waren allerdings Zink, Zinn und Kobalt. Solche Unart stammte direkt aus den Erzen, wenn diese mit gutem Kupfererz meliert anstanden und nicht voneinander geschieden werden konnten. Auch wenn man beim Garmachen alle Sorgfalt aufwendete, so konnten diese Metalle nicht vollständig entfernt werden und das Kupfer blieb hart und gelb.¹⁸⁵⁰

5. Garmachen
des Kupfers

Christoph Andreas Schlüter hielt die Ansicht für falsch, dass das Kupfer durch das Saigern verdorben und auch zum Messingmachen unbrauchbar würde. Vielmehr waren die bleiischen Zuschläge, wenn sie verunreinigt waren, die Ursache dafür, dass das Kupfer verdarb. Aus solchen Zuschlägen gingen die Verunreinigungen sofort in das Kupfer über. Sie konnten auch beim Garmachen nicht vollständig beseitigt werden, so dass das Kupfer für die Messingherstellung oder die Drahtzieherei nicht mehr zu gebrauchen war. Hatte man jedoch gutes Kupfer und nahm dann Zuschläge nur aus der eigenen Saigerung sowie reines Frischblei, so wurde das Kupfer durch das Saigern eher besser als schlechter.¹⁸⁵¹

Unabhängig davon, ob das Kupfer zuvor gesaigert wurde oder nicht, so brachte man durch das Garkupfermachen die größten Unarten von den Kupfern. Im Königreich Serbien und im Temeswarer-Bannat hatte das Kupfererz eine so hohe Qualität, dass das erschmolzene Kupfer nicht mehr gar gemacht werden musste. Man konnte es gleich schmieden. „Hier im Lande“ war das Kupfergarmachen jedoch unbedingt erforderlich, wenn man Kupfer mit guter Qualität herstellen wollte, auch wenn dies Kosten verursachte. Die gewöhnlichen Garherde, durch die man 3 bis 6 Ztr. Kupfer schmelzen konnte, waren am Harz, in Mansfeld und auch an anderen Orten gebräuchlich. Große Gar- und Spleißöfen, in die man bis zu 40 Ztr. Darrkupfer einsetzen konnte, waren in Sachsen und Ungarn üblich.¹⁸⁵²

¹⁸⁴⁸ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 508.

¹⁸⁴⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 510.

¹⁸⁵⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 511.

¹⁸⁵¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 510 f.

¹⁸⁵² Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 512, die verschiedenen Garöfen sind auf den Kupferstichen N^o 51 und N^o 52 abgebildet.

Die kleinen Garherde wurden mit Gestübe ausgeschlagen und mit einer seitlich liegenden Schlackentrift versehen. Der Herd wurde mit angefeuchteter Treibasche ausgeschlemmt. Dann setzte man gedörrte Kienstöcke oder anderes Schwarzkupfer ein. Das Gebläse wurde angelassen und das Kupfer langsam geschmolzen. Wenn es richtig heiß geworden war, bildeten sich Schlacken, die kontinuierlich abflossen. Das im Kupfer enthaltene Blei verbrannte mit starkem Rauch. Ließ die Rauchentwicklung nach, so nahm man mit einem eisernen Werkzeug, einem Gareisen, eine Probe aus dem Herd. An ihr konnte man feststellen, ob das Kupfer schon gar war.¹⁸⁵³ Dann hängte man das Gebläse ab und zog die restlichen Schlacken vom Kupfer. Man sprengte vorsichtig Wasser darauf und riss es scheibenweise aus dem Herd.¹⁸⁵⁴

Im Jahr 1723 begann man am Unterharz damit, das Schwarzkupfer in einem Treibofen gar zu machen. Christoph Andreas Schlüter hatte eine Partie Schwarzkupfer, das noch verhältnismäßig viel Blei enthielt, zur Verfügung. Dies hätte in einem gewöhnlichen Garherd zu einem großen Kohlenverbrauch geführt. Deshalb ließ Christoph Andreas Schlüter auf der Frau Marien Saigerhütte einen Treibofen zum Garen dieses Kupfers einrichten. Man benötigte dazu 2 Maß Kohlen und bis zu 5 Schock Wasen. Dies war günstiger als der Kohlenverbrauch auf den gewöhnlichen Garherden, weshalb man diese Arbeit auch fortsetzte. Auch sehr schlechte Kupfer ließen sich hier viel besser verarbeiten, als auf den kleinen Garherden.¹⁸⁵⁵

Von anderen Methoden des Kupfergarmachens hatte Christoph Andreas Schlüter Berichte erhalten. Zu Brixlegen in Tyrol befand sich der Garherd direkt an dem Schmelzofen. Wenn man Schwarzkupfer erschmolz, so sammelte sich dieses im Herd. Der Abstich erfolgte dann direkt in den Garherd. Dort wurde dann sogleich das Kupfer gar gemacht. Inzwischen wurde das Schwarzkupferschmelzen fortgesetzt. Wenn das Garkupfer fertig und ausgehoben war, konnte man das zwischenzeitlich im Herd gesammelte Schwarzkupfer wieder abstechen.¹⁸⁵⁶ In Fahlum (Schweden) war die Anlage der Garherde ähnlich wie am Harz, allerdings waren sie wesentlich größer. Während auf den Unterharzer Garherden höchstens 6 Ztr. Kupfer gar gemacht werden konnten, verarbeitete man in Fahlum 14 Schiff-Pfund, entsprechend 35 Ztr. 70 Pfund Harzer Gewicht, auf einem Garherd. Man betrieb zwei dieser großen Garherde im Wechsel, so dass während auf dem einen Herd das Kupfer getrieben, der andere wieder zugemacht wurde.¹⁸⁵⁷

Die Arbeit mit einem Großen Spleiß- oder Garofen hatte Christoph Andreas Schlüter 1701 auf der Saigerhütte in Grünenthal kennengelernt. Diese Methode war besonders geeignet, wenn große Mengen Kupfer zu verarbeiten waren, weil man damit viel Kohlen und damit Kosten sparen konnte. Nach der Herstellung des Gestübeherdes im Ofen wurde dieser gründlich abgewärmt. Dann setzte man 36 bis 40 Ztr. Darrkupfer in den Herd und nahm auch noch Garkupfer-Schlacken dazu. Nach drei Stunden war das Kupfer komplett

¹⁸⁵³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 514 – 523, Die „Gahre“ zu erkennen, war nicht einfach und kaum zu beschreiben, wie Christoph Andreas Schlüter bemerkt. Farbe, Viskosität und Struktur spielten hier eine Rolle.

¹⁸⁵⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 518.

¹⁸⁵⁵ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 527 f.

¹⁸⁵⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 522 f.

¹⁸⁵⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 525 – 530.

geschmolzen, so dass man nun das Gebläse auf das Kupfer richtete und sich Schlacken bildeten. Man fuhr mit starker Feuerung, der Schlackenbildung und dem Abziehen der Schlacken fort, bis das Kupfer gar wurde. Auch hier nahm man eine Probe, um das Kupfer zu prüfen. Schließlich konnte man den Ofen öffnen und das flüssige Kupfer in die beiden Vorherde laufen lassen. Nach dem Abziehen der letzten Schlacken konnte es abkühlen und wurde dann in Scheiben ausgerissen. Aus 40 Ztr. Darrkupfer erhielt man so 30 bis 34 Ztr. Garkupfer.¹⁸⁵⁸ Zu Teyoba in Ungarn hatte man drei große Spleißöfen, in denen alle Kupfer der umliegenden Orte verarbeitet wurden. Diese Kupfer, die man aus den gelben Kupfererzen erschmolz, enthielten kein Silber. Ferner kamen hierher die Cementkupfer und die gedarrten Kienstöcke aus der kaiserlichen Saigerhütte zu Mosternitz, so dass hier jährlich an die 5.000 Ztr. Kupfer gar gemacht wurden. Die Arbeit war dem Garmachen in Grüenthal sehr ähnlich.¹⁸⁵⁹

Ein Prozess, bei dem die ganze Komplexität des Hüttenwesens deutlich wird, war das Kupferspleißen in Mosternitz. Das Spleißen war dort eine für die Saigerung notwendige Vorarbeit, weil die angelieferten Kupfer arm an Silber waren und darüber hinaus noch viel Unart wie Antimon, Wismut und dergleichen enthielten. Man nannte es „Spleißen in das Gelff“. Dadurch wurde zum einen die Unart aus dem Kupfer gebracht, zum anderen das Silber in einem Teil des Kupfers konzentriert. Dazu brachte man 40 Ztr. Kupfer in den Spleißofen ein und erhielt hieraus 30 Ztr. gereinigtes Kupfer, das einen um ein Viertel höheren Silbergehalt hatte. Dies sparte beim Frischen bleiische Zuschläge, was die Kupfersaigerung wiederum kostengünstiger machte.¹⁸⁶⁰

Im Folgenden gibt Christoph Andreas Schlüter dann Anleitungen zur Verhüttung einzelner Erzsorten, wobei er auf eigene hüttentechnische Erfahrungen auf den Ober- und Unterharzer Hütten zurückgreift. Auch die Vor- und Nachteile einzelner Ofentypen werden hier angeführt. „Ich überlasse aber dieses einem vernünftigen Hütten-Manne zu seiner selbst eigenen Untersuchung“, schließt er diese Überlegungen ab.¹⁸⁶¹

*Grundsätze zur
Verarbeitung
von Blei-,
Silber- und
Kupfererz*

Die letzten Verfahren, die Christoph Andreas Schlüter behandelt, sind die Vitriol-Siederei und das Pottasche-Sieden. Das Vitriolsieden stand in engem Zusammenhang mit der Hüttenarbeit, weil zum einen Erze direkt auf den Hütten ausgelaugt und so Vitriol als Nebenprodukt gewonnenen wurde, aber auch die Erze, die aus den Vitriolsiedereien kamen, verhüttet wurden. Christoph Andreas Schlüter kannte diese Arbeit vom Rammelsberg, wo man aus Blei- und Silbererzen weißen Vitriol und aus Kupferrauch grünen Vitriol gewann. Kupferrauch, Misy und Jöckel waren vitriolhaltige Mineralien, die im Rammelsberg abgebaut wurden, um den Vitriol zu gewinnen. Neben der Arbeit in Goslar¹⁸⁶² kannte Christoph Andreas Schlüter auch die Vitriolgewinnung in Schwarzenberg und Geyer in Obersachsen, Cremnitz in Ungarn und Fölgebangen in Oberungarn. Die Herstellung von Pottasche war für das

¹⁸⁵⁸ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 531 – 534.

¹⁸⁵⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 534 – 536.

¹⁸⁶⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 536 f.

¹⁸⁶¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 541 – 550.

¹⁸⁶² Diese Arbeit fand auf dem Communion-Vitriol-Hofe zu Goslar statt.

Hüttenwesen insofern von Bedeutung, weil man diese zur Herstellung des Treibherdes benötigte.¹⁸⁶³

Bereits am Anfang seines Buches hatte Christoph Andreas Schlüter den Bau einer Schmelzhütte grundsätzlich erläutert und dabei auch empfohlen, diese zunächst klein und nur mit einem Ofen anzulegen und dann bei Bedarf zu erweitern. In diesem Kapitel erläutert er nun die Arbeit in einer neu angelegten Schmelzhütte, auch wenn er persönlich nie mit der Einrichtung einer neuen Hütte befasst gewesen war. Nach Christoph Andreas Schlüters Meinung waren die Orte, die Gott mit dem Bergseggen versehen hatte, also dort den Bergbau ermöglichen hatte, deshalb auch mit allen für das Berg- und Hüttenwesen erforderlichen Dingen ausgestattet. Es kam nur darauf an, diese aufzufinden. So fand man häufig die für die Verhüttung notwendigen Zuschläge in der Nähe, z. B. in Form alter Eisenhüttenplätze oder Lagerstätten mit klarem weißen Spath und anderen Flussmittel. Hatte man keine Flussmittel zur Verfügung und konnten diese auch nicht beschafft werden, so blieb keine andere Möglichkeit, als die Erze zunächst möglichst rein zu scheiden. Die reinsten und besten Erze schmolz man zuerst, weil diese im Allgemeinen leichtflüssiger waren, als die, welche viel Gangart bei sich hatten. Durch das Schmelzen dieser reinen Erze erhielt man dann Schlacken, die den anderen Erzen zugeschlagen werden konnten. Nachdem man mehrere Schmelzprozesse durchgeführt hatte, hatte man bald eigene Zuschläge zur Verfügung. Auch die beim Erzrösten anfallenden Schlacken waren als Zuschläge geeignet. Am besten war es, wenn man eine Schmelzhütte für Erze einrichten musste, die gar keine Zuschläge benötigten. Dies war der Fall, wenn Gangart selbst als Flussmittel wirksam war. Hütten für das Treiben, Frischen, Garmachen und dergleichen konnten problemlos an jedem Ort eingerichtet werden. Wenn man nur zuvor die Schmelzhütte gut einrichtet hatte, so dass man gute Werke und Schwarzkupfer erhielt, war es nicht schwer, daraus Silber, Blei und Garkupfer zu machen.¹⁸⁶⁴

*Errichtung
eines neuen
Hüttenwerkes*

Am Ende seines hüttentechnischen Werkes behandelt Christoph Andreas Schlüter abschließend noch einige Themen, die eher zum administrativen als zum technischen Bereich eines Hüttenwerkes gehörten.

Bei seinen Ausführungen zur Untersuchung und Beurteilung eines Hüttenbetriebes war ein wichtiges Kriterium die Landesherrschaft und damit verbunden die verliehenen Freiheiten. Die wassertechnische Versorgung hinsichtlich Kapazität und Qualität, die Versorgung mit Holz und die technische Ausstattung sollten erfasst werden. Hierbei spielten auch kurze Transportwege eine Rolle. Man sollte die Arbeitsprozesse untersuchen und prüfen, ob die Metalle den Proben entsprechend ausgebracht wurden. Um die Wirtschaftlichkeit des Hüttenwerkes zu beurteilen, mussten die Kosten genau ermittelt werden. Die Arbeitszeiten und Löhne der Hüttenwerksarbeiter, auch die Anzahl der Arbeiter, sollten beobachtet werden. Am wichtigsten war es jedoch, tüchtige Leute beim Schmelzwerk zu haben und auch junge Leute dafür auszubilden.¹⁸⁶⁵

¹⁸⁶³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 574 – 612; Pottasche war, im Gegensatz zur Brennasche, ausgelaugt und deshalb als Herdasche verwendbar.

¹⁸⁶⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 550 – 554.

¹⁸⁶⁵ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 554 – 559.

Auf diesen letzten Punkt geht Christoph Andreas Schlüter in zwei weiteren Kapiteln ein, in denen er zum einen beschreibt, wie ein junger Mensch in einem Hüttenwerk ausgebildet werden sollte, zum anderen darstellt, wie man sich verhielt, wenn man zum Zwecke der Aus- und Weiterbildung ein fremdes Hüttenwerk besuchte.¹⁸⁶⁶

Ein Verfahren, das ebenfalls der Ökonomie eines Hüttenwerkes diene, war das Probeschmelzen. Dieses wurde unternommen, wenn man plante, den Hüttenprozess vorteilhaft zu verändern. Damit man prüfen konnte, ob die vorgesehenen Maßnahmen wirklich eine Verbesserung brachten, musste man zwei Schmelzgänge parallel fahren. Man nahm das gleiche Erz, zwei gleiche Öfen und auch gleich tüchtige Hüttenleute und schmolz das Erz einmal nach dem alt hergebrachten Verfahren und einmal nach dem neu geplanten Verfahren. Die Erze wurden vorab gewogen und von jedem Zentner eine Probe genommen. Aus jeder Probe wurden vier Büchsen gefüllt, nämlich eine für die Hütte, eine für den Berg-Probierer und zwei versiegelte Büchsen, die als Schiedsproben dienten, sollte es zu Unstimmigkeiten kommen. Der Schmelzprozess wurde genau dokumentiert. Es war auch anzuraten, alle am Probeschmelzen beteiligten Personen zu vereidigen, damit sie korrekt ihre Arbeit verrichteten. Es kam nämlich vor, dass altgediente Hüttenarbeiter neue Vorschläge nicht annehmen wollten und diese in Misskredit brachten. Ältere Hüttenmeister fühlten sich in ihrer Ehre gekränkt, wenn neue Vorschläge von anderen Leuten gemacht wurden. Eine solche Missgunst war aber dem Hüttenbetrieb sehr abträglich, schadete den Besitzern und verhinderte die Verbesserung des Betriebes. Christoph Andreas Schlüter plädiert dafür, neuen Vorschlägen gegenüber offen zu sein und Verbesserungen anzunehmen. Allerdings sollte man nur Vorschläge von Leuten, die ihr Handwerk verstanden, durch ein Probeschmelzen überprüfen, denn es gab auch „hergelaufene Leute“, die große Versprechungen machten und Betrügereien betrieben.¹⁸⁶⁷

Aus eigener Anschauung kannte Christoph Andreas Schlüter die Hüttenwerke am Unterharz (Rammelsberger Hütten, u. a. die Frau Marien Saigerhütte), im Oberharz (Clausthal, Altenau, Schulenberg, Wildemann, St. Andreasberg), in Obersachsen (Freiberg, Schneeberg, Schwarzenberg, Geyer, Johann-Georgenstadt, Grünenthal) und Böhmen (St. Joachimsthal, Kuttenberg).¹⁸⁶⁸ Auch im Mansfelder Land war er selbst gewesen. Er beschreibt das Hüttenwesen in Thüringen (Ilmenau, Rothenburg a.d. Saale), in Stolberg (Straßberg), in Hessel-Kassel (Riegelsdorff) und in Hessen-Darmstadt (Breitenbach, Ittertäl). Über den Betrieb der Hütten in Ungarn (Schemnitz, Cremnitz, Teyoba, Mosternitz, Neusohl und Schmelnitz in Oberungarn)¹⁸⁶⁹ sowie in Fölgebängen¹⁸⁷⁰ an der Grenze zu Siebenbürgen und in Siebenbürgen

Geographische
Reichweite

¹⁸⁶⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 566 – 573.

¹⁸⁶⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 559 – 566.

¹⁸⁶⁸ Heute Jáchymov und Kutná Hora in Tschechien.

¹⁸⁶⁹ Heute Banská Štiavnica, Kremnica, Teyoba, Moštenica, Banská Bystrica und Smolník in der Slowakei. Teyoba lag eine halbe Meile entfernt vom kaiserlichen Kupferhammer und ganz nahe an Neusohl (vgl. Francisco Ernesto Bruckmann, *Magnalia Dei in locis subterraneis*, Braunschweig 1727, 991), der heutige Name konnte nicht ermittelt werden.

¹⁸⁷⁰ Mit diesem Ort ist das Silberbergbauggebiet im heutigen Felsöbánya (ung.) oder Baia Sprie (rum.) gemeint. Dieser lag zurzeit Christoph Andreas Schlüters auf ungarischem Territorium, gehört heute jedoch zu Rumänien. (Anm. nach freundlicher Auskunft von Wilfried Ließmann.)

(Orawitza, Schicklowa)¹⁸⁷¹ sowie im Königreich Serbien (Meydambeck)¹⁸⁷² hatte ihm sein weitgereister Neffe Nachrichten gebracht. Außerdem waren ihm Berichte und Nachrichten über die Hüttenarbeiten in Olpe im Sauerland, Tirol (Brixlegg), Kärnten (Bleiberg bei Villach), Schweden (Falun und Sahlberge),¹⁸⁷³ Norwegen (Königsberg, Ordahlen),¹⁸⁷⁴ Schottland und England (Bristol und Flintshire/Wales) zugegangen, die er in seinem Buch bestmöglich beschreibt. Darüber hinaus hatte er Kenntnisse über das Amalgamieren der Edelmetallerze in West- und Ostindien. In dieser umfangreichen Monographie wird also nicht nur die Verhüttungstechnologie Mitteleuropas beschrieben, sondern sie geht weit darüber hinaus.

Christoph Andreas Schlüter schrieb das erste Lehrbuch, in dem ausschließlich die Hüttentechnologie behandelt wird und dies in umfassender Weise. Mit einer Konsequenz, die in den bereits behandelten Werken so nicht gegeben ist, nimmt Christoph Andreas Schlüter eine Systematisierung des Stoffes vor, bei der zunächst alle technischen Einrichtungen beschrieben und danach die dort ausgeführten Verfahren zur Verhüttung dargestellt werden. Dabei werden allgemeine Aspekte jeweils am Anfang der Kapitel erläutert. Es wird zunächst erklärt, welchen Nutzen ein bestimmter Hüttenprozess hatte und weshalb er durchgeführt wurde. Danach wird dieses Verfahren standardmäßig dargestellt, bevor Besonderheiten und spezielle Modifikationen erläutert werden. Ausgehend von den Verfahren, die Christoph Andreas Schlüter aus der eigenen Berufspraxis im Harz kannte, wird die Anwendung in anderen Bergrevieren und Hüttenstandorten vorgestellt.

Technische
Entwicklungen
und Fortschritte

Bei den technischen Anlagen wird zuerst der Gegenstand selbst geschildert und dann fast immer durch eine technische Zeichnung mit Legende ergänzt. Ein solches Niveau der Darstellung hatten seine Vorgänger bei weitem nicht erreicht. Da die Zeichnungen jeweils nicht nur mehrere Schnitte sowie zwei- und dreidimensionale Ansichten umfassten, sondern auch mit einem Maßstab versehen waren, konnte man diese direkt als Anleitung zum Bau neuer Öfen und Herde benutzen.

Auch bei der Beschreibung der hüttentechnischen Prozesse geht Christoph Andreas Schlüter deutlich über die Darstellungen seiner Vorgänger hinaus. Er beschreibt die Hüttenprozesse so detailliert wie kein anderer Autor. Er hatte genaue Kenntnisse der Beschickungen, was z. B. Georgius Agricola oder Lazarus Ercker nur für das Kupferfrischen beschreiben. Ähnliche Rezepturen findet man nur im Speculum Metallorum bezüglich des Tiroler Abdarrprozesses. Verfahren wie das Abtreiben des Silbers oder das Garmachen des Kupfers werden hinsichtlich der Veränderungen des Schmelzguts während des Prozesses so präzise geschildert, dass andere Fachleute daraus lernen konnten.

¹⁸⁷¹ Heute Oravița und Ciclova Montană in Rumänien.

¹⁸⁷² Heute Majdanpek (Kreis Bor) in Serbien.

¹⁸⁷³ In Falun befindet sich der berühmte Stora Kopparberget, Sahlberge ist das heutige Sala, die bedeutendste Silberlagerstätte Schwedens. Beide Orte liegen nordöstlich von Stockholm.

¹⁸⁷⁴ Königsberg, das heutige Kongsberg liegt in Südnorwegen südwestlich von Oslo, während mit Ordahlen Orkla gemeint ist, in dessen Nähe sich Løkken Verk, eine Kupferlagerstätte südwestlich von Trondheim befindet. (Anm. nach freundlicher Auskunft von Wilfried Ließmann.)

Die technischen Fortschritte im Verhüttungswesen werden zum einen durch historische Rückblicke deutlich, in denen der Autor darstellt, wann bestimmte Verfahren erfunden wurden und zur Anwendung kamen, zum anderen durch die Darstellung von Methoden und Ideen, die er selbst während seiner langen Berufstätigkeit erprobt und bei Erfolg auch am und auf dem Harz eingeführt hatte. In diesem Zusammenhang berichtet er auch über fehlgeschlagene Versuche zur Einführung neuer Technologien, um andere Hüttenfachleute davor zu bewahren.

Aus den historischen Rückblicken erfährt man z. B., dass die Herstellung des Messings bereits um 1550 durch Erasmus Ebener am Harz eingeführt wurde. Dieser hatte hierfür den Galmei aus den Ofenbrüchen verwendet. Zurzeit Christoph Andreas Schlüters ging man hierbei differenzierter vor. Den Galmei aus den Öfen schickte man zur Produktion von Stück-Messing auf die Messinghütte. Für das Tafelmessing sammelte man den Galmei aus den alten Schlackenhalde.¹⁸⁷⁵ Die Gewinnung des Schwefels von den Röststadeln erfolgte in Goslar seit 1570.¹⁸⁷⁶ Das Niederschlagsverfahren von Kupfer aus Vitriol mit Hilfe von Eisen war am Rammelsberg bereits seit 1577 in Gebrauch.¹⁸⁷⁷ Ebenfalls zu dieser Zeit hatte Georg Neßler aus St. Joachimsthal die Kupfergewinnung aus den Rammelsberger Erzen eingeführt.¹⁸⁷⁸ Die hölzernen Blasebälge, welche auf den Harzer Hütten seit 1620 genutzt wurden, hatte angeblich ein Bamberger Bischof erfunden. Davor setzte man lederne Blasebälge ein, wie sie zu Christoph Andreas Schlüters Zeit noch in Sachsen, Böhmen, Ungarn und Tirol gebräuchlich waren.¹⁸⁷⁹ Im Mansfeldischen wurde 1698 durch den Hüttenmeister Laminiec, der aus Ungarn gebürtig war, ein Brilllofen eingeführt, der dort als Ungarischer Ofen bezeichnet wurde.¹⁸⁸⁰ Zu den zwischenzeitlich überholten Verhüttungsprozessen, die Christoph Andreas Schlüter beschreibt, gehört u. a. das Erzbrennen in Johann-Georgenstadt, das Kupfererzschmelzen am Rammelsberg zur Zeit Georg Neßlers und das alte Kuttenberger Saigerverfahren.¹⁸⁸¹

Zu den von Christoph Andreas Schlüter selbst beobachteten Fortschritten gehört u. a. die Umgestaltung des Röstverfahrens am Rammelsberg, indem man zum einen die Röststadel für das erste Feuer wesentlich vergrößerte, zum anderen für das zweite und dritte Feuer Röstschuppen nutzte. Der Autor selbst trug zur Verbesserung dieser Technologie bei, denn bis 1702 wurde nur für das dritte Feuer ein Röstschuppen genutzt, was dann auf seine Initiative auch für das zweite Feuer eingeführt wurde. Er unternahm auch eigene Versuche und legte auf Vorschlag eines Mathematikers hin 1714 eine Röststätte für das erste Feuer an, bei der das schwefelhaltige Erz durch unterirdische Gewölbe direkt entzündet werden sollte. Ziel war es, Rösth Holz zu sparen. Leider schlug dieser Versuch fehl.¹⁸⁸² Weitere Entwicklungen, die Christoph Andreas Schlüter selbst einleitete, waren das Abstrich-Frischen, mit dem man am Unterharz 1690

¹⁸⁷⁵ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 235 f.

¹⁸⁷⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 160.

¹⁸⁷⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 461 f.

¹⁸⁷⁸ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 394 f.

¹⁸⁷⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 51.

¹⁸⁸⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 62.

¹⁸⁸¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 187, 397, 472 f.

¹⁸⁸² Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 20 – 22.

begonnen hatte¹⁸⁸³ und die Neukonzeption der Abzuchten unter den Treibherden, die er 1720 vornahm.¹⁸⁸⁴ Er versuchte auch, in einem ihm aus dem Mansfelder Land bekannten Schmelzofen die Rammelsberger Erze zu schmelzen. Da dies jedoch nicht erfolgreich war, kehrte er zu der bewährten Methode zurück.¹⁸⁸⁵ Viel Mühe und Versuche verwandte Christoph Andreas Schlüter darauf, Brennmaterial, also Holzkohlen und Holz, zu sparen. Eine Möglichkeit war der Ersatz durch Wasen, die er 1712 für das Treibverfahren einführte, zum Brennen der Schliche auf dem Oberharz und der gerösteten Erze am Rammelsberg im Brennofen nutzte und die schließlich auch seit 1735 im Saigerverfahren zum Einsatz kamen.¹⁸⁸⁶ Der Holzersparnis diente aber auch die bevorzugte Nutzung von geschlossenen Öfen, wie dem großen mit einer eisernen Tür geschlossenen Saigerherd, den er 1735 erbauen ließ, und dem Treibofen, der auch zum Kupfergarmachen genutzt wurde und den er 1724 einrichten ließ.¹⁸⁸⁷ Windöfen, also Öfen mit separatem Feuerraum, dienten ebenfalls der Brennstoffersparnis und wurden zum Abtreiben und Saigern genutzt.¹⁸⁸⁸ Christoph Andreas Schlüter ließ eine Neuerung zunächst in einer Hütte im Probetrieb einführen und führte sie dann bei Erfolg sukzessiv auf weiteren Hütten ein.¹⁸⁸⁹

Bezüglich der Verhüttungstechnik hatte es eine Weiterentwicklung der Schmelzöfen aber auch der Treiböfen, Saigerherde, Darröfen und Garherde gegeben. Dies wird zum einen an der Vielzahl von verschiedenen Ofentypen deutlich, von denen Christoph Andreas Schlüter Kenntnisse hatte und die er detailliert beschreibt. Zum anderen hatte man für das Erzschnmelzen die Hohen Öfen entwickelt, durch die erheblich größere Mengen Erz gesetzt werden konnten. Ihr Vorteil lag darin, dass sie mehrere Wochen ohne Betriebsunterbrechung genutzt wurden. In beiden Aspekten zeigt sich die Innovationsfähigkeit der Hüttenleute, die die Schmelz- und sonstigen Öfen für ihre jeweiligen Anwendungen optimierten.

Die Ökonomie hatte zu allen Zeiten eine wichtige Rolle in den Hüttenwerken gespielt. So fordert auch Christoph Andreas Schlüter eine fortlaufende Beprobung der einzelnen Prozessstufen ein. Dadurch wurde nicht nur der jeweils ablaufende Hüttenprozess überwacht und gegebenenfalls korrigiert, sondern auch alle eingehenden Rohstoffe und ausgehenden Zwischen- und Fertigprodukte wurden hinsichtlich ihrer Metallgehalte kontrolliert. In Verbindung mit einer exakten Buchhaltung konnten so die Verfahren optimiert werden. Hinzu kam die Berücksichtigung der Kosten für die notwendigerweise angekauften Zuschlagsstoffe, Energiekosten und Arbeitslöhne. Jeder Leser konnte sich, wenn ihm die Lohn- und Energiekosten bekannt waren, leicht ausrechnen, ob der Einsatz eines bestimmten Verfahrens für ihn lohnenswert war.

¹⁸⁸³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 375.

¹⁸⁸⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 118 f.

¹⁸⁸⁵ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 404.

¹⁸⁸⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 13, 30, 32, 138.

¹⁸⁸⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 138, 147 f.

¹⁸⁸⁸ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 117 f., 138.

¹⁸⁸⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 117 f., so z. B. den mit Wasen befeuerten Windöfen für das Abtreiben des Silbers.

Christoph Andreas Schlüter setzte sich auch häufig mit Fragestellungen auseinander, die die chemischen Prozesse während der Verhüttung betrafen. So versucht er, zu erklären, warum trotz gleichbleibenden Eisengehalts der Rammelsberger Erze weniger Eisensauen beim Schmelzen gebildet wurden als vormals. Er führt dies auf die Reaktion des Eisens mit dem Schwefel während des vorausgehenden Röstprozesses zurück.¹⁸⁹⁰ Die schlechte Eignung des Galmeis aus den Ofenbrüchen zur Messingherstellung führt er darauf zurück, dass zu seiner Zeit das Erzschnelzen mit mehr bleiischen Zuschlägen erfolgte, weshalb der Rauch mehr Blei enthielt, das sich mit dem Zink in den Ofenbrüchen absetzte. Das Blei aber war für die Messingproduktion nachteilig.¹⁸⁹¹ Im Kapitel „Aus Eisen Kupfer zu machen“ erklärt er das Niederschlagen des im Vitriol befindlichen Kupfers mit Hilfe von Eisen.¹⁸⁹² Auch bei der Darstellung der verschiedenen Verfahren zur Gold-Silber-Scheidung beobachtete Christoph Andreas Schlüter die Prozesse genau. Die chemischen Reaktionen bestimmter Stoffe beschreibt er sehr exakt. Der Vorgang der Absorption durch die Affinität des einen Stoffes für einen anderen ist ihm ebenfalls bekannt.¹⁸⁹³ Der Unterschied zwischen oxidierendem und reduzierendem Schmelzen war ihm durchaus geläufig, denn er beschreibt ihn im Zusammenhang mit dem Glättefrischen. Demnach spielten die Brennstoffe die entscheidende Rolle. Beim Frischen der Glätte war diese mit den Holzkohlen gemischt, so dass die Glätte zu Blei reduziert wurde. Beim Abtreiben waren die Holzkohlen vom Schmelzgut separiert und dieses wurde nur von den Flammen erhitzt, wodurch das Blei zu Glätte oxidierte.¹⁸⁹⁴ Allerdings war der Sauerstoff zu seiner Zeit noch nicht bekannt, so dass ihm ein wesentlicher Faktor zur Erklärung dieser Reaktionen fehlte. Auch wenn ihm die heutige Terminologie zum Beschreiben chemischer Prozesse fehlte, treffen die von ihm verwendeten Begriffe durchaus den Sachverhalt und reichten in jedem Fall aus, die gewünschten Reaktionen zu erzielen und die Arbeiten erfolgreich durchzuführen.

Darüberhinaus stellt das Werk Christoph Andreas Schlüters auch hinsichtlich der Vermittlung technischen Wissens einen bedeutenden Fortschritt dar. Zum ersten nimmt Christoph Andreas Schlüter die Aus- und Weiterbildung hüttentechnischer Fachleute in den Blick, wenn er die Art der Ausbildung junger Menschen durch erfahrene Hüttenmeister beschreibt und detaillierte Hinweise zum Verhalten beim Besuch ausländischer Hüttenwerke gibt. Zum zweiten wird nicht nur die technische Ausstattung der Hütten beschrieben, sondern Beschickung und Prozessführung genau erläutert. Hierbei wird auch auf möglicherweise auftretende Probleme und deren Lösung hingewiesen. Schließlich ist das Werk Christoph Andreas Schlüters mit hervorragenden technischen Zeichnungen ausgestattet, die Dank einer maßstabsgerechten Ausführung den direkten Nachbau der dargestellten Hütten und ihrer Einrichtungen erlaubten.

¹⁸⁹⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 231 f.

¹⁸⁹¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 235 f.

¹⁸⁹² Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 461.

¹⁸⁹³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, PB 154, 163.

¹⁸⁹⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, PB 154, 363.

5.3 Fazit und Vergleich

5.3.1 Metallogenese – Verhältnis zur Alchemie

Die Autoren der verschiedenen Schriften hatten es sich nicht nur zur Aufgabe gemacht, ihre praktischen Erfahrungen oder ihre Beobachtungen zusammenzufassen und an nachfolgende Generationen weiterzugeben, sie waren auch diejenigen, die erstmals zur Theoriebildung einen Beitrag leisteten. Für die meisten Autoren war es wesentlich, die Entstehung der Metalle und Mineralien in den Lagerstätten zu verstehen, um diese gezielt aufsuchen und nutzbringend abbauen zu können. Auch für die Verhüttung der Erze konnte es von Bedeutung sein, ob eine Transmutation der Metalle möglich war oder nicht.

In diesem Zusammenhang wurde das philosophisch-alchemistische und astrologische Gedankengut, das aus der Antike überliefert und vor allem von den Alchemisten genutzt und weiter entwickelt worden war, in die eigenen Überlegungen integriert.¹⁸⁹⁵ „Es unterliegt“, betont Helmut Wilsdorf, „keinem Zweifel, daß die Auseinandersetzung mit der Alchemie die schwierigste Aufgabe bei der Begründung der neuen Bergbauwissenschaft war.“¹⁸⁹⁶

Dieses Ringen um Erkenntnis spiegelt sich auch im zeitgenössischen metallurgischen Schrifttum wider. Ulrich Rülein von Calw übernahm die Theorien der Alchemisten zur Entstehung der Erze in den Lagerstätten in seinem Werk, wobei er verschiedene Ansätze zur Entstehung der Metalle darstellte,¹⁸⁹⁷ ohne selbst dazu Stellung zu nehmen. Der Verfasser des Probierrbüchleins traf auf ein Problem, das er wenig überzeugend löste. Da er das Wismuterz als achties bekanntes Metall keinem Planeten zuordnen konnte, wies er dieses Metall zusammen mit dem Zinn dem Jupiter zu. Ulrich Rülein von Calw erwähnte das Wismut zwar auch schon, er erkannte hier aber keinen Widerspruch zu der tradierten Theorie von den Planeten als „Wirkkraft“ für die Metallogenese.

Dass alle Erze durch ihren gemeinsamen Ursprung sich so ähnlich seien, dass man ein Metall in ein anderes umwandeln könne, wurde von Peder Månsson unterschiedlich bewertet. An einer Stelle hielt er diese Theorie für nicht diskussionswürdig, an einer anderen Stelle beschrieb er genau diesen Sachverhalt und hielt insbesondere die Verwandlung „unedler“ Metalle in Gold für möglich. Für die Entstehung der Metalle war neben der Kraft der Planeten seiner Ansicht nach die Hitze der Erde wichtig. Dass er die Lehren der Alchemisten ernst nahm, geht auch daraus hervor, dass Peder Månsson ein eifriger Sammler alchemistischer Schriften war.

Sehr deutlich war der Widerspruch zwischen Theorie und Praxis Vannoccio Biringuccio aufgefallen. Als praktisch arbeitender Hüttenmann verwarf er für seinen eigenen Fachbereich diese Theorien. Er hatte sich mit den Alchemisten gründlich auseinander gesetzt und musste feststellen, dass ihre Ansichten aus den philosophischen Schriften des Altertums nicht herzuleiten waren.¹⁸⁹⁸ Obwohl Vannoccio Biringuccio einräumte, dass die Alchemisten auf anderen

¹⁸⁹⁵ Lothar Suhling, 1986, 296.

¹⁸⁹⁶ Lothar Suhling, 1986, 299, Helmut Wilsdorf, 1956 (AGA I), 174.

¹⁸⁹⁷ Wilhelm Pieper, 1955, 72 f. (Faks. 8 f.), 117 f.

¹⁸⁹⁸ Otto Johannsen, 1925, 36 f.

Gebieten durchaus nützliche Erfindungen gemacht hätten, verabscheute er sie, weil ihre Motive in Geltungssucht und Habgier lagen, wenn sie nicht sogar in betrügerischer Absicht ihrer Wissenschaft nachgingen. Wohl auch deshalb übernahm Vannoccio Biringuccio nicht die alchemistischen Theorien zur Entstehung der Metalle, sondern beschrieb stattdessen die Lagerstätten der unterschiedlichen Erze, ohne diese zu berücksichtigen.

Zu einer ähnlich negativen Bewertung alchemistischer Theorien kam auch Georgius Agricola. Im Widmungsbrief zu „De re metallica“ zeigt sich, dass er sich mit den Schriften der Alchemisten gründlich auskannte, darin aber keinen Nutzen für Bergbau- und Hüttenwesen sah. In seinem „Bermannus“ erörterte er die Entstehung der Metalle nicht, wies aber bereits auf die Komplexität des Themas und die stark unterschiedlichen Meinungen in der gelehrten Welt dazu hin.¹⁸⁹⁹ Seine eigene Theorie veröffentlichte er dann 1544 in seinem Werk „De ortu et causis subterraneorum“,¹⁹⁰⁰ auf das er dann auch in „De re metallica“ Bezug nimmt. Demnach sind weder Schwefel und Quecksilber die Grundstoffe der Metalle, noch wirken dabei die kosmischen Kräfte der Planeten mit. Auch für die Verhüttung der Erze war die Kunst der Alchemisten nicht nützlich, weshalb diese bereits im „Bermannus“ nicht weiter berücksichtigt wurde und auch in „De re metallica“ keinen Niederschlag fand.

In der Schriftensammlung des „Speculum Metallorum“ wurden in dem auf dem Bergbüchlein beruhenden Teil auch die von Ulrich Rülein von Calw dargelegten Vorstellungen zur Entstehung der Metalle unkritisch übernommen. Obwohl zwischenzeitlich vor allem Georgius Agricola in seinem erdwissenschaftlichen Werk einen ganz anderen theoretischen Ansatz vorgelegt hatte, fand dieser überhaupt keine Berücksichtigung.

Eine Kombination der älteren alchemistischen Theorien, nach denen Schwefel und Quecksilber die Metalle bildeten, und des neuen Ansatzes von Georgius Agricola, nach der ein Gemenge aus Erde und Wasser die Basis für die Metallogenese waren, gab dann Johann Mathesius wieder. Letztlich sah er hier keinen Widerspruch zu den alchemistischen Theorien und er vertiefte diese Fragestellung auch nicht, da der entscheidende Faktor Gott selbst war. Konkret beschrieb Johann Mathesius das Wachstum der Metalle, das sich nicht in erdgeschichtlichen Zeiträumen vollzog, sondern „von Tag zu Tag“, wobei das Erz wuchs und dabei immer reiner wurde, bis das Metall in gediegener Form vorlag.

Ein praktisch arbeitender Hüttenmann wie Lazarus Ercker kannte ebenfalls die Schriften der Alchemisten. Ausdrücklich lobend erwähnte er die Erfindung der Probierkunst, von der auch sein Werk handelt, durch die Alchemisten. Das heißt aber nicht, dass er sich auch ihre Theorien zu Eigen machte. Ähnlich wie bereits Georgius Agricola forderte er, dass diese auch in der Praxis bewiesen werden mussten. Insbesondere die verschiedenen Verfahren bei denen ein Metall mit Hilfe eines anderen niedergeschlagen wurde, hatte er selbst erprobt und deshalb auch in seinem Werk aufgeführt. Verfahren, die sich in der Praxis nicht bewährt hatten, nahm er dagegen nicht auf. In seiner hüttenmännischen Praxis beobachtete er manche Vorgänge, die er sich nur unzureichend erklären

¹⁸⁹⁹ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II), 133.

¹⁹⁰⁰ Georg Fraustadt, Hans Prescher, 1956 (AGA III).

konnte, z. B. den Einfluß von Vitriolklein auf den Ertrag an Schwefel beim Erzrösten oder die Kupfergewinnung aus vitriolhaltigem Wasser mit Hilfe von Eisen. In diesem Zusammenhang entwickelte er selbst theoretische Ansätze, mit denen er diese Beobachtungen zu erklären versuchte, auch wenn er manche Frage offen lassen musste. Die Theorien der Alchemisten waren für ihn zur Lösung dieser Fragen jedoch nutzlos.

Georg Engelhardt Löhneyß beschrieb das Wachstum der Metalle in gleicher Weise, wie es schon bei Johann Mathesius dargestellt wurde. Daraus ergab sich für ihn, dass der Bergmann die Erzgänge zur rechten Zeit aufschließen musste, nämlich dann, wenn die darin wachsenden Erze zu gediegenem Metall geworden waren. Den Alchemisten gelang die Verwandlung der Metalle auf künstlichem Wege vor allem deshalb nicht, weil dies der natürlichen, von Gott geschaffenen Ordnung widersprach. Bei Balthasar Rösler galten Schwefel, Quecksilber und Salz als die Urstoffe, aus denen dann durch Wirkung der Planeten die Erze in den Gängen gebildet wurden. Dennoch kannte er auch die Feuchtigkeit der Erde einerseits und Dünste und Brodem andererseits als wesentlich wirkende Kräfte bei der Bildung der Metalle aus Schwefel und Quecksilber. Die sich daraus ergebenden Widersprüche löste er nicht auf. Christoph Andreas Schlüter geht auf die alchemistischen Theorien überhaupt nicht mehr ein und tritt auch entschieden der Idee entgegen, dass ein Metall in ein anderes verwandelt werden könne.

Wie bei den Autoren, die sich dazu äußerten, deutlich wird, war die Entstehung der Metalle immer noch ein ungelöstes Rätsel. „Es würcket aber die Natur in Gängen uff eine sonderliche und unerforschliche Art,“¹⁹⁰¹ schrieb Balthasar Rösler im 17. Jahrhundert. Insgesamt sind für die Frühe Neuzeit eher indifferente Äußerungen typisch. „Wie dem auch sei, nach gutem Verständnis und rechter Auslegung ist eines jeden Meinung recht“, schrieb Ulrich Rülein von Calw.¹⁹⁰² Dass die Alchemisten daran scheiterten, edle Metalle auf künstliche Weise herzustellen, wurde unterschiedlich gedeutet. Nach Georgius Agricola hatten diese entweder die Schriften ihrer Lehrer und Vorgänger nicht verstanden oder ein solches Unterfangen war sowieso unmöglich. Aber er räumte ein: „Ob sie das wirklich machen können oder nicht, entscheide ich nicht.“¹⁹⁰³ Auch bei Johann Mathesius findet man eine ambivalente Haltung zu der Frage, ob ein Metall in ein anderes verwandelt werden könne.¹⁹⁰⁴ Dennoch war mit Georgius Agricolas Erklärungsansatz eine neue Theorie entstanden, die in einigen der späteren Schriften ihren Niederschlag fand.

Man könnte diese unentschiedene, zweifelnde Haltung der Tatsache zuschreiben, dass es den frühneuzeitlichen Autoren noch an eigenen Theorien fehlte, mit denen sie die beobachteten Vorgänge zweifelsfrei erklären konnten. Man kann in dieser Haltung aber auch die Fortsetzung einer Entwicklung sehen, die Claus Priesner in Bezug auf die Alchemie beschreibt. Demnach könne man den Gelehrten der Renaissance nur gerecht werden, „wenn wir erkennen, dass das moderne ‚Entweder-oder‘-Denken hier fehl am Platz ist und durch ein ‚Sowohl-als-auch‘-Denken ersetzt werden muss.“ Er sieht die

¹⁹⁰¹ Balthasar Rösler, 1700, 9 (im ersten Buch).

¹⁹⁰² Wilhelm Pieper, 1955, 72 f. (Faks. 8 f.), 118.

¹⁹⁰³ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 31 f.

¹⁹⁰⁴ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 42^v – 43^v.

Renaissance als Epoche, „die die heutige insofern überragt, als ihr unsere intellektuelle Eingeleisigkeit fremd war.“¹⁹⁰⁵ Diese Einstellung passt auch gut zu den Äußerungen der frühneuzeitlichen Autoren.

In der Frühen Neuzeit wurden die aus dem Mittelalter stammenden alchemistischen Theorien lange Zeit weiter tradiert. Daneben wurden aber neue Ansätze, vor allem durch Georgius Agricola, entwickelt. Häufig wurden in der Literatur mehrere Ideen gleichwertig nebeneinander aufgeführt. Eine wesentliche Neuerung bestand vor allem in der Forderung, dass die Theorien mit den in der Praxis beobachteten Vorgängen übereinstimmen müssten. Nicht nur im Berg- und Hüttenwesen auch in anderen Naturwissenschaften, wie der Astronomie, wurden dabei Widersprüche zwischen der Theorie und den beobachteten Phänomenen zunehmend deutlich. In der Frühen Neuzeit begann man nun, wie z. B. Georgius Agricola neue Ansätze aus der Naturbeobachtung herzuleiten und es wurde nicht wiederum ein Gedankengebäude errichtet, das der praktischen Überprüfung nicht stand hielt. Dass es nach wie vor Phänomene gab, die vor allem Praktiker wie Lazarus Ercker oder Christoph Andreas Schlüter auf Grund der unzureichenden chemischen Analysemethoden nicht erklären konnten, widerspricht nicht der Richtigkeit des eingeschlagenen Weges, die in den Montanwissenschaften, aber auch in den Naturwissenschaften allgemein, nach und nach zu immer genaueren Erkenntnissen führte.

5.3.2 Dokimasie oder Probierkunst

Das Probieren der Erze und Hüttenprodukte gehörte zu den wichtigsten Aufgaben der Hüttenmeister, da nur so die richtige Methode zum Schmelzen der Erze gewählt und der gesamte Prozess überwacht werden konnte. Daneben diente das Probieren aber auch anderen Zwecken. Vannoccio Biringuccio wies darauf hin, dass das Probieren der Erze und Hüttenprodukte Unterschlagungen durch die Hüttenarbeiter verhinderte, was insbesondere für die außergewöhnlich wertvollen Edelmetalle galt.¹⁹⁰⁶ Bei ihm, sowie im Schwazer Bergbuch, wurde aber auch die Bedeutung des Probierwesens für die „Bewertung der Bergwerke“ betont, d. h. dass schon vor der Aufnahme eines Bergwerks der Probierer hinzugezogen wurde, um die Qualität des anstehenden Erzes zu überprüfen.¹⁹⁰⁷ Dieser Funktion dienten sicher auch ein Probierofen bei Lazarus Ercker, der provisorisch an jedem Ort errichtet werden konnte, oder die transportablen Probieröfen, die Georgius Agricola beschrieb.¹⁹⁰⁸ Balthasar Rösler dagegen empfahl die Erze eines neuen Bergwerks auf eine bestehende Hütte zu bringen und dort die Qualität der Erze zu überprüfen.¹⁹⁰⁹

Zunächst ist festzuhalten, dass in allen Schriften gründliche mineralogische Kenntnisse des Probierers vorausgesetzt wurden. Die Erzproben wurden von ihnen nach den wichtigsten Metallen eingeteilt und im Hinblick auf diese Metalle analysiert. In dieser Hinsicht ist die Bedeutung des „Bermannus“ Georgius Agricolas hervorzuheben. Mit diesem Werk wurden die Mineralogie und

¹⁹⁰⁵ Claus Priesner, 2011, 62.

¹⁹⁰⁶ Otto Johannsen, 1925, 189.

¹⁹⁰⁷ Otto Johannsen, 1925, 13; Erich Egg, 1988, Fol. 78^v, Übertragung 77.

¹⁹⁰⁸ Otto Johannsen, 1941, 51; Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 304.

¹⁹⁰⁹ Balthasar Rösler, 1700, 68 (im dritten Buch).

Lagerstättenkunde begründet. Auch wenn hier die St. Joachimsthaler Erzlager im Mittelpunkt stehen, war die Systematisierung der Mineralien nach bestimmten Eigenschaften ein grundlegender Ansatz, der auch für das Probierwesen wichtig war.¹⁹¹⁰ Dies zeigt sich z. B. bei Lazarus Ercker, der auf Grund seiner mineralogischen Kenntnisse, die Erze nicht nur nach den Metallen einteilte, sondern sie schon vorab in leicht- und strengflüssig unterschied.¹⁹¹¹ Daneben gab es aber auch noch andere altbewährte Mittel, Erze zu erkennen, indem man sich an der Farbe orientierte, wie im Probierbüchlein dargestellt,¹⁹¹² oder indem man die Erze auf einer Schaufel verbrannte und dabei die Färbung der Flamme beobachtete, was Peder Månsson¹⁹¹³ und Georgius Agricola¹⁹¹⁴ beschreiben. Letzterer empfahl diese Methode vor allem für die Auswahl der richtigen Zuschläge. Auch die Verwendung von Streichnadeln zur Qualifizierung von Legierungen war eine einfache aber bewehrte Methode.

Von den untersuchten Druckschriften waren drei reine Probierbücher, nämlich das Probierbüchlein von 1518, das „Große Probierbuch“ Lazarus Erckers und das Probierbuch von Christoph Andreas Schlüter. Schon an Hand dieser drei Werke können deutliche Fortschritte in der Probierkunst festgestellt werden.

Dies betrifft zunächst die Ausstattung des Laboratoriums, die immer umfangreicher und differenzierter wurde. Im Probierbüchlein von 1518 wurden lediglich zwei Formen des Probierofens, der Blasebalg dafür, eine Grundausstattung mit Scherben, Kapellen, Muffeln und Waagen sowie ein Flussmittel dargestellt.¹⁹¹⁵ Vannoccio Biringuccio stellte die übliche Einrichtung der Probierstube mit Probierofen, Kapellen, Tiegeln, Muffeln und Waage ebenfalls dar.¹⁹¹⁶ Georgius Agricola forderte für den Probierer einen Raum, in dem er ungestört arbeiten konnte und der mit Probieröfen sowie allen bereits genannten Geräten ausgestattet war. Es gab drei Arten von Probieröfen mit unterschiedlichen Funktionen und unterschiedlich genau arbeitende Waagen samt Gewichten.¹⁹¹⁷ Fünf verschiedene Probieröfen aus Eisenblech, aus Ton und variierend im Aufbau kannte Lazarus Ercker. Wie auch seine Vorgänger darstellten, benötigte man Muffeln, Scherben und anderes Töpferzeug, Kapellen aus Asche, vor allem aber gute, präzise Waagen sowie Gewichte.¹⁹¹⁸ In seinem Probierbuch stellte Christoph Andreas Schlüter eine, wie er sagt, kleine Probierstube vor, die sowohl dem üblichen Probieren als auch dem Silberbrennen und der Gold-Silber-Scheidung diene. Dementsprechend ist diese Anlage unterteilt in einen Bereich für kleine Proben und Berechnungen und einen Bereich, in dem unterhalb von Gewölbe und Schornsteinen verschiedenste Öfen plaziert wurden. Zehn Öfen unterschiedlichster Funktion und Größe sollten hier Platz finden. Umfangreich waren auch die übrigen erforderlichen Geräte, die zum größten Teil durch den Probierer selbst angefertigt wurden.¹⁹¹⁹ Alle Autoren gingen davon aus, dass der Probierer seine

¹⁹¹⁰ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II).

¹⁹¹¹ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, u. a. 46 – 48.

¹⁹¹² Probierbüchlein, 1538, 24^r.

¹⁹¹³ Otto Johannsen, 1941, 220.

¹⁹¹⁴ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 313.

¹⁹¹⁵ Probierbüchlein, 1534, 2^v, 9^r – 18^r, 27^v – 29^v.

¹⁹¹⁶ Otto Johannsen, 1925, 159 – 166.

¹⁹¹⁷ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 300 – 319, 344 f.

¹⁹¹⁸ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 49 – 61,

¹⁹¹⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, PB.

Einrichtung und die notwendigen Geräte einschließlich Waagen und Gewichten selbst herstellen sollte. Ausführlich beschrieben werden die Herstellung der Scherben bzw. Tiegel aus Ton und der Kapellen aus Asche. Für die Wahl des richtigen Ausgangsmaterials z. B. für die Kapellenasche gaben alle Autoren unterschiedliche Empfehlungen. Hierin zeigt sich aber, welche Aufmerksamkeit jedem Detail gewidmet wurde. Auch das Justieren der Waagen musste ein qualifizierter Probierer beherrschen.

Die Methoden zum Feinbrennen des Silbers und zur Gold-Silber-Scheidung werden in allen drei Probierbüchern erläutert, so dass man davon ausgehen kann, dass sie zum Aufgabengebiet der Probierer gehörten. Dasselbe gilt für die Analyse von Edelmetallen und Münzen. Neben den Proben „im kleinen Feuer“, war die Strichprobe mit Probierstein und Streichnadeln zur Analyse von Legierungen üblich.¹⁹²⁰ Bei Vannoccio Biringuccio übernimmt der Probierer auch das Feinbrennen kleinerer Silbermengen (Kupellieren). Die Gold-Silber-Scheidung mit Scheidewasser oder mit Schwefel im Guss war hier eher ein großtechnisches Verfahren.¹⁹²¹ Das Feinbrennen des Silbers und die Methoden der Gold-Silber-Scheidung werden bei Georgius Agricola ebenfalls nicht im Zusammenhang mit dem Probierwesen, sondern im zehnten Buch beschrieben.¹⁹²² Christoph Andreas Schlüter dagegen erläutert diese Verfahren in seinem Probierbuch, das dem Hauptwerk angehängt ist. Sie gehörten demnach zu den Aufgaben des Probierers.¹⁹²³ Allgemeine Schlussfolgerungen lassen sich daraus also nicht ziehen. Ob es bei einem Hüttenwerk besondere Bereiche wie ein Silberbrennhaus, eine Münzstätte oder ein Labor für die Gold-Silber-Scheidung gab oder ob diese Aufgaben mit denen des Probierers zusammenfielen, hing sicher vom Umfang des Hüttenwerks und der damit verbundenen Aufgaben ab.

Eine Weiterentwicklung kann man auch beim Einsatz von Flussmitteln feststellen. Im Glossar des Bergbüchleins wurden verschiedene Zuschläge einfach aufgezählt, ohne auf ihre Wirkung einzugehen.¹⁹²⁴ Im Probierbüchlein von 1518 wurde die Herstellung von Sal Alculi als Flussmittel beschrieben, aber auch noch weitere Zuschläge aufgeführt.¹⁹²⁵ Vannoccio Biringuccio führt zehn verschiedene Flussmittel an, die alle dazu dienen, schwerschmelzende Erze leichtschmelzend zu machen.¹⁹²⁶ Erst bei Georgius Agricola findet man eine systematische Einteilung der Zuschläge nach ihrer Wirkung auf den Schmelzprozess. Er kannte über dreißig als Zuschlag geeignete Stoffe, die er nach vier Kriterien ordnete. Die Herstellung dieser Zuschläge wurde ebenfalls beschrieben.¹⁹²⁷ Drei Rezepte zur Herstellung von Flussmitteln gab Lazarus Ercker weiter.¹⁹²⁸ Im übrigen teilte er die ihm bekannten Flussmittel nicht nach ihrer Wirkung ein, sondern nach den Erzen und Metallen, für die sie geeignet waren. Christoph Andreas Schlüter führte 16 verschiedene Flussmittel und ihre

¹⁹²⁰ Probierbüchlein, 1534, 3^r – 9^v.

¹⁹²¹ Otto Johannsen, 1925, 214 – 241.

¹⁹²² Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 555 – 607.

¹⁹²³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, PB 114 – 163.

¹⁹²⁴ Ulrich Rüleln von Calw, Bergbüchlein, 1518, 46.

¹⁹²⁵ Probierbüchlein, 1538, 27^v – 28^r.

¹⁹²⁶ Otto Johannsen, 1925, 169.

¹⁹²⁷ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 312 f.

¹⁹²⁸ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 61 f., 124, 199.

Herstellung auf.¹⁹²⁹ Hinzu kamen noch die verschiedenen Zuschläge, die er im Rahmen der einzelnen Verhüttungsmethoden und nicht im Probierebuch beschrieb. Man kann eine zunehmende Kenntnis bezüglich der Einsatzmöglichkeiten der Flussmittel und Zuschläge feststellen, vor allem aber eine Systematisierung dieser Zuschlagsstoffe nach unterschiedlichen Kriterien.

Die frühen Probierebücher, die zusammen mit dem Bergbüchlein zu den ersten Druckschriften des Montanwesens überhaupt gehörten und weite Verbreitung fanden, waren noch sehr ungeordnet und können als „Rezeptsammlung“ zutreffend beschrieben werden. Viele dieser Vorschriften stammten bereits aus mittelalterlichen Schriften. Wesentlich systematischer angelegt ist das Probierebuch Lazarus Erckers, der im Zusammenhang mit den Silberproben, die er als grundlegend ansah, die Einrichtung und Geräte der Probiereube beschrieb. Die Proben für die anderen Erze leitete er von den Silberproben ab. Christoph Andreas Schlüter, ähnlich systematisch wie Georgius Agricola, ging von der Anlage der Probiereube über deren Einrichtung zu den einzelnen Proben weiter, die er dann dem Hüttenprozess folgend darstellte. Hier ist ein deutlicher Fortschritt im systematischen Aufbau der Schriften erkennbar.

Die Notwendigkeit der Probiereube für den wirtschaftlichen Erfolg der Erzverhüttung thematisierte Vannoccio Biringuccio erstmalig. In diesem Zusammenhang forderte er auch, die größtmögliche Sorgfalt auf die edelmetallhaltigen Erze aufzuwenden, da hier bei fehlerhafter Analyse die Verluste erheblich größer waren als bei Buntmetallen.¹⁹³⁰ Georgius Agricola betonte ebenfalls die Bedeutung des Probiereens für den wirtschaftlichen Erfolg der Erzverhüttung. Auch bei Hardanus Hake wird deutlich, wie wichtig die kontinuierliche Beprobung des Hüttenprozesses und eine genaue Dokumentation der Ergebnisse war.¹⁹³¹ Balthasar Rösler übernahm seine Kenntnisse des Probierewesens weitgehend von Lazarus Ercker.¹⁹³² Auch Christoph Andreas Schlüter forderte eine lückenlose Dokumentation des Hüttenprozesses. Die Methode der „Verjüngung“ der Proben zeigt, in welchem Maße er sich um die Exaktheit der Probenahme bemühte.¹⁹³³

Die ausgezeichnete Qualifikation und wissenschaftliche Arbeitsweise der Probiereube unterstreicht Hans-Joachim Kraschewski in einer der wenigen Untersuchungen zu diesem Thema.¹⁹³⁴ Aber auch durch die Analyse der montanistischen Schriften erkennt man deutliche Fortschritte im Probierewesen, das sich durch die Zunahme der technischen Ausstattung der Laboratorien, durch die Verbesserung der Analysen und durch ihre Dokumentation auszeichnete. Die Bedeutung der Genauigkeit der Analysen und der exakten Aufzeichnung der Ergebnisse auf allen Verfahrensstufen des Verhüttungsprozesses spiegelt eine Form der Qualitätssicherung, wie sie in dieser Zeit wohl nur in der Hüttenstechnologie entwickelt wurde.

¹⁹²⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, PB 28 – 30.

¹⁹³⁰ Otto Johannsen, 1925, 159 – 166.

¹⁹³¹ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 142 f.

¹⁹³² Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 30 f.

¹⁹³³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, PB.

¹⁹³⁴ Hans-Joachim Kraschewski, Die Probiereube. Probiereube und Schmelzer als montanistische Experten in den Harzer Schmelzhütten des 17. Jahrhunderts, in: Technikgeschichte, Bd. 80, H.1, 2013, 141 – 160.

5.3.3 Technische Entwicklungen und Fortschritte, die in der zeitgenössischen Fachliteratur ihren Niederschlag fanden

5.3.3.1 Erzaufbereitung

5.3.3.1.1 Vorbereitung der Erze für den Schmelzprozess durch Waschen und Klassieren

Die beiden grundlegenden Verfahren, zur Aufbereitung der geförderterten Erze werden bereits im Glossar des Bergbüchleins genannt, nämlich die Erzwäsche und das Pochen der Erze.¹⁹³⁵ In den untersuchten Schriften werden die Waschverfahren für das Waschen von Gold und Zinn aus Seifenlagerstätten sowie für das Waschen der Erze zur Reinigung und Klassierung häufig gemeinsam behandelt. Ebenso wird manchmal nicht unterschieden zwischen der Erzröstung zum Mürbebrennen der Erze vor der weiteren Zerkleinerung und dem Rösten der Erze zur Entfernung von Schwefel und Arsen. Die Zuordnung der Aufbereitungsmethode zu einem bestimmten Zweck ergibt sich dann aus dem Zusammenhang, in dem sie beschrieben wird.

Im Allgemeinen erfolgte bei der Erzaufbereitung zunächst die Scheidung der Erze, indem man sie mit Hämmern grob zerkleinerte und an Klaubtafeln von Hand sortierte. Georgius Agricola wies jedoch darauf hin, dass eine solche Scheidung bereits untertage durch den Bergmann erfolgen sollte, der dort die „metallhaltige Masse von den Erden, Festen Gemengen und Steinen“ schied.¹⁹³⁶ Die Arbeit mit Scheidhämmern und an den Klaubtafeln war im 16. Jahrhundert allgemein üblich und wurde von Vannoccio Biringuccio,¹⁹³⁷ Georgius Agricola, der hierfür mehrere regional unterschiedliche Verfahren kannte,¹⁹³⁸ im „Schwazer Bergbuch“¹⁹³⁹ und von Lazarus Ercker in seinem „Bericht vom Rammelsberg“¹⁹⁴⁰ beschrieben. Im 17. Jahrhundert stellten Balthasar Rösler¹⁹⁴¹ und Christian Berward¹⁹⁴² diese Verfahren dar. Zur Zeit Christian Berwards erfolgte eine grobe Sortierung nicht mehr untertage, sondern unmittelbar an der Fördereinrichtung, wo das geförderterte Gut entweder auf die Erz- oder auf die Bergehalde gestürzt wurde.¹⁹⁴³ Außerdem war die Erzscheidung von Hand dort angeraten, wo die Erze sehr silberreich waren, damit es beim Pochen und Waschen nicht zu größeren Verlusten kam, und in dem Fall, dass der Unterschied im spezifischen Gewicht zwischen Erz und Bergart so gering war, dass eine Schwerkrafttrennung durch die Erzwäsche nicht funktionierte.¹⁹⁴⁴

¹⁹³⁵ Ulrich Rüleln von Calw, Bergbüchlein, 1518, 45.

¹⁹³⁶ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 346; dies war allerdings nur vor der Einführung der Schießarbeit im frühen 17. Jahrhundert möglich. Die durch Sprengung gewonnenen Erze konnten untertage nicht sortiert werden.

¹⁹³⁷ Otto Johannsen, 1925, 166.

¹⁹³⁸ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 346 – 353.

¹⁹³⁹ Erich Egg, 1988, Fol. 148^v – 149^r.

¹⁹⁴⁰ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 246 f.

¹⁹⁴¹ Balthasar Rösler, 1700, 95.

¹⁹⁴² Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 24.

¹⁹⁴³ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 24.

¹⁹⁴⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 542 f., zur zweiten Gruppe gehörten die Erze des Rammelsberges.

Eine weitere Zerkleinerung der Erze konnte in Mühlen oder Pochwerken geschehen, oft musste sehr harte Erze aber auch zuerst geröstet und mit Wasser abgelöscht werden, damit sie sich zerkleinern ließen. Das Mürberösten beschrieben Vannoccio Biringuccio¹⁹⁴⁵ und Georgius Agricola, der es zwar zusammen mit anderen Röstverfahren darstellte, dabei jedoch genau auf diesen technologischen Unterschied hinwies.¹⁹⁴⁶

Peder Månsson erwähnte Waschverfahren nur im Zusammenhang mit der Goldwäscherei aus Seifenlagerstätten, nicht jedoch als Methode zur Erzaufbereitung.¹⁹⁴⁷ Waschverfahren zur Abtrennung der Gangart vom Erz sowie zur Klassierung der Erze waren zu Beginn der Frühen Neuzeit bereits weit entwickelt. Sie unterschieden sich regional, aber auch im Grad der Mechanisierung. Vannoccio Biringuccio beschrieb das mehrmalige Waschen der Erze entweder in einem aus rauen Brettern bestehenden Graben oder durch die Siebwäsche in Waschtrögen. Dass man dabei das Waschen zur Klassierung des Erzes nutzen konnte, wurde von ihm nicht erwähnt.¹⁹⁴⁸ Im „Schwazer Bergbuch“ werden sowohl „große Hauptwäschen in den Waschwerken“ als auch die Siebwäsche erwähnt.¹⁹⁴⁹ Einen systematischen Überblick über den Entwicklungsstand gab dann Georgius Agricola, der sieben Waschverfahren kannte, die für alle Erze geeignet waren, und zahlreiche weitere, die nur für bestimmte Erze oder in einzelnen Revieren gebräuchlich waren. Neben der Erzwäsche über Schlemmgräben oder Planherde wurde als Neuerung auch eine mehrstufige Siebwäsche dargestellt. Beim Waschen über Planherde stellten die Wendeherde einen Fortschritt dar, weil man die Planen nicht mehr von den Herden abnehmen und in Fässern waschen musste. Georgius Agricola stellte aber nicht nur Verfahren zur Reinigung und Klassierung der Erze vor, sondern auch Waschanlagen, die der Gewinnung von Gold und Zinngrauen dienten.¹⁹⁵⁰ Zur Klassierung der Erze in zwei Korngrößen nutzte man die Erzwäsche am Rammelsberg, wie es Lazarus Ercker beschrieb. Dabei erhielt man neben dem Stufferz zwei Korngrößen zur weiteren Verarbeitung.¹⁹⁵¹ Hardanus Hake schilderte die Erzwäsche mit Schlemmgräben und Planherden, wobei die Rauigkeit der Planen dem Erz angepasst werden musste.¹⁹⁵² Noch im 17. Jahrhundert waren zahlreiche Waschverfahren in Gebrauch, wie man bei Balthasar Rösler sehen kann. Er beschrieb das Siebwaschen, das Waschen im Schlemmgraben, über Planen oder über Herde.¹⁹⁵³ Die Erzwäsche mit Schlemmgräben und anschließend über Planherde stellte auch Christian Berward dar.¹⁹⁵⁴ Alle diese Erzwäschen waren mehrstufige Verfahren, d. h. es wurden mehrere Gräben und/oder Planherde hintereinandergeschaltet, so dass die Materialverluste verringert wurden. Dabei erhielt man Schlich unterschiedlicher Korngrößen, der meist

¹⁹⁴⁵ Otto Johannsen, 1925, 166.

¹⁹⁴⁶ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 353.

¹⁹⁴⁷ Otto Johannsen, 1941, 194 f. (Kap. 5 des Bergbuches).

¹⁹⁴⁸ Otto Johannsen, 1925, 46 in Bezug auf die Golderze, 166 f. in Bezug auf die übrigen Erze.

¹⁹⁴⁹ Erich Egg, 1988, Fol. 148^v – 149^r,

¹⁹⁵⁰ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 383 – 400, 416 – 456.

¹⁹⁵¹ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 246.

¹⁹⁵² Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 135 f.

¹⁹⁵³ Balthasar Rösler, 1700, 99.

¹⁹⁵⁴ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 25 f.

getrennt weiterverarbeitet wurde, da sich dies beim Schmelzen als vorteilhaft erwiesen hatte.

Den größten Fortschritt im 16. Jahrhundert stellte die Einführung der Nasspochwerke dar. Mit Wasserkraft betriebene Pochwerke,¹⁹⁵⁵ in denen die Erze zerkleinert wurden, waren schon länger bekannt, allerdings nur als Trockenpochwerke. Pochwerke erwähnte schon Vannoccio Biringuccio.¹⁹⁵⁶ Zur Zeit Georgius Agricolas waren noch Trockenpochwerke in Gebrauch, die 3 bis 4 Pochstempel hatten und mit Wasserkraft betrieben wurden. Eine Klassierung des Pochgutes erfolgte zunächst trocken mit einem Durchwurf – auch hier waren verschiedene Ausführungen möglich – und schließlich in der Erzwäsche, bei der auch die Gangart abgetrennt wurde.¹⁹⁵⁷ Georgius Agricola beschrieb dann die Einführung des Nasspochwerks durch Sigismund Malthitz in Dippoldiswalde im Jahr 1512.¹⁹⁵⁸ Die Einrichtung eines Trockenpochwerks durch Peter Philipp und schließlich des Nasspochwerks auf dem Oberharz durch Simon Krug und Nickel Klerer, die diese Kenntnisse aus einem anderen Bergrevier mitbrachten, schilderte Hardanus Hake. Dieser Fortschritt wurde durchaus als solcher wahrgenommen und die Nasspochtechnik war zur Zeit Hardanus Hakes in „vollem Schwange“.¹⁹⁵⁹ Eine Beschreibung von Nasspochwerken mit 3 Stempeln, aber auch größere Anlagen mit bis zu zwei Wasserrädern und 4 Stempelsätzen gab Georgius Agricola wieder.¹⁹⁶⁰ Hardanus Hake beschrieb den im Jahr 1573 unternommen Versuch eines Meisters Volckmar, ein Pochwerk zu bauen, „das der wind mit zwölff Stempeln treiben solt,...“¹⁹⁶¹ Nach den Angaben von Georg Engelhardt Löhneyß betrieb man auf dem Oberharz eine große Anzahl von Pochwerken mit sechs bis dreißig Stempeln, um alles aus den Gruben kommende Erz zu verarbeiten.¹⁹⁶² Diesen Nasspochwerken war die Erzwäsche unmittelbar angeschlossen, d. h. das Pochgut wurde über eine Bühne auf die Erzwäsche aufgegeben und mehrfach gewaschen. Allerdings mussten diese Pochwerke auch von qualifiziertem Personal betrieben werden. Die größte Gefahr dieser Mechanisierung bestand darin, dass das Erz „totgepocht“ wurde. Hierüber machte sich bereits Lazarus Ercker im „Großen Probierbuch“ Gedanken. Um das Totpochen der Erze zu vermeiden, sollte der Betrieb im Pochwerk entsprechend angepasst werden. Üblicherweise fielen die Pochstempel so, dass zunächst der hintere, dann der mittlere und schließlich der vordere Pochstempel, der direkt neben dem Vorsatzblech war, niederfielen. Dadurch setzten sich die gepochten Minerale vor das Blech und verhinderten, dass der körnige (Erz-)Schlich durch das Blech ausgetragen und dann in der Wäsche gewonnen werden konnte. Der Schlich sammelte sich vor dem Blech und wurde dort zu Schlamm und feinem Mehl gepocht, so dass er in der Erzwäsche

¹⁹⁵⁵ Johann Beckmann, *Beyträge zur Geschichte der Erfindungen*. Fünfter Band, Leipzig 1800 – 1805 (ND Hildesheim 1965), 1. Stück, 3. Pochwerke, 97 – 106, gibt einen Überblick über die Geschichte der Trocken- und Nasspochwerke, in der insbesondere die unten genannten Personen bereits benannt werden.

¹⁹⁵⁶ Otto Johannsen, 1925, 46.

¹⁹⁵⁷ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 360 – 369.

¹⁹⁵⁸ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 401, und Anm. 393.

¹⁹⁵⁹ Heinrich Denker, *Harzverein für Geschichte und Altertumskunde* (Hrsg.), 1911, 134 f.

¹⁹⁶⁰ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 401 – 405, 411 – 415.

¹⁹⁶¹ Heinrich Denker, *Harzverein für Geschichte und Altertumskunde* (Hrsg.), 1911, 95.

¹⁹⁶² Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, pag. 63; vgl. Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 346 – 352.

verloren ging.kehrte man die Reihenfolge, in der die Pochstempel fielen, um, so blieb der Bereich vor dem Blech frei und es setzte sich nicht zu.¹⁹⁶³ Georg Engelhardt Löhneyß fand diesen Verbesserungsvorschlag so bedenkenswert, dass er ihn in sein Werk übernahm.¹⁹⁶⁴ Bei Hardanus Hake findet man dann Erläuterungen zum praktischen Betrieb dieser Anlagen, bei denen man je nach Erzqualität unterschiedliche Vorsatzbleche einsetzte, den Wasserzufluss regulierte und die Hubhöhe anpasste.¹⁹⁶⁵ „...inß Puchwerck gehöret der größte Fleiß“, schrieb er, um die große Verantwortung des Puchsteigers zu unterstreichen.¹⁹⁶⁶ Trotz des großen Fortschrittes, den die Nasspochwerke darstellten, waren auch im 17. Jahrhundert noch beide Pochwerktypen in Gebrauch, was Balthasar Rösler darstellte. Dabei dienten die Trockenpochwerke einer ersten Zerkleinerung an der Förderanlage und ersetzten die Zerkleinerung mit Scheidhämmern, d. h. hier fand eine weitere Mechanisierung der Arbeit statt.¹⁹⁶⁷ Die Nasspochwerke unterschieden sich von Ort zu Ort in der Bauart. Sie hatten meist drei Pochstempel, jedoch wurden bei größerem Bedarf mehrere Stempelsätze von einer Welle getrieben.¹⁹⁶⁸ Bei den Zwitter-Pochwerken gab es große Anlagen, die über genug Aufschlagwasser verfügten, um 9 bis 10 Künste oder Pochsätze zu treiben.¹⁹⁶⁹ Christian Berward schließlich beschrieb Pochwerke mit sechs Stempeln, kannte aber keine größeren Anlagen.¹⁹⁷⁰ Für Christoph Andreas Schlüter waren die Nasspochwerke das optimale Mittel, größere Mengen Erz effektiv zu verarbeiten.¹⁹⁷¹ Die Pochwerke an sich waren schon ein großer Schritt zur Mechanisierung der Erzaufbereitung. Wie sehr man diesen Fortschritt schätzte, zeigt sich darin, dass Pochwerke auch in anderen Bereichen eingesetzt wurden. So zerkleinerte man auch Stufferze, die nicht gewaschen werden mussten, im Pochwerk.¹⁹⁷² Außerdem hatte man in den Schmelzhütten zur Zerkleinerung der Holzkohlen meist ein Gestübe-Pochwerk.¹⁹⁷³

Dass Pochwerke nicht für alle Erze geeignet waren, wird in Lazarus Erckers „Bericht vom Rammelsberg“ deutlich. Das hier geförderte Erz wurde nicht gepocht, sondern nur grob zerkleinert, weil es sehr fein mit der Gangart verwachsen war. Um diese Komponenten zu trennen, hätte man es so klein pochen müssen, dass eine Schwerkrafttrennung in der Erzwäsche nicht mehr möglich gewesen wäre, ein Faktum, dass auch Christoph Andreas Schlüter beschrieb.

Eine technisch fortschrittliche Erzaufbereitung zur Trennung der Erze nach Korngrößen kannte Georgius Agricola aus Neusohl in den Karpaten. Hierzu wurde das Erz nacheinander durch drei Durchlässe (Siebkästen, die gerüttelt wurden) und durch drei Siebe (Siebe, die in passende Wassergefäße gesetzt wurden) gegeben. Dabei wurden die Erze vom Ort der Förderung durch 150

¹⁹⁶³ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 237.

¹⁹⁶⁴ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, Fol. 63 – 67.

¹⁹⁶⁵ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 135.

¹⁹⁶⁶ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 136.

¹⁹⁶⁷ Balthasar Rösler, 1700, 98.

¹⁹⁶⁸ Balthasar Rösler, 1700, 99.

¹⁹⁶⁹ Balthasar Rösler, 1700, 102.

¹⁹⁷⁰ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 24.

¹⁹⁷¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 542 f.

¹⁹⁷² Balthasar Rösler, 1700, 95.

¹⁹⁷³ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 487 f.

Fuß lange offene Kästen in den ersten Durchlass gestürzt, so dass man diese nicht mühsam mit Karren zu Tal bringen musste. Die an den Durchlässen und Sieben eingesetzten Bergarbeiter mussten genau aufeinander abgestimmt arbeiten. Bei diesem Verfahren wurde das Erz bereits vor dem Pochen mechanisch nach Korngrößen sortiert.¹⁹⁷⁴

Eine Erfindung des 17. Jahrhunderts war die Scheidung von eisenhaltigem Erz mit Hilfe von Magneten, die Balthasar Rösler beschrieb. Durch das „Ausmagnetisieren“ im Nassen auf einem Glauch-Herd trennte man Eisenstein von Zinnstein.¹⁹⁷⁵

Eine weitere Möglichkeit, das Erz zu zerkleinern, war die Mühle. Berühmt waren die Mühlen zum Zerkleinern des Silbererzes in Ungarn sowie des Golderzes in Neusohl, von denen sogar Peder Månsson gehört hatte.¹⁹⁷⁶ Auch Vannoccio Biringuccio kannte Mühlen zur Erzzerkleinerung.¹⁹⁷⁷ Beide Autoren konnten aber keine Beschreibung dieser Einrichtungen geben. Nach Georgius Agricola wurden Golderze und Zinnerze in Mühlen gemahlen, die entweder mit einem Wasserrad, mit einem Tretrad oder von Menschen angetrieben wurden. Im Goldbergbau hatten die Bergleute eine sehr komplexe Goldmühle entwickelt, „die für sich allein zu ein und derselben Zeit das Golderz pocht, mahlt, durch Waschen reinigt und mit Quecksilber vermischt.“¹⁹⁷⁸ Wiederum fast zweihundert Jahre später erläuterte Christoph Andreas Schlüter die Amalgamierwerke in Norwegen, wo man silberhaltiges Haldenmaterial zunächst im Pochwerk zerkleinerte und dann mit Mühlen amalgamierte, wobei 18 Mühlen gleichzeitig mit einem Antrieb arbeiteten.¹⁹⁷⁹ Gegenüber der in Handarbeit vorgenommenen Amalgamation, wie sie Vannoccio Biringuccio, Lazarus Ercker und Balthasar Rösler darstellten,¹⁹⁸⁰ zeigt sich der Fortschritt deutlich in einem hohen Grad der Mechanisierung.

Schon im frühen 16. Jahrhundert formulierte Georgius Agricola den Grundsatz, dass die Erze durch die Aufbereitung nicht nur von der Gangart gesondert werden sollten, sondern auch eine qualitative Sortierung stattfinden musste, damit die werthaltigen Erze erfolgreich verhüttet werden konnten.¹⁹⁸¹ Dies bestätigte Balthasar Rösler Mitte des 17. Jahrhunderts, wonach die Erze nach ihrem Metallgehalt und nach ihrer Schmelzbarkeit (streng- oder leichtflüssig) sortiert werden sollten, damit die Beschickung der Öfen danach vorgenommen werden konnte. Die Bedeutung der Erzscheidung bewertete Balthasar Rösler sehr hoch, wenn er schrieb: „Es ist am Scheiden und Reine machen des Erzes ein grosses, und oftmals das meiste gelegen. Was helfen alle Berg- und

¹⁹⁷⁴ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 370 – 372.

¹⁹⁷⁵ Balthasar Rösler, 1700, 102.

¹⁹⁷⁶ Otto Johannsen, 1941, 195 f. (Kap. 5 des Bergbuches), 213 (Kap. 17 des Bergbuches).

¹⁹⁷⁷ Otto Johannsen, 1925, 46, 50.

¹⁹⁷⁸ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 376 – 383.

¹⁹⁷⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 215 – 217.

¹⁹⁸⁰ Otto Johannsen, 1925, 50; Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 121 f.; Balthasar Rösler, 1700, 150 – 152; diese Autoren schilderten lediglich die Zerkleinerung der Erze in Mühlen, während Georgius Agricola und Christoph Andreas Schlüter durchgehend mechanisierte Arbeitsabläufe darstellten.

¹⁹⁸¹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 346.

Hütten-Kosten, so man das Erzes rechten Halt im Schmelzen nicht heraus bringen kan, aus Fahrläßigkeit des Scheidens?“¹⁹⁸²

5.3.3.1.2 Vorbereitung der Erze für den Schmelzprozess durch Rösten und Brennen

Nach der Scheidung der Erze und möglichst weitgehender Abtrennung der Gangart war es meist notwendig, die Erze zu rösten. Peder Månsson kannte nur die in Schweden gebräuchlichen „Knallröste“, offene, hufeisenförmig ummauerte Röstplätze, in denen das Erz bis zu zehnmals geröstet wurde.¹⁹⁸³ Vannoccio Biringuccio erwähnte das Rösten in einem offenen Herd mit Holz und Kohlen zum Entfernen von flüchtigen Stoffen wie Schwefel und Arsen.¹⁹⁸⁴ Auch bei der Erzröstung war Georgius Agricola der erste, der mehrere Röstverfahren systematisch darstellte. Er schilderte offene Röststadel, ummauerte Röststätten, dieselben mit Überdachung und Röstöfen. Die offenen Röstplätze waren für alle Erze geeignet, die anderen Methoden wurden unterschiedlich nach Art der Erze gewählt oder waren regionale Besonderheiten. Weiter differenzierte er zwischen dem Mürberösten vor dem Zerkleinern der Erze und dem Rösten, um Schwefel und andere schädliche Stoffe zu verbrennen.¹⁹⁸⁵ Lazarus Ercker stellte in seinem „Bericht vom Rammelsberg“ die großen offenen Röststätten für die Rammelsberger Erze dar, die hier dreimal gewendet wurden und mehrere Wochen brannten. Im „Großen Probierbuch“ Lazarus Erckers wird deutlich, dass die Erze für das Probieren genauso vorbehandelt wurden, wie für das Schmelzen. Man schied sie von der Gangart und röstete sie, falls das erforderlich war.¹⁹⁸⁶ Die unterschiedliche Röstung der Rammelsberger Erze, die ungepocht in großen Röststadeln dreimal geröstet wurden, und des Schlichs im Oberharz, der aus der Erzwäsche kommend in einem Röstofen zweimal geröstet wurde, beschrieb Hardanus Hake.¹⁹⁸⁷ Georg Engelhardt Löhneyß erwähnte die Röststadel für das Rammelsberger Erz nur kurz, ließ aber dazu den sehr detaillierten Kupferstich N° 8 anfertigen. Das heißt aber, dass dieses Verfahren im 17. Jahrhundert immer noch genutzt wurde. Zu Balthasar Röslers Zeit nutzte man offene Röstplätze, gemauerte Röststätten sowie Röst- und Brennöfen.¹⁹⁸⁸ Eine systematische Einteilung der Röstverfahren nahm auch Christoph Andreas Schlüter vor. Demnach gab es fünf Arten von Röststätten, nämlich offene Röststadel, ummauerte Röststadel, überdachte Röststadel und Röststadel, die ummauert und überdacht waren. Die fünfte Art des Röstens erfolgte in einem Röst- oder Brennofen. Letztlich entspricht dies weitgehend der Systematik, die Georgius Agricola schon fast zweihundert Jahre zuvor entwickelte.¹⁹⁸⁹

Über die Größe der Röststadel und anderen Röste erhält man meist nur ungenaue Angaben. Die offenen pyramidenförmigen Röststadel bei Georgius Agricola wurden auf einem „ziemlich großen viereckigen Platz“ angelegt, indem

¹⁹⁸² Balthasar Rösler, 1700, 95.

¹⁹⁸³ Otto Johannsen, 1941, 213 (Kap. 17 des Bergbuches), 219 (Kap. 20 des Bergbuches).

¹⁹⁸⁴ Otto Johannsen, 1925, 166 f.

¹⁹⁸⁵ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 353 – 360.

¹⁹⁸⁶ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 246 – 248; Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 68.

¹⁹⁸⁷ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 137 f.

¹⁹⁸⁸ Balthasar Rösler, 1700, 104 – 106.

¹⁹⁸⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 17 – 35.

man zuunterst 1 bis 2 Ellen hoch Holz aufschichtete, auf das dann das Erz geschüttet wurde. Lazarus Ercker beschreibt die Röststadel am Rammelsberg. Hier bildete Erzklein die Basis, worauf 1 bis 1 ½ Ellen hoch Holz geschichtet wurde. Darauf kam das Erz und zwar 1.600 Scherben, wobei der Röststadel an der Basis 10 Ellen im Quadrat maß.¹⁹⁹⁰ Einen guten Vergleich hierzu bietet Christoph Andreas Schlüter, der das Erzrösten am Rammelsberg ebenfalls beschrieb. Die Röststadel wurden demnach auf einer Fläche von 31 Fuß im Quadrat angelegt und zwar auf mehreren Lagen Holz. An der Oberkante maß der Röststadel 10 ⅓ Fuß im Quadrat und war, nach der Zeichnung zu urteilen, auch etwa so hoch. Das Volumen war damit sicher größer als zu Lazarus Erckers Zeit. Die offenen Röstplätze, die Balthasar Rösler darstellte, waren so groß, dass man „etliche 60 Fuhren“ Erz darauf schütten konnte.¹⁹⁹¹

Das Rösten der Erze in einem geschlossenen Ofen wurde von den Autoren meist als Brennen bezeichnet. Georgius Agricola beschrieb einen bei den Tauriskern verwendeten Brennofen, der einem Backofen glich und den Zweck hatte, die flüchtigen Stoffe im Gewölbe aufzufangen und so den Schwefel aus dem Erz zu gewinnen. Auch Bitumen konnte man so aus dem Erz extrahieren.¹⁹⁹² Eine Beschreibung der Brennöfen des Oberharzes gab, wie gesagt, Hardanus Hake wieder. Man nutzte die Brennöfen zum Rösten des Schlichs, indem man ihn auf Holz und Holzkohlen schüttete, diese entzündete und das Ganze ausbrennen ließ. Balthasar Rösler kannte Röstöfen, die in der Form einem Treibherd oder einem Backofen glichen und zwischen 4 und 24 Zentner Schlich oder Erz fassten.¹⁹⁹³ Christian Berward stellte nur das Rösten im Röstofen, das auf dem Oberharz üblich war, dar.¹⁹⁹⁴ Sehr detailliert ist die Darstellung der Röstöfen bei Christoph Andreas Schlüter. Diese konnten am Rammelsberg mit 32 Zentner Erz beschickt werden, d. h. sie waren größer als die älteren Brennöfen. Der technische Fortschritt lag allerdings im Detail. Diese Röstöfen hatten zwei Schürflöcher, nämlich ein großes zur Beschickung des Ofens und ein kleineres für die Feuerung. Um den Prozess überwachen zu können, ohne das Schürloch öffnen zu müssen, war dieses mit einer kleinen Luke versehen, durch die der Hüttenarbeiter in den Ofen schauen konnte. Man versuchte also, den Röstprozess möglichst wenig zu beeinträchtigen, indem man das Öffnen des großen Schürloches soweit wie möglich vermied. Eine absolute Neuerung war der Einsatz von Wasen als Feuerungsmaterial, wodurch das Rösten der Erze und Schliche im Brennofen wesentlich kostengünstiger wurde.¹⁹⁹⁵

5.3.3.2 Bau der Schmelzhütten und ihre technische Ausstattung

Bei der Beurteilung technischer Entwicklungen ist nicht nur die zeitliche Dimension, in der sich diese vollzog, zu berücksichtigen, sondern auch die geographische Reichweite der unterschiedlichen Schriften, da der technische Fortschritt nicht überall gleichzeitig stattfand. Dieser hing in erster Linie davon ab, wie ertragreich der Bergbau einer bestimmten Region war, d. h. in welchem

¹⁹⁹⁰ Nach Wilhelm Bornhardt, 1931, IX, maß so ein Röststadel also 5,80 x 5,80 m und fasste 171,52 m³.

¹⁹⁹¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 18 – 19.

¹⁹⁹² Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 356 – 358.

¹⁹⁹³ Balthasar Rösler, 1700, 104 – 106.

¹⁹⁹⁴ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 26 f.

¹⁹⁹⁵ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 28 – 35.

Umfang Investitionen getätigt wurden und in welchem Maße qualifizierte Fachleute tätig waren.

Die erste bildliche Darstellung einer Schmelzhütte enthält das Schwazer Bergbuch, wobei hier der Schmelzofen neben der Hütte abgebildet wurde. Inwieweit dieses recht einfache Hüttenwerk aus der Mitte des 16. Jahrhunderts repräsentativ für die Bergbauregion Schwaz ist, kann aus der Schrift selbst nicht abgeleitet werden.¹⁹⁹⁶ Vannoccio Biringuccio, der u. a. das Inntal besucht hatte, empfahl bei ausreichender Erzmenge und verfügbarem Aufschlagwasser in der Schmelzhütte 4 bis 6 Öfen zu bauen.¹⁹⁹⁷ Dass die Hüttenwerke der Frühen Neuzeit bereits im frühen 16. Jahrhundert wesentlich größere Ausmaße erreichten, wird bei Georgius Agricola deutlich. Er verfasste eine sehr detaillierte Beschreibung einer Schmelzhütte einschließlich eines Grundrisses. Bei einem Standard von 6 Schmelzöfen maß diese 52 x 55 Fuß. Sie bestand aus dem Maschinenraum und dem Raum für die Schmelzöfen sowie zwei kleineren Räumen, die als Probierstube und als Lager für das erschmolzene Metall dienten. Im Erzgebirge, auf das sich Georgius Agricola meistens bezog, hatte man neben der Schmelzhütte zur weiteren Verarbeitung des hier gewonnenen Werkbleis eine Treibhütte, die 26 x 34 Fuß messen sollte. Das Kupfer wurde, falls es ausreichend Silber enthielt, zu einer Saigerhütte transportiert, die 245 x 69 Fuß maß, und für die Georgius Agricola ebenfalls einen Grundriss wiedergab.¹⁹⁹⁸ Nähere Maßangaben zur Errichtung eines Hüttengebäudes machte auch Balthasar Rösler. Dieser gab eine Schnittzeichnung wieder, in der die Breite 32 Ellen und die Höhe der Dachkonstruktion 23 Ellen betrug. In diesem Fall sollte die Länge des Gebäudes an der Zahl der Öfen ausgerichtet werden. Der Autor nahm also bereits auf die unterschiedlich großen Hüttenwerke Rücksicht. Die große Höhe des Daches wird erklärbar, wenn man die Darstellung des Innenraumes heranzieht. Da dort bereits Hohe Öfen installiert wurden, musste auch der Dachfirst entsprechend hoch sein. Diese Hütte bestand aus einem Raum für die Öfen und einem Maschinenraum.¹⁹⁹⁹ Da eine Elle zwei Fuß entspricht, war sie größer, als bei Georgius Agricola beschrieben.²⁰⁰⁰ Christoph Andreas Schlüter ging von einer Grundausstattung der Schmelzhütte mit vier verschiedenen Öfen aus, nämlich einem Schmelzofen, einem Treibofen, einem Frischofen und einem Garherd, und sah dafür den Bau einer Hütte von 90 Fuß Länge, 76 Fuß Breite und 11 Fuß Höhe bis zur Unterkante des Daches vor. Die Aufteilung in einen Raum für die vier Öfen und einen Maschinenraum war genauso, wie bei den älteren Autoren dargestellt. Wie bei Georgius Agricola enthielt die Hütte vier weitere kleine Räume als Vorratskammern. Auch Christoph Andreas Schlüter ging davon aus, dass man die Konstruktion beliebig verlängern konnte, falls ein Hüttenwerk mehr Öfen benötigte. Außer dem eigentlichen

¹⁹⁹⁶ Erich Egg, 1988, Fol. 156f; vielleicht wählte der Zeichner diese Ansicht auch, um den Ofen besser darstellen zu können.

¹⁹⁹⁷ Otto Johannsen, 1925, 174.

¹⁹⁹⁸ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 462 – 472, 575 f., 608 – 615.

¹⁹⁹⁹ Balthasar Rösler, 1700, Kupfer N^o 19, nach Seite 106 eingebunden.

²⁰⁰⁰ Die Maße sind insofern vergleichbar, weil beide Autoren ihre Kenntnisse im böhmischen und sächsischen Erzgebirge erwarben.

Hüttengebäude benötigte man noch einen Kohlenschuppen, einen Wasenschuppen und ein Gebäude für Krätz- und Gestübeepochwerk.²⁰⁰¹

Dass die Hüttenbetriebe nicht immer solche Größenordnungen erreichten, zeigen jedoch einige andere Schriften. Peder Månsson ging davon aus, dass sich in einer Schmelzhütte üblicherweise ein Schmelzofen befand, wie er es aus Schweden kannte. Er hatte aber auch gehört, dass man an anderen Orten zwei Öfen in einer Hütte betrieb.²⁰⁰² Nach Georgius Agricola befanden sich in einer Schmelzhütte üblicherweise sechs Öfen, manche Hütten hatten mehr, die meisten weniger Schmelzöfen. Ihm waren also durchaus kleinere Hütten bekannt.²⁰⁰³ Auch Lazarus Ercker schrieb im Bericht vom Rammelsberg aus dem Jahr 1565, dass dort meist nur ein Schmelzofen pro Hütte, selten zwei oder drei Öfen betrieben wurden.²⁰⁰⁴ Zur Zeit Hardanus Hakes um 1581 hatte man dort sieben Hütten mit insgesamt 23 Feuern, d. h. durchschnittlich drei.²⁰⁰⁵

Die Hüttenwerke der Frühen Neuzeit variierten also in Größe und Ausstattung deutlich. Während an einigen Orten eher bescheidene Hütten mit ein bis zwei Schmelzöfen üblich waren, werden für andere Bergreviere große Hütten mit einer Vielzahl von Schmelzöfen beschrieben. Dass es über die Zeit zu einer Weiterentwicklung kam, lässt sich aus den untersuchten Schriften vor allem für das Unterharzer Hüttenwesen belegen. Hatten dort die Schmelzhütten Mitte des 16. Jahrhunderts überwiegend nur einen Schmelzofen, um 1580 herum dann vorwiegend drei Schmelzöfen, so ging Christoph Andreas Schlüter zu Beginn des 18. Jahrhunderts von einem größeren Hüttenbetrieb aus, der neben einem Schmelzofen auch einen Treibofen, einen Frischofen und einen Garherd enthielt. Die Saigerhütten hatten eigene Standorte. Die größeren Hüttenwerke der Frühen Neuzeit kann man als fabrikähnliche Anlagen betrachten, in der mehrere Gruppen von Hüttenarbeitern die Rohstoffe und Zwischenprodukte verarbeiteten, wobei es für einzelne Hüttenprozesse Spezialisten gab, die sich durch ihre langjährige Berufserfahrung auszeichneten.²⁰⁰⁶ Die Teilung der Anlagen in einen Maschinenraum für das gehende Zeug und den Raum für die Schmelzöfen sowie weitere Räume für spezielle Aufgaben, wie Materiallager und Probierstube zeigt, wie fortschrittlich das Hüttenwesen bereits war. Vergleicht man die Darstellungen, so zeigt sich auch, dass die Hütten an Größe deutlich zunahmten, was auch der Weiterentwicklung der Schmelzöfen geschuldet war. Außerdem ist bemerkenswert, dass zwei Autoren bereits einen standardisierten Querschnitt wiedergaben, der in der Länge variiert werden konnte, so dass die Größe der Schmelzhütte dem örtlichen Bedarf angepasst werden konnte. Dass Schmelzhütte, Treibhütte und Saigerhütte meist in eigenen Gebäuden wenn nicht sogar an unterschiedlichen Orten angelegt wurden, sieht man bereits bei Georgius Agricola. Wie weit die Spezialisierung einzelner Hütten schließlich ging, schildert Christoph Andreas Schlüter in Bezug auf die Kupferverhüttung in Oberungarn. Zu Teyoba hatte man drei große Spleißöfen, in denen alle Kupfer der umliegenden Orte verarbeitet wurden, so

²⁰⁰¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 7 – 14.

²⁰⁰² Otto Johannsen, 1941, 223 (20. Kap. des Bergbuches).

²⁰⁰³ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 462.

²⁰⁰⁴ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 248.

²⁰⁰⁵ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 125.

²⁰⁰⁶ Vgl. die Berufsbeschreibungen im Speculum Metallorum, Franz Kirnbauer, 1961, 159 – 171 (Fol. 213' – 223').

dass hier jährlich an die 5.000 Ztr. Kupfer gar gemacht wurden. Diese Hütte war also nur auf das Garmachen des Schwarzkupfers, das in der Region erzeugt wurde, spezialisiert.

Ebenso wichtig wie die Errichtung des Hüttengebäudes war die sorgfältige Auswahl eines geeigneten Bauplatzes. Die erste Anleitung hierzu findet man bei Peder Månsson, der als wichtigste Voraussetzung für die Auswahl des Hüttenstandortes die Lage an einem Fließgewässer als Energiequelle für den Antrieb eines Wasserrades nannte.²⁰⁰⁷ Auf diese eigentlich selbstverständliche Tatsache wird auch später noch von verschiedenen Autoren hingewiesen.²⁰⁰⁸ Bei Christoph Andreas Schlüter findet man erstmals den Vorschlag, bei Ermangelung eines geeigneten Fließgewässers Stauteiche anzulegen, um Aufschlagwasser für die Wasserräder konstant zur Verfügung zu haben. Außerdem hatte er die Probleme mit der Vereisung der Räder und Antriebe bei Frost dadurch gelöst, dass er in der Radstube einen Ofen installieren ließ, so dass die Hüttenarbeit auch im Winter ungestört weiterbetrieben werden konnte.²⁰⁰⁹ Eine weitere Voraussetzung war die Verfügbarkeit von Holz und Steinen für den Bau der Hütte und der Öfen. Vor allem war eine günstige Lage im Hinblick auf das Erz und das Holz zur Herstellung von Holzkohle zu wählen.²⁰¹⁰ Auch Christoph Andreas Schlüter ging auf die sorgfältige Auswahl des Bauplatzes ein. Neben der günstigen Lage zu den Gruben, der Versorgung mit Aufschlagwasser, Holz und Kohlen, sollte man auch die Windrichtung beachten, damit der Hüttenrauch die Arbeiter nicht beeinträchtigte.²⁰¹¹

Die sorgfältige Planung des Hüttenstandortes war also durchgehend ein Thema, zu dem in den Schriften Ratschläge erteilt wurden. Die Lage war ein entscheidender Faktor für die Wirtschaftlichkeit einer Hütte, denn sowohl die Unterbrechung des Betriebes bei Wassermangel als auch ein Standort, der weite Transportwege für Erz, Holz und Kohlen erforderte, konnten ein Hüttenwerk schnell unwirtschaftlich werden lassen. Ein technischer Fortschritt war insofern die Anlage von Stauteichen, die im Laufe der Frühen Neuzeit häufig zu umfangreichen Verbundnetzen ausgebaut wurden. Im Freiburger Revier, auf dem Oberharz, aber auch in Kongsberg in Norwegen sind solche Systeme entstanden, die nicht nur dem Bergbau dienten, sondern auch die Hüttenbetriebe mit der notwendigen Energie versorgten.²⁰¹² Obwohl die Problematik des Hüttenrauches schon früh bekannt war, war Christoph Andreas Schlüter der erste, der dies im Hinblick auf den Hüttenstandort berücksichtigt wissen wollte.

²⁰⁰⁷ Otto Johannsen, 1941, 213 (Kap. 17 des Bergbuches), 220 (Kap. 20 des Bergbuches).

²⁰⁰⁸ So bei Vannoccio Biringuccio (Otto Johannsen, 1925, 20), im *Speculum Metallorum* (Franz Kirnbauer, 1961, 172), bei Christoph Andreas Schlüter (1738, HT 4 f.).

²⁰⁰⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 4.

²⁰¹⁰ Otto Johannsen, 1925, 172 f., im *Schwazer Bergbuch* (Erich Egg, 1988, Fol. 80^v).

²⁰¹¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 3 f.

²⁰¹² Zum Harz siehe: Gerhard Fleisch, *Die Oberharzener Wasserwirtschaft in Vergangenheit und Gegenwart*, Clausthal-Zellerfeld 1983; Martin Schmidt, *Die Wasserwirtschaft des Oberharzener Bergbaues*, Hildesheim 2002; zu Kongsberg: Hans-Heinrich Hillegeist, *Auswanderungen Oberharzener Bergleute nach Kongsberg/Norwegen im 17. und 18. Jahrhundert*, in: Hans-Heinrich Hillegeist, Wilfried Ließmann, *Technologietransfer und Auswanderungen im Umfeld des Harzer Montanwesens*. Tagungsband der 8. Montanhistorischen Arbeitstagung des Harzvereins für Geschichte und Altertumskunde e.V. am 7. Oktober 2000 in Sankt Andreasberg/Harz, Berlin 2001, 9 – 48.

Auch wenn die Anlage der Schmelzhütte an einem Fließgewässer unabdingbar war, so war doch Feuchtigkeit im Untergrund der Hütte absolut schädlich. Der Bauplatz war also zuerst gründlich trocken zu legen.²⁰¹³ Die große Bedeutung der Abzuchten unter den Öfen wurde bereits von Peder Månsson betont.²⁰¹⁴ Hier fand jedoch eine zunehmende Verbesserung statt. Georgius Agricola beschrieb gemauerte Abzuchten, die nicht nur unter dem Ofen, sondern auch unter Vorherd und Tiegel angelegt wurden. Dabei war es wichtig, eine Rinne anzulegen, die die Feuchtigkeit aus der Hütte abführte, was offensichtlich nicht selbstverständlich war.²⁰¹⁵ Auch Johann Mathesius ging auf dieses Thema ein.²⁰¹⁶ Lazarus Ercker schilderte die Anlage der Abzuchten in den Goslarschen Hütten, kritisierte jedoch, dass die Rinne, die das Wasser abführte, oft in die Radstuben mündete, was wenig effektiv war.²⁰¹⁷ Christoph Andreas Schlüter löste dann dieses Problem, indem bei ihm zwar die Abzuchten in die Radstuben geführt wurden, der Boden des Maschinenraums mit den Radstuben jedoch deutlich tiefer angelegt wurde, als der Boden des Ofenraums. Zur Verbindung beider Gebäudeteile wurden Treppen eingebaut. Aber auch die Abzuchten selbst wurden deutlich verbessert. Betrachtet man die Grundrisse der verschiedenen Schmelzöfen, so findet man neben einfachen kreuzförmig angelegten Abzuchten auch kompliziertere Anlagen, die stets Vorherde und Tiegel einbezogen. Für die Treibherde konstruierte Christoph Andreas Schlüter 1702 die Abzuchten völlig neu und legte ein System mit zwei Ebenen an. Durch eine sternförmige Abzucht über einer kreuzförmigen Abzucht wurde die Feuchtigkeit optimal abgeführt.²⁰¹⁸

Eine Anpassung der Blasebälge an die unterschiedlichen Verhüttungsprozesse wird erstmals im *Speculum Metallorum* deutlich.²⁰¹⁹ Georgius Agricola beschrieb zwar ausführlich die Herstellung der Blasebälge und der Mechanik zum Betrieb derselben, dass diese eventuell unterschiedliche Größen hatten, erwähnte er nicht. Die von ihm beschriebenen Blasebälge waren aus Leder, wobei durchaus die Gefahr des Zerreißens bestand.²⁰²⁰ Wann und wo Blasebälge aus Holz erfunden wurden, lässt sich aus den montantechnischen Werken nicht entnehmen. Zur Zeit Christoph Andreas Schlüters gab es jedoch beide Arten von Blasebälgen. Auf den unter- und den oberharzischen Hütten wurden hölzerne Blasebälge seit 1620 genutzt. Die Kunst zum Bau derselben war aus Bamberg auf den Harz gelangt. In den Hüttenwerken Sachsens, Böhmens, Ungarns und Tirols hatte man weiterhin lederne Blasebälge. Bei den Ausführungen zu den Schmelzöfen gab Christoph Andreas Schlüter immer an, ob diese lederne oder hölzerne Blasebälge hatten. Unter ökonomischen Aspekten war ihm wichtig, dass jeweils die Blasebälge zweier Öfen mit einem Wasserrad angetrieben wurden und dass nicht ständig benutzte Öfen sowie die Hüttenpochwerke keinen gesonderten Antrieb benötigten.²⁰²¹

²⁰¹³ So Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 5.

²⁰¹⁴ Otto Johannsen, 1941, 213 (Kap. 17 des Bergbuches).

²⁰¹⁵ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 466 f.

²⁰¹⁶ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 207^v, 208^r.

²⁰¹⁷ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 248 f.

²⁰¹⁸ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 5, 46, 118 f.

²⁰¹⁹ Franz Kirnbauer, 1961, 172 (Fol. 223^r – 223^v).

²⁰²⁰ Hans Prescher, 1974, (AGA VIII), 472 – 486.

²⁰²¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 48 – 51, Kupferstich N° 6.

Eine Einrichtung, die bereits Georgius Agricola kannte, war der Bau einer Flugstaubkammer mit Rauchfang. Insbesondere bei der Verschmelzung wertvoller Erze, von denen Teile mit dem Rauch aus dem Schmelzofen getragen wurden, lohnte sich diese Einrichtung. Auch Balthasar Rösler beschrieb diese Rauchfänge. Der ausgekehrte Staub wurde in die Verhüttung zurückgeführt.²⁰²²

Zur Ausstattung einer Schmelzhütte gibt das Glossar des Bergbüchleins von Ulrich Rülein von Calw erste Hinweise, denn hier werden die benötigten Werkzeuge wie Feuerhaken, Renneisen, Stecheisen und Brechstangen aufgezählt.²⁰²³ Solche einfachen Werkzeuge wurden auch zu späteren Zeiten noch benötigt. Hinzu kamen jedoch ganz andere technische Einrichtungen, um die schweren Arbeiten in einem Hüttenbetrieb auszuführen. In erster Linie waren dies die verschiedenen Hebezeuge. Zum Bewegen des Treibhutes am Treibofen installierte man seitlich einen Kran, wie bei Georgius Agricola dargestellt. Weitere Einsatzgebiete waren Kräne zum Umsetzen der Frischstücke.²⁰²⁴ Kräne oder Ketten zum Einsetzen und Ausheben der Frischstücke in den Saigerherd beschrieb Georgius Agricola, Christian Berward und Christoph Andreas Schlüter.²⁰²⁵ Um die Kienstöcke vom Saigerherd zu heben, nutzte man nach Christoph Andreas Schlüter eine große an Ketten hängende Zange.²⁰²⁶ Außerdem gab es Flaschenzüge zum Betätigen der schweren Eisentüren vor den verschiedenen Öfen, wie Brennöfen, Darröfen oder auch den geschlossenen Saigerherden in den Unterharzer Saigerhütten.²⁰²⁷ Zur Steigerung der Produktivität dienten Brechwerkzeuge, mit denen große Metallstücke zerkleinert wurden, aber auch die kleinen Pochwerke für Gestübe und Krätze aus der Verhüttung. Sicher waren diese technischen Einrichtungen keine Erfindungen dieser Zeit und auch nicht spezifisch für die Hüttentechnik, aber ihr Einsatz wurde auf immer mehr Bereiche ausgedehnt. Hierdurch wurde eine Technologie, die man aus anderen Bereichen kannte, für das Hüttenwerk nutzbar und dieses wiederum effizienter gemacht.

Einen entscheidenden Fortschritt gab es im Laufe der Frühen Neuzeit bei der Entwicklung der Schmelzöfen. Dies betraf zum einen die Größe der Öfen, zum anderen aber auch die Entwicklung spezieller Ofentypen. Peder Månsson kannte nur zwei Typen von Schmelzöfen, nämlich einen einfachen Gebläse-Schachtofen für das Schmelzen von Blei-Silber-Erzen und einen etwas größeren Gebläse-Schachtofen für die Kupfererzverhüttung. Beide hatten einen Gestübeherd. Sie unterschieden sich aber darin, dass aus dem ersten Ofen das Werkblei ausgeschöpft wurde, während beim zweiten Ofen der Kupferstein abgestochen wurde.²⁰²⁸ Vannoccio Biringuccio stellte in seinem Werk mehrere Schmelzöfen vor. Für das Schmelzen reiner Bleierze verwandte er einen einfachen Windofen beliebiger Größe, abhängig von der Menge des Erzes.²⁰²⁹

²⁰²² Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 512 f.; Balthasar Rösler, 1700, 107.

²⁰²³ Ulrich Rülein von Calw, 1518, 51.

²⁰²⁴ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 588 – 592, 616.

²⁰²⁵ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 619, Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 36 f., Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 137.

²⁰²⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 496.

²⁰²⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 138 – 140.

²⁰²⁸ Otto Johannsen, 1941, 213 (Kap. 17 des Bergbuches), 219 – 223 (Kap. 20 des Bergbuches).

²⁰²⁹ Otto Johannsen, 1925, 61 f.

Zum Erzschnelzen setzte man üblicherweise einen Schachtöfen mit Stichherd ein, der nach Darstellung des Autors an der Oberkante weiter war als am Boden. Auch eine Art Krummofen, bei dem das Schmelzgut kontinuierlich abfloss, stellte er vor. Interessant ist die Darstellung eines Flammofens zum Erzschnelzen, der mit natürlichem Zug funktionierte. Dieser entwickelte allerdings nicht so hohe Temperaturen wie ein Schachtöfen.²⁰³⁰ Bei Vannoccio Biringuccio findet man auch die Zeichnung und Beschreibung eines Saigerherdes.²⁰³¹ Im *Speculum Metallorum* wurde eine Vielzahl von Schmelzöfen beschrieben. Neben den Schachtöfen mit Vorherd wurden der Treibherd, Dörr- oder Darrofen und der Garherd dargestellt, Öfen, die in Tirol für die Verarbeitung des Falkensteiner Erzes benötigt wurden. Die Beschreibung des Saigerherdes durch Hans Stöckl enthält genaue Maßangaben, nach denen dieser Herd gebaut werden konnte.²⁰³² Alle diese Autoren stellten die Verhältnisse in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts in den ihnen bekannten Bergrevieren dar. Georgius Agricolas Werk erschien zwar erst 1556, allerdings wurden hier ebenfalls Hüttentechnologien aus dem oben genannten Zeitraum beschrieben. Zu seiner Zeit gab es zum Erzschnelzen einfache Gebläse-Schachtöfen mit unterschiedlicher Zustellung. Diese waren nicht höher als 5 bis 7 Fuß und oben etwas weiter als unten. Georgius Agricola teilte diese Öfen einmal danach ein, wie sie betrieben wurde, d. h. mit zeitweise geschlossenem Auge oder mit kontinuierlichem Austritt des Schmelzguts. Letztere unterschieden sich dann noch darin, wie sie zugemacht waren.²⁰³³ Besondere Schmelzöfen gab es für Zinnerz und –graupen, besondere Verfahren für das Schmelzen von Quecksilber, Antimon und Wismut.²⁰³⁴ Für die weitere Verarbeitung gewonnener Rohprodukte kannte der Autor verschiedene Treibherde und Brennöfen zum Feinbrennen des Silbers. Für die Kupfersaigerung war die Saigerhütte mit Frischöfen, Saigerherden, Darröfen, Garherden und Treibherden ausgestattet. Es gab einen Wärmeofen für die Kupferstücke und einen Herd, auf dem große Bleistücke umgeschmolzen werden konnten.²⁰³⁵ Diese Vielzahl an Schmelzöfen und Herden war also bereits in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts Standard, was auch in den anderen Schriften dieser Zeit zum Ausdruck kommt. Lange Zeit war man mit dieser technischen Ausstattung offensichtlich erfolgreich. Allerdings begann man bereits gegen Ende des 16. Jahrhunderts mit sogenannten Hohen Öfen für das Erzschnelzen zu experimentieren. Bei der Verhüttung von Eisenerz nutzte man schon seit längerem Hohe Öfen, was Vannoccio Biringuccio darstellte.²⁰³⁶ Das Problem war die Kontrolle des Schmelzprozesses in so einem Ofen. Ob das Schmelzen erfolgreich war und die Metalle erwartungsgemäß ausgebracht worden waren, erkannte man am abgestochenen oder kontinuierlich austretenden Schmelzgut. Aus diesem Grund empfahl Georgius Agricola für das Schmelzen von Erzen mit hohem Edelmetallgehalt auch das „Schmelzen auf dem Stich“. Hier konnte man bei jedem Abstich, direkt oder durch die

²⁰³⁰ Otto Johannsen, 1925, 170 – 180.

²⁰³¹ Otto Johannsen, 1925, 186 – 188.

²⁰³² Franz Kirnbauer, 1961, 172 – 183.

²⁰³³ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 487 – 510, Anm. 440 und 446.

²⁰³⁴ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 522 – 527, 539 – 554.

²⁰³⁵ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 575 – 581, 611 – 615.

²⁰³⁶ Otto Johannsen, 1925, 180, der hier beschriebene Schmelzöfen war 7 bis 8 Ellen hoch, d. h. 4 bis 4,5 m.

Analyse einer Probe, feststellen, ob zum einen das Erz in richtiger Weise geschmolzen war und ob zweitens das Blei die Edelmetalle in ausreichender Weise gebunden hatte.²⁰³⁷ Bei den Hohen Öfen, die bereits zu Beginn der Schmelzarbeit komplett beschickt wurden, konnte man nur mit Verzögerung reagieren und die Beschickung dem Schmelzprozess anpassen. Georg Engelhardt Löhneyß bildete 1617 in seinem Bericht vom Bergwerk einen „Hohen Ofen“ ab, der sich von den zuvor gebräuchlichen Schachtöfen nur in seiner Größe unterschied. Hierbei handelte es sich nach dem Zumachen um einen Krümmen Ofen, in dem vor allem sehr arme Gold- und Silbererze durchgeschmolzen wurden.²⁰³⁸ Der Vorteil der Hohen Öfen lag vor allem in ihrer langen Betriebszeit. Bereits Georg Engelhardt Löhneyß schrieb, dass man in Zellerfeld 12 bis 14 Schichten zu 11 bis 12 Stunden hintereinander schmolz, bevor man den Ofen ausgehen ließ.²⁰³⁹ Indem man nur wesentlich seltener eine Betriebsunterbrechung hatte, sparte man Material für das Zumachen des Ofen, Kohlen für das Abwärmen und das Brennmaterial für das erneute Anlassen des Ofens. Hinzu kamen die Lohnkosten für die Hüttenarbeiter. Auch in dem Mitte des 17. Jahrhunderts erschienenem *Speculum Metallurgiae Politissimum* war ein Hoher Ofen abgebildet, weshalb hier auch das Hüttengebäude eine entsprechende Höhe haben musste.²⁰⁴⁰ Balthasar Rösler unterschied drei Typen, den Hohen Ofen, den Stichofen und den Krümmen Ofen. Außerdem nutzte man den Hölzel- und den Tiegelofen, die in der Größe dem Krümmen Ofen glichen, sich aber in der Art der Zustellung, d. h. der Herstellung des Herdes, voneinander unterschieden. Der Hölzel-Ofen war nach seiner Einschätzung der älteste Schmelzofentyp.²⁰⁴¹ Als Christoph Andreas Schlüter in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts sein Werk verfasste, waren Hohe Öfen bereits weitgehend etabliert. In Straßberg war 1717 ein Hoher Ofen vom dortigen Bergdirektor Koch angelegt worden. In Rothenburg erbaute man einen solchen Ofen 1722, initiiert durch den Geheimen Rat von Krug. 1727 wurden Hohe Öfen in Mansfeld durch den Zehntner Ehrenberg eingerichtet.²⁰⁴² Neben den weiterhin genutzten Stichöfen und Krümmöfen beschrieb er „Halbe hohe Öfen“ und „Hohe Öfen“, die bis zu 18 Fuß hoch waren.²⁰⁴³ Um diese Öfen überhaupt beschicken zu können, hatte man bei den Halbhohen Öfen mittig einen Tritt angebracht. Bei den Hohen Öfen gab es entweder Treppen neben den Öfen oder, was noch effektiver war, eine zweite Ebene in der Hütte, die meist über dem gehenden Zeug angelegt wurde, auf die man die Beschickung mit Schubkarren brachte und von der aus man die Schmelzöfen beschickte. Die Hohen Öfen waren teilweise bis zu vier Wochen durchgehend in Betrieb, bevor man sie ausblies und erneuerte.²⁰⁴⁴ Ein Problem, das sich aus der Höhe der

²⁰³⁷ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 498.

²⁰³⁸ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, Fol. 91 und Kupferstich N^o 5.

²⁰³⁹ Georg Engelhardt Löhneyß, 1650, Fol. 91.

²⁰⁴⁰ Balthasar Rösler, 1700, Kupfer N^o 19, nach Seite 106 eingebunden.

²⁰⁴¹ Balthasar Rösler, 1700, 107.

²⁰⁴² Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 98, 102, 104.

²⁰⁴³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 53 – 55, 18 Fuß entsprechen 5,22 m. Das „Schmelzen auf dem Gang“, das Johann Mathesius noch erwähnt, hatte man inzwischen aufgegeben.

²⁰⁴⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 98 – 110.

Öfen ergab, war die Stabilisierung der Ofenwände. Man legte deshalb eiserne Anker oder Riegel in das Mauerwerk ein.²⁰⁴⁵

Eine weitere besondere Ofenform waren die Brillöfen, die mit zwei Vorherden ausgestattet waren. Einen solchen Schmelzofen hatte Christoph Andreas Schlüter im Mansfeldischen um 1700 herum selbst gesehen. Er war dort 1698 durch den Hüttenmeister Laminiec eingeführt worden, der aus Ungarn gebürtig war. Deshalb nannte man diesen Brillöfen auch Ungarischen Ofen. Ein später in Mansfeld errichteter Hoher Ofen hatte ebenso zwei Vorherde wie der Hohe Ofen zu Rothenburg an der Saale und der Hohe Ofen im Hüttenwerk zu Ilmenau. Aus diesem Grund waren diese Öfen auch als Brillöfen einzuordnen.²⁰⁴⁶ Die beiden Vorherde der Brillöfen wurden immer im Wechsel genutzt. Insbesondere bei den Hohen Öfen, die mehrere Wochen durchgängig in Betrieb waren, musste der Vorherd öfter erneuert werden, was bei den Brillöfen leichter möglich war, da mehr Zeit dafür zur Verfügung stand.

Zum Schmelzen der reinen Bleierze in Villach nutzte man Windöfen, die mit natürlichem Zug ohne Blasebalg betrieben wurden. Dieses Verfahren war seit langem bekannt und bei den hier anstehenden leichtflüssigen Erzen auch trotz geringerer Temperaturen anwendbar. Bereits Vannoccio Biringuccio stellte fest, dass man Bleierz ohne besondere Kunst schmelzen könne und Georgius Agricola beschrieb das Bleierzschmelzen in Kärnten, Sachsen und Polen mit einfachen offenen Herden.²⁰⁴⁷ Eine wirkliche Neuerung waren die Windöfen, von denen Christoph Andreas Schlüter 1711 Nachrichten aus England und Norwegen erhalten hatte. Diese Öfen wurden ungefähr 1698 von Dr. Whright, Doktor der Medizin und Chemie, und zwei Geschäftspartnern erfunden. Die Engländer hatten dann diese Art Schmelzöfen 1726 nach Ordahlen und 1735 nach Königsberg in Norwegen gebracht. Man konnte diese Cupolo genannten Öfen sowohl zum Schmelzen von Bleierzen als auch von Kupfererzen nutzen. Sie wurden ausschließlich mit Steinkohlen befeuert und konnten ohne Unterbrechung ein ganzes Jahr in Betrieb bleiben.²⁰⁴⁸ In Mitteleuropa kannte man diese Schmelzöfen bis dahin nicht und auch Christoph Andreas Schlüter war sehr vorsichtig in der Beurteilung dieser Technik. Vor allem widersprach es seiner Erfahrung, dass das Schmelzen mit offener Flamme statt mit glühenden Holzkohlen funktionieren konnte.

Insbesondere aus dem Werk Christoph Andreas Schlüters wird im Vergleich zu den älteren Werken deutlich, wie weit fortgeschritten die Hüttentechnologie in den führenden Erzbergbaurevieren Mitteleuropas im frühen 18. Jahrhundert war. Die Optimierung der Abzuchten, der Einsatz von hölzernen statt ledernen Blasebälgen und die Sicherung der Energieversorgung durch Stauteiche waren Entwicklungen dieser Zeit. Der zunehmende Einsatz von Hohen Öfen und die Entwicklung von Sonderformen, wie den Brillöfen, sind ebenfalls zu beobachten. Die ersten großen Hüttenbetriebe waren die Saigerhütten des 16. Jahrhunderts, wie sie Georgius Agricola kannte. Wenn man in den Bergrevieren ausreichende Mengen an Erz förderte, wurden große Hüttenwerke z. T. mit

²⁰⁴⁵ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 98 – 110.

²⁰⁴⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 62 – 64, 103 – 110.

²⁰⁴⁷ Otto Johannsen, 1925, 61, Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 509 – 511, Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 113 f.

²⁰⁴⁸ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 110 – 113, 315 – 318, 455 – 459.

mehreren Gebäuden errichtet, in denen die unterschiedlichen Schmelzöfen von dafür ausgebildeten Spezialisten betrieben wurden. Es gab aber auch deutliche regionale Unterschiede, die sich beispielweise in den recht einfachen aber immer noch gebräuchlichen Schmelzöfen auf dem Balkan zeigten. Die Sonderentwicklung in England, wo man das Schmelzen mit Windöfen und Steinkohlefeuerung voran gebracht und diese Technologie auch nach Norwegen exportiert hatte, wurde durch Christoph Andreas Schlüter erstmals in Mitteleuropa bekannt gemacht.

5.3.3.3 Verhüttung der Erze

5.3.3.3.1 Schmelzen von Silber-, Blei- und Kupfererzen

Eine Vorstellung von der Weiterentwicklung der Schmelztechnik in der Frühen Neuzeit gibt uns Christoph Andreas Schlüter, der großen Wert darauf legte, genau festzuhalten, in welcher Höhe und in welchem Winkel die Formen für die Spitzen der Blasebälge im Schmelzofen installiert wurden. Dies wird im Vergleich zu älteren Werken deutlich. Dass in der Rückwand des Schmelzofens eine eiserne Form eingemauert wurde, in die die Blasebälge eingelegt wurden, schilderte schon Peder Månsson.²⁰⁴⁹ Bei Vannoccio Biringuccio war diese Form aus Kupfer.²⁰⁵⁰ Georgius Agricola beschrieb die eisernen oder kupfernen Formen in der Brandmauer und der Ofenrückwand für die Blasebälge ebenfalls. Er war dann der erste, der auch zur Ausrichtung der Form im Schmelzofen Stellung nahm. Leichtschmelzende Erze benötigten eine wenig geneigte Form und einen sanften Wind, bei schwerschmelzenden Erzen wurde die Form stark geneigt und das Gebläse erzeugte einen starken Wind.²⁰⁵¹ Dass die Formen beim Schmelzen so eingelegt wurden, wie es das Schmelzen erforderte, nicht zu flach und nicht zu steil, schrieb auch Lazarus Ercker.²⁰⁵² Christoph Andreas Schlüter maß der richtigen Ausführung der Formen große Bedeutung zu. Sie waren aus Kupfer oder Eisen und wogen 50 bis 56 Pfund. Über die Lage und Richtung der Form im Ofen gab es nach Christoph Andreas Schlüter viele Meinungen, wobei er eine waagerechte Lage der Form bevorzugte. Die Höhe der Form im Ofen hing von der Qualität der zu verhüttenden Erze ab.²⁰⁵³ Er beschrieb bei jedem Schmelzprozess stets, wie hoch die Form im Ofen lag und in welchem Winkel sie ausgerichtet wurde. Damit der Ofen richtig eingerichtet werden konnte, gab es einen „Quadranten zum Formenlegen“, damit man „die Formen desto accurater legen könne.“²⁰⁵⁴ Im frühen 18. Jahrhundert hatte man also nicht nur exakte Angaben in Winkelgrad für die Formen, sondern auch ein Messinstrument, um diese einzuhalten.

Beim Schmelzprozess selbst bildete sich dann vor der Form des Gebläses eine Nase, die bewirkte, dass der Luftstrom in Richtung des Ofenauges blies, wie Balthasar Rösler darstellte.²⁰⁵⁵ Dieses „Vernasen“ der Windform schützte sie vor dem Zusetzen, hielt Christian Berward unter dem entsprechenden Stichwort

²⁰⁴⁹ Otto Johannsen, 1941, 221.

²⁰⁵⁰ Otto Johannsen, 1925, 175.

²⁰⁵¹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 479, 496.

²⁰⁵² Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 248.

²⁰⁵³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 48 – 51.

²⁰⁵⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 50 f., Kupferstich N° XIX.

²⁰⁵⁵ Balthasar Rösler, 1700, 108 f.

fest.²⁰⁵⁶ In Bezug auf die Arbeit mit einem Krummofen am Unterharz schilderte auch Christoph Andreas Schlüter, wie beim Schmelzen „auf die Nase gearbeitet“ wurde, d. h. es wurde so geschmolzen, dass sich vor der Form eine Nase bildete, die bis in die Ofenmitte reichte. Beim Schmelzen von Kupferrost arbeitete man jedoch nicht auf die Nase, sondern mit hellem Feuer.²⁰⁵⁷ Eine Besonderheit zum Schutz der eisernen Form war ein von oben eingemauerter Nasenkeil, mit dem ein Stichofen zum Lechschmelzen in Schemnitz ausgerüstet war.²⁰⁵⁸

Das Zumachen der Schmelzöfen mit Gestübe erforderte besondere Aufmerksamkeit. Dies galt sowohl bezüglich der Zusammensetzung des Materials wie auch hinsichtlich des Einbringens und Festschlagens zur Formung des Herdes und gegebenenfalls des Spors. Auch hier werden die Angaben in den hüttentechnischen Schriften immer präziser. Die Herstellung von Gestübe zum Zumachen (oder zur Zustellung) der Öfen wird erstmals bei Vannoccio Biringuccio beschrieben, wobei nur die Materialien für das Gestübe genannt, aber keine Mengenangaben oder Mischungsverhältnisse angegeben wurden. Auch die Anweisungen zum Herstellen des Herdes waren sehr allgemein.²⁰⁵⁹ Im *Speculum Metallorum* unterschied man nach der Art der zu schmelzenden Erze, wie die Mischung für das Gestübe sein sollte. Als Faustregel galt, „je schwerer ein Zeug ist von Metall, wie Kupfer, Hartwerk, Blei oder kupfriger Stein, desto schwerer müssen die Gestüb sein. Aber zu kiesigen, hartflüssigen und schwammigen Sachen sollen sie desto geringer sein“.²⁰⁶⁰ Sehr detailliert beschrieb Georgius Agricola die Herstellung des Gestübes. Demnach bestand dieses aus zwei Teilen Kohlen und einem Teil Lehm, die sorgfältig gepocht, gesiebt und gemischt wurden. Hier wird auch erstmals ein Gestübeepochwerk erwähnt. Das Einbringen des Gestübes und die dafür notwendigen Werkzeuge wurden detailliert dargestellt. Es fällt allerdings auf, dass hier nicht auf die Notwendigkeit unterschiedlicher Mischungen für das Gestübe eingegangen wurde, obwohl der Autor beispielweise beobachtet hatte, dass man bei der Verhüttung von Bleierz dem Gestübe Eisenhammerschlag beimischte.²⁰⁶¹ Auch Balthasar Rösler gab in seiner Darstellung zum Bau der Schmelzöfen nur an, dass man das Gestübe aus einem Teil Lehm und sechs Teilen Kohlenlesche anmischen sollte.²⁰⁶² Sehr detailliert waren dann schließlich die Angaben bei Christoph Andreas Schlüter. Je nach Ofentyp wurden auf den Tiegelstein Schlacken gegeben und Lehmherde gemacht, Tiegel von Erzklein oder Sohlsteine angelegt. Die Vorherde wurden mit großen Steinen umgeben oder mit gusseisernen Platten eingefasst.²⁰⁶³ Die Einteilung der Schmelzmethoden hängt bei ihm direkt mit dem verwendeten Gestübe zusammen, denn er differenzierte zwischen dem „Schmelzen auf dem leichten Gestübe über den Tiegel“, dem „Schmelzen auf dem schweren Gestübe“ und dem „Schmelzen im Windofen“. Beim Schmelzen auf dem leichten Gestübe enthielt das Gestübe überhaupt keinen Lehm, während das schwere Gestübe

²⁰⁵⁶ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 27.

²⁰⁵⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 400, 408.

²⁰⁵⁸ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 65 – 67.

²⁰⁵⁹ Otto Johannsen, 1925, 175 f., er nennt hierfür Kohlestaub, Lehm, weißen Ton und Asche.

²⁰⁶⁰ Franz Kirnbauer, 1961, 173 f. (Fol. 224^f – 226^f).

²⁰⁶¹ Hans Prescher, 1974, (AGA VIII), 491– 493, 521.

²⁰⁶² Balthasar Rösler, 1700, 108.

²⁰⁶³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 48.

aus Kohlen und Lehm bestand, die man gepocht und vermischt hatte. Hierzu gehörten die meisten Schmelzprozesse, wie das Schmelzen durch den Krummofen, den Stichofen und den Hohen Ofen. Für das Schmelzen im Windofen benötigte man überhaupt kein Gestübe.²⁰⁶⁴ In den folgenden Kapiteln über die Schmelzprozesse gab Christoph Andreas Schlüter dann stets genau an, in welchem Verhältnis Kohlen und Lehm zum Gestübe gemischt werden sollten. Ein Pochwerk zum Zerkleinern der Holzkohlen gehörte für ihn zur Grundausstattung der Schmelzhütte. Hier zeigt sich sehr deutlich, wie sehr man inzwischen den Schmelzprozess optimiert hatte, indem man genau beachtete, dass die Mischung des Gestübes auf das zu verarbeitende Material abgestimmt wurde.

Eine Besonderheit war das „Schmelzen über das leichte Gestübe“, wie es am Rammelsberg üblich war. Christoph Andreas Schlüter hob die Einzigartigkeit dieses Schmelzprozesses deutlich hervor und bedauerte, dass er nicht angeben konnte, wann und von wem dieser erfunden worden sei. Er hatte zwar in einem alten Manuskript gefunden, dass die Franken ungefähr 1025 diese Kunst am Rammelsberg initiiert hätten, konnte diese Angaben aber nicht weiter verifizieren. Die erste detaillierte Beschreibung hierzu findet man bei Lazarus Erckers Bericht vom Rammelsberg. Schon er beschrieb diesen Hüttenprozess als einzigartig: „Solch dergleichen schmelzen findet man an keinem Ort. ..., so achte ich doch, daß auf dieses rohe arme Ertz nicht ein beßres schmelzen könne erfunden werden“.²⁰⁶⁵ Auch später beschäftigte er sich noch mit diesem Verfahren und beschrieb den Goslarer Hüttenprozess in seinem „Großen Probierbuch“.²⁰⁶⁶ Er schlug darin vor, dieses Schmelzen für Zinnerz einzusetzen, bei dem ähnlich Probleme auftraten, wie beim Bleierzschmelzen.²⁰⁶⁷ Hardanus Hakes Beschreibung des Goslarischen Schmelzprozesses entspricht der Lazarus Erckers, auf den er anderen Orts dann auch verwies.²⁰⁶⁸ Christoph Andreas Schlüter widmete dann das XL. Kapitel seines Werkes diesem Verfahren, wobei er den dafür notwendigen Schmelzofen bereits im VIII. Kapitel vorgestellt hatte.²⁰⁶⁹ Diese Art Öfen gab es nur beim Schmelzen der rammelsbergischen Blei- und Silbererze und sonst auf keiner anderen Hütte. Auch er war von der Qualität dieses Verfahrens überzeugt, denn er schrieb, „und wüßte ich nach meiner Meynung auf geringhaltige Silber- und Bley-Ertze, wie diese sind, keine bessere Methode zu schmelzen, auszufinden.“²⁰⁷⁰ Obwohl das Verfahren prinzipiell gleich geblieben war, hatte es im Laufe der Zeit Verbesserungen gegeben. Durch das bessere Rösten der Erze fielen bei weitem weniger Eisensauen an. Für das aus Rammelsberger Erz ausschmelzende Zink baute man in den Öfen einen Zinkstuhl ein, um das Zink besser für die Weiterverarbeitung gewinnen zu können. Um Brennmaterial zu sparen, nutzte man zu Christoph Andreas

²⁰⁶⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 200 – 220.

²⁰⁶⁵ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 250.

²⁰⁶⁶ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 239 – 243.

²⁰⁶⁷ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 250 f.

²⁰⁶⁸ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 122 – 125,

144.

²⁰⁶⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 57 – 60, 221 – 238, Kupferstich N^o XX.

²⁰⁷⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 223.

Schlüters Zeit Torf zum Abwärmen des Ofens statt Holzkohle.²⁰⁷¹ Der Fortschritt lag hier also, wie häufig, im Detail.

Generell waren die Kosten für Holz und Holzkohlen ein wichtiger Faktor, um den Hüttenprozess ökonomisch zu gestalten. Schon Lazarus Ercker machte sich Gedanken, ob es sinnvoll war zum Erzschnmelzen Mott oder Torf einzusetzen. Er kam jedoch zu dem Schluss, dass selbst bei einer Mischung von Mott und Holzkohlen der Schmelzprozess beeinträchtigt würde, weil der Ofen sich zusetzte.²⁰⁷² Christoph Andreas Schlüter nutzte bei einigen Hüttenprozessen die günstiger zu beschaffenden Wasen zur Kostenersparnis.

Zum Schmelzprozess selbst findet man bei Ulrich Rüleln von Calw lediglich Hinweise auf die verwendeten Zuschläge. Da diese Angaben in dem Glossar gemacht werden, fehlen weitergehende Beschreibungen bezüglich der Prozessführung.²⁰⁷³ Auch Peder Månsson, der selbst kein Hüttentechniker war, beschrieb das Schmelzen der Erze nur sehr knapp. Demnach wurden die Blei-Silbererze in einem Tiegelofen verhüttet, den man nach dem Abziehen der Schlacken und Abkühlen des Bleis auskellte, während die Kupfererze in einem Stichofen geschmolzen wurden.²⁰⁷⁴ Der erste Autor, der die Verhüttungsprozesse aus eigener Praxis darstellte, war Vannoccio Biringuccio. Er war dann auch der Erste, der einen allgemeinen Grundsatz aufstellte, indem er schrieb: „Als allgemeine Merkregel, die ihr sicher leicht versteht, sei euch gesagt, dass man leichte Mittel bei leichtflüssigen Erzen und alle starken bei schwerschmelzenden Erzen anwenden muss, um sie zu bezwingen.“²⁰⁷⁵ Neben dem Schmelzen der Erze im Gebläse-Schachtofen oder bei geringerer Temperatur in einem Flammofen war es auch möglich, sehr reines Silbererz durch Eintränken in Bleibäder zu verarbeiten. Für die Verhüttung von Blei-Silbererzen nutzte man einen Schmelzofen mit offenem Auge, während man Kupfererze durch einen Stichofen setzte.²⁰⁷⁶

Die wesentlichen zu Beginn der Frühen Neuzeit eingesetzten Schmelzmethoden führte dann Georgius Agricola systematisch auf. Dies waren das „Schmelzen auf dem Stich“, mit zeitweise geschlossenem Stich in einem Tiegel- oder Stichofen, und das „Schmelzen mit offenem Auge“, bei dem das Schmelzgut kontinuierlich austrat. Hierbei gab es wiederum das „Schmelzen über das Hölzchen“ (Spurofen mit verdecktem Auge), „mit dem krummen Ofen“ (Sumpfofen) und „auf die rohe Schicht“ (großer Spurofen mit offenem Auge). In jedem Fall handelte es sich um Gebläse-Schachtofen mit unterschiedlicher Zustellung, aus denen das Schmelzgut entweder abgestochen wurde oder kontinuierlich austrat.²⁰⁷⁷ Eine der Erzqualität angemessene Schmelzmethode vorausgesetzt, war auch eine sorgfältige Prozessführung für ein erfolgreiches Schmelzen wichtig. Problematisch waren zu schnelles, zu langsames aber auch

²⁰⁷¹ Ob sich die Größe des Schmelzofens verändert hat, ist schwer abzuschätzen. Nach Lazarus Ercker Angaben hatte der Ofen eine Breite und Tiefe von zwei Mauerziegeln. Eine Gesamthöhe wird gar nicht angegeben. Bei Christoph Andreas Schlüter ist der Ofen 1 - 2 Fuß breit, 3 ½ Fuß tief, 9 Fuß 8 Zoll hoch.

²⁰⁷² Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 243 – 245.

²⁰⁷³ Ulrich Rüleln von Calw, 1518, 46 f.

²⁰⁷⁴ Otto Johannsen, 1941, 214 (Kap. 17 des Bergbuches), 221 f. (Kap. 20 des Bergbuches)

²⁰⁷⁵ Otto Johannsen, 1925, 167.

²⁰⁷⁶ Otto Johannsen, 1925, 50, 61 – 63, 181 – 184.

²⁰⁷⁷ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 495 – 508.

ein ungleichmäßiges Schmelzen.²⁰⁷⁸ Die richtige Regierung der vier Elemente Erde, Wasser, Luft und Feuer zeichnete den „hervorragenden Schmelzer“ aus.²⁰⁷⁹ Neben diesen grundlegenden Verfahren stellte Georgius Agricola dann noch weitere Schmelzmethoden vor, die für spezielle Erzsorten geeignet oder in bestimmten Bergrevieren üblich waren.²⁰⁸⁰ Hier zeigt sich, in welchem Maße die Hüttenleute gelernt hatten, die metallhaltigen Mineralien genau zu erkennen, die notwendigen Zuschläge auszuwählen und dementsprechend den Schmelzprozess zu gestalten. Eines der aufwendigsten Verfahren, das Georgius Agricola beschrieb, war der Tiroler Abdarrprozess. Neben dem Schmelzen von Gold-, Silber-, Kupfer-, Blei- und Zinnerz in den verschiedenen dafür entwickelten Schmelzöfen schilderte Georgius Agricola auch das Schmelzen in Töpfen oder Rinnen, bei dem Quecksilber, Antimon und Wismut erschmolzen wurden.

Auch wenn Georgius Agricola bereits geeignete Zuschläge und Mischungen für die Beschickung einige Schmelzverfahren nannte, waren seine Angaben nicht so detailliert, dass man diese als Rezepturen nutzen konnte. Sie gaben Hinweise, die dann der Schmelzer für das in seine Hütte eingelieferte Erz selbst erproben musste. Einen tieferen Einblick bieten hier die beiden als Handschriften überlieferten Werke, das Schwazer Bergbuch und das Speculum Metallorum. Das Schwazer Bergbuch enthält Schmelzrezepte für das am Falkenstein geförderte Erz, in denen die Beschickung für mehrere Prozessstufen mit Gewichtsangaben und Angaben des Silbergehaltes festgehalten wurden.²⁰⁸¹ Das Speculum Metallorum enthält die Schmelzrezepte Hans Stöckls, die dieser um 1550 in einem eigenen Buch festhielt. Auch hier werden die Erzsorten, Zuschläge und die durch das Schmelzen gewonnenen Zwischenprodukte genannt, die benötigten Mengen und der jeweilige Silbergehalt angeben.²⁰⁸² Diese beiden Schriften zeigen, wie genau zumindest in großen, bedeutenden Bergrevieren gearbeitet wurde, um vor allem das Silber erfolgreich auszubringen. Sie zeigen auch, dass auf jeder Stufe des Verhüttungsprozesses alle Erze, Zuschläge und Zwischenprodukte in der Proberstube analysiert wurden, um zum einen den Prozess zu steuern und zum anderen das Ergebnis zu kontrollieren. Ein weiteres Faktum wird hier deutlich: Das Hüttenwesen war keinesfalls eine Geheimwissenschaft. Bereits Hans Stöckl erhielt seine Schmelzrezepte von anderen Hüttenmeistern und aus älteren Schriften, die bis ca. 1500 zurückreichen. Die Handschriften, in denen diese veröffentlicht wurden, erreichten zwar nur ein begrenztes Publikum, dennoch waren sie einem Fachmann wie Lazarus Ercker bekannt, der sie dann wiederum in seinem „Großen Proberbuch“ öffentlich machte.

Im Werk Balthasar Röslers findet man zusätzlich zu den Angaben der Beschickung und der ausgebrachten Metalle jeweils eine Aufstellung der Hüttenkosten, denn das Schmelzen war ökonomisch nur dann sinnvoll, wenn der Wert der ausgebrachten Metalle nicht die Kosten für Rohstoffe, Energie und Arbeitslöhne überstieg.²⁰⁸³ Eine deutlich elegantere Methode wählte dann

²⁰⁷⁸ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 497 – 499.

²⁰⁷⁹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 495.

²⁰⁸⁰ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 514 – 531.

²⁰⁸¹ Erich Egg, 1988, Fol. 157^v – 158^r.

²⁰⁸² Franz Kirnbauer, 1961, 191 f. (Fol. 236^r – 240^r).

²⁰⁸³ Balthasar Rösler, 1700, 116, 122, 124, 135, 140, 145.

schließlich Christoph Andreas Schlüter. Da die Preise örtlichen und zeitlichen Schwankungen unterworfen waren, gab er bei jedem von ihm beschriebenen Hüttenprozess die Menge der Rohstoffe, aus denen die Beschickung bestand, an. Ferner wurden die Dauer des Schmelzprozesses, die dafür benötigten Arbeitskräfte und der Verbrauch an Feuerungsmaterial festgehalten, soweit er dies in Erfahrung bringen konnte.²⁰⁸⁴ Damit war jeder andere Hüttenmeister selbst in der Lage, auszurechnen, ob er das beschriebene Verfahren gewinnbringend einsetzen konnte.

Eine wichtige Methode, vor der Einführung neuer Hüttenprozesse deren Effizienz zu überprüfen, war das Probeschmelzen. Mit einem solchen Verfahren versuchte beispielsweise bereits Lazarus Ercker, den sächsischen Kurfürsten von der Einführung des am Rammelsberg praktizierten Schmelzprozesses in Sachsen zu überzeugen.²⁰⁸⁵ Wie ein solcher Versuch durchgeführt werden musste, um zu wirklich vergleichbaren Ergebnissen zu kommen, stellte Christoph Andreas Schlüter ausführlich dar.²⁰⁸⁶

Im Laufe der Frühen Neuzeit veränderte sich das Schmelzen mit der Einführung der Hohen Öfen hinsichtlich der Dauer und der durchgesetzten Erzmengen beträchtlich. Fortschritte gab es auch in der präzisen Ausrichtung der Formen im Schmelzofen, bei der Leistungsfähigkeit der Blasebälge und bei der differenzierten auf das Schmelzgut abgestimmten Herstellung des Gestübes. Bemerkenswert ist ferner, dass unabhängig von der Entwicklung in Mitteleuropa in England eine stark abweichende Technologie zur Erzverhüttung entwickelt wurde. Was aber vor allem festzustellen ist, dass die Genauigkeit, mit der in den Hütten gearbeitet wurde, sehr hoch war, dass eine Qualitätskontrolle praktisch seit Georgius Agricola etabliert war und dass man die Hüttenökonomie stets im Blick hatte.

5.3.3.2 Saigern zur Entsilberung des Schwarzkupfers

Nach der ersten Abbildung der technischen Einrichtung einer Saigerhütte im „Mittelalterlichen Hausbuch“²⁰⁸⁷ findet man den ersten schriftlichen Hinweis auf dieses Verfahren bei Ulrich Rülein von Calw.²⁰⁸⁸ Eine frühe Beschreibung dieses Verfahrens konnte dann Peder Månsson erhalten, der sie in seinem Kunstbuch wiedergab, wobei für das Frischen des silberhaltigen Kupfers eine viel zu geringe Bleimenge angegeben wurde.²⁰⁸⁹ Auch im Probierebuch wurde dieses Verfahren genannt.²⁰⁹⁰ Vannoccio Biringuccio kannte für die Trennung von Kupfer und Silber zwei Methoden, die traditionelle Steinentsilberung und das Saigerverfahren. Das ältere Verfahren, die Steinentsilberung bestand aus einem mehrfach wiederholten Verbleien des silberhaltigen Kupfersteins, so dass man einen entsilberten bleihaltigen Kupferstein und stark kupferhaltige Werke mit abnehmendem Silbergehalt erhielt.²⁰⁹¹ Effektiver war der Saigerhüttenprozess, bei dem der Verbrauch an Blei geringer war, so dass man

²⁰⁸⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 222 – 238, z. B. für den Hüttenprozess am Rammelsberg.

²⁰⁸⁵ Paul Reinhard Beierlein, 1955, 24 – 32.

²⁰⁸⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 559 – 566.

²⁰⁸⁷ Bernhard Neumann, 1920, 333 – 339.

²⁰⁸⁸ Ulrich Rülein von Calw, 1518, 47.

²⁰⁸⁹ Otto Johannsen, 1941, 105 f.

²⁰⁹⁰ Probierebuch, 1525, 10^f.

²⁰⁹¹ Otto Johannsen, 1925, 185 f.; aus dem Werkblei wurde dann das Silber ausgebracht.

auch silberärmeres Kupfer mit Gewinn verarbeiten konnte. Dieses Verfahren einschließlich einer Zeichnung des dafür genutzten Saigerherdes gab Vannoccio Biringuccio ebenfalls wieder.²⁰⁹² Gegen Ende des 15. Jahrhunderts wurde jedoch nicht nur der Saigerhüttenprozess, von dem die genannten Schriften berichten, entwickelt, sondern auch der Tiroler Abdarrprozess. Diese Entwicklung wird im *Speculum Metallorum* fassbar. Dort wurden zum einen die Kupfersaigerung und die Weiterverarbeitung der Kienstöcke im Darrofen dargestellt.²⁰⁹³ Ferner wurden, aus dem Schmelzbuch von Hans Stöckl stammend, die Beschreibung der Saigerarbeit in Eisleben und Mansfeld, in Schwartzach, Lutersdorf und Moschnitz (Mosternitz) beschrieben.²⁰⁹⁴ Zum anderen wird hier der Tiroler Abdarrprozess mit seinen Entwicklungsstufen über die verschiedenen hier zusammengestellten Schmelzrezepte deutlich.²⁰⁹⁵ Das auf das Tiroler Bergrevier konzentrierte „Schwazer Bergbuch“ bildete diesen Abdarrprozess ebenfalls ab.²⁰⁹⁶ Georgius Agricola waren beide Verfahren bekannt, wobei er den Tiroler Abdarrprozess als ein mögliches Schmelzverfahren für Kupfererz nur sehr knapp darstellte, während er dem Saigerhüttenprozess ein ganzes Buch widmete.²⁰⁹⁷ Im XI. Buch von „*De re metallica*“ wurden alle für die Kupfersaigerung notwendigen Betriebseinrichtungen wie Frischöfen, Saigeröfen, Darrofen und Garherde detailliert vorgestellt. Hier wurde auch erstmals ein Ofen zum Spleißen des silberarmen Kupfers beschrieben. Darüber hinaus gab Georgius Agricola genaue Anweisungen für die Beschickung zum Kupferfrischen, die abhängig vom Silbergehalt war. Ferner wurden zu dieser Zeit auch alle anfallenden Nebenprodukte wie Schlacken, Dörner, Darrost, Pickschiefer und Ofenbrüche in den Prozess zurückgeführt oder weiterverarbeitet, um die Metalle daraus zu gewinnen.²⁰⁹⁸ Aus dieser Darstellung wird deutlich, dass bereits im frühen 16. Jahrhundert der Kupfersaigerprozess vollständig entwickelt war. Die von Georgius Agricola beispielhaft vorgestellte Saigerhütte war eine fabrikähnliche Produktionsstätte, in der große Mengen saigerwürdiges Kupfer verarbeitet werden konnten. Verbesserungen dieser Technologie fanden dann nur im Detail statt. Lazarus Ercker beschrieb das deutsche und das ungarische Saigern, was sich vor allem darin unterschied, dass man in Oberungarn auch sehr silberarmes Kupfer saigern konnte, weil man es zuvor in einem Spleißofen anreicherte.²⁰⁹⁹ Neben zahlreichen kleinen Verbesserungen, wie Saigerscharten, die man wenden und damit länger nutzen konnte, gab es auch größere Fortschritte. So richtete Christoph Andreas Schlüter 1735 einen Saigerherd ein, der einen separaten Windofen hatte und mit Wasen befeuert wurde. Da er vollständig geschlossen war, sparte man zusätzlich Feuerungsmaterial ein.²¹⁰⁰ Wie auch bei anderen Verhüttungsprozessen wurden größere Herde entwickelt, in die man mehr Saigerstücke einsetzen konnte. Im Allgemeinen setzte man 4 bis 5 Saigerstücke gleichzeitig auf den

²⁰⁹² Otto Johannsen, 1925, 185 – 188.

²⁰⁹³ Franz Kirnbauer, 1961, 178 – 182 (Fol. 226^v – 228^v).

²⁰⁹⁴ Lothar Suhling, 1976, 131 f.

²⁰⁹⁵ Lothar Suhling, 1976, 150 – 155.

²⁰⁹⁶ Erich Egg, 1988, Fol. 156^v – 158^f; Lothar Suhling, 1976, 155 – 157.

²⁰⁹⁷ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 519 f., 608 – 666.

²⁰⁹⁸ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 611 – 615, 628.

²⁰⁹⁹ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 211 – 230.

²¹⁰⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 138 – 140, 479 – 501.

Saigerherd. Christian Berward ging im 17. Jahrhundert davon aus, dass man 7 Saigerstücke zugleich einsetzte. Christoph Andreas Schlüter setzte am Unterharz 6 Saigerstücke in den konventionellen Saigerherd, konnte dann in dem von ihm neu eingerichteten großen Herd 12 Saigerstücke zugleich absaigern. Allerdings gab es auch zu seiner Zeit noch viele Saigerhütten, die mit vier Saigerstücken arbeiteten.²¹⁰¹ Auch die Differenzierung in Arm-Frischen und Reich-Frischen, wie sie Christoph Andreas Schlüter praktizierte, verbesserte das Ausbringen des Silbers, indem man das aus ärmerem Kupfer gewonnene Saigerblei als Zuschlag in den Prozess zurückführte.²¹⁰²

Die Entwicklung der Saigerhüttentechnologie in der Frühen Neuzeit ist bereits durch Lothar Suhling umfassend analysiert worden.²¹⁰³ Da es in Mitteleuropa nur wenige ergiebige Silbererzlager gab, die wichtigsten lagen im sächsischen und böhmischen Erzgebirge, war man zur Gewinnung von Silber auch auf die Nutzung von silberhaltigen Kupfererzen angewiesen. In der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts wurde die traditionelle Methode der Kupferentsilberung durch Steinextraktion, die gewöhnliche Bleiarbeit, abgelöst durch zwei neue Technologien. Dabei handelte es sich um den Saigerhüttenprozess und den Tiroler Abdarrprozess. Durch die Entwicklung dieser Verfahren zur effektiven Entsilberung von silberhaltigem Kupfer konnte die Silbergewinnung auch aus verhältnismäßig silberarmen Kupfererzen erfolgen. Hinzu kam die Erfindung des Kupferspleißens, eines Konzentrationsschmelzens, wodurch sogar die Kupfererze in Niederrangart gewinnbringend entsilbert werden konnten.²¹⁰⁴ Gegenüber der älteren Steinentsilberung, bei der Kupferstein entsilbert wurde, war bei der Saigerarbeit der Silbergehalt im Schwarzkupfer höher. Durch den geringen Schwefelgehalt und Schlackenanteil wurde das Silber weitaus vollständiger in das Blei überführt. Durch das anschließende Darren der Kienstöcke wurde zusätzlich silberhaltiges Blei gewonnen.²¹⁰⁵ Beim Tiroler Abdarrprozess wurde das ältere Verfahren der stufenweisen Steinentsilberung in Kombination mit einer Modifizierung des Kupfersaigerverfahrens zu einem an die lokalen Verhältnisse optimal angepassten Kupferentsilberungsverfahren entwickelt.²¹⁰⁶ Auch wenn sich die Saigertechnologie, wie Lothar Suhling feststellt, nicht prinzipiell änderte,²¹⁰⁷ gab es doch Fortschritte. Dies zeigt sich darin, dass nach dem ersten Hinweis zum Saigerhüttenprozess bei Ulrich Rülein von Calw Schwarzkupfer mit einem Silbergehalt von mehr als 6 Lot pro Zentner gesaigert werden sollte. Etwa 150 Jahre später ging Balthasar Rösler davon aus, dass Schwarzkupfer mit einem Silbergehalt ab 1 Lot saigerwürdig war.²¹⁰⁸ Die Saigerarbeit gehörte zu den komplexesten und anspruchsvollsten Hüttenprozessen der Frühen Neuzeit und wird deshalb von Lothar Suhling²¹⁰⁹ zu Recht als Spitzentechnologie bezeichnet. Dies hatten auch schon die

²¹⁰¹ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 36; Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 494.

²¹⁰² Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 479.

²¹⁰³ Lothar Suhling, 1976.

²¹⁰⁴ Lothar Suhling, 1976, 15 – 16; nach Lothar Suhling ist der Tiroler Abdarrprozess genauso bedeutend wie der Saigerhüttenprozess. Auch wenn beide Verfahren auf demselben Prinzip beruhen, so unterscheiden sie sich in Arbeitsabläufen und Materialfluss erheblich.

²¹⁰⁵ Lothar Suhling, 1976, 21 f.

²¹⁰⁶ Lothar Suhling, 1976, 160.

²¹⁰⁷ Lothar Suhling, 1976, 171.

²¹⁰⁸ Ulrich Rülein von Calw, 1518, 50 f.; Balthasar Rösler, 1700, 146 f.

²¹⁰⁹ Lothar Suhling, 1976, 171.

Zeitgenossen erkannt, denn Vannoccio Biringuccio stellte fest, dass dieses Verfahren „wirklich klug und schön erdacht“ sei und auch Christoph Andreas Schlüter schreibt einleitend, dass die Saigerung des Kupfers bei den Hüttenwerken eine von den „besten Wissenschaften und kostbarsten Arbeiten“ sei.²¹¹⁰ Nur durch die Saigertechnologie wurden die silberführenden Kupfererzlagerstätten Mitteleuropas ökonomisch so interessant, dass hier große, durch kapitalstarke Gewerke initiierte Saigerhütten entstanden, in denen diese Technologie weiter optimiert wurde.

5.3.3.3 Darren der Kienstöcke

Um das in den Kienstöcken verbliebene silberhaltige Blei zu gewinnen, wurden diese im Darrofen gedarrt. Diese Verfahrensstufe vor dem Garmachen des Kupfers war auf den Saigerhütten allgemein üblich. Ein Darrofen wurde im Speculum Metallorum erstmals beschrieben. Während dort der Darrofen nach dem Beschicken zugemauert wurde,²¹¹¹ hatte der von Georgius Agricola beschriebene Ofen eine eiserne Tür. Auch Lazarus Ercker stellte dies so dar. Der Darrofen wurde mit 70 Ztr. Kienstöcken, beim Darren von Kienstöcken aus Spleißkupfer sogar mit 90 bis 100 Ztr. beschickt. Lazarus Ercker ließ 120 Ztr. Kienstöcke 12 bis 14 Stunden darren. Beide Autoren berichten von der Gewinnung von Pickschiefer und Dörnlein aus dem Darrprozess, die wieder in die Saigerarbeit zurückgeführt wurden.²¹¹² Die Weiterentwicklung dieses Verfahrens in den folgenden 150 Jahren wird dann bei Christoph Andreas Schlüter deutlich. Dieser kannte unterschiedliche Bauweisen für die Darröfen, nämlich mit gusseisernen Balken, gemauerten Gassen oder Kupferplatten, wobei er darin keinen qualitativen Unterschied sah. Außerdem stellte er fest, dass man in großen Hüttenwerken doppelt so viele Kienstöcke in den Darrofen setzte wie am Rammelsberg, wo man nur 36 bis 48 Stücke gleichzeitig dararte.²¹¹³ Es gab also regionale Unterschiede in der Größe und Bauweise der Darröfen. Die Größe hing in erster Linie davon ab, wieviele Saigerstücke in welcher Zeit verarbeitet werden mussten. Hier spielte die Wirtschaftlichkeit eine entscheidende Rolle.

5.3.3.4 Herstellung von Garkupfer

Eine ebenfalls sehr anspruchsvolle Arbeit war das Garmachen des Kupfers, d. h. das Schmelzen des Kupfers, um eine höhere Reinheit des Metalls zu erzielen und eine möglichst hochwertige Handelsware herzustellen. Dabei handelte es sich zum einen um silberarmes Schwarzkupfer aus dem Kupfererzschmelzen, zum anderen um die aus der Saigerarbeit stammenden, gedarrten Kienstöcke. Das Garmachen war eine „feine Wissenschaft“, die man nach Christoph Andreas Schlüter nicht allen Hüttenarbeitern vermittelte.

Der erste Autor, der sich mit dem Garmachen des Kupfers beschäftigte, war Vannoccio Biringuccio.²¹¹⁴ Georgius Agricola beschrieb das Kupfergaren im Zusammenhang mit der Saigerarbeit. Die gedarrten Kienstöcke wurden nach dem Darren vom Pickschiefer befreit und zum Garherd gebracht. Wenn sie dort

²¹¹⁰ Otto Johannsen, 1925, 187; Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 472.

²¹¹¹ Franz Kirnbauer, 1961, 181 (Fol. 228^r f.).

²¹¹² Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 651 – 659; Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 225 – 227.

²¹¹³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 501 – 503.

²¹¹⁴ Otto Johannsen, 1925, 203 – 205.

geschmolzen und in den Tiegel geflossen waren, wurde eine Probe genommen. An der Färbung und der Art des anhaftenden Kupfers erkannte man, ob es gar war. Diese Arbeiten kannte Georgius Agricola vermutlich aus der Chemnitzer Saigerhütte, in der man zwei Darröfen und vier Garherde gleichzeitig betreiben konnte.²¹¹⁵ Lazarus Ercker schrieb dagegen, dass man in den Saigerhütten vier Darröfen und zwei Garherde hatte. Neben dem von Georgius Agricola vorgestellten offenen Garherd kannte er auch einen ungarischen Garofen, der wie ein Backofen überwölbt war. Auch die Probenahme mit dem Gareisen war ihm bekannt. Zu seiner Zeit blieb im Zentner Garkupfer noch fast 1 Lot Silber zurück, das man nicht mehr ausbringen konnte.²¹¹⁶

Dass das Garkupfer qualitative Unterschiede aufwies, beschrieb Balthasar Rösler. Stammte dieses aus gesaigertem Schwarzkupfer, war es wegen des restlichen Bleigehaltes für die Messingherstellung nicht so gut geeignet. Noch höhere Anforderungen an die Qualität stellten die Schmiede, die ihr Kupfer in großen Kellen vor dem Gebläse selbst noch einmal schmolzen, bis es richtig gar war.²¹¹⁷ Zu diesem Thema nahm auch Christoph Andreas Schlüter Stellung, denn seiner Meinung nach lag die schlechtere Qualität des gesaigerten Schwarzkupfers nicht an dem Bleigehalt an sich, sondern an Verunreinigungen, die mit den bleiischen Zuschlägen in das Kupfer eingetragen wurden. Diese ließen sich auch beim Garmachen als letztem Arbeitsschritt nicht mehr vollständig entfernen. Nahm man zur Herstellung der Saigerstücke hochwertige, reine Zuschläge, so erhielt man auch gutes, für die Messingproduktion geeignetes Garkupfer. Er differenzierte denn auch zwischen Verunreinigungen, die sich durch das Garmachen leicht entfernen ließen, wie Eisenschuss, und Verunreinigungen durch Zink, Zinn und Kobalt, durch die die Qualität des Garkupfers dauerhaft gemindert wurde.²¹¹⁸

Für das Kupfergaren kannte Christoph Andreas Schlüter zwei Methoden. In den gewöhnlichen Garherden machte man 3 bis 6 Ztr. Kupfer gar. Diese waren am Harz, in Mansfeld und auch an anderen Orten üblich. In Sachsen und Ungarn nutzte man große Gar- und Spleißöfen, in die man bis zu 40 Ztr. Darrkupfer auf einmal einsetzen konnte.²¹¹⁹ Eine besondere Methode des Kupfergarens hatte man in Tirol entwickelt, wo man den Garherd mit dem Schmelzofen kombinierte und das Schwarzkupfer direkt in den Garherd abstach.²¹²⁰ Auf den gewöhnlichen kleinen Garherden verschlackte man die Verunreinigungen und verbrannte das restliche Blei so lange, bis das Kupfer gar war. Dies stellte man an Hand der Garprobe fest, deren Beschaffenheit hinsichtlich Farbe, Viskosität und Struktur Christoph Andreas Schlüter genau beschrieb.²¹²¹ In Falun in Schweden nutzte man ebensolche Garherde, die aber fast sechsmal soviel Kupfer fassten, wie die Harzer Garherde, nämlich beinahe 36 Ztr.²¹²² Die großen Gar- und Spleißöfen, die Christoph Andreas Schlüter in Sachsen kennengelernt hatte, waren komplett überwölbt, mit zwei Winddüsen versehen

²¹¹⁵ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 651 – 659.

²¹¹⁶ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 225 – 227.

²¹¹⁷ Balthasar Rösler, 1700, 146 f.

²¹¹⁸ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 510 f.

²¹¹⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 512.

²¹²⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 522 f.

²¹²¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 514 – 523.

²¹²² Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 525 – 530.

und dienten dem Durchsatz großer Mengen gedarrten Kupfers. Entsprechend große Öfen hatte man auch in Teyoba in Oberungarn.²¹²³ Diese Kenntnisse kamen Christoph Andreas Schlüter zu Gute, als er 1723 eine wichtige Neuerung beim Kupfergarmachen initiierte und begann, am Unterharz das Schwarzkupfer in einem Treibofen garzumachen. Dazu nutzte er den ebenfalls von ihm installierten Treibherd mit seitlichem Windofen. Dieser hatte neben der Glättgasse für das Silberabtreiben einen Stichherd, in den das Garkupfer abgestochen wurde und in den man 30 Ztr. Schwarzkupfer einsetzen konnte.²¹²⁴ Aus der Beschreibung der unterschiedlichen Verfahren beim Kupfergaren wird deutlich, dass man große Garherde und Garöfen vor allem in den Zentren des Kupferbergbaus der Frühen Neuzeit entwickelte. In Oberungarn ebenso wie am Kupferberg in Schweden war es notwendig, große Quantitäten zu verarbeiten. Obwohl sich der Prozess nicht grundsätzlich änderte, optimierte man die seit dem frühen 16. Jahrhundert bekannten Anlagen so, dass sie den in diesen Bergrevieren geförderten Erzmengen entsprachen. Die Spezialisierung einzelner Hütten auf bestimmte Verfahren wie in Teyoba erhöhte den ökonomischen Erfolg.

5.3.3.3.5 Abtreiben des Silbers aus dem Werkblei und Frischen der Bleiglätte

Werkblei erhielt man sowohl aus dem Schmelzen von silberhaltigen Bleierzen als auch aus dem Saigerhüttenprozess beim Saigern der Frischstücke. Das Ausbringen der Edelmetalle aus dem Werkblei war für den ökonomischen Erfolg der Erzverhüttung von großer Bedeutung. Bei der Optimierung der hütten technischen Prozesse ging es in vielen Fällen darum, das Silber aus den Erzen und den Zwischenprodukten auszubringen, da es das werthaltigste Produkt war. Aus diesem Grund war auch die Rückführung von verschiedenen anfallenden Zwischenprodukten wie Darrost, Saigerdörnern, Pickschiefer etc. in die Schmelzprozesse so wichtig. Um das Silber aus dem Werkblei zu gewinnen, brachte man es auf den Treibherd, wo es durch oxidierendes Schmelzen in Bleiglätte und Silber getrennt wurde.

Im Glossar des Bergbüchleins von Ulrich Rülein von Calw wurden bezüglich der Treibarbeit der Treibherd und der dazu gehörigen eisernen Treibhut erwähnt, also die übliche technische Einrichtung im sächsischen Erzgebirge wie sie Christoph Andreas Schlüter noch über zweihundert Jahre später beschrieb.²¹²⁵ Der Treibherd, den Peder Månsson darstellte, hatte einen Durchmesser von einem Klafter, einen gemauerten Sockel und einen Herd aus Asche. Den Prozess scheint der Autor selbst nicht beobachtet zu haben, denn seine Beschreibung ist recht ungenau.²¹²⁶

Vannoccio Biringuccio kannte dagegen die Treibarbeit aus eigener Erfahrung. Die sorgfältige Herstellung des Herdes aus Asche wurde von ihm genau dargestellt. Die Größe des Treibherdes sollte dabei der Menge des zu verarbeitenden Werkbleis entsprechen. Die Abdeckung konnte aus einer gemauerten Kuppel, einem Eisenhut, aus dickem Holz oder Tonplatten bestehen. Die Arbeit selbst erfolgte mit Treibhölzern und handbetriebenen

²¹²³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 531 – 536.

²¹²⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 527 f.

²¹²⁵ Ulrich Rülein von Calw, 1518, 46; vgl. Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 128 – 130.

²¹²⁶ Otto Johannsen, 1941, 215 (Kap. 18 des Bergbuches).

Blasebälgen. Erstmals wurden hier die Veränderungen des Bleis und das Blicken des Silbers genau beschrieben. Die eisernen Klappen zum Verschließen der Blasebälge (Schnepperle) hatte Vannoccio Biringuccio in Deutschland kennengelernt.²¹²⁷ Erkennbar wird hier die Vielfalt der unterschiedlichen Bauweisen beim Treibherd. Diese waren auch dem Autor des *Speculum Metallorum* bekannt. Der von ihm beschriebene Treibherd hatte einen Durchmesser von 12 Schuh und fasste 100 Ztr. Werkblei.²¹²⁸ Georgius Agricola ging davon aus, dass man für das Abtreiben des Silbers aus dem Werkblei eine Treibhütte in der Nähe der Schmelzhütte errichtete. Der Treibherd hatte in seinem Unterbau Luftlöcher, durch die Feuchtigkeit abziehen konnte. Ausführlich beschrieb er einen Treibherd mit eiserner Haube, aber auch mit einem Gewölbe versehene Treibherde waren ihm bekannt. Die Blasebälge wurden hier von einem Wasserrad angetrieben und waren mit den bereits von Vannoccio Biringuccio erwähnten Schnepperlein versehen. Besonderen Wert legte der Autor auf die sorgfältige Herstellung des Treibherdes und der Glättgasse aus gebrannter Asche. Für eine bessere Scheidung des Bleis vom Silber und zur Verschlackung von Unreinheiten kannte er verschiedene Zuschläge. Georgius Agricola schrieb, dass man meist 50 bis 60 Zentner, manchmal aber auch bis zu 100 Ztr. Werkblei in einem Arbeitsgang abtrieb. Auf den Saigerhütten trieb man das Werkblei unter Zusatz von Kupfer ab, wobei man in Sachsen 46 Ztr. Werkblei und 1 ½ Ztr. Kupfer in den Treibherd setzte, an anderen Orten jedoch 120 Ztr. Werkblei und 6 Ztr. Kupfer.²¹²⁹ Solche großen Treibherde gab es auch in Tirol. Nach dem „Schwazer Bergbuch“ setzte man 126 Ztr. Blei mit 10 Ztr. Kobalt in den Treibherd. Der im *Speculum Metallorum* geschilderte Treibherd fasste bis zu 150 Ztr. Reichblei mit bis zu 10 Ztr. Kobold.²¹³⁰ Aus der Sarepta des Johann Mathesius geht hervor, dass man im böhmischen Erzgebirge Treibherde mit eiserner Haube bevorzugte.²¹³¹

Am Rammelsberg hatte man überwölbte Treibherde, wobei der Herd wie üblich aus geschlemmter Asche hergestellt wurde. Allerdings nahm man nur 20, höchstens 25 Ztr. Werkblei zu einem Abtreiben, wie Lazarus Ercker 1565 von dort berichtete.²¹³² In seinem großen Probierebuch beschrieb er seine eigene Arbeit mit einem Treibherd, in dem man 100 Ztr. Saigerblei mit 6 Ztr. reichem Kupfer verarbeiten konnte. Die Weiterverarbeitung des silberhaltigen Bleisacks, der sich beim Abtreiben bildete, in einem zweiten parallel betriebenen Treibherd wurde hier erstmals dargestellt.²¹³³ Im Harz blieb man jedoch vorerst bei den kleineren Treibherden, wie aus der Darstellung Hardanus Hakes hervorgeht.²¹³⁴ Selbstverständlich richtete sich die Größe der Treibherde vor allem nach der Menge des zu verarbeitenden Werkbleis. Deshalb waren auch die Treibherde in den Bergstädten meist kleiner als in den Saigerhütten, wie Balthasar Rösler feststellte.²¹³⁵

²¹²⁷ Otto Johannsen, 1925, 192 – 197.

²¹²⁸ Franz Kirnbauer, 1961, 182 f. (Fol. 229^f f.).

²¹²⁹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 581 – 585, 640.

²¹³⁰ Erich Egg, 1988, Fol. 158^v, Übertragung 137; Franz Kirnbauer, 1961, 212 (Fol. 271).

²¹³¹ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975, Fol. 209^f – 210^f.

²¹³² Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 256 f.

²¹³³ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 224 f.

²¹³⁴ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 142.

²¹³⁵ Balthasar Rösler, 1700, 117, 118 (= Cap. 16 im fünften Buch).

Kannte schon Georgius Agricola die Qualitätsunterschiede der Asche, die man für die Herstellung des Treibherdes benötigte, sowie verschiedene Zusätze für das Spor, so empfahl Balthasar Rösler die Verwendung einer Mischung aus $\frac{2}{3}$ Seifensiederasche und $\frac{1}{3}$ Laugenasche für den Herd und Knochenasche für das Spor.²¹³⁶ Auch Christoph Andreas Schlüter war es sehr wichtig, geeignete Asche, in diesem Fall aus Buchenholz, zu verwenden und den Herd sorgfältig anzulegen.²¹³⁷ Hier wird eine Parallele zum Probierwesen deutlich, wo man die Kapellen aus verschiedenen Aschen herstellen konnten und jeder Probierer sein eigenes Rezept bevorzugte. Es zeigt sich aber auch, welche große Sorgfalt man auf die Anlage der Herde verwandte, denn davon war ein erfolgreiches Abtreiben stark abhängig.

Die Form des Treibherdes wurde bereits in dem Unterbau angelegt. Wenn man dann die Asche gleichmäßig einbrachte und festschlug, so erhielt man eine nach innen abfallende schalenförmige Form. Um das Spor exakt in der Mitte anzulegen, empfahl Balthasar Rösler eine Kugel zu verwenden, um die tiefste Stelle des Herdes zu finden. Christoph Andreas Schlüter nutzte eine „Schrot-Waage“, um zu prüfen, ob der Herd gleichmäßig zur Mitte hin abfiel.²¹³⁸

Eine Einsparung an Holz und Holzkohlen ergab sich daraus, dass man zu Christoph Andreas Schlüters Zeit zu der Erkenntnis gekommen war, dass das Abwärmen des Treibherdes nicht notwendig war, einen Vorgang, den z. B. Georgius Agricola als wichtig beschrieben hatte.²¹³⁹

Auch die eisernen Klappen (Schnepplerlein), die die Blasebälge verschlossen und mit denen man das Gebläse regulierte, hatte man optimiert. Am Harz nutzte man während des Treibens zunächst leichte Klappen, wenn sich der Herd langsam leerte nahm man schwere Klappen, was den Luftstrom weiter nach unten führte. Anders war dieses in Freiberg, wo die Kannen des Gebläses eingemauert waren, so dass man die Klappen während des Treibens nicht mehr verändern konnte. Nur die Blasebälge selbst konnten in den Kannen leicht verschoben werden.²¹⁴⁰ Eine exakte Ausrichtung des Luftstroms war aber für den Erfolg der Treibarbeit notwendig.

Auch zu Christoph Andreas Schlüters Zeit hatte man in Mansfeld, Sachsen, Böhmen und Ungarn die bewährten Treibherde mit abnehmbarem, eisernem Treibhut. Am Unterharz hatten die Treibherde gemauerte Gewölbe. Neu war eine Entwicklung, die Christoph Andreas Schlüter 1712 selbst initiiert hatte, indem er einen Treibherd mit einem seitlich angebauten Windofen ausstattete. Dieser wurde nun mit billigem Holz oder Wasen befeuert, so dass man die teuren Treibhölzer einsparen konnte. Nachdem sich diese bewährt hatten, führte man sie bis 1719 auf allen Unterharzer Hütten und dann sukzessiv auf dem Oberharz ein. In den neuen Treibherden wurden 64 Ztr. Werkblei abgetrieben, was zeigt, dass sich auch außerhalb der großen Saigerhütten allmählich größere Treibherde durchsetzten.²¹⁴¹ Dennoch hatte Christoph

²¹³⁶ Balthasar Rösler, 1700, 117, 118 (= Cap. 16 im fünften Buch).

²¹³⁷ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 327.

²¹³⁸ Balthasar Rösler, 1700, 118; Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 329; nach DWB, Bd. 15, Sp. 1797, handelt es sich dabei um eine Wasserwaage.

²¹³⁹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 330; Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 581.

²¹⁴⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 337, 352.

²¹⁴¹ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 336, 347.

Andreas Schlüter auch Nachrichten über die äußerst einfachen Treibherde in Siebenbürgen und in Schweden, wo man diese in den Boden eingesenkt errichtete und mit großen Rundhölzern abdeckte.²¹⁴² Dies zeigt wiederum die großen regionalen Unterschiede beim technischen Fortschritt.

Die bei diesem Prozess anfallende Bleiglätte, die fortwährend vom Treibherd abgezogen wurde, wurde meist als bleiischer Zuschlag im Hüttenprozess wiederverwendet. Hatte man hierfür jedoch keinen Bedarf, so wurde sie reduzierend geschmolzen, so dass man handelbares Blei erhielt. Schon Vannoccio Biringuccio empfahl, das Blei zur Sicherheit nochmals auf Silber zu probieren und gegebenenfalls erneut abzutreiben.²¹⁴³ Das Frischen der Glätte geschah meist in einem einfachen Gebläse-Schachtofen, wie es Lazarus Ercker und Balthasar Rösler darstellten.²¹⁴⁴ Christoph Andreas Schlüter beschrieb dann das Glättefrischen in einem Hohen Ofen in Freiberg, in den man 100 Ztr. Frischglätte mit Zuschlägen einsetzte und so in einer Woche 1.400 Ztr. Glätte frische.²¹⁴⁵ Neben der Bleiglätte wurden aber auch der Abzug, der Abstrich und das Herdblei weiterverarbeitet oder als Zuschlag verwendet, was Christoph Andreas Schlüter ausführlich darstellte.²¹⁴⁶

Die wichtigsten Fortschritte beim Abtreiben und Glättefrischen waren die Verwendung größere Treibherde oder Frischöfen in den Hüttenbetrieben, in denen große Mengen Werkblei verarbeitet werden mussten. Dies betraf vor allem die Saigerhütten. Es gab aber auch in technischen Details Verbesserungen, wie die Optimierung der Schnepperlein, die aufwendige Anlage der Abzuchten und den Einsatz billigeren Brennmaterials, der Wasen. Indem man mit technischen Mittel zum einen Misserfolge beim Hüttenprozess minimierte, zum anderen Kosten sparte, konnte man das ökonomische Gesamtergebnis des Hüttenbetriebes steigern.

5.3.3.3.6 Feinbrennen des Silbers

Das Blicksilber, das man aus dem Treibverfahren gewann, enthielt immer noch Verunreinigungen, die entfernt werden mussten. Gleichzeitig wurde das Silber auf einen bestimmten Feingehalt gebracht. Eine äußerst knappe Beschreibung dieses Vorgangs enthält das Probierrbüchlein, nach dem das Blicksilber auf einem Test unter Zugabe von Blei feingebrannt wurde.²¹⁴⁷ Vannoccio Biringuccio waren neben dem Feinbrennen auf dem Test in der Probierrstube auch Methoden bekannt, die man für größere Mengen Blicksilber anwandte. Es wurde entweder in einer oder mehreren großen Kapellen, alternativ in Eisen- oder Tontiegeln unter Zusatz von Glaspulver oder Salpeter in einem Windofen geschmolzen. Anschließend wurde es in die gewünschte Form gegossen.²¹⁴⁸ Im Schwazer Bergbuch wurde die große Verantwortung des Silberbrenners und seine Rechtschaffenheit betont, seine Tätigkeit jedoch nicht erläutert. Lediglich eine Abbildung gibt Auskunft über die Ausstattung des Brennhauses.²¹⁴⁹ Der

²¹⁴² Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 130 f.

²¹⁴³ Otto Johannsen, 1925, 205 f.

²¹⁴⁴ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 258 f.; Balthasar Rösler, 1700, 118 f. (= Cap. 17 im fünften Buch).

²¹⁴⁵ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 372.

²¹⁴⁶ Christoph Andreas Schlüter, 1738, HT 362, 374 – 376.

²¹⁴⁷ Probierrbüchlein, 1534, 30^r – 30^v, 31^r.

²¹⁴⁸ Otto Johannsen, 1925, 195 f.

²¹⁴⁹ Erich Egg, 1988, Fol. 89^v 90^r, Übertragung 85 f.

erste Autor, der das Feinbrennen des Blicksilbers ausführlich darstellte, war Georgius Agricola. Er ging davon aus, dass es ein gesondert gebautes Brennhaus gab. Dort brannte man das Silber in sorgfältig hergestellten Scherben fein, die 15 bis 50 Pfund Silber fassten. Durch oxidierendes Schmelzen erreichte man dabei eine Feinheit von einem Quent auf die Mark Silber. Dieser Feingehalt wurde anschließend durch eine Probe nochmals überprüft. Auch das Silberbrennen unter der Muffel war Georgius Agricola bekannt. Bei der Bewertung beider Methoden kommt er zu keinem eindeutigen Schluss. Von Nachteil war seiner Meinung nach, dass unter der Muffel das Feinbrennen länger dauerte, vorteilhaft war aber, dass bei einer milderen Hitze die Gefahr, dass das Silber verbrannte, geringer war.²¹⁵⁰ In Goslar wurde das Blicksilber in Testen, die unter einer Muffel im Brennofen standen, feingebrannt, während man an anderen Orten dazu Kapellen und Blasebälge nutzte. Lazarus Ercker hielt diese Art des Silberbrennens für sehr zweckmäßig, denn das Silber wurde unter der Muffel sehr rein, auch wenn das Brennen ohne Blasebalg länger dauerte.²¹⁵¹ In seinem Großen Probierebuch erläuterte Lazarus Ercker beide Verfahren nochmals ausführlich.²¹⁵² Christian Berward kannte nur das Feinbrennen unter der Muffel.²¹⁵³ Christoph Andreas Schlüter behandelte das Feinbrennen des Silbers in seinem Probierebuch. Die beiden üblichen Verfahren, nämlich das Feinbrennen unter einer Muffel und das Feinbrennen vor einem Gebläse auf einem Herd, wurden erläutert. Das erste Verfahren war am Harz allgemein üblich, während das andere in Sachsen, Böhmen und Ungarn bevorzugt wurde. Neu war das „Silberbrennen in einem Windofen ohne Muffel mit Flammenfeuer.“ Der Vorteil dieses Silberbrennens lag in der Ersparnis an Holzkohlen.²¹⁵⁴ Der angestrebte Feingehalt lag bei 15 Lot, 16 Grän pro Mark,²¹⁵⁵ was offensichtlich ein üblicher Standard war.

Die technischen Fortschritte, die sich in den hüttentechnischen Werken abzeichnen, zielen in verschiedener Weise auf die Optimierung der Hüttenprozesse ab. Wichtige Anliegen waren die Verhinderung von Metallverlusten, insbesondere Edelmetallverlusten, durch Übergang in die Schlacken oder Verbrennen sowie die Verringerung der Hüttenkosten für Brennstoffe und Arbeitslöhne. Die zahlreichen kleinen und großen technischen Verbesserungen leisteten hierzu ihren Beitrag. Von großer Bedeutung war jedoch die genaue Dokumentation der Verhüttung durch kontinuierliche Probenahme, um überhaupt feststellen zu können, an welchen Punkten Verbesserungen notwendig waren, und um die Wirksamkeit solcher Verbesserungen zu überprüfen.

5.3.4 Geographische Reichweite

Die in den unterschiedlichen Schriften behandelten Bergreviere und Hüttenstandorte variieren in ihrer geographischen Reichweite sehr stark. Während einige Autoren nur die technischen Verfahren in ihrem unmittelbaren

²¹⁵⁰ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 596 – 607; 777 (Anm. 594) demnach hatte das Endprodukt einen Feinheit von 985 ‰.

²¹⁵¹ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 257 f.

²¹⁵² Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 92 – 98.

²¹⁵³ Leopold Auburger (Hrsg.), 1987, 32.

²¹⁵⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, PB 114 – 128.

²¹⁵⁵ Es ergibt sich folgender Silbergehalt: 1 Mark = 16 Lot = 288 Grän
15 Lot 16 Grän = 286 Grän entspricht 993,05 ‰.

Umfeld behandelten, bezogen andere Montanschriftsteller auch andere Orte und Regionen ein. Auch Nachrichten aus entfernten Teilen der Welt wurden in die Texte aufgenommen und so weitervermittelt. Die Qualität dieser übernommenen Berichte variiert allerdings stark.

Um zunächst einen Überblick zu geben, sind die genannten Orte und Landschaften tabellarisch dargestellt.

Autor, Werk	Regionale Nennungen aus eigener Erfahrung	Europaweite Nennungen	Weltweite Nennungen
Ulrich Rülein von Calw Bergbüchlein (um 1500)	Freiberg (Land Meißen)	Erzgebirge, Schlesien, Böhmen	
Proberbüchlein (um 1518)	–		
Peder Månsson Bergbüchlein, Kunstabüchlein (1508 - 24)	Schweden, Falun, Jönköping	Freiberg, Goslar, Deutschland, Slawonien, Ungarn, Transsilvanien, Dalmatien, Spanien, Italien, England, Frankreich	Asien, Indien, Japan, Cajindu (?)
Georgius Agricola Bermannus sive de re metallica dialogus (1530)	St. Joachimsthal, Sächsisches Erzgebirge	Böhmen, Mähren, Schlesien, Harz, Rauris, Villach, Ungarn	
Vannoccio Biringuccio De La Pirotechnia (1540)	Italien (Schio, Avanzoberg), Inntal (Innsbruck, Hall), Oberdeutschland	Schlesien, Böhmen, Ungarn, Österreich, Portugal, England	Indien, Peru
Schwazer Bergbuch (1554)	Schwaz (Tirol)	Villach (Kärnten) Schneeberg, Gossensaß	
Georgius Agricola De re metallica. Libri XII (1556)	St. Joachimsthal, Sächsisches Erzgebirge, Chemnitz	Böhmen, Mähren, Thüringen, Eisleben, Westfalen, Ungarn (Neusohl, Kremnitz, Schemnitz), Villach, Polen, Kärnten, Rhätien, Lusitania, Alpen, speziell die Julischen und Rhätischen Alpen, die Tauern, die Karpaten, der Harz und die Eifel	Indien
Johann Mathesius Sarepta (1562)	St. Joachimsthal	Böhmen, Schneeberg, Marienberg, Freiberg, Mansfeld, Goslar, Rauris, Kärnten, Ungarn.	
Lazarus Ercker Bericht vom Rammelsberge und dessen Bergwerk (1565)	Goslar (Rammelsberg), Freiberg	Ilsenburg und Harzburg (dortige Messinghütten)	
Lazarus Ercker Großes Proberbuch (1574)	Sachsen, Meißen, Goslar, Böhmen, Mähren, Tirol, Ungarn	Schlesien, Kaufungen (Hessen)	
Speculum Metallorum (1575)	Tirol Kitzbühel, Leogang, Kirchberg, Kössen	Thüringen, Eisleben, Mansfeld, Schwarzza, Mosternitz (Slowakei)	
Bergchronik des Hardanus Hake (1583)	Harz (Ober- und Unterharz)		
Georg Engelhardt Löhneyß Bericht vom Bergwerk (1617)	Harz (Goslar, Rammelsberg, Zellerfeld, Wildemann, St. Andreasberg)	Büntheim, Mansfeld, Freiberg, St. Joachimsthal	
Christian Berward Interpres Phraseologiae Metallurgicae (1672/73)	Harz	Hessen, Schweden	
Balthasar Rösler Speculum Metallurgiae	Böhmisches und Sächsisches Erzgebirge	Goslar, Zellerfeld, Clausthal, Eisleben,	

Politissimum (1700)		Mansfeld, Böhmen, Ungarn	
Christoph Andreas Schläuter Gründlicher Unterricht von Hütte-Werken (1738)	Unter- und Oberharz (Rammelsberg, Clausthal, Altenau, Schulenberg, Wildemann, St. Andreasberg), Obersachsen (Freiberg, Schneeberg, Schwarzenberg, Geyer, Johann-Georgenstadt, Grünenthal), Mansfeld	Thüringen (Ilmenau, Rothenburg a.d. Saale), Böhmen (St. Joachimsthal, Kuttenberg), Stolberg (Straßberg), Hessel-Kassel (Riegelsdorf), Hessen- Darmstadt (Breitenbach, Ittertal), Ungarn (Schemnitz, Cremnitz, Teyoba, Mosternitz, Neusohl, Schmelnitz), Fölgebängen, Siebenbürgen (Orawitza, Schicklowa), Serbien (Meydambeck), Tirol (Brixlegg), Kärnten (Bleiberg bei Villach), Schweden (Fahlum, Sahlberge), Norwegen (Königsberg, Ordahlen), Schottland, England	Westindien (Südamerika) und Ostindien

Tabelle 5-19: Geographische Bezeichnungen, die in den hüttentechnischen Werken verwandt werden

Welche Bergreviere und Hüttenstandorte in den einzelnen Werken behandelt wurden, hing vor allem von zwei Faktoren ab. Zum einen war die Intention, aus der heraus ein Werk entstand, von Bedeutung, zum anderen hatten die Autoren in unterschiedlichem Maße Zugang zu Informationen über die Montantechnologien ihrer Zeit.

Schriften, wie das Schwazer Bergbuch, der Bericht vom Rammelsberge Lazarus Erckers und die Bergchronik des Hardanus Hake waren dafür konzipiert, eine bestimmte Region und das dortige Berg- und Hüttenwesen zu behandeln. Die Heranziehung weiterer Informationen, selbst wenn der Autor andere Orte kennengelernt hatte, war hier nur in bestimmten Zusammenhängen sinnvoll. So werden im Schwazer Bergbuch andere Tiroler Bergbauorte als Lieferanten von Zwischenprodukten für das Verhüttungswesen in Schwaz genannt, zum dortigen Berg- und Hüttenwesen gibt es keine weiteren Angaben.²¹⁵⁶ Lazarus Ercker nutzte seine Kenntnisse über das Freiburger Bergrevier, um bestimmte Sachverhalte des Rammelsberger Hüttenprozesses zu verdeutlichen.²¹⁵⁷

Bei den allgemeiner gefassten Werken hing es vor allem davon ab, welche Bergwerke und Hüttenstandorte der jeweilige Autor im Laufe seines Lebens kennengelernt hatte. Schon Ulrich Rülein von Calw stellte in seinem lagerstättenkundlichen Werk ausgehend von dem ihm bekannten Freiburger Bergrevier auch Erzvorkommen anderer Regionen dar, ohne diese ausdrücklich zu benennen. Überhaupt beziehen sich viele geographische Bezeichnungen auf die Erzvorkommen und nicht das Berg- und Hüttenwesen in den genannten Regionen. Dies trifft auf Peder Månsson, Vannoccio Biringuccio und Johann Mathesius zu, bei denen die Hüttentechnologie sowieso nur einen Teil des Gesamtwerkes ausmachte. Insbesondere die Erwähnung außereuropäischer Länder steht in Zusammenhang mit den hier gefundenen Erzen und trägt

²¹⁵⁶ Erich Egg, 1988, Fol. 157^v – 158^r, Übertragung 136 f.

²¹⁵⁷ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 252.

teilweise sagenhafte Züge.²¹⁵⁸ Dies ist insofern nicht verwunderlich, als dass diese Länder zu Beginn der Frühen Neuzeit gerade erst entdeckt worden waren. Georgius Agricola stellte in seinem „Bermannus“ nicht nur die Mineralien des St. Joachimsthaler Bergreviers umfassend vor, sondern kannte auch die Erzvorkommen zahlreicher Orte Mitteleuropas. Darüber hinaus nahm er häufig historische Exkurse vor, in denen vor allem die Lagerstätten der Antike behandelt wurden.

Bezüglich der Erzaufbereitungsverfahren und der Hüttentechnologie versuchten alle Autoren, ihre Leser so umfassend wie möglich zu unterrichten. Die Hüttenfachleute unter ihnen berichteten vorrangig von ihren eigenen Erfahrungen, Fortschritten aber auch Fehlschlägen. Hatten diese ihren Arbeitsort mehrfach gewechselt wie Vannoccio Biringuccio, Lazarus Ercker, Balthasar Rösler und Hans Stöckl, so konnten sie bereits auf Grund ihrer Berufserfahrung die Hüttenprozesse verschiedener Regionen vorstellen. Dabei handelte es sich meist um Mitteleuropa, im Falle Vannoccio Biringuccios um Italien. Aber auch der Arzt Georgius Agricola kannte aus eigener Anschauung die Verhältnisse in St. Joachimsthal. Die Saigerhütte, die er ausführlich beschreibt, hatte er in Chemnitz kennengelernt. Bei Peder Månsson, der einige Ausführungen über das schwedische Berg- und Hüttenwesen macht, ist bisher nicht gesichert, ob er dieses aus eigener Anschauung oder nur durch Berichte kannte.

Durch Bildungsreisen in andere Bergreviere und beim Besuch ausländischer Hüttenwerke lernten die Fachleute technologische Neuerungen kennen, die sie durch ihre Schriften bekannt machten. So erwähnt Vannoccio Biringuccio den Einsatz von Verschlussklappen vor den Blasebälgen des Treibherdes, die er in Deutschland kennengelernt hatte.²¹⁵⁹ Lazarus Ercker konnte viele praktische Beispiele aus seinem wechselvollen Berufsleben heranziehen und kannte sowohl die deutsche als auch die ungarische Saigerarbeit. Auf seiner Reise nach Tirol hatte er die dortige Treibarbeit kennengelernt.²¹⁶⁰ Christoph Andreas Schlüter hatte einige mitteleuropäische Bergreviere persönlich besucht und stellte die dort eingesetzten Schmelzprozesse detailliert vor.

Außer der Autopsie standen den Autoren jedoch auch andere Quellen zur Verfügung, aus denen sie Kenntnisse über das Montanwesen gewinnen konnten, wie bereits im biographischen Kapitel dargelegt wurde. Durch den Austausch mit anderen Fachleuten, aber auch durch schriftliche Berichte erhielten sie Nachrichten aus anderen Bergbauzentren. Genaue Beschreibungen bestimmter hüttentechnischer aber auch bergbaulicher Verfahren verschiedenster Bergreviere enthalten die Werke von Georgius Agricola, Lazarus Ercker, Balthasar Rösler und vor allem von Christoph Andreas Schlüter.

Verallgemeinernd kann man feststellen, dass der mitteleuropäische Bergbau im Zentrum der montanistischen Fachliteratur stand. Die Reviere des sächsischen

²¹⁵⁸ Otto Johannsen, 1941, 195, hier berichtet Peder Månsson von der Insel Cipangu, auf der es so viel Gold gäbe, dass die Dächer und Türen des Königs zwei Finger dick mit Gold bedeckt seien; Otto Johannsen, 1925, 26, hier berichtet Vannoccio Biringuccio über Indien und Peru ebenfalls bezüglich des dort entdeckten Goldes.

²¹⁵⁹ Otto Johannsen, 1925, 196 f.

²¹⁶⁰ Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960, 211 – 225.

und böhmischen Erzgebirges, des Mansfelder Landes, des Harzes, Böhmens, Mährens, Oberungarns und teilweise der Alpen waren nicht nur wichtige Bergbaustandorte, sondern die Kenntnisse über die hier eingesetzten Techniken waren zumindest den Fachleuten bekannt und sie tauschten sich hierüber aus.

Weitergehende Informationen hatten Georgius Agricola, der über Westfalen, die Eifel, Polen, Lusitanien und die Karpaten berichtet, Lazarus Ercker, der u. a. Schlesien und Hessen erwähnt, und Christoph Andreas Schlüter. Sein großes hüttentechnisches Werk enthält Berichte über Thüringen, Hessen, Siebenbürgen, Serbien, Skandinavien und Großbritannien, ist also bezüglich der geographischen Reichweite am umfassendsten. Daneben ist Christoph Andreas Schlüter auch der erste Autor, der gesicherte Kenntnisse über Südamerika und Indien besitzt, denn zum einen kannte er ein Buch über die Amalgamation von Gold und Silber in Spanisch-Amerika, zum anderen hatte er Erz aus Ostindien selbst in Arbeit gehabt.

Auffallend ist, dass die Vernetzung der Hüttentechniker vorwiegend im mitteleuropäischen Berg- und Hüttenwesen gegeben war. Hinzu kommen Verbindungen in Randgebiete wie den Balkan und Skandinavien. In das Osmanische Reich im Südosten und das Zarenreich in Osten hatte man überhaupt keine Verbindungen. Aus Westeuropa erhielt man bezüglich des Hüttenwesens nur vereinzelt Informationen, wie Georgius Agricola aus Portugal oder Christoph Andreas Schlüter aus Großbritannien. Ob dies am Entwicklungsstand des Bergbaus und der Hüttenwesens in diesen Regionen lag oder an den politischen Rahmenbedingungen, lässt sich aus den untersuchten Quellen nicht erschließen.

Es ist aber zu vermuten, dass in den zur Frühen Neuzeit bedeutendsten Bergrevieren wie sie im ersten Kapitel vorgestellt wurden, nämlich in Sachsen (Freiberg, Schneeberg, Annaberg, Altenberg), Böhmen (St. Joachimsthal, Kuttenberg, Iglau, Freiberg), Oberungarn mit seinen Bergstädten, Tirol (Schwaz, Rattenberg, Kitzbühel, Kufstein), Kärnten (Bleiberg, Friesach), den Hohen Tauern (Rauris, Gastein), am Harz (Rammelsberg) und auf dem Harz, im Mansfelder Land, in Schlesien und in Schweden, der ertragreiche Bergbau dazu führte, dass ein starker personeller Austausch zwischen diesen Revieren stattfand. In diesen Revieren wurde investiert, hier gab es Arbeitsmöglichkeiten für die fähigsten Berg- und Hüttenleute. Im Ergebnis ergänzten sich der Technologietransfer über die persönlichen Netzwerke und der ökonomische Erfolg.

6 Schlussbetrachtungen

6.1 Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse

6.1.1 Wissenstransfer, Technologietransfer und Netzwerke in der Frühen Neuzeit

In der Frühen Neuzeit fand im Bereich der Hüttentechnologie ein umfangreicher und geographisch weitreichender Transfer von Fachwissen zwischen den in diesem Fach tätigen Spezialisten, aber auch interessierten Laien, statt. Dieser Transfer zeigt sich an zwei Phänomenen. Zum ersten war es den Autoren der untersuchten Schriften möglich, auf verschiedenen Wegen selbst das Fachwissen zu akkumulieren, das sie später in ihren Druck- und Handschriften niederlegten. An Hand der Biographien der montanwissenschaftlich tätigen Autoren wird deutlich, dass diese vielfältige Informationsquellen wie Autopsie, Berufserfahrung, Bildungsreisen, Fachbücher und persönliche Kontakte nutzten. Zum zweiten zeigt die Verbreitung auch durch Neuauflagen und Übersetzungen einen wichtigen Weg zur Weiterverbreitung dieser Kenntnisse auf. Dies lässt sich an Hand der Rezeption der untersuchten Schriften belegt werden.

Die Autoren der untersuchten montanwissenschaftlichen Druck- und Handschriften waren fast alle in den bedeutenden Bergrevieren Mitteleuropas zu Hause. Durch persönliche Beobachtung oder berufliche Erfahrung erlangten sie die Kenntnisse, die sie befähigten, entsprechende Bücher zu verfassen. Selbst Chronisten wie Hardanus Hake oder Prediger wie Johann Mathesius kannten die Hüttenwerke ihrer Heimat so gut, dass sie präzise die technischen Abläufe und Zusammenhänge wiedergeben konnten. Obwohl die meisten Autoren die zeittypische humanistische Bildung besaßen, waren auch praktisch arbeitende Hüttenfachleute wie Hans Stöckl oder Christoph Andreas Schlüter durchaus so gebildet, dass sie ihre Fachkenntnisse als Anleitung für künftige Hüttentechniker schriftlich niederlegen konnten. Allerdings ist festzuhalten, dass es zunehmend Fachleute waren, die montanwissenschaftliche Werke verfassten, und dass diese insbesondere in der Lage waren, nicht nur technische Einrichtungen, sondern auch Verfahrensabläufe detailliert zu beschreiben.

Ihre Kenntnisse über die Verhüttungstechnologie gewannen die Autoren, wie erwähnt, zunächst im eigenen Umfeld. Wechselten sie beruflich bedingt von einem Bergrevier in ein anderes, was unter den Berg- und Hüttenmännern der Frühen Neuzeit häufig vorkam, so lernten sie im Laufe der Zeit unterschiedliche Regionen und damit auch die hier bevorzugten Techniken kennen. Reisen in andere Bergreviere, die auch mit Unterstützung der am Berg- und Hüttenwesen interessierten Landesherren unternommen wurden, dienten dem Informationsaustausch ebenso wie der Besuch auswärtiger Fachleute und die Befragung sachkundiger Hüttenarbeiter, die in das eigene Revier zuwanderten. Persönliche Beziehungen spielten also eine große Rolle, um die eigenen Kenntnisse zu erweitern. Es gab bereits zu Beginn der Frühen Neuzeit die Möglichkeit, weitreichende persönliche Netzwerke aufzubauen und zum Wissenstransfer zu nutzen. Erst durch die inhaltliche Analyse der Schriften wird aber deutlich, wie eng die Kontakte und wie weitreichend die Netzwerke der

verschiedenen Autoren waren. Hier werden die Gespräche mit anderen Berg- und Hüttenleuten, eigene Reisen und der Besuch fremder Hüttenfachleute im eigenen Bergrevier als Quellen des Wissens genannt. Eine ausführliche Anleitung zum Besuch fremder Hüttenwerke, wie sie Christoph Andreas Schlüter im Kap.132 seines Werkes gibt, ist nur verständlich, wenn ein solcher Besuch tatsächlich möglich und üblich war.

Eine eher akademische Form des Wissenserwerbs war das Studium der einschlägigen Literatur. Fast alle Autoren kannten und nutzten die Werke ihrer Vorgänger. Über sprachliche und territoriale Grenzen hinweg wurden diese rezipiert. Noch bevor über die Einrichtung von Bergakademien eine theoretische Ausbildung der Hüttentechniker stattfand, hatten diese durch die Verbreitung von Fachbüchern die Möglichkeit, systematisch aufbereitete Kenntnisse über alle wichtigen Hüttenarbeiten und das dazugehörige Probierwesen zu erlangen.

Die formale Analyse der untersuchten montanwissenschaftlichen Schriften bestätigt diesen Befund. Zum einen wird deutlich, dass die meisten der Druckschriften, auch wenn die jeweiligen Widmungsbriefe an Einzelpersonen adressiert waren, für ein breites Publikum veröffentlicht wurden. Die Weitergabe des meist in einem langen Berufsleben erworbenen Fachwissens an andere Berg- und Hüttenleute, aber auch an nachfolgende Generationen, stand dabei im Mittelpunkt der Intention der Autoren. Darüber hinaus versuchte man, für die Anliegen des Berg- und Hüttenwesens ein öffentliches Interesse zu wecken, indem man beispielweise wie Georgius Agricola den Nutzen des Bergbaus darlegte. Da Bergbau und Hüttenwesen stets auf den Zufluss von Kapital angewiesen waren, konnte man auf diesem Wege auch Geldgeber gewinnen.

Konkret zeigt sich das Ausmaß der Verbreitung hüttentechnischen Fachwissens in den zahlreichen Neuauflagen und Übersetzungen, die einige der analysierten Werke erfuhren. Vor allem die Werke des 16. Jahrhunderts wurden bis zu zehnmal neu aufgelegt. Bedingt durch die Nachfrage wurden diese Schriften in größeren Kreisen und über einen langen Zeitraum rezipiert. Da in den Bergrevieren Mitteleuropas im Allgemeinen deutsch die Sprache der Berg- und Hüttenleute war, waren für diesen Personenkreis Übersetzungen nicht erforderlich. Lediglich „De re metallica“ wurde bereits ein Jahr nach der lateinischen Erstausgabe ins Deutsche übersetzt, die anderen Schriften waren überwiegend deutsch verfasst worden. Übersetzungen erfolgten ins italienische, englische und französische. Die dortigen Bergreviere waren nicht so bedeutend wie die mitteleuropäischen, dennoch wurden die dort tätigen Berg- und Hüttenleute dadurch, dass ihnen diese Schriften zugänglich gemacht wurden, in den Informationsaustausch eingebunden.

Selbst die Handschriften, die immer nur einem kleinen Kreis von Fachleuten zugänglich waren, eröffneten die Möglichkeit zum Wissens- und Technologietransfer in weit entfernt liegende Gebiete, wie die Kenntnis Lazarus Erckers von Hans Stöckls Schmelzbuch zeigt. Dieser hatte sein Wissen von seinen Meistern erhalten, hielt es in besagten Schmelzbüchern fest und konnte sie somit in allen Hüttenwerken, in denen er beruflich tätig war, einsetzen.

Mit dem Transfer des Fachwissens war aber auch der Transfer von Technologien verbunden. Die Autoren nahmen die hüttentechnischen Verfahren, von denen sie erfuhren, nicht nur zur Kenntnis, sondern setzten sie

zumindest versuchsweise auch selbst wieder ein. Die Praktiker unter den vorgestellten Autoren erhielten durch den Austausch mit anderen Fachleuten, aber auch durch das Studium der Fachbücher Anregungen, die sie in ihrer täglichen Arbeit erproben und bei Erfolg auch zur Verbesserung ihrer Verhüttungsmethoden nutzen konnten.

Selbstverständlich war ein solcher Technologietransfer nicht auf die dargestellten Autoren beschränkt, sondern betraf einen größeren Personenkreis. Durch die inhaltliche Analyse der Schriften, in denen öfter solche Prozesse angesprochen werden, werden die Reichweite und die Wege des Technologietransfers deutlich. Wie schnell sich neue Technologien verbreiteten, lässt sich gut an einigen Beispielen zeigen. Georgius Agricola berichtet über die Erfindung der Nasspochwerke durch Sigismund Malthitz im Jahr 1507 in Sachsen. Nach Hardanus Hake wurde diese Technik bereits in den 1530er Jahren durch Simon Krug und Nickel Klerer auf dem Harz etabliert.²¹⁶¹ Die deutlichen Verbesserungen bei der Kupfergewinnung aus Rammelsberger Erz in den 1560er Jahren verdankte man dem aus St. Joachimsthal stammenden Georg Neßler.²¹⁶² Bei Christoph Andreas Schlüter erfährt man, dass die Herstellung des Messings am Harz 1550 durch Erasmus Ebener, der aus Nürnberg stammte und weit in Europa herumgekommen war, eingeführt wurde. Die hölzernen Blasebälge, welche auf den Harzer Hütten seit 1620 genutzt wurden, hatte angeblich ein Bamberger Bischof erfunden. Im Mansfeldischen wurde 1698 durch den Hüttenmeister Laminiec, der aus Ungarn gebürtig war, ein Brillofen eingeführt, den man dort als Ungarischen Ofen bezeichnete.²¹⁶³ Dies sind nur einige wenige Beispiele für den in den untersuchten Schriften dokumentierten Technologietransfer.

Aber auch die Autoren selbst waren an solchen Transfers beteiligt. So unternahm Lazarus Ercker den Versuch, mit seinen Kenntnissen über den rammelsbergischen Hüttenprozess die in Freiberg anstehenden Erze zu verhütten. Christoph Andreas Schlüter hatte in seinem Wirkungskreis zahlreiche Verbesserungen in der Hüttentechnologie vorgenommen. Nicht erfolgreich war sein Versuch, mit einem ihm aus dem Mansfelder Land bekannten Ungarischen oder Brill-Ofen die Rammelsberger Erze zu schmelzen.²¹⁶⁴ Wie weitreichend der Wissens- und Technologietransfer in der Frühen Neuzeit war, wird auch an einem hüttentechnischen Laien wie Peder Månsson deutlich, der sich fernab aller Bergbauggebiete in Rom bemühte, alles verfügbare Wissen zum Berg- und Hüttenwesen zu sammeln, um es den Berg- und Hüttenarbeitern seiner Heimat Schweden zugänglich zu machen.

Die zunehmende Professionalisierung hinsichtlich einer fundierten Ausbildung des hüttentechnischen Nachwuchses hat den Wissens- und Technologietransfer sicher befördert. Üblicherweise erlernten die Berg- und Hüttenleute, auch die höheren Bergbeamten ihren Beruf entweder beim Vater oder bei einem Meister, wofür dann Lehrgeld zu entrichten war. Bereits im 17.

²¹⁶¹ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 401 – 403; Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 44.

²¹⁶² Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 124, 126; Christoph Andreas Schlüter, 1738, 394 f.

²¹⁶³ Christoph Andreas Schlüter, 1738, 51, 62, 235 f.

²¹⁶⁴ Christoph Andreas Schlüter, 1738, 404.

Jahrhundert wurden allerdings im Kurfürstentum Sachsen Stipendien zur Begleichung des Lehrgeldes gewährt. Mit der Einrichtung einer Stipendiatenkasse im Jahr 1702 wurde die montanwissenschaftliche Ausbildung im Staatshaushalt verankert. Zum größten Teil lernten die Stipendiaten die Probierkunst und die Markscheiderei. Es wurden aber auch Reisen bezahlt.²¹⁶⁵ Sie erfolgten oft, nachdem man zunächst in der Hüttenarbeit praktische Erfahrungen gesammelt hatte, dauerten ein bis zwei Jahre und fanden statt, bevor man eine höhere Position in der Hüttenverwaltung einnahm. Die Reisen, die beispielsweise Christoph Andreas Schlüter und später sein Neffe Christoph Franz Seidensticker unternahmen, sind in diesem Kontext zu sehen. Christoph Andreas Schlüter beschreibt in seinem Werk ausführlich, wie junge Leute an diesen Beruf herangeführt und ausgebildet werden sollten und welche Voraussetzungen sie hierfür mitbringen mussten.

Erst mit der Gründung von Bergakademien als Vorläufer der entsprechenden Universitäten im 18. Jahrhundert wurde der Wissensaustausch institutionalisiert und der Technologietransfer weiter gefördert. Die Gründung der „Societät der Bergbaukunde“ in dieser Zeit zeigt, wie wichtig die überregionalen Netzwerke der Berg- und Hüttenleute waren. Eine solche Institution, gegründet von Fachleuten aus ganz Europa und spanisch Amerika, zeigt auch die Reichweite der Vernetzung. Der internationale Austausch von Fachwissen war aber bereits zur Zeit Georgius Agricolas möglich und die montanwissenschaftlichen Autoren hatten durch die schriftliche Niederlegung und Verbreitung ihrer Kenntnisse erheblich dazu beigetragen.

6.1.2 Anfänge der Montanwissenschaften

Im Hüttenwesen der Frühen Neuzeit wurde in wichtigen Bereichen zunehmend wissenschaftlich gearbeitet. Hierzu gehörten die Ausbildung einer Literatur, die wissenschaftlichen Standards genügte, die Auseinandersetzung mit Theorien, die Erklärungsmodelle für die hüttentechnischen Verfahren nur unzureichend boten, die Entwicklung eigener theoretischer Ansätze und das Probierwesen, dessen Analyseverfahren zu vergleichbaren und dokumentierten Ergebnissen führten.

Auf Grund der formalen Analyse der Druck- und Handschriften wird die Entwicklung der montanwissenschaftlichen Fachliteratur deutlich. Die Nutzung und häufig auch die Angabe der Quellen entspricht zwar nicht heutigen Standards, wurde aber in einer Weise gehandhabt, dass der Leser die genutzten Quellen finden konnte. Die Kenntnisnahme der antiken und mittelalterlichen Werke spricht nicht nur für die humanistische Bildung der Autoren, die diese dadurch auch demonstrierten, sondern sie zeugt von einer gründlichen wissenschaftlichen Arbeit, bei der man alle Informationsmöglichkeiten zu nutzen wusste. Auch eine Bewertung dieser Quellen fand häufig statt.

Mit der systematischen Gliederung des Stoffes, der Verwendung von Zeichnungen und Tabellen zur Verdeutlichung dargestellter Sachverhalte und der Ergänzung durch teilweise mehrere Register wurden bereits im 16. Jahrhundert Maßstäbe gesetzt. Diese Werke zeigen, dass bereits vor der

²¹⁶⁵ Hans Baumgärtel, 1965, 114 – 121.

Gründung montanwissenschaftlicher Hochschulen im 18. Jahrhundert, ein wissenschaftliches Arbeiten gepflegt wurde, dass dann von den Bergakademien mit ihrer eigenen Fachbuchproduktion fortgesetzt wurde.

In der Verhüttungstechnik spielte auch die Frage eine Rolle, ob eine Transmutation der Metalle, wie sie die Alchemisten annahmen, möglich war oder nicht. Seit der Antike setzte man sich mit der Frage nach dem Ursprung der Materie auseinander. Grundlegend war hier die Elementenlehre des Aristoteles. In der Interpretation dieser Lehre waren die Alchemisten zu der Annahme gekommen, dass eine Verwandlung der Metalle möglich sein müsste. Mit diesen Theorien sahen sich auch die Hüttenfachleute konfrontiert. Sie verfolgten aber zumindest seit Georgius Agricola einen grundsätzlich anderen Ansatz. Dieser hatte bereits die Forderung aufgestellt, dass die Theorien mit den in der Natur beobachteten Vorgängen übereinstimmen müssen. Indem vor allem die praktisch arbeitenden Hüttenleute in ihrer eigenen Arbeit die alchemistischen Theorien nicht bestätigt fanden, nahmen sie zumeist eine ambivalente Haltung dazu ein. Meist verurteilten sie die Alchemisten nicht grundsätzlich, sondern sahen nur keinen Nutzen dieser Theorien für ihren eigenen Wirkungskreis.

Die Hüttentechniker selbst entwickelten keine komplexen Theorien zur Erklärung der beobachteten Hüttenprozesse. Sie stellten aber immer wieder Gesetzmäßigkeiten im Ablauf dieser Prozesse fest und überlieferten diese in ihren Schriften. Allgemeine Merkregeln, wie sie Vannoccio Biringuccio und Georgius Agricola aufstellten²¹⁶⁶ und wie sie im *Speculum Metallorum* formuliert wurden,²¹⁶⁷ waren erste Ansätze, die beobachteten Vorgänge zu verstehen. Die Klassifizierung der Zuschläge nach ihren Eigenschaften und Wirkungen bei Georgius Agricola, Lazarus Ercker und Christoph Andreas Schlüter zeigen, wie man durch die Beobachtung der Schmelzprozesse zu Schlussfolgerungen in Bezug auf die Zuschlagsstoffe kam und diese dann verallgemeinerte. Christoph Andreas Schlüter fügte in seinem Werk immer wieder Kapitel ein, in denen bestimmte Verfahren grundsätzlich erläutert werden. Dadurch näherte man sich dem Verständnis der chemischen Prozesse, die während der Verhüttung der Erze und Metalle abliefen, immer weiter an.

Einen wichtigen Beitrag zur Lagerstättenkunde lieferte Georgius Agricola, der mit seinem „Bermannus“ die Mineralien systematisch beschrieb und nach ihren Eigenschaften klassifizierte. Dies war wiederum für die Hüttenleute von Bedeutung, die die Erze auf Grund solcher Merkmale erkennen mussten, um sie erfolgreich zu verhütten. Sicher spielte hier auch das Erfahrungswissen über die lokalen Lagerstätten eine große Rolle. Aber Lazarus Ercker nimmt in seinem „Großem Probierbuch“ eine Differenzierung der Erze nach ihrer Schmelzbarkeit vor, die unabhängig von der Lagerstätte in allen Hüttenbetrieben genutzt werden konnte. Georgius Agricola schuf mit seiner qualitativen Bewertung der Mineralien ein theoretisches Konzept, das für die Mineralogie grundlegend war.

Standards für wissenschaftliches Arbeiten wurden auch im Rahmen der Probierkunst entwickelt. Vor der Verhüttung hatte man stets die Metalle, zum

²¹⁶⁶ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 495; Otto Johannsen, 1925, 167, 175,

²¹⁶⁷ Franz Kirnbauer, 1961, 173 (Fol. 224^f).

Teil mit einfachsten Methoden wie sie Peder Månsson anspricht, probiert. Auch Vannoccio Biringuccio wusste hierzu noch nichts Konkretes zu berichten. Das erste gedruckte Probierbüchlein zeigt aber, dass diese Kunst bereits weit verbreitet war und man eine Vielzahl von Rezepten kannte, um den Metallgehalt von Erzen, Zwischen- und Endprodukten zu bestimmen. Dass der Probierer ein eigenes, abgeschlossenes Laboratorium benötigte, um ungestört seiner Arbeit nachzugehen, forderte schon Georgius Agricola. Es wird aber auch deutlich, dass die Verwendung festgelegter Gewichte, der Einsatz reinen Bleis für die Probe und die Nutzung exakt arbeitender Waagen unabdingbar waren, um wirklich vergleichbare Ergebnisse zu erzielen. Hinzu kamen Anleitungen für die korrekte Entnahme der Proben. Ausführlich beschreibt Christoph Andreas Schlüter, wie man aus großen Erzlieferungen Proben nahm, mischte und verjüngte, damit die Analyse wirklich den Metallgehalt der eingelieferten Erze zeigte. Für das Probieren der erschmolzenen Zwischenprodukte war eine Probenahme erforderlich, bei der berücksichtigt wurde, dass die Schmelze keine homogene Masse war, sondern sich die Metalle unterschiedlich darin verteilten.

Besonders aufwendig war die Probenahme beim Probeschmelzen, bei dem man verschiedene Verhüttungsverfahren vergleichen wollte. Die Bedingungen, die Christoph Andreas Schlüter hierfür formuliert, gleiches Erz, gleiche Öfen, gleich erfahrene Hüttenleute, zeigen, wie exakt der Versuchsaufbau für ein solches Verfahren eingerichtet wurde. Hier wurden dann nicht nur mehrere Proben genommen, die von zwei unabhängigen Probierern analysiert wurden, es wurde für den Fall abweichender Werte auch eine Schiedsprobe aufbewahrt.

Die kritische Auseinandersetzung mit theoretischen Konzepten der Alchemie, die Entwicklung einer eigenen Fachliteratur, die Analysemethoden und Dokumentation im Probierwesen begann bereits im 16. Jahrhundert. Die Gründung der Bergakademien im 18. Jahrhundert stand nicht am Anfang der wissenschaftlichen Arbeitsweise im Montanwesen, sondern konnte an eine Tradition anknüpfen, die bereits in der Zeit Georgius Agricolas begann.

6.1.3 Hüttenökonomie und Probierwesen

Außerordentlich wichtig für den Bergbau und das Hüttenwesen war der ökonomische Erfolg. Anders als in den kleinen Produktionseinheiten wie man sie im Handwerk und in der Landwirtschaft überwiegend vorfand, mussten in den Berg- und Hüttenwerken die Kapitalgeber in hohem Maße in Vorleistung gehen und langfristig investieren. Ein Misserfolg zog dementsprechend auch hohe Verluste nach sich.

Die inhaltliche Analyse der hüttentechnischen Druck- und Handschriften zeigt, dass dieser Sachverhalt den Autoren sehr präsent war. Immer wieder wurde darauf hingewiesen, dass ein sorgfältiger Umgang mit den eingelieferten Erzen, eine kostengünstige Verhüttung und eine genaue Dokumentation notwendig waren. Hier wurden also zwei Aspekte angesprochen, die man mit den Begriffen Qualitätskontrolle und Buchhaltung treffend bezeichnen kann.

Schon bei der Erschließung einer neuen Lagerstätte spielten die Probierer eine wichtige Rolle. Im Schwazer Bergbuch wird genauso wie bei späteren Autoren gefordert, die Erze der Lagerstätte sorgfältig zu probieren, bevor man überhaupt ein Bergwerk einrichtete. Bergwerk und Hüttenwerk waren

ökonomisch eng aneinander gekoppelt und ihr Erfolg bedingte sich wechselseitig. Zwar fand der eigentliche Wertschöpfungsprozess in der Verhüttung statt, worauf die Autoren immer wieder hinweisen, aber ohne eine Förderung hochwertiger Erze und eine sorgfältige Aufbereitung derselben, konnte auch ein Hüttenwerk ökonomisch nicht bestehen. An die Einrichtung einer Schmelzhütte wurden ökonomische Bedingungen gestellt. Dies galt zum einen für den Hüttenstandort, an dem nicht nur die Antriebsenergie zur Verfügung stehen musste, sondern der auch so gelegen sein sollte, dass alle erforderlichen Materialien kostengünstig angeliefert werden konnten. Speziell für die Saigerhütten war die Nähe zu einem ergiebigen Bleibergbauegebiet wichtiger, als die zu den Schwarzkupferproduzenten. Zum anderen galt dies auch für die Größe der Hütte, die sich unbedingt an der Lagerstätte orientieren musste, wollte man nicht unnötige Kosten verursachen. Hüttenwerke, die bei Bedarf erweitert werden konnten, wie sie Balthasar Rösler und Christoph Andreas Schlüter vorstellen, trugen diesen Anforderungen Rechnung.

War ein Hüttenwerk am geeigneten Ort errichtet worden, so musste man die dort eingelieferten Erze optimal verarbeiten, d. h. mit möglichst geringen Kosten die Metalle so weit wie möglich ausbringen. Dabei war schon die Aufbereitung der Erze von großer Bedeutung, wie Georgius Agricola betont: „von den Festen Gemengen hindern manche sogar das Ausschmelzen der Metalle und verursachen dadurch großen Schaden. Aber das Gestein, das an einem reichen Erz sitzt, muß auch seinerseits gepocht, zerkleinert und gewaschen werden, damit kein Metall verloren geht.“²¹⁶⁸ Hardanus Hake bringt es auf den Punkt, wenn er schreibt: „...inß Puchwerck gehöret der größte Fleiß.“²¹⁶⁹ Hier zeigt sich, wie sorgsam man von der Förderung an mit den Erzen umgehen musste, wollte man dem Landesherrn und den Gewerken nicht schaden. Dies setzte sich dann im Verhüttungsprozess fort. Christoph Andreas Schlüter stellt fest, dass das Hüttenwerk das „nothwendigste Stück“ bei dem Bergwerk sei.²¹⁷⁰

Um aber den Hüttenprozess optimal zu gestalten, waren zwei Voraussetzungen zu erfüllen. Zum ersten musste man die Qualität der eingelieferten Erze genau analysieren, um das richtige Verfahren für die Verhüttung zu wählen. Zum zweiten musste man auch den Verhüttungsprozess selbst kontinuierlich überwachen und gegebenenfalls verändern, falls die Schmelzergebnisse nicht den Erwartungen entsprachen. Für beide Aspekte war das Probierwesen unabdingbar. Die Erze wurden bei der Anlieferung probiert, wofür beispielsweise Christoph Andreas Schlüter ein Verfahren erläutert, bei dem die Erzprobe so entnommen wurde, dass sie die Qualität und Zusammensetzung der Erze tatsächlich abbildete. Während der Verhüttung wurden dann kontinuierlich Proben genommen, beim Schmelzen im Stichofen beispielsweise von jedem Abstich, um festzustellen, ob Veränderungen in der Prozessführung notwendig waren.

Da die Erze jeder Lagerstätte ganz spezifische Zusammensetzungen hatten, war es notwendig, die Verhüttungsverfahren darauf abzustimmen. Wie weitreichend die Kenntnisse der Hüttenfachleute in diesem Bereich waren, zeigt sich an den Schmelzrezepten, die beispielsweise im *Speculum Metallorum* und

²¹⁶⁸ Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 346.

²¹⁶⁹ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 136.

²¹⁷⁰ Christoph Andreas Schlüter, 1738, Vorrede pag. 1^r.

im Schwazer Bergbuch wiedergegeben wurden. Aber auch Christoph Andreas Schlüter gibt für jedes Schmelzverfahren, das er in seinem Werk beschreibt, genau die Zusammensetzung der Beschickung an.

Die Hüttenkosten sind bei den verschiedenen Autoren immer wieder ein Thema. Hierzu gehörten Ausgaben für Holz, Holzkohlen, Zuschlagsstoffe und Arbeitslöhne. In allen Bereichen waren Einsparungen möglich. Einsparpotential bot zuerst die bereits angesprochene optimale Erzaufbereitung, denn je schlechter die Erze aufbereitet waren, desto langwieriger war der Verhüttungsprozess und desto höhere Kosten fielen an. Bei Holz- und Holzkohlenverbrauch war vor allem der von Christoph Andreas Schlüter initiierte Einsatz von Wasen als Brennstoff von Bedeutung. Zuschlagsstoffe produzierte man auf den Hütten im besten Fall selbst, indem man Bleiglätte, Herdblei, Schlacken und ähnliche Zwischenprodukte sammelte und als Zuschläge in den Schmelzprozess zurückführte. Auch der Austausch solcher Materialien innerhalb eines Reviers zwischen den verschiedenen Hütten, wie es für den Harz beschrieben wird, war kostengünstiger als der Einkauf von auswärtigen Hütten. Ein wichtiger Kostenfaktor waren Betriebsunterbrechungen durch das stets notwendige Ausblasen und erneute Zumachen der Schmelzöfen. Hier war die Einführung Hoher Öfen, die teilweise wochenlang ohne Unterbrechung betrieben wurden, ein deutlicher Fortschritt.

Begleitet und unterstützt wurden diese Maßnahmen durch die Führung von Hüttenbüchern, in denen alle Ausgaben und Einnahmen vermerkt wurden. Dazu war es notwendig, eine Hüttenadministration einzurichten, wie es Hardanus Hake für den Harz beschreibt, wo der Hüttenverwalter Christoph Sander den Unregelmäßigkeiten in den Hütten ein Ende setzte und damit den Betrieb wieder lukrativ machte.²¹⁷¹ Auch bei der Beschreibung der Tätigkeit des Hüttenschreibers im *Speculum Metallorum* wird die ausgeprägte Rechnungslegung auf den Schmelzhütten deutlich.²¹⁷² Georg Engelhardt Löhneyß und Balthasar Rösler legten in ihren Werken exakte Abrechnungen für einzelne Schmelzprozesse vor. Balthasar Rösler forderte zudem, dass sowohl die Erze von den Gruben als auch die gewonnenen Zwischen- und Endprodukte sowie Holz und Kohlen wöchentlich auf „Conten“ verzeichnet und kontrolliert werden sollten.²¹⁷³ Christoph Andreas Schlüter stellte für jeden von ihm beschriebenen Hüttenprozess neben den Beschickungen auch die Mengen an Holz und Kohlen, die benötigt wurden, sowie die Zahl der Arbeiter und die Dauer des Schmelzens dar. Jeder Leser konnte dann für seinen Hüttenstandort, für den ihm die Kosten bekannt waren, selbst ausrechnen, ob ein bestimmtes Verfahren für ihn rentabel war. Nicht umsonst war die Berufsbezeichnung des Hüttenreiters von dem Verb „reiten“ also „rechnen“ abgeleitet.

Betrachtet man die Größenordnung, die manche Hüttenwerke der Frühen Neuzeit erreichten, so waren für den ökonomischen Erfolg dieser Betriebe sowohl die Qualitätskontrolle als auch eine effektive Administration unbedingt erforderlich. Nach Jacob Strieder waren die Berg- und Hüttenwerke in der

²¹⁷¹ Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911, 79 – 82, ist bei den Ereignissen des Jahres 1568 aufgeführt.

²¹⁷² Franz Kirnbauer, 1961, 159 f., (Fol. 213^r – 214^r).

²¹⁷³ Balthasar Rösler, 1700, 145.

Frühen Neuzeit als zentralisiert arbeitende industrielle Großbetriebe einzustufen.²¹⁷⁴ Speziell die Saigerhüttengesellschaften waren überregional tätige Unternehmen, die eine hohe Kapitalausstattung benötigten, so Lothar Suhling. Als Beispiel führt er den Thüringer Saigerhandel an, der um 1540 sieben Hüttenwerke umfasste, in die 500.000 Gulden Kapital investiert waren. Die Fugger hatten in ihren Ungarischen Handel 1536 bereits 368.000 Gulden eingebracht.²¹⁷⁵ Auch Christoph Bartels et al. kommen im Rückgriff auf eine Definition Wolfgang von Stromers zu dem Schluss, dass man die Hüttenanlagen des Harzraumes als Protofabriken bezeichnen kann, bei denen eine Weiterentwicklung zur Bergbauindustrie gut dokumentiert werden kann.²¹⁷⁶ Von den analysierten Schriften bestätigt vor allem Georgius Agricola diese Einschätzung. Die von ihm vorgestellte, standardisierte Schmelzhütte war ebenso wie die vermutlich in Chemnitz befindliche Saigerhütte ein Großbetrieb. Die Darstellung des Hüttenpersonals im Schwazer Bergbuch zeigt, dass hier gut ausgebildete Spezialisten tätig waren, die effektiv und arbeitsteilig die einzelnen Prozessstufen durchführten. Hinzu kam ein hohes Maß an Mechanisierung, indem man in Hebezeuge und Kettenzüge nutzte, um die Arbeit zu erleichtern. Dabei transferierte man oft Maschinen, die man in anderen Zusammenhängen entwickelt hatte, in neue Arbeitsbereiche, wie z. B. die Gestübeepochwerke zum Zerkleinern der Holzkohlen.

Eine Besonderheit des Berg- und Hüttenwesens war, dass die Territorialherren nicht nur ein fiskalisches Interesse an diesen Unternehmen hatten, sondern sich häufig auch in großem Umfang als Kuxbesitzer im Bergbau engagierten. Für die Betriebe selbst hatte dies den Vorteil, dass man zum einen insbesondere hinsichtlich der Edelmetalle einen festen Abnehmer der Produkte hatte, zum anderen aber der langfristige wirtschaftliche Erfolg wichtiger war, als eine kurzfristige Kapitalrendite. Die Landesherrn waren meist bereit über einen längeren Zeitraum in Vorleistung zu treten, um wirtschaftlich schlechte Zeiten zu überwinden.

Die Hüttenwerke der Frühen Neuzeit wiesen Merkmale auf, die sie mehr noch als das Verlagswesen in der ländlichen Textilproduktion oder die Manufaktur, als Protofabriken kennzeichnen. Ebenso wie im Bergwerk waren Arbeits- und Wohnort getrennt, es wurde zu festgelegten Zeiten in Schichten gearbeitet und die Arbeit war insofern fremdbestimmt, als dass die Hüttenarbeiter im Allgemeinen nicht die Betriebsinhaber waren. Die Hüttenbetriebe zeichneten sich dadurch aus, dass man stark arbeitsteilig mit spezialisierten Fachkräften produzierte, dass man eine kontinuierliche Qualitätskontrolle durchführte und dass der gesamte Hüttenprozess buchhalterisch dokumentiert wurde.

Das bereits in der frühen Neuzeit hochentwickelte Metallhüttenwesen war mit der professionellen Massenverarbeitung der Erze beispielgebend für den Aufbau von Fabriken in der industriellen Revolution des 19. Jahrhunderts. Insofern kann man hier von einer „Präindustrialisierung“ sprechen. In den

²¹⁷⁴ Jacob Strieder, Die deutsche Montan- und Metall-Industrie im Zeitalter der Fugger, in: Deutsches Museum Abhandlungen und Berichte, 3. Jg., H.6, Berlin 1931, 189 – 226, hier 190.

²¹⁷⁵ Lothar Suhling, 1983, 104 f.; Lothar Suhling, 1976, 16.

²¹⁷⁶ Christoph Bartels, Michael Fessner, Lothar Klappauf, Friedrich-Albert Linke, 2007, 360 - 362.

fabrikähnlichen Hüttenwerken der Frühen Neuzeit bedingten sich die Weiterentwicklung der Technologie und der wirtschaftliche Erfolg gegenseitig.

6.2 Weitergehende Fragen und Forschungsansätze

Wie aus den untersuchten Schriften und den Biographien der Autoren deutlich wird, umfassten die Netzwerke dieser Personen meist größere Kreise von berg- und hüttentechnischem Fachpersonal unterschiedlicher Bergreviere. Erkennen lässt sich dies zum einen an den Kenntnissen, die diese über andere Regionen erwerben konnten, zum anderen an den von den Autoren selbst genannten Informationsquellen. Diese Informationen geben aber Anlass zu weiteren Fragestellungen.

Welche Personen besuchten aus welchem Anlass und mit welchem Interesse die unterschiedlichen Berg- und Hüttenwerke? Christoph Andreas Schlüter gibt in seinem Werk ausdrücklich eine Anleitung zum Besuch ausländischer Hüttenwerke, aus der sich schließen lässt, dass dieser Vorgang nicht ungewöhnlich war. Falls diese Reisen und Besuche im Auftrag der jeweiligen Bergbehörden stattfanden, besteht die Möglichkeit, dass sich hierüber Berichte erhalten haben. Mit der Erforschung solcher Quellen, könnte man die Netzwerke, die die Berg- und Hüttenfachleute pflegten, sicher noch genauer erforschen.

Zum Technologietransfer durch Ein- bzw. Auswanderung sind schon einige Forschungsergebnisse publiziert worden, wobei die angeführte Literatur nur eine Auswahl darstellt.²¹⁷⁷ Auch dieser Aspekt wurde an Hand der Biographien der Montanschriftsteller untersucht. Er betraf aber in weitaus größerem Maße die praktisch arbeitenden Berg- und Hüttenleute, die ihre Kenntnisse nicht schriftlich niederlegten. Hier einmal speziell die Verhüttungstechnologie und das Probierwesen in den Blick zu nehmen, ist ein interessanter Forschungsansatz.

Es ist auch fraglich, wie die Landesherrn zu diesem Austausch spezialisierten und innovativen Fachwissens standen. Einerseits waren die Berg- und Hüttenleute der Frühen Neuzeit insofern privilegiert, als dass ihnen das Bergrecht freien Zu- und Abzug gestattet war. In diesem Falle konnte die Obrigkeit den durch Mobilität bedingten Technologietransfer nicht verhindern. Es wird aus den Quellen auch deutlich, dass man am Informationsaustausch durch den Besuch ausländischer Hüttenwerke durchaus interessiert war. Andererseits schreibt Christoph Andreas Schlüter im frühen 18. Jahrhundert,

²¹⁷⁷ Franz Kirnbauer, Deutsche Berg- und Hüttenleute als Pioniere der Technik und Kultur im europäische Südosten, in: Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Deutschen Reich, Jg. 1941, Bd. 89, H. 6, 121 – 131; Walter Schellhas, Beziehungen des Freiburger Erzbergbaues und der Bergakademie Freiberg (Sachsen) zu Norwegen bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts, in: Freiburger Forschungsheft, Bd. D 147, Leipzig 1982, 47 – 95; Günter Scheel, Technologietransfer für Bergbau und Hüttenwesen im Harz von der Mitte des 17. bis zum Beginn des 18. Jahrhunderts, in: Dieter Brosius et al. (Hrsg.), Geschichte in der Region, Hannover 1993; Ruth Vornefeld, Technologietransfer im Silberbergbau des 18. Jahrhunderts. Intraeuropäische und interkontinentale Aspekte, in: Ekkehard Westermann (Hrsg.) Vom Bergbau- zum Industrieviertel, Stuttgart 1995, 348 – 361; Hans-Heinrich Hillegeist, Wilfried Ließmann (Hrsg.), 2001; Georg Stöger, Die Migration europäischer Bergleute während der Frühen Neuzeit, in: Der Anschnitt, 58. Jg., 2006, H. 4-5, 170 – 186; Oliver Langefeld, Gerhard Lenz (Hrsg.), „Je n'ai qu' un copiste français.“ Zum Kolloquium „Persönlichkeiten im Harzer Bergbau“ am 25. Juni 2016 in Clausthal-Zellerfeld, Clausthal-Zellerfeld 2016; auch in der Fachzeitschrift „Der Anschnitt“ wird diese Fragestellung immer wieder thematisiert.

dass der Zugang zu den Hütten der landesherrlichen Zustimmung bedurfte. Es wäre interessant, zu erfahren, ob die landesherrlichen Vorschriften diesen Austausch eher förderten oder behinderten und ob dahinter bestimmte Interessen und Konzepte standen. Die Bergarchive könnten hierzu möglicherweise Quellen besitzen.

Zur Verbreitung der montanistischen Fachliteratur wäre zu fragen, in welchem Umfang diese Werke in Bibliotheken zur Verfügung standen. Die frühen fürstlichen, städtischen und universitären Bibliotheken könnten diese Werke besessen haben. Wie für Dresden belegt, haben sich eventuell Inventare, in diesem Fall der kurfürstlichen Bibliothek, erhalten. An Hand einer Untersuchung der historischen Bibliotheksbestände könnte man zum einen klären, an welchen Orten solche Werke gesammelt wurden, zum anderen könnte dadurch erschlossen werden, welcher Personenkreis diese Schriften nutzen konnte.

Hinsichtlich der Ausbildung wissenschaftlicher Fachliteratur wäre es möglich, andere Fachrichtungen als Vergleich zum Berg- und Hüttenwesen genauer zu untersuchen. Wie waren beispielsweise im Maschinenbau, in der Bautechnik oder in der Agronomie die einschlägigen Fachbücher aufgebaut? Standen in diesen Bereichen Quellen zur Verfügung und wie wurden sie genutzt? Ähnlich wie im Berg- und Hüttenwesen, könnte man nach der Herkunft, Ausbildung und der Fachkompetenz der Autoren fragen.

Auch die Ausbildung der Hüttenfachleute könnte Gegenstand der Forschung sein. Spätestens durch die Darstellung Christoph Andreas Schlüters zur Ausbildung des hüttentechnischen Personals wird deutlich, dass es hier einen Bedarf gab, der erst mit der Gründung von Bergschulen, später dann Bergakademien professionell gedeckt wurde. Wie zuvor die Ausbildung des Hüttenpersonals in den verschiedenen Bergrevieren gestaltet war, ob es auch hier einen Austausch, personell oder organisatorisch gab, könnte beispielweise an biographischen Quellen erforscht werden.

Bezüglich der in den Schriften gegebenen Anregungen zur Erprobung oder zum Transfer bestimmter Technologien, wie beispielsweise Lazarus Erckers Vorschlag, die Technik des Schmelzens über das leichte Gestübe auch für die empfindlichen Zinnerze zu nutzen, könnte man unter Heranziehung von Quellen der Bergarchive vielleicht erschließen, ob solche Ideen aufgenommen worden sind und welchen Erfolg man damit hatte.

Dass eine von den Quellen ausgehende Forschung sehr ertragreich sein kann, wurde durch diese Arbeit deutlich. Durch eine vertiefte Analyse der frühneuzeitlichen hüttentechnischen Literatur kann man detaillierte Kenntnisse über den Wissens- und Technologietransfer sowie zu technischen Fortschritten in diesem Sektor gewinnen. Wichtig wäre es, eine solche Analyse auch hinsichtlich der chemischen Verfahren, die in diesem Bereich entwickelt und genutzt wurden, durchzuführen, und damit grundlegende Erkenntnisse zur Entwicklung der Technischen Chemie zu gewinnen.

Durch die Untersuchung von hüttentechnischen Druck- und Handschriften der Frühen Neuzeit konnte gezeigt werden, dass im Hüttenwesen dieser Epoche grundlegende Entwicklungen stattfanden, die zukunftsweisend für die industrielle Entwicklung des 19. Jahrhunderts waren. Hierzu gehörten ein weitreichender Wissens- und Technologietransfer, die Vernetzung der Fachleute über Territorialgrenzen hinweg, die Entwicklung

naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen und die ökonomische Optimierung der Hüttenwerke durch Qualitätssicherung und Buchhaltung. Auch durch diese Vorbildfunktion gelang die Industrialisierung der Montanwirtschaft und weiterer Wirtschaftsbereiche in der Neuzeit. Die analysierten Schriften spiegeln die Innovationskraft wieder, mit der die Berg- und Hüttenleute ihren Wirtschaftssektor trotz Phasen des Niedergangs langfristig erfolgreich machten.

7 **Aktueller Stand der Forschung zu einzelnen montanwissenschaftlichen Autoren und Werken**

Die in der Einleitung bereits erwähnte aktuelle Forschungsliteratur wird im Folgenden für jeden Autor gesondert vorgestellt, wobei Monographien zum Autor und/oder zu seinem Werk, Aufsätze in Zeitschriften oder Sammelbänden und Lexikonartikel berücksichtigt wurden.

Die erste und bisher auch einzige Monographie zu **Ulrich Rülein von Calw** verfasste 1955 Wilhelm Pieper, dessen Werk auch einen Faksimiledruck der Erstausgabe des Bergbüchleins nach dem in der Pariser Nationalbibliothek befindlichen Exemplar sowie eine neudeutsche Übertragung enthält.²¹⁷⁸ Als biographische Quellen nennt Wilhelm Pieper den Freiburger Theologen Hieronymus Weller (1499 – 1572), der erstmals Ulrich Rülein von Calws Bedeutung würdigte, und den Freiburger Chronisten Andreas Möller.²¹⁷⁹

Wie Wilhelm Pieper darstellt, erlebte das Bergbüchlein Rülein von Calws im 16. Jahrhundert zahlreiche Neuauflagen, ohne dass der Autor genannt wurde. Auch bei der Wiederentdeckung der Schrift und der erneuten Herausgabe durch Heinrich von Dechen (1885) und Gabriel Auguste Daubrée (1890) war der Autor noch unbekannt. Obwohl Georgius Agricola den Freiburger Calbus als Quelle benennt und auch auf ihn Bezug nimmt, wurde der Zusammenhang zwischen Ulrich Rülein von Calw und dem Bergbüchlein nicht erkannt. Erst Gustav Carl Laube äußerte dies in seiner Besprechung von Heinrich von Dechens Buch. Im Jahr 1889 stellte dann Georg Heinrich Jacobi die Autorschaft klar.²¹⁸⁰

Erste biographische Aufsätze zu Ulrich Rülein von Calw erschienen dann im 20. Jahrhundert. Zunächst fasste 1915 Constantin Täschner²¹⁸¹ die ihm bekannten Fakten zusammen, es folgten Otto Clemen,²¹⁸² Ernst Darmstaedter,²¹⁸³ Karl Lüdemann²¹⁸⁴ und Otto Eduard Schmidt.²¹⁸⁵ Einen

²¹⁷⁸ Wilhelm Pieper, 1955, die Entdeckung dieses Exemplars des Bergbüchleins wurde Wilhelm Pieper erst 1951 bekannt.

²¹⁷⁹ Wilhelm Pieper, 1955, 9, nach den Angaben seines Literaturverzeichnisses findet man die genannten Quellen in Hieronymus Weller, *Analecta Welleriana*. In lateinischer Sprache zusammengelesen und verdeutscht durch Michael Hempel, 2 Teile, Freiberg 1596, Teil 2, 67b – 68b, cap. 30,31 und Hieronymus Weller(us), *Opera omnia (latina)*. Mit Vorwort von Christoph Friedrich Lämmel, Leipzig 1702, 174b sowie Andreas Möller (Mollerus), *Theatrum Freibergense Chronicum*. Beschreibung der Berghauptstadt Freiberg in Meißen, 2 Bände, Freiberg 1653, Bd. I 136, 285 – 290, 352 – 353, 496, Bd. II 141, 169 – 170, 175. (Wilhelm Pieper, 1955, 208, 205.)

²¹⁸⁰ Wilhelm Pieper, 1955, 9, 183 f., die von Wilhelm Pieper erwähnten Ausgaben und Aufsätze sind folgende:

Heinrich von Dechen, 1885, nach Wilhelm Pieper, 173, handelt es sich hierbei um die erste kritische Bearbeitung und Erläuterung des Bergbüchleins, die einen Abdruck der Ausgabe Augsburg 1539 wiedergibt; Gabriel Auguste Daubrée, 1890, 379 – 392, 441 – 452; Gustav Carl Laube, Besprechung über H. von Dechen, *Das älteste Bergwerksbuch*, in: *Mitteilungen des Vereins für Geschichte der Deutschen in Böhmen*, Jg. 24, Prag 1886, Literarische Beilage 24 – 26, hier 26, und Georg Heinrich Jacobi, *Der Mineralog Georgius Agricola und sein Verhältnis zur Wissenschaft seiner Zeit*, Werdau/Sachsen 1889, 46 f.

²¹⁸¹ Constantin Täschner, *Der Arzt, Bürgermeister und Bergbauschriftsteller Ulrich Rülein von Kalbe*, in: *Mitteilungen des Freiburger Altertumsvereins*, Heft 50, 1915, 71 – 73.

²¹⁸² Otto Clemen, *Der Freiburger Stadtphysikus Ulrich Rülein von Kalbe*, in: *Neues Archiv für sächsische Geschichte und Altertumskunde*, Bd. 41, Dresden 1920, 135 – 139.

²¹⁸³ Ernst Darmstaedter, 1926 a, 13 – 17, 20.

ausführlicheren Aufsatz schrieb 1940 Paul Bamberg.²¹⁸⁶ In den 1960er Jahren folgten kleinere Aufsätze von Hans Baumgärtel,²¹⁸⁷ Rudolf Michaelis²¹⁸⁸ und Werner Martin Diemel.²¹⁸⁹ Ferner erschien ein kurzer Aufsatz Hans Preschers²¹⁹⁰ 1974 anlässlich des 450. Todestages Ulrich Rüleins von Calw. Auch Siegfried Greiner²¹⁹¹ veröffentlichte zu diesem Anlass einen Aufsatz. Angaben zur Biographie und zum Bergbüchlein enthält ein Aufsatz von Christoph Bartels.²¹⁹² Biographische Angaben mit unmittelbarem Bezug auf den Wirkungskreis Ulrich Rüleins von Calw vermittelt Herbert Pforr.²¹⁹³ Den neuesten Aufsatz schrieb im Jahr 2000 Werner Lauterbach.²¹⁹⁴ Auf diese Titel verweisen die unten angeführten Lexikonartikel bzw. Wilhelm Pieper.

Bei den Lexikonartikeln über Ulrich Rüleins von Calw ist der Artikel von Wilhelm Haberling sehr kurz gefasst und bringt die wichtigsten biographischen Aufsätze, die auch Wilhelm Pieper verwendet.²¹⁹⁵ Außerdem ist Ulrich Rüleins von Calw im Lexikon des Mittelalters verzeichnet²¹⁹⁶ und im Dictionary of Scientific Biography mit sehr ausführlichen Literaturangaben.²¹⁹⁷ Während die Allgemeine Deutsche Biographie Ulrich Rüleins von Calw noch nicht erwähnte, erscheint er 2005 in der Neuen Deutschen Biographie.²¹⁹⁸

Im amerikanischen Raum befassten sich Anneliese Grünhaldt Sisco und Cyril Stanley Smith sowie Judica I. M. Mendels in den 1950er Jahren mit Ulrich Rüleins von Calw und seinem Bergbüchlein.²¹⁹⁹ Auch in Ungarn interessiert man sich zwischenzeitlich für diesen Autor.²²⁰⁰

²¹⁸⁴ Karl Lüdemann, Ulrich Rüleins von Kalbe, der Verfasser des ersten deutschen Buches über den Bergbau, in: Beiträge zur Geschichte des geodätischen und markscheiderischen Messungswesens und der vermessungstechnischen Instrumentenkunde, Nr. 17. – Mitteilungen des Freiburger Altertumsvereins, Heft 64, 1934, 67 – 75.

²¹⁸⁵ Otto Eduard Schmidt, Ulrich Rüleins von Kalbe, in: Mitteilungen des Landesvereins Sächsischer Heimatschutz, Bd. 26, 1937, 111 – 114.

²¹⁸⁶ Paul Bamberg, Personen im Gebiete des Freiburger Bergbaus aus der Zeit von 1487 bis 1546, in: Mitteilungen des Freiburger Altertumsvereins, Heft 69, 1940, 43 – 98.

²¹⁸⁷ Hans Baumgärtel, Ulrich Rüleins von Calw, in: Bergakademie. Zeitschrift für Bergbau, Hüttenwesen und verwandte Wissenschaften, Bd. 15, 1963, 57 – 58.

²¹⁸⁸ Rudolf Michaelis, Dr. Ulrich Rüleins von Calw (Calbe) und sein "Nützlich Bergbüchlein" um 1500, in: Sächsische Heimatblätter. Zeitschrift für sächsische Geschichte, Denkmalpflege, Natur und Umwelt, Bd. 10, 1964, 163 – 167.

²¹⁸⁹ Werner Martin Diemel, Ein schwäbischer Humanist in Sachsen. Vor 500 Jahren geb. Ulrich Rüleins von Calw, in: Glückauf. Zeitschrift des Erzgebirgsvereins e.V., Bd. 12, 1965, 82 – 85.

²¹⁹⁰ Hans Prescher, Ulrich Rüleins von Calw. Zum Gedenken seines 450. Todestages, in: Sächsische Heimatblätter, Bd. 20, 1974, 275 – 277.

²¹⁹¹ Siegfried Greiner, Ulrich Rüleins aus Calw zum 450. Todestag, in: Schwäbische Heimat, 24. Jg., 1973, 212 – 217.

²¹⁹² Christoph Bartels, 1990, 144 – 146.

²¹⁹³ Herbert Pforr, Die Zeit des Ulrich Rüleins von Calw im Spiegel sächsischer Bergstädte, in: Der Anschnitt, 49. Jg., 1997, H.3, 82 – 88.

²¹⁹⁴ Werner Lauterbach, Ulrich Rüleins von Calw, in: Mitteilungen des Freiburger Altertumsvereins, Heft 84, 2000, 19 – 21.

²¹⁹⁵ Wilhelm Haberling, Rüleins von Kalbe, Ulrich, in: August Hirsch, et al. (Hrsg.), Biographisches Lexikon der hervorragenden Aerzte aller Zeiten und Völker, Bd. 4, Berlin [u.a.] 1886 (ND 1932), 915 f.

²¹⁹⁶ Guido Jüttner, Rüleins v. Calw, Ulrich, in: Lexikon des Mittelalters, Bd. 7, 1994, 1095.

²¹⁹⁷ Hans Baumgärtel, 1975, 607 – 609.

²¹⁹⁸ Frieder Jentsch, 2005, 222.

²¹⁹⁹ Anneliese Grünhaldt Sisco, Cyril Stanley Smith, 1949; Judica I. M. Mendels, 1953.

²²⁰⁰ László Zsámboki (Hrsg.), 1987.

Das **Probierbüchlein** wurde zusammen mit dem eben dargestellten Bergbüchlein und dem Kunstbüchlein in einer Monographie von Ernst Darmstaedter dargestellt.²²⁰¹ Dieser gibt für alle drei Druckschriften einen inhaltlichen Überblick, ordnet sie in die technische Entwicklung ihrer Zeit ein und stellt in einem bibliographischen Abschnitt möglichst umfassend Erstaussagen, Nachdrucke sowie weitere montanwissenschaftliche Werke vor. Ferner sind Bergbüchlein und Probierbüchlein Gegenstand einer englischen Monographie.²²⁰²

Auch über **Peder Månsson** ist bisher nur eine deutschsprachige Monographie erschienen. 1941 gab Otto Johannsen Peder Månssons Schriften über technische Chemie und Hüttenwesen heraus. Das Werk enthält biographische Angaben, eine Übersicht über die Schriften, Auszüge aus den lateinischen Schriften und neben der „Bergmannskunst“ noch acht weitere Schriften in deutscher Übersetzung.²²⁰³ Bisher sind Veröffentlichungen zu Peder Månsson nur in Schweden und in schwedischer Sprache erschienen. Meist handelt es sich um kommentierte Veröffentlichungen seiner Schriften.²²⁰⁴ Ein ausführlicher schwedischer Artikel befindet sich in dem Svenskt Biografiskt Lexikon,²²⁰⁵ in dem auch ein Überblick über die Literatur gegeben wird.

Die bisherige Forschung zu **Vannoccio Biringuccio** und seiner *Pirotechnia* ist ebenfalls nicht sehr umfangreich. In Deutschland wurde Johann Beckmann auf das Werk aufmerksam und veröffentlichte seine biographischen und bibliographischen Kenntnisse bereits 1783.²²⁰⁶ Erst im 20. Jahrhundert setzte dann die technikgeschichtliche Forschung zu Vannoccio Biringuccio ein. Die ausführlichste Monographie brachte 1925 Otto Johannsen heraus.²²⁰⁷ Diese enthält biographische Angaben, Informationen zu Ausgaben des Werks, eine Inhaltsangabe²²⁰⁸ und eine Übersetzung ins Deutsche.²²⁰⁹ Otto Johannsen greift vor allem auf Aldo Mieli²²¹⁰ zurück. Ähnlich strukturiert ist die Monographie von Cyril Stanley Smith und Martha Teach Gnudi, die eine Lebensbeschreibung, eine Einordnung des Werks in die metallurgische Literatur, Angaben zu Auflagen der *Pirotechnia* und eine Übersetzung ins

²²⁰¹ Ernst Darmstaedter, 1926 a.

²²⁰² Anneliese Grünhaldt Sisco, Cyril Stanley Smith, 1949.

²²⁰³ Otto Johannsen, 1941.

²²⁰⁴ Gunnar Olof Hyltén-Cavallius, 1845; Robert Geete, 1913 – 15; Robert Geete, Vadstenaborden Peder Månssons bref på svenska från Rom till Vadstena kloster 1508 – 1519 (Beilage zu Svenska Fornskrift-Sällskapet's årsmöte, Stockholm 1915); Peder Månsson, Sjökonsulatet (il consolato del mare), o.O um 1940, (enthält außerdem Stridskonst und Bondakonst); John Granlund (Hrsg.), 1983; diese Titel sind auch in deutschen Bibliotheken verfügbar, Otto Johannsen gibt außerdem noch an: Erik Holmkvist, Om Peder Månssons författarskap och landsmanskap. Arkiv för nordisk filologi, Bd. 52 (1936) 340/49.

²²⁰⁵ Anders Piltz, 1994, 786 – 788, hier wird außer der Monographie von Otto Johannsen nur schwedische Literatur angeführt.

²²⁰⁶ Johann Beckmann, Beiträge zur Geschichte der Erfindungen, Erster Band, Leipzig 1783 – 1786 (ND Hildesheim 1965), 1. Stück, 13. Nachricht von dem seltenen Buche des Vannuccio Biringuccio *Pirotechnia*, 133 – 148.

²²⁰⁷ Otto Johannsen, 1925.

²²⁰⁸ Otto Johannsen, 1925, VII – XVI.

²²⁰⁹ Otto Johannsen, 1925, 1 – 531.

²²¹⁰ Aldo Mieli, 1914, nach Otto Johannsen enthält dieser Band die Einleitung und den Text bis Buch II, Kap. 5.

Englische enthält. Dieses Buch wurde mehrfach neu aufgelegt.²²¹¹ Die Autoren orientieren sich ebenfalls an Aldo Mieli und stimmen in ihren Angaben weitgehend mit Otto Johannsen überein. Aldo Mieli war der erste neuzeitliche Autor, der eine vollständige Ausgabe des Werks Vannoccio Biringuccios plante, diese jedoch nicht vollendete. Eine weitere Ausgabe der *Pirotechnia* erschien 1977 durch Adriano Carugo.²²¹² Nach mehreren frühneuzeitlichen Nachdrucken wurde das Werk Vannoccio Biringuccios, wie erwähnt, durch Otto Johannsen 1925 ins Deutsche und 1943 durch Cyril Stanley Smith und Martha Teach Gnudi ins Englische übersetzt.

Deutschsprachige Aufsätze erschienen 2004 von Helmut Hilz²²¹³ und 2006 von Wolfgang Piersig, der kurz darauf einen weiteren Beitrag verfasste.²²¹⁴ Ferner gibt es italienische und englische Aufsätze, die auch in deutschen Bibliotheken zur Verfügung stehen,²²¹⁵ sowie einen Konferenzband.²²¹⁶ Bernhard Neumann erwähnt Vannoccio Biringuccio mehrfach in seinem Aufsatz über die Anfänge der Probierkunst.²²¹⁷ Ferner wird Vannoccio Biringuccio in Übersichtswerken wie bei Edmund Oskar von Lippmann,²²¹⁸ der vor allem dessen kritische Einstellung zur Alchemie betont, bei Gustav Fester,²²¹⁹ der ihn als ersten Technologen überhaupt bezeichnet, und wiederum bei Otto Johannsen,²²²⁰ allerdings nur kurz, erwähnt.

Das Lexikon des Mittelalters enthält einen Artikel von Guido Jüttner.²²²¹ Einen ausführlichen italienischen Artikel enthält das *Dizionario Biografico degli Italiani*,²²²² in dem die umfangreichsten bibliographischen Angaben gemacht

²²¹¹ Cyril Stanley Smith, Martha Teach Gnudi, 1959 (RP 1990).

²²¹² Adriano Carugo, 1977, Nachdruck der Ausgabe von 1540.

²²¹³ Helmut Hilz, Vannoccio Biringuccios "De la Pirotechnia". *Bibliophile Kostbarkeiten*, in: *Kultur & Technik*, Bd. 28, 2004, Heft 1, 59.

²²¹⁴ Wolfgang Piersig, Vannoccio Biringuccio und die Pirotechnia, in: *Stahl und Eisen*, 126, 2006, Heft 3, 96 – 98; Wolfgang Piersig, Vannoccio Biringuccio und die Pirotechnia. 525. Geburtstag des ersten Autors der Metallurgie, München 2007.

²²¹⁵ Andrea Bernardoni, La conoscenza del fare ingegneria, arte, scienza nel "De la pirotechnia" di Vannoccio Biringuccio, Roma 2011; Raffaello Vergani, Miniere e minerali nella "Pirotechnia" di Biringuccio, in: *L'ultimo secolo della repubblica di Siena*, 2008, 467 – 475; Elena Torretta, Biringuccio, la pirotechnia, il metodo sperimentale e il rinnovamento della siderurgia europea, in: *Le culture della tecnica*, N.S. 19, 2008, 72 – 100; Curzio Cipriani, "De re metallica" e "De la Pirotechnia" Agricola e Biringuccio, in: *Atti e memorie dell'Accademia Toscana di Scienze e Lettere "La Colombaria"*, N.S. 46 = 60, 1995, 9 – 30; Franco Brunello, Vannoccio Biringuccio e il trattato "De la Pirotechnia", in: *Trattati scientifici nel Veneto fra il XV e XVI secolo*, 1985, 29 – 37; Raffaello Vergani, Metals and metallurgical processes in North Italy in Biringuccio's work, in: *History of technology*, 21, 1999 (2000), 141 – 153; Cyril Stanley Smith, Martha Teach Gnudi, *Of Typecasting in the Sixteenth Century*, New Haven 1941; Auf zwei weitere Aufsätze verweist der Lexikonartikel von Cyril Stanley Smith: Aldo Mieli, Vannoccio Biringuccio e il metodo sperimentale, in: *Isis*, 2, 1914, 90 – 99; Aldo Mieli, Vannoccio Biringuccio, in: *Gli scienziati italiani dall'inizio del medio evo ai nostri giorni*, Rome, 1921, pt. 1.

²²¹⁶ Ivan Tognarini, Una tradizione senese. Dalla Pirotechnia di Vannoccio Biringuccio al Museo del Mercurio, Napoli [u.a.] 2000 (= *Università degli Studi di Siena ... A cura di Ivan Tognarini, Nuove ricerche di storia*, 19).

²²¹⁷ Bernhard Neumann, 1920 a, 168 – 177.

²²¹⁸ Edmund Oskar von Lippmann, 1919, 505.

²²¹⁹ Gustav Fester, 1923, 58.

²²²⁰ Otto Johannsen, 1924, 61.

²²²¹ Guido Jüttner, 1983, 220.

²²²² Ugo Tucci, 1968, 625 – 631.

werden. Von Cyril Stanley Smith stammt der Artikel im Dictionary of Scientific Biography.²²²³ Ferner wird Vannoccio Biringuccio im biographischen Handbuch „Männer der Technik“ durch Carl Weihe, von Walter Serlo in seinem Werk „Männer des Bergbaus“ und von Carl Schiffner in „Männer des Metallhüttenwesens“ behandelt.²²²⁴

Das **Schwazer Bergbuch** ist eine anonym herausgegebene Handschrift, in der mehrere für den Bergbau und das Hüttenwesen relevante Texte zusammengestellt wurden. Neuzeitliche Faksimiledrucke wurden 1956 von Heinrich Winkelmann mit neuhochdeutscher Übertragung und 1988 von Erich Egg herausgegeben.²²²⁵ Mit dem Schwazer Bergbuch, auch als Ettenhardtscher Codex bekannt, beschäftigte man sich bereits im 19. Jahrhundert, wie Heinrich Winkelmann angibt.²²²⁶ Monographien zum Thema gibt es u. a. von Franz Kirnbauer und Ernst Heinrich Berninger.²²²⁷ Dabei bietet Franz Kirnbauer eine Inhaltsangabe der Handschrift nach dem Leobener Codex, eine historische Einordnung des Textes und Textproben aus dem Wiener Codex. Waren zunächst nur sechs Exemplare des Schwazer Bergbuches in Innsbruck (3), Leoben, München und Wien bekannt, wurde im Jahre 1956 eine siebente Handschrift entdeckt, die für das Bergbau-Museum in Bochum erworben wurde. Heinrich Winkelmann, dem dieser Fund zu verdanken ist, veröffentlichte diese im gleichen Jahr als Faksimiledruck mit neuhochdeutscher Übertragung. Außerdem führt er in seinem Aufsatz von 1957 einige ältere Aufsätze an, die von Franz Mayer und von Franz Kirnbauer stammen.²²²⁸ Im Jahr 1956 veröffentlichte dann Franz Kirnbauer einen neuen Aufsatz zum Schwazer Bergbuch.²²²⁹ Ferner erschienen 1957 in der Zeitschrift „Der Anschnitt“ zwei Aufsätze zu diesem Werk, die Erich Fussek und Erich Egg verfassten. Hier geht es einmal um die Bochumer Neuerwerbung und zum anderen um den Verfasser dieser Handschrift. Mit eher speziellen Aspekten zum Schwarzer Bergbuch befassten sich in derselben Zeitschrift Karl Ewald Fritsch und Julius Raub.²²³⁰ Aus demselben Jahr stammt ein Aufsatz von

²²²³ Cyril Stanley Smith, 1970, 142 f.

²²²⁴ Carl Weihe, 1925, 23; Walter Serlo, Männer des Bergbaus, Berlin 1937, 18; Carl Schiffner, 1942, 10 f.

²²²⁵ Heinrich Winkelmann, 1956; Erich Egg, 1988.

²²²⁶ Heinrich Winkelmann, 1957, 3 – 8, hier wird verwiesen auf Franz Friese, Das Ettenhardtsche Bergbuch, in: Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch der k.k. Bergakademien Schemnitz und Leoben, Bd. 14, Wien, 1865, 125 – 172.

²²²⁷ Franz Kirnbauer, 1956 a; Ernst Heinrich Berninger (Hrsg.), Das Buch vom Bergbau. Die Miniaturen des „Schwazer Bergbuches“ nach der Handschrift im Besitz des Deutschen Museums in München, Dortmund 1980. Eine Rezension hierzu schrieb Friedrich Klemm, Miniaturen aus dem Schwazer Bergbuch, in: Kultur & Technik, Jg. 5, 1981, H. 2, 101 – 103.

²²²⁸ Heinrich Winkelmann, 1957, 8, hier wird verwiesen auf: Franz Mayer, Das Schwazer Bergwerksbuch vom Jahre 1556, in: Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, Bd. 18, 1928, 15 – 18; Franz Kirnbauer, Das „Schwazer Bergbuch“, in: Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen, Bd. 85, 1937, H. 6, 338 – 346. Dieselben Aufsätze findet man auch bei Franz Kirnbauer, 1956 a, im Literaturverzeichnis.

²²²⁹ Franz Kirnbauer, Das „Schwazer Bergbuch“. Eine Bilderhandschrift des österreichischen Bergbaues aus dem Jahr 1556, in: Blätter für Technikgeschichte, 1956, H. 18, 77 – 94.

²²³⁰ Erich Fussek, 1957, 9 – 14; Erich Egg, 1957, 15 – 19; Karl Ewald Fritsch, Die Tracht im Schwazer Bergbuch, in: Der Anschnitt, 9. Jg., 1957, H. 1/2, 20 – 34; Julius Raub, Bergmännische Privilegien im Schwazer Bergbuch, in: Der Anschnitt, 9. Jg., 1957, H. 1/2, 35 – 41.

Helmut Wilsdorf.²²³¹ Während in diesen Aufsätzen das Thema allgemein behandelt wurde, beschäftigte man sich später mit speziellen Aspekten des Schwazer Bergbuchs.²²³² Harald Witthöft verfasste 2008 einen Aufsatz zu den im Schwazer Bergbuch benutzten Maßeinheiten.²²³³ Der Faksimiledruck von Erich Egg, 1988, enthält neben einer Einführung zum Schwazer Bergbau eine systematische Aufstellung der zu diesem Zeitpunkt bekannten 10 Handschriften.²²³⁴ 1990 erschien ein Aufsatz von Christoph Bartels, in dem dieser anmerkt, dass eine wissenschaftliche Edition mit kritischem Vergleich der Handschriften bis zu diesem Zeitpunkt nicht erfolgt sei.²²³⁵ Eine dreibändige Edition beruhend auf dem Bochumer Exemplar des Schwazer Bergbuchs gab Christoph Bartels dann 2006 heraus.²²³⁶

Um den Forschungsstand zu **Georgius Agricola** vollständig darzustellen, wäre eine eigene Monographie notwendig. Seit langem wird nicht nur sein Werk, sondern auch seine Biographie ausgiebig erforscht u. a. von der 1926 durch Oskar von Miller und Conrad Matschoß gegründeten Georg-Agricola-Gesellschaft beim Deutschen Museum. Deren Nachfolger ist die 1960 gegründete Georg-Agricola-Gesellschaft für Technikgeschichte und Industriekultur e.V., die seit 2007 in Freiberg ansässig ist.²²³⁷

Das Agricola-Forschungszentrum Chemnitz (AFC) wurde Ende 1996 gegründet und koordiniert die im nationalen und internationalen Rahmen laufenden Forschungsarbeiten zu Georgius Agricola. Hier findet zweimal jährlich - zum Geburtstag (24. März) und zum Todestag (21. November) - das Agricola-Gespräch als wissenschaftliches Forum statt.²²³⁸

Die umfangreichste Veröffentlichung über Georgius Agricola ist die elfbändige Gedenkausgabe (AGA). Während im 1. Band „Georg Agricola und seine Zeit“ vorgestellt werden, enthalten die Bände 2 bis 9 die Schriften Georgius Agricolas in deutscher Übersetzung einschließlich der Briefe und Urkunden (Bd. 9). Band 10 beinhaltet eine umfangreiche Bibliographie. Ein Ergänzungsband behandelt „Bergwerke und Hüttenanlagen der Agricola-Zeit“ und schließlich gibt es noch

²²³¹ Helmut Wilsdorf, Das Schwazer Bergbuch von 1556 und seine ältere Fassung im Exemplar des Bergbau-Museums Bochum, in: Bergakademie. Zeitschrift für Bergbau, Hüttenwesen und verwandte Wissenschaften, Jg. 9, 1957, H. 8, 430 – 434.

²²³² Ernst Heinrich Berninger, Marginalien zum Tiroler Bergbau. Das Exemplar des Schwazer Bergbuchs in der Bibliothek des Deutschen Museums, in: Martin Körner (Hrsg.), Quand la montagne aussi a une histoire. Mélanges offerts à Jean-François Bergier, Bern 1996, 123 – 142; Hans Krähenbühl, Der Schwazer Bergbau und sein Bergbuch, in: Bergknappe 23, 1999, H. 3, 15 – 22; Wolfgang Lefèvre, Picturing the world of mining in the renaissance. The Schwazer Bergbuch (1556), Berlin 2010.

²²³³ Harald Witthöft, Vom Bergmaß im „Schwazer Bergbuch“ 1554/1556, in: Der Anschnitt, 60. Jg., 2008, H. 5/6, 266 – 273.

²²³⁴ Erich Egg, 1988, XV – XVIII.

²²³⁵ Christoph Bartels, Georgius Agricola. De Re Metallica Libri XII. Vom Bergwerk XII Bücher, in: Meisterwerke bergbaulicher Kunst vom 13. bis 19. Jahrhundert. Katalog zur Ausstellung des Deutschen Bergbau-Museums Bochum und des Kreises Unna auf Schloß Cappenberg vom 6. September bis 4. November 1990 (= Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum), Bochum 1990, 146 – 152.

²²³⁶ Christoph Bartels (Hrsg.), 2006.

²²³⁷ <http://www.georg-agricola-gesellschaft.de>, Stand 31.05.2017.

²²³⁸ <http://www.georgius-agricola.de/forschungszentrum.html>, Stand 31.05.2017.

ein Generalregister. An dieser Werkausgabe waren namhafte Wissenschaftler der Agricola-Forschung beteiligt.²²³⁹

Die biographischen Arbeiten zu Georgius Agricola begannen schon kurz nach seinem Tod. Zunächst bemühte sich Georgius Fabricius, ein enger Vertrauter Georgius Agricolas, um den Erwerb wichtiger Briefe wissenschaftlichen Inhalts, um diese zu edieren und zusammen mit einer Biographie zu veröffentlichen. Dieses Vorhaben wurde jedoch nicht realisiert. 1589/90 verfasste dann Petrus Albinus²²⁴⁰ seine Bergchronik, die die erste größere Biographie Georgius Agricolas enthält. Dafür konnte er Archiv-Dokumente nutzen, die heute nicht mehr erhalten sind. 1764 erschien eine von Adam Daniel Richter²²⁴¹ verfasste Chronik der Stadt Chemnitz, die eine 28 Seiten umfassende Biographie Georgius Agricolas einschloss. Er hatte bereits 1755 eine kleine Schrift über Georgius Agricola verfasst. Der Freiburger Bergbeamte Friedrich August Schmidt²²⁴² gab 1806 den „Bermannus“ in deutscher Übersetzung heraus und leitete diese Ausgabe mit der Schrift „Nachrichten über Georg Agricolas Leben und Schriften“ ein. Johann Heinrich Jacobi²²⁴³ schrieb 1889 dann die erste Dissertation über Georgius Agricola an der Universität Leipzig. Diese enthält in der Bibliographie auch ältere Literatur über Georgius Agricola sowie ein Werkverzeichnis. Eine der „maßgebenden neueren Biographien“ verfasste Reinhold Hofmann²²⁴⁴ 1905 unter dem Titel „Dr. Georg Agricola. Ein Gelehrtenleben aus dem Zeitalter der Reformation“. Es folgte 1926 die Biographie Ernst Darmstaedters,²²⁴⁵ in der vor allem die Werke Georgius Agricolas ausführlich dargestellt werden. Anlässlich des 450. Geburtstags Georgius Agricolas schrieb Walter Fischer²²⁴⁶ 1944 eine Biographie. Kleinere biographische Schriften erschienen 1953 von Hans Hartmann²²⁴⁷ und 1955 von Ulrich Horst,²²⁴⁸ der auch an der Agricola Gedenkausgabe mitwirkte. Mit dem 1. Band der AGA „Georg Agricola und seine Zeit“ ist nach einer Einführung in den Bergbau zur Zeit Georgius Agricolas eine der umfangreichsten Biographien erschienen, verfasst von Helmut Wilsdorf²²⁴⁹ im Jahr 1956. Im Jahr 1960

²²³⁹ Hans Prescher (Hrsg.), 1955 – 1992 (AGA I – X).

²²⁴⁰ Petrus Albinus, 1590, 353 – 356.

²²⁴¹ Adam Daniel Richter, Umständliche, aus zuverlässigen Nachrichten zusammengetragene Chronica der, an dem Fuße des Meißnischen Ertzgebürges gelegenen, Königl. Pohln. und Churfürstl. Sächß. Stadt Chemnitz nebst beygefügtten Urkunden, Zittau – Leipzig 1763 – 1764; Adam Daniel Richter, Vitam Georgii Agricolae exponit ..., Annabergae 1755.

²²⁴² Friedrich August Schmid (Hrsg.), 1806, hierin 1 – 38 „Nachrichten über Georg Agricolas Leben und Schriften“.

²²⁴³ Georg Heinrich Jacobi, Der Mineralog Georgius Agricola und sein Verhältnis zur Wissenschaft seiner Zeit, Zwickau 1889.

²²⁴⁴ Reinhold Hofmann, Dr. Georg Agricola. Ein Gelehrtenleben aus dem Zeitalter der Reformation, Gotha 1905.

²²⁴⁵ Ernst Darmstaedter, Georg Agricola 1494 – 1555. Leben und Werk, München 1926.

²²⁴⁶ Walter Fischer, Zum 450. Geburtstag Agricola's, des „Vaters der Mineralogie“ und Pionier des Berg- und Hüttenwesens, in: Mitteilungen aus dem Staatlichen Museum für Mineralogie und Geologie zu Dresden, NF 68, Stuttgart 1944 (= Sonderabdruck aus: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, 1944, 113 – 225).

²²⁴⁷ Hans Hartmann, 1953.

²²⁴⁸ Ulrich Horst, Das Agricola-Büchlein. Leben, Wirken und Bedeutung von Georgius Agricola, dem Begründer der Bergbau- und Hüttenkunde, der neuzeitlichen Mineralogie und Geologie zur 400. Wiederkehr des Todestages des großen Humanisten, Dresden 1955.

²²⁴⁹ Helmut Wilsdorf, 1956 (AGA I).

schrieb Erwin Herlitzius²²⁵⁰ seine Dissertation über Georgius Agricola. Die Biographie von Gisela-Ruth Engewald²²⁵¹ erschien 1982 und wurde 1994 neu aufgelegt. Eine weitere Dissertation folgte 1988 von Roland Ladwig.²²⁵² Die aktuellste Biographie verfasste 2007 Friedrich Naumann.²²⁵³ Nach den Angaben von Friedrich Naumann wurden auch die oben angegebenen Biographien erfasst, die durch die Literaturangaben der AGA Bd. X ergänzt wurden.²²⁵⁴ Außerdem wurden die Literaturhinweise der NDB herangezogen.

Ein weiteres erwähnenswertes Werk ist der Sammelband „Georgius Agricola 1494 – 1555 zu seinem 400. Todestag“,²²⁵⁵ der neben einem biographischen Aufsatz von Leo Stern²²⁵⁶ den Gelehrten Georgius Agricola in unterschiedlichen vor allem technikgeschichtlichen Zusammenhängen behandelt. Die meisten Aufsätze stellen verschiedene biographische Aspekte in den Vordergrund, andere behandeln bestimmte bergbauliche Themen zur Zeit Georgius Agricolas. Außerdem gibt Helmut Wilsdorf²²⁵⁷ eine systematische Übersicht über die Werke Georgius Agricolas, ihre Erst- und Neuausgaben sowie ihre Übersetzungen bis zum Jahr 1955. Ebenfalls biographische Aufsätze enthält ein Sammelband „Agricola-Studien“,²²⁵⁸ der 1957 erschien. Anlässlich des 500. Geburtstages verfassten Hans Prescher und Otfried Wagenbreth ein Werk, das Georgius Agricola im Kontext seiner Zeit behandelt.²²⁵⁹ Ebenfalls im Jahr 1994 fand in Chemnitz eine Tagung statt, deren vielseitige Vorträge in einem Tagungsband, herausgegeben von Friedrich Naumann, veröffentlicht wurden.²²⁶⁰ Eine wichtige Ergänzung zu den verschiedenen Biographien ist die Ausgabe des Stadtarchivs Chemnitz, in der die dort auf Georgius Agricola bezugnehmenden Dokumente verzeichnet und auszugsweise wiedergegeben sind.²²⁶¹

Das Hauptwerk Georgius Agricola „De re metallica. Libri XII“ wurde nach zahlreichen älteren Auflagen 1928 von der Agricola Gesellschaft beim

²²⁵⁰ Erwin Herlitzius, Georgius Agricola (1494 – 1555). Seine Weltanschauung und seine Leistung als Wegbereiter einer materialistischen Naturauffassung, Berlin 1960 (= Freiburger Forschungshefte, Reihe D, Bd. 32).

²²⁵¹ Gisela-Ruth Engewald, Georgius Agricola, Leipzig 1982.

²²⁵² Roland Ladwig, Ökonomisches Denken bei Montanwissenschaftlern am Beispiel von Georgius Agricola, Diss., Freiberg 1987; Roland Ladwig, Ökonomisches Denken bei Georgius Agricola, Freiberg 1990; derselbe Autor verfasste auch Aufsatz zum selben Thema: Roland Ladwig, Beiträge zur Herausbildung eines wissenschaftlichen ökonomischen Denkens durch Georgius Agricola, in: Studien zur Geschichte des Bergbaus und der Montanwissenschaften vom 16. bis zum 20. Jahrhundert, Bd. XXIII, 1989, 15 – 38.

²²⁵³ Friedrich Naumann, 2007.

²²⁵⁴ Friedrich Naumann, 2007, 8; Ulrich Horst, 1971 (AGA X).

²²⁵⁵ Georg Sprackler, Rolf Wendler (Hrsg.), Georgius Agricola 1494 – 1555 zu seinem 400. Todestag, Berlin 1955.

²²⁵⁶ Leo Stern, 1955, 9 – 42.

²²⁵⁷ Helmut Wilsdorf, 1955 b, 358 – 370.

²²⁵⁸ Fritz Selbmann, Karl Steinmüller, Jan Boris Parma, Helmut Wilsdorf et al. (Hrsg.), Agricola-Studien, Berlin 1957 (= Freiburger Forschungshefte, Kultur und Technik, D18).

²²⁵⁹ Hans Prescher, Otfried Wagenbreth, Georgius Agricola – seine Zeit und ihre Spuren, Leipzig – Stuttgart 1994.

²²⁶⁰ Friedrich Naumann (Hrsg.), Georgius Agricola - 500 Jahre. Wissenschaftliche Konferenz vom 25. – 27. März 1994 in Chemnitz, Freistaat Sachsen, veranstaltet von der Technischen Universität Chemnitz-Zwickau und der Georg-Agricola-Gesellschaft zur Förderung der Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik e.V., Basel – Boston – Berlin 1994.

²²⁶¹ Stadtverwaltung Chemnitz – Stadtarchiv (Hrsg.), 1994.

Deutschen Museum unter Mitwirkung renommierter Forscher neu übersetzt herausgegeben. Dieses enthält auch das „Buch von den Lebewesen unter Tage“.²²⁶² Damit war das Hauptanliegen dieser Gesellschaft schon zwei Jahre nach ihrer Gründung erreicht. Die nächste große Übersetzung und Ausgabe seiner Werke unter anderem von „Bermannus sive de re metallica dialogus“ und „De re metallica. Libri XII“ erfolgte dann in der oben erwähnten Agricola Gedenkausgabe.²²⁶³ Eine Faksimileausgabe von „Vom Bergwerk 12 Bücher“ samt einem Kommentarband von Hans Prescher erschien 1985. Der Kommentarband enthält auch ausführliche biographische Angaben und einen Überblick über die Ausgaben und Übersetzungen von „De re metallica“.²²⁶⁴

Angesichts der zahlreichen Aufsätze über Georgius Agricola, die es unter verschiedensten Fragestellungen gibt, sollen hier nur einige exemplarisch erwähnt werden, um zu zeigen, unter welchen verschiedenen Aspekten man sich für Georgius Agricola interessiert hat. Die Persönlichkeit wird in den Aufsätzen von Hans Jürgen Ertle,²²⁶⁵ Martin Guntau²²⁶⁶ und Helmut Hilz²²⁶⁷ gewürdigt. Dem Bermannus ist ein kurzer Beitrag Hans Kilbs²²⁶⁸ gewidmet. Christoph Bartels²²⁶⁹ verfasste einen Aufsatz zum Werk „De re metallica“ und behandelt unter anderem die zahlreichen Holzschnitte dieses Werkes und ihre Entstehung. Zum gleichen Thema äußerten sich bereits Wilhelm Pieper²²⁷⁰ und Elisabeth Kessler-Slotta.²²⁷¹ Einen Bildband zu den Holzschnitten veröffentlichte Rudolf Metz.²²⁷² Hans Prescher²²⁷³ schrieb 1994 ebenfalls einen Beitrag zu „De re metallica“. Die Darstellung des Harzes in Georgius Agricolas Werk haben Ulrich Horst, Hans-Joachim Kraschewski und Gerhard Laub genauer untersucht.²²⁷⁴ Einen regionalen Ansatz verfolgen auch Danuta

²²⁶² Agricola-Gesellschaft beim Deutschen Museum (Hrsg.), 1928 (ND 2003).

²²⁶³ Helmut Wilsdorf, 1955 a (AGA II) und Hans Prescher, 1974 (AGA VIII).

²²⁶⁴ Hans Prescher, 1985.

²²⁶⁵ Hans Jürgen Ertle, Georgius Agricolas Vermächtnis, in: Glückauf, 130. Jg., 1994, H. 3, 214 – 218.

²²⁶⁶ Martin Guntau, Georgius Agricola und der Geist seiner Zeit, in: Mitteilungen des Chemnitzer Geschichtsvereins, Bd. 75 (NF 14), 2005, 7 – 19.

²²⁶⁷ Helmut Hilz, Georgius Agricola – Arzt und Montanist, in: Kultur & Technik, Bd. 30, 2006, H. 2, 46 – 47.

²²⁶⁸ Hans Kilb, Agricolas "Bermannus" - Präludium großer wissenschaftlicher Leistungen, in: Der Anschnitt, 46. Jg. 1994, H. 2-3, 99 f.

²²⁶⁹ Christoph Bartels, 1990, 155 – 157.

²²⁷⁰ Wilhelm Pieper, Die Holzschnitte im Bergwerksbuch des Georgius Agricola, in: Mitteilungen des Vereins für Chemnitzer Geschichte, Bd. 31, Jg. 1938/44, 21 – 40 (auch in: Zeitschrift für Metall und Erz, 1944, 49 – 56).

²²⁷¹ Elisabeth Kessler-Slotta, Die Illustrationen in Agricolas "De re metallica". Eine Wertung aus kunsthistorischer Sicht, in: Der Anschnitt, 46. Jg. 1994, H. 2-3, 55 – 67.

²²⁷² Rudolf Metz, Die schönsten Holzschnitte aus dem Bergwerksbuch "De re metallica libri XII" 1556 von Georg Agricola, Heidelberg 1974 (= Der Aufschluß, Sonderband 23).

²²⁷³ Hans Prescher, Georgius Agricola und sein Hauptwerk "De re metallica", in: Der Anschnitt, 46. Jg., 1994, H. 2-3, 42 – 54.

²²⁷⁴ Ulrich Horst, Geologische, mineralogische und bergmännische Angaben über den Harz in den Büchern und im Briefwechsel des Humanisten Dr. Georgius Agricola (1494 – 1555), in: Harz-Zeitschrift für den Harz-Verein für Geschichte und Altertumskunde, 39. Jg., 1987, 49 – 69; Hans-Joachim Kraschewski, Georgius Agricola über das Montanwesen im Harz, in: Der Anschnitt, 46. Jg., 1994, H. 4-5, 139 – 143; Gerhard Laub, Das ältere Berg- und Metallhüttenwesen zwischen Gittelde und St. Andreasberg in Georgius Agricolas Schriften, in: Heimatblätter für den süd-westlichen Harzrand, 1996, H. 52, 34 – 45.

Molenda²²⁷⁵ in einem Aufsatz aus dem Jahr 1994 und Herbert Pforr.²²⁷⁶ Speziell für die Entwicklung der Verhüttungstechnologie ist der Aufsatz von Alfred Lange in dem oben bereits erwähnten Sammelband von Bedeutung.²²⁷⁷ Die Hüttentechnik steht auch im Mittelpunkt eines Aufsatzes von Lothar Suhling.²²⁷⁸ Interessante Beiträge enthalten die Tagungsbände der Georg-Agricola-Gesellschaft, die jedoch nicht berücksichtigt wurden, da andere grundlegende Literatur zur Verfügung stand.²²⁷⁹

Auch in den Ländern Osteuropas, in denen wichtige Bergbauzentren lagen oder liegen, hat inzwischen die Forschung zu Georgius Agricola eingesetzt. So wurde sein Hauptwerk „De re metallica“ in die tschechische und rumänische Sprache übersetzt.²²⁸⁰ Der „Bermannus“ erschien in Tschechisch und Ungarisch.²²⁸¹

Selbstverständlich enthalten alle wichtigen biographischen Lexika zum Teil ausführliche Artikel zu Georgius Agricola. Während der Artikel von Carl Wilhelm von Gümbel kaum Literatur nachweist, umfassen die Literaturhinweise bei Wilhelm Pieper fast eine Lexikonspalte, was zeigt, wie intensiv die Forschung seither betrieben wurde.²²⁸² Weitere Artikel findet man im Lexikon des Mittelalters und in verschiedenen Fachbiographien.²²⁸³

Für weitere Recherchen soll auf zwei umfangreiche Bibliographien verwiesen werden. Dies ist zunächst die Agricola-Bibliographie, die im Rahmen der Agricola Gedenkausgabe (AGA) entstand und die den Zeitraum von 1520 bis 1963 umfasst. Hier sind die Gesamtwerke und Aufsätze aber auch Erwähnungen Georgius Agricolas in weiteren Werken genau angegeben. Diese Bibliographie ist chronologisch geordnet. Der zweite Teil des Buches befasst sich mit bibliographischen Forschungsergebnissen zu Georgius Agricolas

²²⁷⁵ Danuta Molenda, Das polnische Berg- und Hüttenwesen bei Agricola und seine Werke in Polen, in: Der Anschnitt, 46. Jg., 1994, H. 4-5, 133 – 138.

²²⁷⁶ Herbert Pforr, Der erzgebirgische Silberbergbau und Georgius Agricola, in: Glückauf, 130. Jg., 1994, H. 3, 218 – 221.

²²⁷⁷ Alfred Lange, 1955, 113 – 153.

²²⁷⁸ Lothar Suhling, Die Darstellung der Hüttentechnik bei Agricola im Spiegel frühneuzeitlicher Schmelzbücher, in: Mitteilungen des Chemnitzer Geschichtsvereins, Bd. 75 (NF 14), 2005, 82 – 95.

²²⁷⁹ So die Aufsätze von Friedrich Naumann, 450 Jahre "De re metallica libri XII" - das Hauptwerk Georgius Agricolas, in: Von Georgius Agricola zum Mitteldeutschen Braunkohlenbergbau. Aspekte der Montangeschichte, Freiberg 2006, 13 – 44 (= Vorträge der Jahrestagung der Georg-Agricola-Gesellschaft, 2005) und Katrin Cura, Die chemischen Aspekte in Georg Agricolas Werk "De re metallica libri XII", in: Von Georgius Agricola zum Mitteldeutschen Braunkohlenbergbau. Aspekte der Montangeschichte, Freiberg 2006, 45 – 77 (= Vorträge der Jahrestagung der Georg-Agricola-Gesellschaft, 2005).

²²⁸⁰ Bohuslav Ježek, 1933; Volker Wollmann, 2007, 89 – 91.

²²⁸¹ Jan Reiniš, 1957; László Zsámboki, 1994.

²²⁸² Carl Wilhelm von Gümbel, Agricola: Georg, in: Allgemeine Deutsche Biographie, Bd. 1, 1875 (ND 1967), 143 – 145; Wilhelm Pieper, Agricola, Georgius (Georg Bauer), in: Neue Deutsche Biographie, 1. Bd., 1953, 98 – 100.

²²⁸³ Helmut Wilsdorf, Agricola, Georgius, in: Dictionary of Scientific Biography, Volume I, 1970, 77 – 79; Herwig Bunz, Agricola, Georgius, in: Lexikon des Mittelalters, Bd. 1, 1980, 220; Emil Treptow, Agricola, Georgius, in: Conrad Matschoß (Hrsg.), Männer der Technik. Ein biographisches Handbuch, Berlin 1925, 2; Wilhelm Friedrich Karl Stricker, Agricola, Georg, in: August Hirsch et al. (Hrsg.), Biographisches Lexikon der hervorragenden Aerzte aller Zeiten und Völker, Bd. 1, Berlin – Wien 1884 (ND 1929), 47; Carl Schiffner, 1942, 1 f.; Wolfgang Müller, Agricola, Georg, in: Lexikon bedeutender Chemiker, Frankfurt/M. 1989, 10.

Werken.²²⁸⁴ Daran schließt eine auf CD-ROM herausgegebene Bibliographie von Martina Jähn²²⁸⁵ an, zu der Hans Prescher noch einiges beitragen konnte. Diese umfasst über 2.000 Titel, die im deutschsprachigen Raum zwischen 1964 und 1999 erschienen sind. Es gibt Suchfunktionen über einen „Index“ und über ein „Finde-Menü“. Schon der Umfang dieser Bibliographie zeigt, wie sich die Forschung zu Georgius Agricola entwickelt hat. Insbesondere die Zunahme der Veröffentlichungen zu bestimmten Gedenktagen lässt sich hier ablesen.

Biographische Werke über **Johann Mathesius** wurden in den vergangenen Jahrhunderten immer wieder verfasst, vor allem weil er ein bedeutender Prediger der Reformationszeit und Zeitgenosse Martin Luthers war. Nach den Bibliothekskatalogen zu urteilen, erschien schon 1705 eine Biographie, die einer seiner Nachfahren verfasste.²²⁸⁶ Aus dem 19. Jahrhundert stammt eine Biographie von Carl Friedrich Ledderhose,²²⁸⁷ die auch digital verfügbar ist. Dieser Autor gab noch eine weitere Schrift zum Leben und Werk Johann Mathesius heraus,²²⁸⁸ die bisher noch nicht digitalisiert vorliegt. Weitere Biographien des 19. Jahrhunderts, die in deutschen Bibliotheken nachweisbar sind, verfassten Johann Abraham²²⁸⁹ Karl Amelung,²²⁹⁰ und Georg Loesche.²²⁹¹ Letzterer gab auch weitere Schriften von und über Johann Mathesius' heraus.²²⁹² Der Bergbau steht im Mittelpunkt einer kurzen Monographie von Franz Kirnbauer.²²⁹³ Die Sprache Johann Mathesius' untersuchte Herbert Wolf.²²⁹⁴

Die für die Bergbaugeschichte bedeutendste Schrift des Pastors Johann Mathesius, die Sarepta, ist als Faksimile herausgegeben worden, ohne dass jedoch eine Einführung gegeben oder biographische Angaben gemacht wurden. Da der Wirkungsort Johann Mathesius' in St. Joachimsthal lag, hat das

²²⁸⁴ Hans Prescher (Hrsg.) Georgius Agricola - Ausgewählte Werke. Agricola-Bibliographie 1520 - 1963 v. Rudolf Michaëlis u. Hans Prescher und Bestandsaufnahme der Werke des Dr. Georgius Agricola v. Ulrich Horst, Berlin 1971 (= Gedenkausgabe des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden, Bd. X) Teil I: 8 – 517, Teil II 547 – 895.

²²⁸⁵ Martina Jähn, Agricola-Bibliographie 1964 – 1999. Zum 450. Todestag Georgius Agricolae (CD-ROM), Chemnitz 2005.

²²⁸⁶ Johann Balthasar Mathesius, Hrn. M. Joh. Mathesii weyl. berühmten und frommen Pfarrers im Joachimsthal Lebensbeschreibung, so da seine Geburth, Aufferziehung, Studia, Beförderung, Tugenden, Ehestand, priesterlich-exemplarisches Ende, und was sonst zu seinem Lebenswandel gehöret, Nebst einem Kern aus seinen Schrifften in sich fasset, und zusammen gesucht worden von M. Johann Balthasar Mathesius, Pfarrer in Brockwitz, Dresden 1705.

²²⁸⁷ Carl Friedrich Ledderhose, Das Leben des M. Johann Mathesius, des alten Bergpredigers im St. Joachimsthal, Heidelberg 1849.

²²⁸⁸ Carl Friedrich Ledderhose, Johann Mathesius, Leben und Auswahl seiner Schriften, Stuttgart 1868.

²²⁸⁹ Johann Abraham, Johannes Mathesius, der treue Jünger Luthers, Wittenberg 1883.

²²⁹⁰ Karl Amelung, M. Johannes Mathesius, ein lutherischer Pfarrherr des 16. Jahrhunderts. Sein Leben und Wirken, unter Benutzung des handschriftlichen Nachlasses des sel. Pfarrers Christian Müller zu Fürstenau im Odenwald, Gütersloh 1894.

²²⁹¹ Georg Loesche, Johannes Mathesius – Ein Lebens- und Sitten-Bild aus der Reformationszeit, Bd. I und II, Gotha 1895 (ND Nieuwkoop 1971).

²²⁹² Georg Loesche, Johann Mathesius. Ein Beitrag zur böhmischen Reformationsgeschichte, Wien 1888 (= Jahrbuch für die Geschichte des Protestantismus in Österreich, Jg. 9, H 1); Georg Loesche, 1890; Georg Loesche (Hrsg.), 1906.

²²⁹³ Franz Kirnbauer, Johannes Mathesius und der Bergbau. Zur 450. Wiederkehr s. Geburtstages, Wien 1954 (= Leobener grüne Hefte, H. 15).

²²⁹⁴ Herbert Wolf, Die Sprache des Johannes Mathesius. Philologie. Untersuchung frühprotestant. Predigten. Einf. u. Lexikologie, Köln – Wien, 1969.

Nationale Technische Museum Prag diese Schrift in zwei Bänden veröffentlicht.²²⁹⁵ Die TIB in Hannover besitzt auch ein Original dieses Werkes.²²⁹⁶ Ein Exemplar der Erstausgabe ist in der Bibliothek Achenbach, Clausthal, verfügbar.²²⁹⁷

Die zahlreichen Predigten und Schriften, die Johann Mathesius außer der Bergpostilla noch verfasste, wurden schon zu seinen Lebzeiten gedruckt, überliefert, immer wieder aufgelegt, kommentiert und in der neueren Zeit auch digitalisiert. Bemerkenswert ist seine Biographie Martin Luthers,²²⁹⁸ die ebenfalls digitalisiert wurde. Weitere Schriften, die zumindest ansatzweise einen bergmännischen Bezug haben sind „Ein Predigt von dem Bergwerck und Bergkleuten“, Nürnberg 1551, ebenfalls digitalisiert, „Von den alten freien und christlichen Bergleuten“, Wittemberg 1553, und „Ein geistlich Bercklied“ von 1556, die in einigen deutschen Bibliotheken vorhanden sind.²²⁹⁹

Die meisten in den Bibliothekskatalogen verzeichneten Aufsätze befassen sich mit Johann Mathesius als Prediger, als Biograph Martin Luthers und mit seinem Verhältnis zur Reformation. Die bergbaulichen Aspekte seiner Predigten haben ein viel geringeres Echo gefunden.

In deutschen Bibliotheken verfügbar sind mehrere biographische Aufsätze, so ein Beitrag von Otto Eduard Schmidt aus dem Jahr 1937,²³⁰⁰ ein Aufsatz von Manfred Blechschmidt²³⁰¹ und eine biographische Notiz von Hans Roser.²³⁰² Weitere biographische Angaben findet man bei Herbert Dennert.²³⁰³ Einen Aufsatz verfasste Herbert Wolf im Jahr 2004.²³⁰⁴ Mit der Bergmannssprache befasste sich Ernst Göpfert bereits 1890²³⁰⁵ und ferner Hermann Weinreich 1932.²³⁰⁶ Mit der Sarepta beschäftigte sich Walther Fischer in einer Aufsatzreihe²³⁰⁷ und Christoph Bartels 1990 in einem Aufsatz.²³⁰⁸ Speziell mit

²²⁹⁵ František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), 1975.

²²⁹⁶ Ein Exemplar der Sarepta von 1587 ist im Katalog der TIB unter der Signatur Rara c 6543,2 verzeichnet.

²²⁹⁷ Hier unter der Signatur IV. A. 2 verzeichnet.

²²⁹⁸ Johannes Mathesius, Historien Von des Ehrwürdigen ... D. Martin Luthers Anfang, Iere, leben, Standhafft bekentnuß seines Glaubens und Sterben, Nürnberg 1573; die Fassung von 1568 ist ebenfalls digital verfügbar.

²²⁹⁹ Johan. Mathesius, Ein Predigt von dem Bergwerck vnd Bergkleuten, Nürnberg 1551; Johannes Mathesius, Von den alten freien und Christlichen Bergleuten zu Philippen Acto. 16. ... geprediget, Wittemberg 1553; Johannes Mathesius, Ein Geistlich Bercklied. Gestellet in S. Jochimsthal, Durch M. Johan. Mathesium, Prediger, o.O. 1556.

²³⁰⁰ Otto Eduard Schmidt, 1937, 114 – 118.

²³⁰¹ Manfred Blechschmidt, Johannes Mathesius - Leben, Wirken, Werk. in: Erzgebirgische Heimatblätter, H. 6, 1989, 150 – 153.

²³⁰² Hans Roser, Johann Mathesius. Luthers erster Biograph ist in München aufgewachsen, in: Altbayern und Luther, 87 – 91, 1996.

²³⁰³ Herbert Dennert, 1986, 124.

²³⁰⁴ Herbert Wolf, Zum Gedenken. Johannes Mathesius - Bergmannsprediger und Lutherbiograph, in: Mitteldeutsches Jahrbuch für Kultur und Geschichte, Bd. 11, 2004, 195 – 200.

²³⁰⁵ Ernst Göpfert, Die Bergmannssprache in der Sarepta des Johann Mathesius, Straßburg 1890 (ND 1902 = Zeitschrift für deutsche Wortforschung, 3.Bd. Beiheft).

²³⁰⁶ Hermann Weinreich, 1932.

²³⁰⁷ Walther Fischer, Bergmännisches in der Sarepta des Johannes Mathesius, in: Der Anschnitt, 21. Jg., 1969, H. 3, 3 – 9, Der Anschnitt, 22. Jg., 1970, H. 1, 21 – 27, H. 2, 22 – 28.

²³⁰⁸ Christoph Bartels, 1990, 159 – 161.

den zahlreichen Auflagen der Sarepta befasste sich 2001 Anton Haidmann.²³⁰⁹ Johann Mathesius und seine Bergpredigt stehen auch im Zentrum zweier Aufsätze von Lothar Suhling²³¹⁰ aus den Jahren 2001 und 2008.

Die Allgemeine Deutsche Biographie widmet Johann Mathesius einen ausführlichen Beitrag, der von dem schon erwähnten Carl Friedrich Ledderhose verfasst wurde, der hier auch Quellenhinweise gibt.²³¹¹ Im Artikel der Neuen Deutschen Biographie sind auch die Werke Johann Mathesius verzeichnet.²³¹² Einen kurzen Beitrag enthält das biographische Handbuch von Conrad Matschoß,²³¹³ der auch den Bezug zum Bergbau herstellt. Auch bei Walter Serlo²³¹⁴ findet man einen Beitrag zu Johann Mathesius. Sehr ausführlich sind die Artikel in den kirchengeschichtlichen Lexika. Georg Loesche gibt einen sehr umfassenden Überblick über die bis 1903 erschienenen Biographien und biographischen Aufsätze. Noch wesentlich ausführlicher sind die Literaturangaben bei Stefan Beyerle.²³¹⁵

Mit **Lazarus Ercker** hat sich die Forschung vor allem in Sachsen und Böhmen, seinen Wirkungsstätten, beschäftigt. Paul Reinhard Beierlein veröffentlichte 1955 eine Monographie, in der er sich mit der Biographie Lazarus Erckers und seinen Schriften beschäftigt. Eine abschließende Beurteilung und ein Anhang mit Dokumenten ergänzen dieses Werk, das ganz überwiegend auf Quellen des Landeshauptarchivs Dresden und des Stadtarchivs in Annaberg beruht.²³¹⁶ Derselbe Autor ist an einem von Heinrich Winkelmann herausgegebenen Werk beteiligt, in dem drei Schriften Lazarus Erckers veröffentlicht und erläutert werden. Dieses enthält auch eine ausführliche Einführung in jede der drei Schriften und weiterführende Literaturhinweise. Das Faksimile des kleinen Proberbuches ist allerdings auf Grund der Verkleinerung nur schwer lesbar.²³¹⁷ Anlässlich des 400. Geburtstages erschien 1994 ein Buch von Ludmila Kubátová, Hans Prescher und Werner Weisbach, in dem das Leben Lazarus Erckers im Zusammenhang mit der Entwicklung des Bergwesens in Sachsen und Böhmen dargestellt wird.²³¹⁸ Ebenfalls aus diesem Anlass fand in

²³⁰⁹ Anton Haidmann, 2001, 155 – 156.

²³¹⁰ Lothar Suhling, tägliche Übung gibt immer neue Erfindung. montantechnischer Fortschritt und der Erfindungsbegriff bei Johannes Mathesius (1504-1565), in: Johann Beckmann und die Folgen. Erfindungen – Versuch der historischen, theoretischen und empirischen Annäherung an einen vielschichtigen Begriff, Münster 2001 (= Cottbuser Studien zur Geschichte von Technik, Arbeit und Umwelt, 17) 267 – 275; Lothar Suhling, Bergpredigten - Zur Vermittlung bergbaulichen Wissens im Gottesdienst am Beispiel des montankundigen Pastors Johann Mathesius (1504 - 1565), in: Wolfgang Ingenhaeff, Johann Bair (Hrsg.), Bergbau und Religion. Schwazer Silber - 6. Internationaler Montanhistorischer Kongress, Innsbruck [u.a.] 2008, 323 – 332.

²³¹¹ Karl Friedrich Ledderhose, 1884, 586 – 589.

²³¹² Herbert Wolf, 1990, 369 f.

²³¹³ Emil Treptow, 1925, 170.

²³¹⁴ Walter Serlo, 1937, 103.

²³¹⁵ Georg Loesche, 1903, 425 – 428; Stefan Beyerle, 1993, 1000 – 1011.

²³¹⁶ Paul Reinhard Beierlein, 1955.

²³¹⁷ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968.

²³¹⁸ Ludmila Kubátová, Hans Prescher, Werner Weisbach, 1994.

Annaberg-Buchholz vom 7. bis 9. Oktober 1994 eine Tagung statt, deren Vorträge veröffentlicht wurden.²³¹⁹

Bereits 1765 veröffentlichte Henning Calvör den „Bericht vom Rammelsberg“, den Lazarus Ercker 1565 verfasst hatte, wobei dieser durch zeitgenössische Anmerkungen und „Berichtigungen“ ergänzt wurde.²³²⁰ Von den Schriften Lazarus Erckers wurden ferner „Das Kleine Probierbuch von 1556“, „Vom Rammelsberge, und dessen Bergwerk, ein kurzer Bericht von 1565“ und „Das Münzbuch von 1563“ im Jahr 1968 in dem oben genannten Band veröffentlicht.²³²¹ Das bedeutendste Werk Lazarus Erckers, das „Große Probierbuch“, das von der ersten Ausgabe im Jahr 1574 bis 1756 achtmal neu aufgelegt wurde, veröffentlicht 1960 ebenfalls Paul Reinhard Beierlein zusammen mit Alfred Lange.²³²²

Auf ältere biographische Angaben konnte Paul Reinhard Beierlein kaum zurückgreifen.²³²³ Lediglich Kaspar Graf von Sternbergs Werk über die böhmischen Bergwerke gibt ihm Hinweise auf die Tätigkeit Lazarus Erckers in Böhmen.²³²⁴ Dies ist auch der einzige Literaturhinweis in der ADB. Biographische Angaben findet man bei Paul Bamberg²³²⁵ und Herbert Dennert.²³²⁶ Lazarus Erckers Zeit in Prag behandeln 1976 Lubomir Nemeskal²³²⁷ und 1992 Jan Stovíček.²³²⁸ Weitere Beiträge zum Leben und Wirken Lazarus Erckers veröffentlichten Hans Prescher,²³²⁹ Klaus Freymann²³³⁰ und Christoph Bartels.²³³¹ Die verschiedenen Schriften Lazarus Erckers wurden

²³¹⁹ Technische Universität Bergakademie Freiberg (Hrsg.), Lazarus Ercker. Sein Leben und seine Zeit. Zur Geschichte des Montan- und Münzwesen im mittleren Europa. Tagungsband, Freiberg 1994.

²³²⁰ Henning Calvör, 1765 (ND 1990), 195 – 214.

²³²¹ Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968; Hans-Günther Griep, Wardein der Goslarer Münzstätte Lazarus Ercker schrieb „Bericht vom Rammelsberg und dessen Bergwerk im Jahre 1565“, in: Harzer Heimatland, 1970, Nr. 1, würdigt diese Ausgabe.

²³²² Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 1960.

²³²³ Paul Reinhard Beierlein, 1955, gibt in den Anmerkungen (123) einen knappen Überblick über die geprüfte Quellen und ihre Inhalte.

²³²⁴ Kaspar Graf von Sternberg, Umriss einer Geschichte der böhmischen Bergwerke, 3 Bände, Prag 1836 – 1838. (Angaben nach Paul Reinhard Beierlein, 1955, 123.)

²³²⁵ Paul Bamberg, Personen im Gebiete des Freiburger Bergbaus aus der Zeit von 1487 bis 1546, in: Mitteilungen des Freiburger Altertumsvereins, H. 69, 1940, 43 – 98; Paul Bamberg, Die Münzmeister in Annaberg, in: Deutsche Münzblätter, Berlin 1942, 411.

²³²⁶ Herbert Dennert, ²1986, 122 f.

²³²⁷ Lubomir Nemeskal, Lazar Ercker – pražský mincmistr, in: Studie z dějin hornictví 7, Praha 1976, 41 – 62.

²³²⁸ Jan Stovíček, Lazarus Ercker aus Annaberg und Christoph Manlius aus Görlitz und ihre gemeinsame Arbeit in Prag 1573/1574, in: Sächsische Heimatblätter 38, Dresden 1992, 264 – 268.

²³²⁹ Hans Prescher, Lazarus Ercker, in: Mitteilungen des Landesvereins Sächsischer Heimatschutz e.V., Dresden 1994, H. 2, 74 – 75; Hans Prescher, Lazarus Ercker (1528-1594). Sächsischer Probationsmeister u. böhmischer Oberstberg- u. Münzmeister – ein Schüler von Adam Ries, in: Adam Ries - Humanist, Rechenmeister, Bergbeamter. Beiträge zum wissenschaftlichen Kolloquium (Annaberg-Buchholz 18. Juli 1992) Annaberg-Buchholz 1992, 139 - 143 (= Schriften des Adam-Ries-Bundes Annaberg-Buchholz, 1).

²³³⁰ Klaus Freymann, Lazarus Ercker und der Bericht über das "Kuttenberger Schmelzwerk" in: Friedrich Naumann (Hrsg.), Georgius Agricola – 500 Jahre. Wissenschaftliche Konferenz vom 25. – 27.3.1994 in Chemnitz, Freistaat Sachsen, Basel – Boston – Berlin 1994, 275 – 283.

²³³¹ Christoph Bartels, Zum Wirken Lazarus Erckers als Hüttenmann in Sachsen und Böhmen. Lazarus Ercker, ein führender europäischer Montanfachmann der Renaissance, in: Sächsisch-

in einigen Aufsätzen behandelt. „Das Münzbuch“ ist Thema eines Aufsatzes von Wolfgang Schneider aus dem Jahr 1957.²³³² „Das große Proberbuch“ behandelt Christoph Bartels 1990 in einem Ausstellungskatalog.²³³³ Mit den Handschriften des „Berichts vom Rammelsberg“ beschäftigt sich Thomas Kirnbauer in einem Beitrag von 1993.²³³⁴ Dass Lazarus Erckers Schriften auch in Amerika Beachtung fanden zeigen Aufsätze von Eva V. Armstrong und Hiram S. Lukens aus dem Jahr 1939 und Cyril Stanley Smith 1964.²³³⁵ Eine Übersetzung des „Großen Proberbuches“ ins Amerikanische erfolgte bereits 1951.²³³⁶ In Tschechien erschien 1996 eine Veröffentlichung zu einer Handschrift Lazarus Erckers.²³³⁷

Bernhard Neumann²³³⁸ erwähnt das „Große Proberbuch“ Lazarus Erckers als herausragendes Werk. Auch Gustav Fester²³³⁹ würdigt die Bedeutung dieses Buches für die Entwicklung der chemischen Technik.

Der Lexikonartikel in der Allgemeinen Deutschen Biographie enthält nur Angaben über Lazarus Erckers Tätigkeit in Böhmen, während die Neue Deutsche Biographie vollständige biographische Angaben macht und auch alle vier Werke Lazarus Erckers verzeichnet.²³⁴⁰ Außerdem ist Lazarus Ercker im Braunschweigischen Biographischen Lexikon, im Dictionary of Scientific Biography, bei Carl Schiffner und im Lexikon bedeutender Chemiker aufgeführt.²³⁴¹

Das **Speculum Metallorum** wurde im Jahr 1961 von Franz Kirnbauer neu herausgegeben.²³⁴² In dieser neuzeitlichen Ausgabe, die auf dem Exemplar der Österreichischen Nationalbibliothek in Wien beruht, findet man nach den Vorbemerkungen im ersten Teil eine ausführliche Inhaltsangabe des Werkes und eine Darstellung des Umfeldes, in dem diese Handschrift entstand. Im zweiten Teil werden die verschiedenen Teile des Speculum Metallorum zum Teil ins Neudeutsche übertragen, zum Teil wird der Inhalt zusammengefasst

böhmische Beziehungen im 16. Jahrhundert, 6. Agricola-Gespräch, Wissenschaftliche Konferenz veranstaltet vom Agricola-Forschungszentrum Chemnitz, der Sächsischen Landesstelle für Volkskultur Schneeberg und dem Karlovarské muzeum, 24. - 26. März 2000, Chemnitz 2001, 61 - 75.

²³³² Wolfgang Schneider, Das Wolfenbüttler Münzbuch des Lazarus Ercker (1563), in: Bergakademie, H. 6, 1957, 329 – 332.

²³³³ Christoph Bartels, Lazarus Ercker. Aula subterranea (Großes Proberbuch), Meisterwerke bergbaulicher Kunst vom 13. bis 19. Jahrhundert. Katalog zur Ausstellung des Deutschen Bergbau-Museums Bochum und des Kreises Unna auf Schloß Cappenberg vom 6. September bis 4. November 1990 (= Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum), Bochum 1990, 157 – 159.

²³³⁴ Thomas Kirnbauer, 1993, 37 f.

²³³⁵ Eva V. Armstrong and Hiram S. Lukens, Lazarus Ercker and his "Proberbuch", Sir John Pettus and his "Fleta minor", in: Journal of chemical education, Vol. 16, 1939, 553 – 562; Cyril Stanley Smith, Lazarus Ercker and the role of the assayer, in: Thomas Parke Hughes, The development of Western technology since 1500, New York 1964, 33 - 37.

²³³⁶ Anneliese Grünhaldt Sisco, 1951.

²³³⁷ Ludmila Kubátová, Neznámý rukopis Lazara Erckera 1569, Prag 1996.

²³³⁸ Bernhard Neumann, 1920 a, 168 – 177, hier 172.

²³³⁹ Gustav Fester, 1923, 57 f.

²³⁴⁰ Carl Wilhelm von Gümbel, 1877 (ND 1968), 214 f.; Paul Reinhard Beierlein, 1959, 567 f.

²³⁴¹ Hans-Joachim Kraschewski, 2006, 205 f.; Włodzimierz Hubicki, 1971, 393 f.; Carl Schiffner, 1942, 41; Wolfgang Müller, Ercker, Lazarus von Schreckenfeld, in: Lexikon bedeutender Chemiker, Frankfurt/M. 1989, 138.

²³⁴² Franz Kirnbauer, 1961.

wiedergegeben. Ergänzt wird dies durch zahlreiche Abbildungen aus dem Speculum Metallorum, die teilweise farbig gedruckt sind.

Die wichtigsten Informationen zum Speculum Metallorum erhält man aus der neuzeitlichen Ausgabe selbst. Eine erste Nachricht zu diesem Bergbaubuch veröffentlichte 1957 Martin Stürtz.²³⁴³ Bereits 1958 erschien ein Aufsatz von Erich Fussek,²³⁴⁴ der sich mit dem Calwer Kodex befasst. Zu beachten ist auch ein Aufsatz von Erich Egg²³⁴⁵ aus dem Jahr 1963, da das dort behandelte Schmelzbuch einen wesentlichen Teil des Speculum Metallorum darstellt. Weitere Aufsätze wurden 1973 durch Werner Dobras²³⁴⁶ und Erich Egg²³⁴⁷ verfasst, 1975 durch Lothar Suhling²³⁴⁸ sowie 1976 durch Helmut Wilsdorf.²³⁴⁹ 1982 veröffentlichte Wolfgang Irtenkauf²³⁵⁰ einen kurzen Beitrag. Außerdem schrieb Christoph Bartels 1990²³⁵¹ einen Abschnitt in dem mehrfach genannten Sammelband.

Obwohl er eine der wichtigsten Quellen zur Geschichte des Oberharzes und des dortigen Bergbaus verfasste, gibt es nur sehr wenige Veröffentlichungen zu dem Chronisten **Hardanus Hake**. Seine Bergchronik wurde erst 1911 als Druckschrift von Heinrich Denker²³⁵² veröffentlicht. Neben dem edierten Text enthält diese Monographie auch ein umfangreiches Vorwort zum Leben und Werk Hardanus Hakes. Hier wird auch auf die Notizen des Berghauptmanns Adolf Achenbach hingewiesen, die dieser zu der Chronik verfasste und die Heinrich Denker in dem unten genannten Aufsatz veröffentlichte.²³⁵³ Sie wurde dann in den Jahren 1972, 1981 und 1990 als Faksimile gedruckt.²³⁵⁴ Ein Teilabdruck der Bergchronik, der hier nicht weiter berücksichtigt wurde, kam 1963 heraus.²³⁵⁵

Heinrich Denker²³⁵⁶ hatte sich auch zuvor schon in einem Aufsatz mit dem Thema auseinandergesetzt. Weitere Informationen über Hardanus Hake erhält man bei Herbert Dennert²³⁵⁷ sowie in einem Zeitungsartikel von K. Schucht.²³⁵⁸

²³⁴³ Martin Stürtz, Speculum metallorum. Zwei Handschriften eines unveröffentlichten Bergbuchs aus dem Jahre 1575 in Wien und Calw aufgefunden, in: Der Anschnitt, 9. Jg., 1957, H.1/2, 52.

²³⁴⁴ Erich Fussek, 1958, 3 – 10.

²³⁴⁵ Erich Egg, 1963, 3 – 34.

²³⁴⁶ Werner Dobras, 1973, 3 – 10.

²³⁴⁷ Erich Egg, 1973, 12 – 13.

²³⁴⁸ Lothar Suhling, 1975, 97 – 119.

²³⁴⁹ Helmut Wilsdorf, Die Handschrift des Abraham Schnitzer in Gotha - ein fünftes Exemplar vom Speculum Metallorum, Wien 1976, 217 – 222, in: Veröffentlichungen des Österreichischen Museum für Volkskunde, 16, 1976.

²³⁵⁰ Wolfgang Irtenkauf, 1982, 89 – 90.

²³⁵¹ Christoph Bartels, 1990, 152 – 155.

²³⁵² Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), 1911.

²³⁵³ Adolf Achenbach (Bibliothek Achenbach, Sign. IV. B. 1.b. 121a).

²³⁵⁴ Alle Auflagen erschienen im Sändig Reprint Verlag.

²³⁵⁵ Albrecht Riechers, Sechste und siebente aufgefundene Abschrift des dritten Teiles der Bergchronik des Hardanus Hake, Pastors zu Wildemann verfaßt in den Jahren 1580 – 1583, überarb. von Albrecht Riechers im Auftr. des Bomann-Museums in Celle, Clausthal-Zellerfeld 1963.

²³⁵⁶ Heinrich Denker, 1907, 89 – 114.

²³⁵⁷ Herbert Dennert, ²1986, 125 f.

²³⁵⁸ K. Schucht, 1958, 74 – 76.

Der einzige Lexikonartikel über den Oberharzer Chronisten wurde 2006 von Gerhard Müller²³⁵⁹ verfasst, der sich nicht nur auf Heinrich Denker beruft, sondern auch Akten des Staatsarchivs Wolfenbüttel als Quelle angibt.

Georg Engelhardt Löhneyß und sein Werk wurden lediglich in einigen Aufsätzen und Lexikonartikeln behandelt. Eine Monographie zu diesem Thema gibt es bisher nicht.

Eine wichtige Quelle für diesen hohen fürstlichen Bergbeamten ist die Zellerfelder Chronik des Albertus Cuppius. Diese behandelt im Wesentlichen den Zeitraum, zu dem Georg Engelhardt Löhneyß Berghauptmann war, so dass man hier immer wieder Hinweise auf seine Tätigkeit findet.²³⁶⁰

Bereits 1935 befasste sich Wilhelm Prandl²³⁶¹ mit Georg Engelhardt Löhneyß. Mit der Frage, ob Georg Engelhardt Löhneyß ein Plagiator sei, beschäftigte man sich immer wieder, so 1936 H. Dieckmann und 1963 Manfred Koch.²³⁶² Herbert Dennert widmet diesem Autor einen Abschnitt in seinem Übersichtswerk zum Harzer Bergbau.²³⁶³ Einen weiteren Aufsatz verfasste Christoph Bartels 1990.²³⁶⁴ Da Georg Engelhardt Löhneyß in der Oberharzer Bergverwaltung eine wichtige Rolle spielte, wird er häufig in der Monographie von Ekkehard Henschke²³⁶⁵ erwähnt.

Einen Lexikonartikel verfasste Karl Theodor von Inama-Sternegg für die Allgemeine Deutsche Biographie bereits 1884.²³⁶⁶ Aktueller ist der Artikel von Hans-Joachim Kraschewski,²³⁶⁷ der auch die oben angeführten Aufsätze erwähnt. Jeweils einen kurzen Artikel findet man auch bei Walter Serlo und Carl Schiffner.²³⁶⁸

Ebenfalls nicht sehr umfangreich ist die Literatur über **Balthasar Rösler**, den Verfasser des „Hellpolierten Berg-Bau-Spiegels“. Anlässlich der Herausgabe eines Faksimiles dieses Werkes im Jahr 1980²³⁶⁹ erschien ein Kommentarband, in dem sowohl auf die Biographie Balthasar Röslers eingegangen als auch sein Wirken in einen größeren technikgeschichtlichen Kontext gestellt wird.²³⁷⁰ Außerdem wird er in den biographischen Werken von Walter Serlo und Carl Schiffner behandelt.²³⁷¹

²³⁵⁹ Gerhard Müller, 2006, 293.

²³⁶⁰ Otto von Heinemann, 1895, 253 – 360.

²³⁶¹ Wilhelm Prandl, Die erste Ausgabe von Georg Engelhard Löhneyss' Bericht vom Bergwerck, in: Zeitschrift für Bücherfreunde, Leipzig 1935, 15 – 22.

²³⁶² H. Dieckmann, Das größte Plagiat im berg- und hüttenmännischen Schrifttum, in: Das Werk (Zeitschrift der Vereinigten Stahlwerke AG), 16. Jg., 1936, H. 12, 572; Manfred Koch, Berghauptmann Georg Engelhardt von Löhneyß. Bergbauschriftsteller und Plagiator, in: Glückauf, Bergmännische Zeitschrift, 100. Jg., 1964, 49 – 50.

²³⁶³ Herbert Dennert, 1986, 106 – 108.

²³⁶⁴ Christoph Bartels, 1990, 161 – 163.

²³⁶⁵ Ekkehard Henschke, 1974, 65 ff., 69 – 72.

²³⁶⁶ Karl Theodor von Inama-Sternegg, 1884 (ND 1969) 133 – 135.

²³⁶⁷ Hans-Joachim Kraschewski, 2006, 451 f.

²³⁶⁸ Walter Serlo, 1937, 99 f.; Carl Schiffner, 1942, 97 f.

²³⁶⁹ Balthasar Rösler, Speculum metallurgiae politissimum oder hell-polierter Berg-Bau-Spiegel. Faksimiledruck der Ausgabe Dresden 1700, Leipzig 1980.

²³⁷⁰ Heinz Meixner, Walter Schellhas, Peter Schmidt, 1980.

²³⁷¹ Walter Serlo, 1937, 124; Carl Schiffner, 1942, 131 f.

Auch über den Autor der „Interpres Phraseologiae Metallurgicae“, **Christian Berward**, wurde bisher keine Monographie verfasst. Informationen über seinen Lebenslauf erhält man aus verschiedenen Aufsätzen. Bereits 1966 beschäftigte sich Herbert Lommatzsch²³⁷² mit Christian Berward. Auch Christoph Bartels²³⁷³ verfasste 1990 einen Aufsatz über den Autor und sein Werk. Der neuzeitliche Nachdruck der „Interpres Phraseologiae Metallurgicae“ enthält einige biographische Angaben im Vorwort.²³⁷⁴

Erwähnung findet Christian Berward in weiteren Aufsätzen, die mit seinem Wirken in Verbindung stehen, so 1987 bei Herbert Lommatzsch²³⁷⁵ und 1987 bei Christoph Bartels.²³⁷⁶

Ein Biographisches Lexikon aus dem 19. Jahrhundert enthält einige Daten zu Christian Berward.²³⁷⁷ Ausführlich ist dagegen der Eintrag im Braunschweigischen Biographischen Lexikon, den Hans-Joachim Kraschewski²³⁷⁸ 2006 verfasste. Hier findet man auch Angaben zum Werk und zur weiterführenden Literatur.

Obwohl **Christoph Andreas Schlüter** eines der bedeutendsten Werke zur Verhüttungstechnik des 17. und 18. Jahrhunderts schrieb, hat sich die historische Forschung bisher kaum mit diesem Hüttenfachmann und seinem Werk befasst.

Bisher ist lediglich ein Artikel im Braunschweigischen Biographischen Lexikon erschienen, der von Hans-Joachim Kraschewski²³⁷⁹ verfasst wurde. Dieser stützt sich unter anderem auf ein Manuskript Christoph Andreas Schlüters, das in der Bibliothek Achenbach zu finden ist.²³⁸⁰ Daneben gibt es einen biographischen Artikel von Carl Schiffner.²³⁸¹ Weitere biographische Angaben macht Christoph Andreas Schlüter selbst im Widmungsbrief und in der Vorrede seines Werkes.

Im übrigen muss man auf Übersichtswerke zum Unterharzer Hüttenwesen zurückgreifen, in denen Christoph Andreas Schlüter mehrfach erwähnt und sein Wirken in diesem Zusammenhang beschrieben wird.²³⁸² Ein gesondertes Kapitel zur Biographie Christoph Andreas Schlüters findet man bei Hans-

²³⁷² Herbert Lommatzsch, 1966, 19 f.

²³⁷³ Christoph Bartels, 1990, 164 f.

²³⁷⁴ Leopold Auburger (Hrsg.), 1693, (ND 1987).

²³⁷⁵ Herbert Lommatzsch, 1967, 26 – 29.

²³⁷⁶ Christoph Bartels, Zur Problematik der Berechnung von Förder- und Arbeitsleistungen des historischen Bergbaus vom 16. bis zum frühen 19. Jahrhundert, in: Der Anschnitt, 39. Jg., 1987, 219 – 231.

²³⁷⁷ Heinrich Wilhelm Rotermund, 1832, 667 f.

²³⁷⁸ Hans-Joachim Kraschewski, 2006, 83 f.

²³⁷⁹ Hans-Joachim Kraschewski, 2006, 620 f.

²³⁸⁰ Kurze Lebensbeschreibung Christoph Andreas Schlüters (autobiographisch) vom 27. Juni 1729 (Manuskript in der Bibliothek Achenbach / IV.B.1.b.73).

²³⁸¹ Carl Schiffner, 1942, 144.

²³⁸² Franz Rosenhainer, Die Geschichte des Unterharzer Hüttenwesens. Von seinen Anfängen bis zur Gründung der Kommunionverwaltung im Jahre 1635, Goslar 1968, 127 ff.; Hans-Joachim Kraschewski, 2002, 36 – 38.

Joachim Kraschewski.²³⁸³ Einige biographische Angaben kann man auch einem Artikel von Anja Schmid-Engbrodt entnehmen.²³⁸⁴

Wie gezeigt werden konnte, ist die Forschung den einzelnen Autoren sehr unterschiedlich ausgeprägt. Dennoch bietet die Forschungsliteratur eine ausreichende Basis, um Autoren und Schriften vergleichend zu behandeln. Wünschenswert wäre es, wenn die biographische Forschung zu Hüttenfachleuten wie z. B. Christoph Andreas Schlüter weitere Ergebnisse zeigen würde.

²³⁸³ Hans-Joachim Kraschewski, 2012, 256 – 258.

²³⁸⁴ Anja Schmid-Engbrodt, 2014, 109 – 122.

8 Quellen- und Literaturverzeichnis

8.1 Quellen

8.1.1 Ungedruckte Quellen

Adolf Achenbach, Notizen betr. die Chronik des Pastors Hardanus Häcke (Hake) zu Wildemann über die im Fürstenthumb Braunschweig am Hartze gelegenen Bergwercke, Handschrift o.J. (*Bibliothek Achenbach, Sign. IV. B. 1.b. 121a*).

Kurze Lebensbeschreibung Christoph Andreas Schlüters (autobiographisch) vom 27. Juni 1729. (*Manuskript in der Bibliothek Achenbach, Sign. IV. B. 1.b.73*)

NLA BaCI Hann.84a Acc. 7 Nr. 949: 10063 Versuch einer Erläuterung und Überzeugung von der Hochofenarbeit und dessen Nutzen in der Communion, 1563.

NLA BaCI Hann.84a Nr. 00010: Nr. 10/26 Erlaß-Entwurf des Herzog Julius an Heinrich Koch betreffend den Hohen Ofen am Schulenberg, 12.03.1575.

NLA BaCI Hann.84a Nr. 00067: Nr. 67/5 Bericht über den Betrieb des Hohen Ofens am Schulenberge (Hedwigs-Fundgrube), 30.05.1575.

NLA BaCI Hann.84a Nr. 00010: Nr. 10/43 Eigenhändiger Bericht des Oberzehntners Christof Sander an Herzog Julius betreffend ... Peter Dessauer, Matz Möller und Lazarus Ercker seien zu Bettlern geworden, da sie beim Kupfermachen weniger denn nichts ausgerichtet ... etc., 30.04.1575

Speculum Metallorum, Darinnen aller Grundt begriffen, was Bergwerckh, Gäng, Gebürg, Würckhungen, Einflüß, Stratificatio & Cor terrae Generatio sey, Durch M. Martinum Stützen im Sanct Georgen Thal angefangen Trinitatis 1575. (*Codex Vindob. Nr. 11 134, als Digitalisat der Österreichischen Nationalbibliothek verfügbar unter <http://data.onb.ac.at/rec/AL00163255>*)

8.1.2 Gedruckte Quellen

Ulrich Rülein von Calw, Eyn wolgeordent und nützlich büchlin / wie man Bergwerck suchen un finden sol / von allerley Metall / mit seinen figuren / nach gelegenheydt deß gebirgs artlich angezeygt / Mit anhangenden Bercknamen / den anfahenden bergleutten vast dinstlich, Wormbs 1518. (*SLUB Dresden, <http://digital.slub-dresden.de/id276432525>*)

Ulrich Rülein von Calw, Ein nützlich Bergbüchlin von allen Metallen / als Golt / Silber / Zcyn / Kupferertz / Eisenstein / Bleyertz und vom Quecksilber, Erffurd 1527. (*SLUB Dresden, <http://digital.slub-dresden.de/id267528353>*)

Wilhelm Pieper, Ulrich Rülein von Calw und sein Bergbüchlein. Mit Urtext-Faksimile und Übertragung des Bergbüchleins von etwa 1500 und Faksimile der Pestschrift von 1521, Berlin 1955 (= Freiburger Forschungshefte, Kultur und Technik, D7).

Probierbüchlein / auff Gold / Silber / kupffer / und Bley / Auch allerlay Metall wie man die zu nutz arbayten vn Probieren soll. Allen Müntzmaystern / Wardeyn / Goltwerckern / Berckleuten / vn kauffleuten der Metall zu nutz mit grossem fleyß zusammen gebracht, Straßburg 1534. (*SLUB Dresden*, <http://digital.slub-dresden.de/id26645478X>)

Probier Biechlin / auff Gold / Silber / kupffer / vnnd Bley / Auch allerlay Metal / wie man die zu nutz arbayten vnnd Probiern soll. Allen Müntzmaystern / Wardeyn / Goldtwerckern / Berckleuten / vnnd Kauffleuten der Metall zu nutz mit grossem fleyß zusammen gebracht, Augsburg 1546. (*SLUB Dresden*, <http://digital.slub-dresden.de/id266402828>)

Otto Johannsen, Peder Månssons Schriften über technische Chemie und Hüttenwesen. Eine Quelle zur Geschichte der Technik des Mittelalters, Berlin 1941 (= Schriftreihe der Arbeitsgemeinschaft für Technikgeschichte des VDI, Bd. 16), 84 – 138. (= Peder Månsson, Kunstbuch)

Otto Johannsen, Peder Månssons Schriften über technische Chemie und Hüttenwesen. Eine Quelle zur Geschichte der Technik des Mittelalters, Berlin 1941 (= Schriftreihe der Arbeitsgemeinschaft für Technikgeschichte des VDI, Bd. 16), 190 – 242. (= Peder Månsson, Bergmannskunst)

Otto Johannsen, Biringuccios Pirotechnia. Ein Lehrbuch der chemisch-metallurgischen Technologie und des Artilleriewesens aus dem 16. Jahrhundert, Braunschweig 1925, 9 – 531.

Cyril Stanley Smith, Martha Teach Gnudi, The pirotechnia of Vannoccio Biringuccio. The classic sixteenth-century treatise on metals and metallurgy. Translated from the Italian with an introduction and notes, New York 1943; dies. New York 1959 (RP 1990), 11 – 446.

Erich Egg, Schwazer Bergbuch. Faksimile-Ausgabe im Originalformat der Handschrift Codex 10825 aus dem Besitz der Österreichischen Nationalbibliothek Wien, Essen – Graz 1988.

Heinrich Winkelmann, Schwazer Bergbuch (hrsg. von der Gewerkschaft Eisenhütte Westfalia, Wethmar/Post Lünen, verantwortl. für die wiss. Bearb. H. Winkelmann), Bochum 1956.

Hans Prescher (Hrsg.), Georgius Agricola – Ausgewählte Werke. Bermannus oder über den Bergbau. Ein Dialog, übers. u. bearb. v. Helmut Wilsdorf, Berlin 1955 (= Gedenkausgabe des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden, Bd. II).

Hans Prescher (Hrsg.), Georgius Agricola – Ausgewählte Werke. De Re Metallica Libri XII. Bergbau und Hüttenkunde, 12 Bücher, übers. u. bearb. v. Georg Fraustadt u. Hans Prescher, Berlin 1974 (= Gedenkausgabe des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden, Bd. VIII).

Agricola-Gesellschaft beim Deutschen Museum (Hrsg.), Georg Agricola. De Re Metallica Libri XII. Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen, Berlin 1928 (ND Wiesbaden 2003).

Georgius Agricola, Vom Bergkwerck XII Bücher darin alle Empter, Instrument, Gezeuge unnd alles zu disem Handel gehörig mitt schönen Figuren vorbildet und klärlich beschriben seindt. Faks.-Druck der Ausg. Basel 1557, Weinheim

1985; Hans Prescher, Georgius Agricola. Persönlichkeit und Wirken für den Bergbau und das Hüttenwesen des 16. Jahrhunderts. Kommentarband, Weinheim 1985.

Lazarus Ercker, Vom Ramelsbergk und desselbigen Berckwergks / ein kurtzer Bericht, o.O. [Erfurt] 1565. (*Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt*, <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:gbv:3:1-111259>)

Lazarus Ercker, Vom Rammelsberge, und dessen Bergwerk, ein kurzer Bericht von 1565, in: Paul Reinhard Beierlein (Bearb.), Heinrich Winkelmann (Hrsg.), Lazarus Ercker. Drei Schriften, Bochum 1968, 237 – 261.

Lazarus Ercker, Beschreibung Allerfürnemisten Mineralischen Ertzt unnd Bergwercksarten / wie dieselbigen / und eine jede insonderheit / jhrer Natur und evgeschafft nach / auff alle Metalla Probirt / unnd im kleinen Feuer sollen versucht werden / mit Erklärung etlicher fürnemmen nützliche Schmelzwerck / im grossen Feuer / ... , Franckfurt am Mayn 1629. (*SLUB Dresden*, <http://digital.slub-dresden.de/id26446415X>)

Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, Lazarus Ercker. Beschreibung der Allervornehmsten Mineralischen Erze und Bergwerksarten vom Jahre 1580, Berlin 1960 (= Freiburger Forschungshefte, Kultur und Technik, D34).

Franz Kirnbauer (Hrsg.), Speculum metallorum 1575, Wien 1961 (= Leobener grüne Hefte, H. 50).

Johan. Mathesii, Ein Predigt von dem Bergkwerck und Bergkleuten, 1551. (Bayerische Staatsbibliothek digital, <http://www.mdz-nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=urn:nbn:de:bvb:12-bsb00027648-4>)

Johann Mathesius, Sarepta oder Bergpostill. Sampt der Jochimßthalischen kurtzen Chroniken, Nürnberg 1562. (Bayerische Staatsbibliothek digital, <http://www.mdz-nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=urn:nbn:de:bvb:12-bsb10144078-3>)

Adam Christoph Jacobus, Balthasar Meintz, Zacharias Becker, Berg-Postilla Oder Sarepta Darinnen von allerley Bergwerck und Metallen/ was ihre Eigenschafft und Natur/ und wie sie zu Nutz und gut gemacht/ guter Bericht gegeben. Mit lehrhaffter und tröstlicher Erklärung aller Sprüche/ so in H. Schriff von Metall reden/ und wie der H. Geist in Metallen und Bergarbeit die Articul unsers Christlichen Glaubens fürgebildet, Wie solche weiland M. Johannes Mathesius, Pfarrer in S. Joachimsthal ... Anno 1562 verfertiget hat, Freyberg 1679. (*SLUB Dresden*, <http://digital.slub-dresden.de/id265755328>)

František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), Johann Mathesius, Sarepta oder Bergpostill sampt der Jochimsthalischen kurtzen Chronicken, Nürnberg 1564 (ND Prag 1975 in 2 Bänden).

Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), Die Bergchronik des Hardanus Hake, Pastors zu Wildemann. Mit einem Glossar der technischen und veralteten Ausdrücke und einem Index v. Heinrich Denker, Wernigerode 1911 (= Forschungen zur Geschichte des Harzgebietes, Bd. II).

Hardanus Hake, Leichpredig. Darinne vermelt / wie der Durchleuchtige ... / Herr Julius Hertzog zu Brun=/schweig vnd Lueneburg etc. ... / in jhrer Fuerstlichen Regierung / Gottes Ehre gesucht vnd befördert. Auch von Glueck / Segen / vnd

friedli=/chem Regiment / was jhre F.G. beim Bergwerck ge=/than ... / Auff Fuerstlicher Bergstadt Wil=/deman den 11. Junij zwischen 9. und / 10. gethan. / Durch / Hardanum Haken, 1589. (*Herzog August Bibliothek Wolfenbüttel*, <http://diglib.hab.de/drucke/t-827-4f-helmst-4s/start.htm>)

Georg Engelhard von Löhneyß, Bericht vom Bergwerck, wie man dieselben bawen vnd in guten wolstande bringen sol, sampt allen dazu gehörigen arbeiten, ordnung und Rechtlichen processen (erste Ausgabe Zellerfeldt 1617), o.O. 1650. (*SLUB Dresden*, <http://digital.slub-dresden.de/id266601863>)

Christliche Leichpredig/ Bey dem Begräbnis des weiland Woledlen/ ... Georg Engelhart Löhneyß/ Fürstl. Braunsch. alten Stallmeisters vnd Bergkhauptmans .../ Welcher den 1. Decembris Anni 1622. zu Remling selig entschlaffen/ vnd den 22. Januarij Anni 1623. daselbst ... zu seinem Ruhebettlein vnd Schlaffkämmerlein gebracht worden / Gehalten von Martino Wedemeiern, Pfarrherrn vnd Seelsorgern daselbst. (*Herzog August Bibliothek Wolfenbüttel*, <http://diglib.hab.de/drucke/485-2-theol-37s/start.htm>)

Balthasar Rösler Speculum metallurgiae politissimum oder hell-polierter Berg-Bau-Spiegel, Dresden 1700 (*SLUB Dresden*, <http://digital.slub-dresden.de/id276456262>)

Balthasar Rösler, Speculum metallurgiae politissimum oder hell-polierter Berg-Bau-Spiegel. Faksimiledruck der Ausgabe Dresden 1700, Leipzig 1980 (Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, gleichzeitig erschien das Werk im Verlag Glückauf in Essen und bei Schaefer in Hannover.).

Leopold Auburger (Hrsg.), Christianus Berwardus. Interpres Phraseologiae Metallurgicae. Franckfurt am Mayn 1673. Abraham von Schönberg. Ausführliche Berg-Information. Zwickau 1693, ND Essen 1987.

Christoph Andreas Schlüter, Gründlicher Unterricht Von Hütte-Werken / Worin gezeiget wird, Wie man Hütten-Werke, auch alle dazu gehörige Gebäude und Oefen aus dem Fundament recht anlegen solle, auch wie sie am Hartz und andern Orten angeleget sind. Und wie darauf die Arbeit bey Gold- Silber- Kupfer- und Bley-Ertzen, auch Schwefel- Vitriol- und Aschen-Werken geführet werden müsse. Nebst einem vollständigen Probier-Buch / darin enthalten wie allerley Ertze auf alle Metalle zu probieren /... Mit verschiedenen ... Kupfern auch nöthigen Registern, herausgegeben von Christoph Andreas Schlüter / Königl. Groß-Britannischen, auch Chur- und Fürstl. Braunschweig-Lüneburgischen Zehender am Unter-Hartz, Braunschweig 1738. (Da dieses Werk aus zwei Teilen mit eigener Seitenzählung besteht, wird in den Fußnoten verwiesen: HT = Hauptteil, PB = Probierbuch.)

Johann Gottfried Jugel, Höchstnützlichtes Berg- und Schmelz-Buch, Berlin 1743. (*ETH-Bibliothek*, [e-rara.ch](http://dx.doi.org/10.3931/e-rara-24412), <http://dx.doi.org/10.3931/e-rara-24412>)

Johann Gottfried Jugel, Mineralischer Hauptschlüssel, Das ist: Sonderbare Entdeckung aller seiner geheimen Röst- und Schmelz-Arbeiten, ... nebst Anzeigung, wie die Ertze in kleinem Feuer zu probiren seyn, Zittau – Leipzig 1753. (*ETH-Bibliothek*, [e-rara.ch](http://dx.doi.org/10.3931/e-rara-16617), <http://dx.doi.org/10.3931/e-rara-16617>)

Christian Böse, Generale Haushalts-Principia von Berg-, Hütten-, Saltz- und Forstwesen, inspecie vom Hartz, Leipzig – Franckfurt, 1753.

Rudolph Leopold Honemann, Die Alterthümer des Harzes. Aus Zeugnissen bewährter Schriftsteller größtentheils aber aus ungedruckten Urkunden zusammen getragen, 4 Teile, Clausthal 1754-1755.

Henning Calvör, Historisch-chronologische Nachricht und theoretischen und practische Beschreibung des Maschinenwesens, und der Hülfsmittel bey dem Bergbaue auf dem Oberharz, Braunschweig 1763.

Henning Calvör, Historische Nachricht von den Unter- und gesamen Ober-Harzischen Bergwerken, Braunschweig 1765 (ND Hildesheim 1990) (= Documenta Technica, Reihe 1, Darstellungen zur Technikgeschichte).

Franz Ludwig von Cancrinus, Beschreibung der vorzüglichsten Bergwerke in Hessen, in dem Waldekkischen, an dem Haarz, in dem Mansfeldischen, in Chursachsen und in dem Saalfeldischen, Frankfurth an dem Main 1767.

Franz Ludwig von Cancrinus, Erste Gründe der Berg- und Salzwerkskunde. 4 Teile, Frankfurt a. M. 1773.

Christoph Traugott Delius, Anleitung zu der Bergbaukunst nach ihrer Theorie und Ausführung, Wien 1773.

Ignaz von Born & Friedrich Wilhelm Heinrich von Trebra, Bergbaukunde, 1. und 2. Band, Leipzig 1789 / 1790.

Wilhelm August Lampadius, Handbuch der allgemeinen Hüttenkunde, in theoretischer und praktischer Hinsicht. 2 Bände in 5 Teilen, Göttingen 1801–1810, 2. Aufl. 1817 u. 1818 – 2 Supplementbände 1818–1826.

Sebastian Münster, Cosmographia / Das ist: Beschreibung der gantzen Welt, Darinnen Aller Monarchien Keyserthumben, Koenigreichen, Fuerstenthumben, Graff- und Herrschafften, Laenderen, Staetten vnd Gemeinden ... / durch ... Sebastianvm Mvnstervm an den Tag gegeben, Basel 1628 (ND 1978).

Hans Prescher (Hrsg.), Georgius Agricola – Ausgewählte Werke. Vermischte Schriften I, übers. u. bearb. v. Georg Fraustadt et al., Berlin 1961 (= Gedenkausgabe des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden, Bd. VI).

Lazarus Ercker, Das Kleine Proberbuch von 1556, in: Paul Reinhard Beierlein (Bearb.), Heinrich Winkelmann (Hrsg.), Lazarus Ercker. Drei Schriften, Bochum 1968, Übertragung 33 – 144, Abdruck des Faksimiles 147 – 214.

Lazarus Ercker, Das Münzbuch von 1563, in: Paul Reinhard Beierlein (Bearb.), Heinrich Winkelmann (Hrsg.), Lazarus Ercker. Drei Schriften, Bochum 1968, 283 – 325.

Erasmus Ebner, Unterschiedliche Vorzeignus aller Bergart, Metall und anderer Nutzung, so am Hartz und sonderlich am Ramesberg befunden werden, 1572, in: Christian Erdwin Philipp Holzmann, Hercynisches Archiv oder Beiträge zur Kunde des Harzes und seiner Nachbarländer, Einziger Band, Erstes bis viertes Stück, Halle 1805, Drittes Stück, Aufsatz IV, 494 – 506.

Otto von Heinemann, Die Zellerfelder Chronik des Magisters Albert Cuppius, in: Zeitschrift des Harz-Vereins für Geschichte und Altertumskunde, 28. Jg., 1895, 253 – 360, dabei handelt es sich um einen Nachdruck der komplette Chronik.

Thomae Schreibers Kurtzer Historischer Bericht von Aufkunft und Anfang der Fürstlichen Braunschweig-Lüneburgischen Bergwerke an und auf dem Hartz. Deroselben unterschiedlichen Fällen und Auflassung und letzte WiederAufnahme, Osteroda und Nordhausen 1678.

Thomae Schreibers Kurtzer Historischer Bericht von Auffkunft und Anfang Der Fürstlichen Braunschweig-Lüneburgischen Bergwercke an und auf dem Hartz. Deroselben unterschiedlichen Fällen und Auflassung und letzte WiederAufnahme, Osteroda und Nordhausen 1678. (*SLUB Dresden*, <http://digital.slub-dresden.de/id266331467>)

Alvaro Alonso Barba, eines spanischen Priesters und hocherfahrenen Naturkündigers Berg-Büchlein / Darinnen von der Metallen und Mineralien Generalia und Ursprung / wie auch von derselben Natur und Eigenschafft / Mannigfaltigkeit / Scheidung und Feinmachung / imgleichen allerhand Edelgesteinen / ihre Generation etc. außführlich und nutzbarlich gehandelt wird, Hamburg 1676. [Originaltitel: *Arte des los metales*, Madrid 1640.] (*SLUB Dresden*, <http://digital.slub-dresden.de/id276975472/>)

August von Essenwein, Mittelalterliches Hausbuch, Bilderhandschrift des 15. Jahrhunderts, Frankfurt 1887 (ND Hildesheim 1986).

Petrus Albinus, Meißnische Land- und Berg-Chronica, bestehend aus der Meißnischen LandChronica, Dreßden 1589, und der Meißnischen Bergk Chronica, Dreßden 1590. [Landchronik = 1 – 370, Bergchronik = 1 – 193, es handelt sich um zwei zusammengebundene Werke.] (*SLUB Dresden*, <http://digital.slub-dresden.de/id264502388>)

Francisco Ernesto Bruckmann, *Magnalia Dei in locis subterraneis*, Braunschweig 1727. (*ETH-Bibliothek*, *e-rara.ch*, <http://dx.doi.org/10.3931/e-rara-11369>)

Peter Simon Pallas, *Reisen durch verschiedene Provinzen des Russischen Reiches*, Band I – III, St. Petersburg 1771 – 1776 (ND Graz 1967).

Carl Abraham Gerhard, *Beiträge zur Chymie und Geschichte des Mineralreichs*, 2. Bände, Berlin 1776. (Bayerische StaatsBibliothek digital, <http://www.mdz-nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=urn:nbn:de:bvb:12-bsb10283504-0>)

8.2 Literatur

8.2.1 Allgemeine Literatur

Wilhelm Abel, Jan Albert van Houtte, Wolfram Fischer, Hermann Kellenbenz (Hrsg.), *Europäische Wirtschafts- und Sozialgeschichte im Mittelalter*, Stuttgart 1980 (= *Handbuch der europäischen Wirtschafts- und Sozialgeschichte*, Bd. 2).

Georgii Agricolae *De re metallica libri XII*, Faksimile der Ausgabe Basel 1561, mit mehrsprachiger Einführung von Alberto Mondini, Roma 1959.

Georgii Agricolae *De re metallica libri XII*. Unveränderter Nachdruck der Ausgabe Basel 1556, Frankfurt a.M. 1991.

Agricola-Gesellschaft beim Deutschen Museum (Hrsg.), Georg Agricola. De Re Metallica Libri XII. Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen, Berlin 1928 (ND Wiesbaden 2003).

Anonym, Der Goldbergbau in Siebenbürgen, in: Siebenbürgen in Wort und Bild (= ND von: Die österreichisch-ungarische Monarchie in Wort und Bild, Bd. 23 u.d.T.: Ungarn, Band VI, Wien 1902) mit einer Einleitung von Krista Zach, Köln – Weimar – Wien 2004.

Hermann Aubin, Wolfgang Zorn (Hrsg.), Handbuch der deutschen Wirtschafts- und Sozialgeschichte. Bd. 1. Von der Frühzeit bis zum Ende des 18. Jahrhunderts, Stuttgart 1971.

Leopold Auburger (Hrsg.), Christianus Berwardus. Interpres Phraseologiae Metallurgicae. Franckfurt am Mayn 1673. Abraham von Schönberg. Ausführliche Berg-Information. Zwickau 1693, ND Essen 1987.

Manfred Bachmann (Hrsg.), Der silberne Boden. Kunst und Bergbau in Sachsen, Leipzig 1990.

Christoph Bartels, Das Erzbergwerk Rammelsberg. Die Betriebsgeschichte von 1924 bis 1988 mit einer lagerstättenkundlichen Einführung sowie einem Abriß der älteren Bergbaugeschichte, Goslar 1988.

Christoph Bartels, Zur Problematik der Berechnung von Förder- und Arbeitsleistungen des historischen Bergbaus vom 16. bis zum frühen 19. Jahrhundert, in: Der Anschnitt, 39. Jg., 1987, 219 – 231.

Christoph Bartels, Artikel „Bergbüchlein des Ulrich Rülein von Calw. Abschrift nach dem Druck Augsburg 1505“, „Das 'Schwazer Bergbuch' von 1556“, „Speculum Metallorum“, „Georgius Agricola. De Re Metallica Libri XII. Vom Bergwerk XII Bücher“, „Lazarus Ercker. Aula subterranea (Großes Probierbuch)“, „Johann Mathesius. Sarepta oder Bergpostill. Sampt der Joachimsthalischen kurtzen Chroniken“, „Georg Engelhardt Löhneyß. Bericht vom Bergkwerck“, „Christian Berward. Interpres Phraseologiae Metallurgicae“, in: Rainer Slotta, Martin Lochert (Hrsg.), Meisterwerke bergbaulicher Kunst vom 13. bis 19. Jahrhundert. Katalog zur Ausstellung des Deutschen Bergbau-Museums Bochum und des Kreises Unna auf Schloß Cappenberg vom 6. September bis 4. November 1990 (= Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum), Bochum 1990, 144 – 165.

Christoph Bartels, Das Erzbergwerk Grund. Die Betriebsgeschichte des Werkes und seiner Vorläufergruben Hilfe Gottes und Bergwerkswohlfahrt von den Anfängen im 16. Jahrhundert bis zur Einstellung 1992, Goslar 1992. [= 1992 a]

Christoph Bartels, Vom frühneuzeitlichen Montangewerbe zur Bergbauindustrie. Erzbergbau im Oberharz 1635 – 1866, Bochum 1992 (= Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum, Nr. 54). [= 1992 b]

Christoph Bartels (Hrsg.), Das Schwazer Bergbuch. "1556 Perkwerch etc." (Bd. 1. Der Bochumer Entwurf von 1554; Bd. 2. Der Bochumer Entwurf und die Endfassung von 1556; Bd. 3. Der Bergbau bei Schwaz in Tirol im mittleren 16. Jahrhundert), Bochum 2006.

Christoph Bartels, Michael Fessner, Lothar Klappauf, Friedrich-Albert Linke, Kupfer, Blei und Silber aus dem Goslarer Rammelsberg von den Anfängen bis 1620, Bochum 2007 (= Montanregion Harz, Bd. 8).

Christoph Bartels, Rainer Slotta (Hrsg.), Der alteuropäische Bergbau. Von den Anfängen bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts, Münster 2012 (= Geschichte des deutschen Bergbaus, Bd. 1).

Hans Baumgärtel, Vom Bergbüchlein zur Bergakademie. Zur Entstehung der Bergbauwissenschaften zwischen 1500 und 1765/1770, Leipzig 1965 (= Freiburger Forschungshefte, Geschichte des Bergbaus und Hüttenwesens, D50).

Hans Baumgärtel, Rüleïn, Ulrich (usually called Ulrich Rüleïn von Calw), in: Dictionary of Scientific Biography, Volume XI, 1975, 607 – 609.

Johann Beckmann, Beyträge zur Geschichte der Erfindungen, Erster Band, Leipzig 1783-1786 (ND Hildesheim 1965), 1. Stück, 13. Nachricht von dem seltenen Buche des Vannucio Biringoccio Pirotechnia, 133 – 148.

Johann Beckmann, Beyträge zur Geschichte der Erfindungen. Fünfter Band, Leipzig 1800 – 1805 (ND Hildesheim 1965), 1. Stück, 3. Pochwerke, 97 – 106.

Paul Reinhard Beierlein, Lazarus Ercker. Bergmann, Hüttenmann und Münzmeister im 16. Jahrhundert, Berlin 1955 (= Freiburger Forschungshefte, Kultur und Technik, D12).

Paul Reinhard Beierlein, Ercker (Erckner, Erckel) v. Schreckenfels, Lazarus, in: Neue Deutsche Biographie, 4. Bd., 1959, 567 f.

Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, Lazarus Ercker. Beschreibung der Allervornehmsten Mineralischen Erze und Bergwerksarten vom Jahre 1580, Berlin 1960 (= Freiburger Forschungshefte, Kultur und Technik, D34).

Paul Reinhard Beierlein (Bearb.), Heinrich Winkelmann (Hrsg.), Lazarus Ercker, Drei Schriften: Das Kleine Probierebuch von 1556. Vom Rammelsberge, und dessen Bergwerk, ein kurzer Bericht von 1565. Das Münzbuch von 1563, Bochum ND 1968.

Ernst Heinrich Berninger (Hrsg.), Das Buch vom Bergbau. Die Miniaturen des „Schwazer Bergbuches“ nach der Handschrift im Besitz des Deutschen Museums in München, Dortmund 1980 (= Ettenhardtscher Codex HS 1971-1).

Günter Bernt, Artes liberales. I. Begriff. II. Geschichte, in: Lexikon des Mittelalters, Bd. 1, 1980, 1058 – 1061.

Stefan Beyerle, Mathesius, Johannes, in: Biographisch-Bibliographisches Kirchenlexikon, Bd. 5, 1993, 1000 – 1011.

Arnold Bode, Reste alter Hüttenbetriebe im West- und Mittelharze, in: Jahrbuch der Geographischen Gesellschaft zu Hannover, 1928, 141 – 197.

Wilhelm Bornhardt, Geschichte des Rammelsberger Bergbaues von seiner Aufnahme bis zur Neuzeit, Berlin 1931 (= Archiv für Lagerstättenforschung, Heft 52).

Georg Brückner, Entzelt, Christoph, in: Allgemeine Deutsche Biographie, Bd. 6, 1877, 155.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (Hrsg.), Der Bergbau in der Bundesrepublik Deutschland 2015. Bergwirtschaft und Statistik – 67. Jahrgang 2016, Berlin Stand Dezember 2016.

Herwig Bunz, Agricola, Georgius, in: Lexikon des Mittelalters, Bd. 1, 1980, 220.

Friedrich Buschendorf, Herbert Dennert, Wolfgang Hannak, Hans Hüttenhain et al., Geologie des Erzgang-Reviere, Mineralogie des Ganginhalts und Geschichte des Bergbaus im Oberharz, Stuttgart 1971 (= Monographien der deutschen Blei-Zink-Erzlagerstätten, Monographie 3: Die Blei-Zink-Erzgänge des Oberharzes, 1. Lieferung).

Henning Calvör, Historische Nachricht von den Unter- und gesamt Ober-Harzischen Bergwerken, Braunschweig 1765 (ND 1990) (= Documenta Technica, Reihe 1, Darstellungen zur Technikgeschichte), II. Anhang, 195 – 214.

Hubert Cancik (Hrsg.), Der Neue Pauly. Enzyklopädie der Antike, Stuttgart 1996 – 2003 (Bd. 1 – 16).

Adriano Carugo, Vannoccio Biringuccio. De la priotechnia, Milano 1977, Nachdruck der Ausgabe von 1540.

Chemnitzer Geschichtsverein e.V. in Zusammenarbeit mit dem Stadtarchiv Chemnitz (Hrsg.), Georgius Agricola und der Geist seiner Zeit. Zum 450. Todestag des großen Gelehrten, Beiträge aus den Agricola-Gesprächen des Agricola Forschungszentrums Chemnitz = Mitteilungen des Chemnitzer Geschichtsvereins, Bd. 75 (NF 14), 2005.

Otto Clemen, Der Freiburger Stadtphysikus Ulrich Rühle von Kalbe, in: Neues Archiv für sächsische Geschichte und Altertumskunde, Bd. 41, Dresden 1920, 135 – 139.

Martin Clement, Tausend Jahre Metallerzbergbau in Mitteleuropa. Ein Beitrag zu seinem Ende, dargestellt am Blei-Zink-Silber-Erzbergwerk Rammelsberg, Essen 1996.

Konrad Clewing, Oliver Jens Schmitt (Hrsg.), Geschichte Südosteuropas. Vom frühen Mittelalter bis zur Gegenwart, Regensburg 2011.

Ernst Darmstaedter, Die Alchemie des Geber, Berlin 1922 (ND Wiesbaden 1969).

Ernst Darmstaedter, Berg-, Probier- und Kunstbüchlein, München 1926 (= Münchener Beiträge zur Geschichte und Literatur der Naturwissenschaft und Medizin, H. 2/3, 1 – 111). [= 1926 a]

Ernst Darmstaedter, Georg Agricola 1494 – 1555. Leben und Werk, München 1926. [= 1926 b]

Gabriel Auguste Daubrée, La génération des minéraux métalliques, dans la pratique des mineurs du moyen âge, d'après le Bergbüchlein, Extrait du Journal Savants, Paris 1890. [Angaben nach Wilhelm Pieper, Literaturverzeichnis].

Heinrich von Dechen, Das älteste deutsche Bergwerksbuch, Abdruck aus der Zeitschrift für Bergrecht, Bd. 26, Bonn 1885.

Heinrich Denker, Einige Bemerkungen zu der Chronik des Wildemänner Pastors Hardanus Hake, sowie zu der ersten Geschichte der Stadt Grund und

der benachbarten Bergstädte, in: Zeitschrift des Harz-Vereins für Geschichte und Altertumskunde, 40. Bd., 1907, 89 – 114.

Heinrich Denker, Harzverein für Geschichte und Altertumskunde (Hrsg.), Die Bergchronik des Hardanus Hake, Pastors zu Wildemann. Mit einem Glossar der technischen und veralteten Ausdrücke und einem Index v. Heinrich Denker, Wernigerode 1911 (= Forschungen zur Geschichte des Harzgebietes, Bd. II).

Herbert Dennert, Bergbau und Hüttenwesen im Harz vom 16. bis 19. Jahrhundert dargestellt in Lebensbildern führender Persönlichkeiten, Clausthal-Zellerfeld²1986.

Herbert Dennert, Kapitel zu „Berghauptmann G. E. Löhneysen“, 106 - 108, „Oberbergmeister und Münzmeister Lazarus Ercker“, 122 f., „Pastor Johann Mathesius“, 124, „Pastor Hardanus Hake“ 125 f., in: Herbert Dennert, Bergbau und Hüttenwesen im Harz vom 16. bis 19. Jahrhundert dargestellt in Lebensbildern führender Persönlichkeiten, Clausthal-Zellerfeld²1986.

Werner Dobras, Das Speculum Metallorum des Abraham Schnitzer von 1590 – drittes Exemplar der Handschrift im Stadtarchiv Lindau, in: Der Anschnitt, 25. Jg., 1973, H. 1, 3 – 10.

Erich Egg, Ludwig Lassel und Jörg Kolber, Verfasser und Maler des Schwazer Bergbuches, in: Der Anschnitt, 9. Jg., 1957, H. 1-2, 15 – 19.

Erich Egg, Das Schmelzbuch des Hans Stöckl. Die Schmelztechnik in den Tiroler Hüttenwerken um 1550, in: Der Anschnitt, 15. Jg., 1963, Sonderheft 2, 3 – 34.

Erich Egg, Zum dritten Exemplar des Speculum Metallorum, in: Der Anschnitt, 25. Jg., 1973, H. 2, 12 – 13.

Erich Egg, Schwazer Bergbuch. Faksimile-Ausgabe im Originalformat der Handschrift Codex 10825 aus dem Besitz der Österreichischen Nationalbibliothek Wien, Essen – Graz 1988, Einführung II – XIX.

Michael Erbe, Die Habsburger 1493 – 1918. Eine Dynastie im Reich und Europa, Stuttgart 2000.

Hans Jürgen Ertle, Georgius Agricolae Vermächtnis, in: Glückauf, 130. Jg., 1994, H. 3, 214 – 218.

Jürgen Falbe, Manfred Regnitz (Hrsg.), Römpp Lexikon Chemie, Bd. 2, Stuttgart¹⁰1997; Bd. 6, Stuttgart¹⁰1999.

Eugen Faller, Was hat der ungarische Bergbau Agricola zu verdanken? in: Georg Sprackler, Rolf Wendler (Hrsg.), Georgius Agricola 1494 – 1555 zu seinem 400. Todestag, Berlin 1955, 210 – 213.

Michael Fessner, Angelika Friedrich, Christoph Bartels, "gründliche Abbildung des uralten Bergwerks". Eine virtuelle Reise durch den historischen Harzbergbau, Bochum 2002 (= Montanregion Harz, Bd. 3).

Gustav Fester, Die Entwicklung der chemischen Technik bis zu den Anfängen der Großindustrie, Berlin 1923.

Günter Bernhard Fettweis, Zur Geschichte und Bedeutung von Bergbau und Bergbauwissenschaften. 21 Texte eines Professors für Bergbaukunde zur

Entwicklung des Montanwesens in Europa und speziell in Österreich, Wien 2004.

Opera di Giorgio Agricola de l'arte de metalli partita in XII libri, tradotti in lingua Toscana da M. Michelangelo Florio Fiorentino, Basel 1563. [Angaben nach AGA X, 1971, 801.]

Stanislaw Firszt, Archäologische Untersuchungen zum mittelalterlichen Goldbergbau in Niederschlesien, in: Der Anschnitt, 51. Jg., 1999, H.5-6, 217 – 219.

Walther Fischer, Bergmännisches in der Sarepta des Johannes Mathesius, in: Der Anschnitt, 21. Jg., 1969, H. 3, 3 – 9, Der Anschnitt, 22. Jg., 1970, H. 1, 21 – 27, H. 2, 22 – 28.

Wolfram Fischer, Jan Albert van Houtte, Hermann Kellenbenz et al. (Hrsg.), Europäische Wirtschafts- und Sozialgeschichte vom ausgehenden Mittelalter bis zur Mitte des 17. Jahrhunderts, Stuttgart ¹1986 (= Handbuch der europäischen Wirtschafts- und Sozialgeschichte, Bd. 3).

Gerhard Fleisch, Die Oberharzer Wasserwirtschaft in Vergangenheit und Gegenwart, Clausthal-Zellerfeld 1983.

Erich Fussek, Das Bochumer Exemplar des Schwazer Bergbuchs, in: Der Anschnitt, 9. Jg., 1957, H. 1-2, 9 – 14.

Erich Fussek, Das "Speculum Metallorum" des Martin Sturtz, in: Der Anschnitt, 10. Jg., 1958, H. 3, 3 – 10.

Robert Geete, Peder Månssons skrifter på svenska (Samlingar utgifna af Svenska Fornskrift-Sällskapet) Stockholm 1913 – 15. [Angaben nach Otto Johannsen, 1941, Literaturverzeichnis.]

Ferdinand Geldner, Buchdruck, in: Lexikon des Mittelalters, Bd. II, 1983, 815 – 820.

Wolfgang Georgi, Roncaglia, Reichstag v., in: Lexikon des Mittelalters, Bd. VII, 1995, 1021 f.

Peter J. Golas, Mining, Cambridge 1999 (= Joseph Needham (Ed.), Science and Civilization in China, Volume 5: Chemistry and chemical Technology, Part XIII).

John Granlund (Hrsg.), Peder Månssons Bondakonst jämte parallelltexter, Uppsala 1983.

Hans-Günther Griep, Wardein der Goslarer Münzstätte Lazarus Ercker schrieb „Bericht vom Rammelsberg und dessen Bergwerk im Jahre 1565“, in: Harzer Heimatland, 1970, Nr. 1 [keine Seitenangabe].

Jacob und Wilhelm Grimm, Deutsches Wörterbuch (DWB), 16 Bde. in 32 Teilbänden, Leipzig 1854 – 1961, Online-Version vom 11.05.2017.

Großer Atlas zur Weltgeschichte, Georg Westermann Verlag, Braunschweig ²2001.

Anneliese Grünhaldt Sisco, Cyril Stanley Smith, Bergwerk- und Probierbüchlein. A translation from the German of the Bergbüchlein, a 16.-century book on mining geology, by Anneliese Grünhaldt Sisco and of the Probierbüchlein, a

16.-century work on assaying, by Anneliese Grünhaldt Sisco and Cyril Stanley Smith, with technical annotations and historical notes, New York 1949. [Angaben nach Wilhelm Pieper, 140.]

Anneliese Grünhaldt Sisco, Cyril Stanley Smith, Lazarus Ercker's Treatise on Ores and Assaying translated from the German Edition of 1580, Chigaco 1951.

Carl Wilhelm von Gümbel, Erker: Lazarus (auch Ercker), in: Allgemeine deutsche Biographie, Bd. 6, 1877 (ND 1968), 214 f.

Carl Wilhelm von Gümbel, Agricola: Georg, in: Allgemeine Deutsche Biographie, Bd. 1, 1875 (ND 1967), 143 – 145.

Martin Guntau, Georgius Agricola und der Geist seiner Zeit, in: Mitteilungen des Chemnitzer Geschichtsvereins, Bd. 75 (NF 14), 2005, 7 – 19.

Wilhelm Haberling, Rülein von Kalbe, Ulrich, in: August Hirsch, et al. (Hrsg.), Biographisches Lexikon der hervorragenden Ärzte aller Zeiten und Völker, Bd. 4, Berlin [u.a.] 1886 (ND 1932), 915 f.

Karl F. Hachenberg, Helmut Ullwer, Messing nach dem Galmeiverfahren. Drei Handschriften des 18. Jahrhunderts experimentell erläutert, Hamburg 2013.

Anton Haidmann, Auflagen und Erscheinungsorte von Johannes Mathesius' "Sarepta oder Bergpostill", in: Der Anschnitt, 53. Jg., 2001, 155 – 156.

Robert Halleux, Georg Agricola. Bermannus (le mineur). Un dialogue sur les mines Paris 1990.

Hans Hartmann, Georg Agricola 1494 – 1555. Begründer dreier Wissenschaften. Mineralogie – Geologie – Bergbaukunde, Stuttgart 1953 (= Große Naturforscher, Bd. 13.)

Andreas Hauptmann, Rainer Slotta, Zu den Denkmälern des Quecksilberbergbaus von Almadén, in: Der Anschnitt, 31. Jg., 1979, H. 2-3, 81 – 100.

Otto von Heinemann, Die Zellerfelder Chronik des Magisters Albert Cuppius, in: Zeitschrift des Harz-Vereins für Geschichte und Altertumskunde, 28. Jg., 1895, 253 – 360.

Gerhard Heinrich, Zur Geschichte des Goldbergbaus in Schlesien, in: Der Anschnitt, 34. Jg., 1982, H. 5-6, 211 – 215.

Christiane Hemker, Yves Hoffmann, Volkmar Scholz, Die hochmittelalterlichen Silberbergwerke von Dippoldiswalde, in: Der Anschnitt, 65. Jg., 2013 H. 1-2, 20 – 37.

Ekkehard Henschke, Landesherrschaft und Bergbauwirtschaft. Zur Wirtschafts- und Verwaltungsgeschichte des Oberharzer Bergbaugebietes im 16. und 17. Jahrhundert, Berlin 1974 (= Schriften zur Wirtschafts- und Sozialgeschichte, Bd. 23).

Erwin Herlitzius, Georgius Agricola (1494 – 1555). Seine Weltanschauung und seine Leistung als Wegbereiter einer materialistischen Naturauffassung, Berlin 1960 (= Freiburger Forschungshefte, Reihe D, Bd. 32).

Hans-Heinrich Hillegeist, Auswanderungen Oberharzer Bergleute nach Kongsberg/Norwegen im 17. und 18. Jahrhundert, in: Hans-Heinrich Hillegeist,

Wilfried Ließmann, Technologietransfer und Auswanderungen im Umfeld des Harzer Montanwesens. Tagungsband der 8. Montanhistorischen Arbeitstagung des Harzvereins für Geschichte und Altertumskunde e.V. am 7. Oktober 2000 in Sankt Andreasberg/Harz, Berlin 2001, 9 – 48.

Helmut Hilz, Vannoccio Biringuccios "De la Pirotechnia". Bibliophile Kostbarkeiten, in: Kultur & Technik, Bd. 28, 2004, Heft 1, 59.

Helmut Hilz, Georgius Agricola – Arzt und Montanist, in: Kultur & Technik, Bd. 30, 2006, H. 2, 46 – 47.

Georgius Agricola De re metallica, translated from the first latin edition of 1556 with biographical introduction, annotations and appendices ... by Herbert Clark Hoover and Lou Henry Hoover, London 1912 (ND New York 1950).

Ulrich Horst, Geologische, mineralogische und bergmännische Angaben über den Harz in den Büchern und im Briefwechsel des Humanisten Dr. Georgius Agricola (1494 – 1555), in: Harz-Zeitschrift für den Harz-Verein für Geschichte und Altertumskunde, 39. Jg., 1987, 49 – 69.

Jan Albert van Houtte, Europäische Wirtschaft und Gesellschaft von den großen Wanderungen bis zum schwarzen Tod, in: Wilhelm Abel, Jan Albert van Houtte, Wolfram Fischer, Hermann Kellenbenz (Hrsg.), Europäische Wirtschafts- und Sozialgeschichte im Mittelalter, Stuttgart 1980 (= Handbuch der europäischen Wirtschafts- und Sozialgeschichte, Bd. 2), 1 – 149.

Wlodzimierz Hubicki, Ercker (also Erckner or Erckel), Lazarus, in: Dictionary of Scientific Biography, Volume IV, 1971, 393 f.

Gunnar Olof Hyltén-Cavallius, Peder Månssons Stridskonst och Stridslag. Efter Författerens Handskrift. (Samlingar utgifna af Svenska Fornskrift-Sällskapet) Första Delen, Häft 3, Stockholm 1845. [Angaben nach Otto Johannsen, 1941, Literaturverzeichnis.]

Karl Theodor von Inama-Sternegg, Löhneyß: Georg Engelhard von (auch Löhneis und Löhneißen), in: Allgemeine Deutsche Biographie, Bd. 19, 1884 (ND 1969) 133 – 135.

Wolfgang Irtenkauf, Neues zum „Speculum Metallorum“, in: Der Anschnitt, 34. Jg., 1982, H. 2, 89 – 90.

Martina Jähn, Agricola-Bibliographie 1964 – 1999. Zum 450. Todestag Georgius Agricolae (CD-ROM), Chemnitz 2005.

Frieder Jentsch, Rülein (Rülin, Ruelin) von Calw, Ulrich, in: Neue Deutsche Biographie, 22. Bd., 2005, 222.

Bohuslav Ježek, Josef Hummel, Jiřího Agricoly dvanáct knih o hornictví a hutnictví = Georgii Agricolae de re metallica libri XII, Basileae MDLVI, Praha 1933. [Angaben nach AGA X, 1971, 812.]

František Jílek, Jiří Majer (Hrsg.), Johann Mathesius, Sarepta oder Bergpostill sampt der Jochimsthalischen kurtzen Chronicken, Nürnberg 1564 (ND Prag 1975 in 2 Bänden).

Otto Johannsen, Geschichte des Eisens. Im Auftrage des Vereins deutscher Eisenhüttenleute gemeinverständlich dargestellt, Düsseldorf 1924.

Otto Johannsen, Biringuccios *Pirotechnia*. Ein Lehrbuch der chemisch-metallurgischen Technologie und des Artilleriewesens aus dem 16. Jahrhundert, Braunschweig 1925.

Otto Johannsen, Peder Månssons Schriften über technische Chemie und Hüttenwesen. Eine Quelle zur Geschichte der Technik des Mittelalters, Berlin 1941 (= Schriftreihe der Arbeitsgemeinschaft für Technikgeschichte des VDI, Bd. 16).

Guido Jüttner, Biringucci(o), Vannoccio, in: Lexikon des Mittelalters, Bd. 2, 1983, 220.

Guido Jüttner, Rüleín v. Calw, Ulrich, in: Lexikon des Mittelalters, Bd. 7, 1994, 1095.

Hermann Kellenbenz, Wirtschaft und Gesellschaft Europas 1350 – 1650, in: Wolfram Fischer, Jan Albert van Houtte, Hermann Kellenbenz et al. (Hrsg.), Europäische Wirtschafts- und Sozialgeschichte vom ausgehenden Mittelalter bis zur Mitte des 17. Jahrhunderts, Stuttgart ¹1986 (= Handbuch der europäischen Wirtschafts- und Sozialgeschichte, Bd. 3), 1 – 387.

Elisabeth Kessler-Slotta, Die Illustrationen in Agricolas "De re metallica". Eine Wertung aus kunsthistorischer Sicht, in: Der Anschnitt, 46. Jg. 1994, H. 2-3, 55 – 67.

Hans Kilb, Agricolas "Bermannus" - Präludium großer wissenschaftlicher Leistungen, in: Der Anschnitt, 46. Jg. 1994, H. 2-3, 99 f.

Franz Kirnbauer, Das „Schwazer Bergbuch“, in: Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im deutschen Reich, Bd. 85, 1937, H. 6, 338 – 346.

Franz Kirnbauer, Die Geschichte des Metallhüttenwesens, in: Friedrich Klemm (Hrsg.), Die Technik der Neuzeit. Bd. 2, Potsdam 1941, 44 – 63. [= 1941 a]

Franz Kirnbauer, Deutsche Berg- und Hüttenleute als Pioniere der Technik und Kultur im europäische Südosten, in: Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Deutschen Reich, Jg. 1941, Bd. 89, H. 6, 121 – 131. [= 1941 b]

Franz Kirnbauer, Agricola und der alpine Bergbau, in: Georg Sprackler, Rolf Wendler (Hrsg.), Georgius Agricola 1494 – 1555 zu seinem 400. Todestag, Berlin 1955, 198 – 209.

Franz Kirnbauer, 400 Jahre Schwazer Bergbuch 1556 – 1956, Wien 1956 (= Leobener Grüne Hefte, H. 25). [= 1956 a]

Franz Kirnbauer, Das „Schwazer Bergbuch“. Eine Bilderhandschrift des österreichischen Bergbaues aus dem Jahr 1556, in: Blätter für Technikgeschichte, 1956, H. 18, 77 – 94. [= 1956 b]

Franz Kirnbauer (Hrsg.), Speculum metallorum 1575, Wien 1961 (= Leobener Grüne Hefte, H. 50).

Thomas Kirnbauer, Eine neue Handschrift von Lazarus Erckers "Bericht vom Rammelsberg" aus dem Jahre 1565, in: Der Anschnitt, 45 Jg., 1993, H. 1, 37 f.

Eugen Kladivík, Zur Geschichte des Edel- und Buntmetallbergbaus im Slowakischen Erzgebirge, in: Der Anschnitt, 50. Jg., 1998, H.1, 13 – 19.

Friedrich Klemm, Miniaturen aus dem Schwazer Bergbuch, in: Kultur & Technik, Bd. 5, 1981, H. 2, 101 – 103.

Manfred Koch, Geschichte und Entwicklung des bergmännischen Schrifttums, Goslar 1963.

Manfred Koch, Berghauptmann Georg Engelhardt von Löhneyß. Bergbauschriftsteller und Plagiator, in: Glückauf, Bergmännische Zeitschrift, 100. Jg., 1964, H. 1, 49 – 50.

Hans-Joachim Kraschewski, Georgius Agricola über das Montanwesen im Harz, in: Der Anschnitt, 46. Jg., 1994, H. 4-5, 139 – 143.

Hans-Joachim Kraschewski, Betriebsablauf und Arbeitsverfassung des Goslarer Bergbaus am Rammelsberg vom 16. bis zum 18. Jahrhundert, Bochum 2002 (= Montanregion Harz, Bd. 5).

Hans-Joachim Kraschewski, Berward, Christian, in: Horst-Rüdiger Jarck, Braunschweigisches Biographisches Lexikon. 8. bis 18. Jahrhundert, Braunschweig 2006, 83 f.

Hans-Joachim Kraschewski, Ercker, Lazarus, in: Horst-Rüdiger Jarck, Braunschweigisches Biographisches Lexikon. 8. bis 18. Jahrhundert, Braunschweig 2006, 205 f.

Hans-Joachim Kraschewski, Löhneiß, Georg Engelhardt von, in: Horst-Rüdiger Jarck, Braunschweigisches Biographisches Lexikon. 8. bis 18. Jahrhundert, Braunschweig 2006, 451 f.

Hans-Joachim Kraschewski, Schlüter, Christoph Andreas, in: Horst-Rüdiger Jarck, Braunschweigisches Biographisches Lexikon. 8. bis 18. Jahrhundert, Braunschweig 2006, 620 f.

Hans-Joachim Kraschewski, Schmelzhütten und Schmelzarbeit im Harz des 17./18. Jahrhunderts, Bochum 2012 (= Montanregion Harz, Bd. 9).

Hans-Joachim Kraschewski, Die Probierkunst. Probierer und Schmelzer als montanistische Experten in den Harzer Schmelzhütten des 17. Jahrhunderts, in: Technikgeschichte, Bd. 80, H.1, 2013, 141 – 160.

Emil Kraume, Die Erzlager des Rammelsberges bei Goslar, Hannover 1955 (= Monographien der deutschen Blei-Zink-Erzlagerstätten, Monographie 4).

Werner Kroker (Redaktion), Silberbergbau und -verhüttung in der Antike nach Texten von Plinius, Diodor und Dioskurides, Bochum 1998 (= Die Technikgeschichte als Vorbild moderner Technik, Bd. 22).

Ludmila Kubátová, Hans Prescher, Werner Weisbach, Lazarus Ercker (1528/30 - 1594). Probierer, Berg- und Münzmeister in Sachsen, Braunschweig und Böhmen, Leipzig – Stuttgart 1994.

Roland Ladwig, Beiträge zur Herausbildung eines wissenschaftlichen ökonomischen Denkens durch Georgius Agricola, in: Studien zur Geschichte des Bergbaus und der Montanwissenschaften vom 16. bis zum 20. Jahrhundert, Bd. XXIII, 1989, 15 – 38.

Roland Ladwig, Ökonomisches Denken bei Georgius Agricola, Freiberg 1990.

Alfred Lange, Georg Agricola und das Hüttenwesen seiner Zeit, in: Georg Sprackler, Rolf Wendler (Hrsg.), Georgius Agricola 1494 – 1555 zu seinem 400. Todestag, Berlin 1955, 113 – 153.

Oliver Langefeld, Gerhard Lenz (Hrsg.), „Je n'ai qu' un copiste français.“ Zum Kolloquium „Persönlichkeiten im Harzer Bergbau“ am 25. Juni 2016 in Clausthal-Zellerfeld, Clausthal-Zellerfeld 2016.

Gerhard Laub, Das ältere Berg- und Metallhüttenwesen zwischen Gittelde und St. Andreasberg in Georgius Agricolas Schriften, in: Heimatblätter für den südwestlichen Harzrand, 1996, H. 52, 34 – 45.

Carl Friedrich Ledderhose, Das Leben des M. Johann Mathesius, des alten Bergpredigers im St. Joachimsthal, Heidelberg 1849.

Karl Friedrich Ledderhose, Mathesius: Johann, in: Allgemeine Deutsche Biographie, Bd. 20, 1884, 586 – 589.

Edmund Oskar von Lippmann, Entstehung und Ausbreitung der Alchemie. Mit einem Anhang: Zur älteren Geschichte der Metalle. Ein Beitrag zur Kulturgeschichte, Bd. 1, Berlin 1919.

Georg Loesche, Der Briefwechsel des Mathesius (ges. und erl. von Loesche), Wien [u.a.] 1890 (= Jahrbuch der Gesellschaft für die Geschichte des Protestantismus in Österreich).

Georg Loesche, Mathesius, Johannes, in: Realencyklopädie für protestantische Theologie und Kirche, Bd. 12, 1903, 425 – 428.

Georg Loesche (Hrsg.), Johannes Mathesius, Ausgewählte Werke, Prag 1906 (= Bibliothek dt. Schriftsteller aus Böhmen, Mehrb. Werk).

Herbert Lommatzsch, Christian Berward, der Verfasser der „Interpres“, in: Der Anschnitt, 18. Jg., 1966, H. 2, 19 f.

Herbert Lommatzsch, Von der bergmännischen Allegorie zur Bergbauwissenschaft. Über einige aus dem bürgerlichen Beamtenstand zwischen 1655 und 1765 hervorgegangene Darstellungen des Harzer Bergbaus, in: Der Anschnitt, 19. Jg., 1967, H. 5, 26 – 29.

Karl-Heinz Ludwig, "sind mancherlei bergwerk in disem lant, mer dan in anderen". Edelmetallbergbau in Kärnten, in: Der Anschnitt, 45. Jg., 1993, H. 2-3, 63 – 70.

Karl-Heinz Ludwig, Technik im Hohen Mittelalter zwischen 1000 und 1350/1400, in: Propyläen Technikgeschichte, Bd. 2, Berlin 1997, 9 – 205.

Karl-Heinz Ludwig, Das "Mittelalterliche Hausbuch" und die Montangeschichte, in: Der Anschnitt, 49. Jg., 1997, H.4, 114 – 122.

Jiří Majer, Der Bergbau in Böhmen zur Agricola-Zeit, in: Der Anschnitt, 46. Jg., 1994, H. 2-3, 77 – 83.

Klaus-Peter Matschke, Zum Anteil der Byzantiner an der Bergbauentwicklung und an den Bergbauerträgen Südosteuropas im 14. und 15. Jahrhundert, in: Byzantinische Zeitschrift, 84/85 Bd., 1991/1992, 49 – 71.

Franz Mayer, Das Schwazer Bergwerksbuch vom Jahre 1556, in: Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, Bd. 18, 1928, 15 – 18.

Heinz Meixner, Walter Schellhas, Peter Schmidt, Balthasar Rösler. Persönlichkeit und Wirken für den Bergbau des 17. Jahrhunderts. Kommentarband zum Faksimiledruck "Hell-polierter Berg-Bau-Spiegel", Leipzig 1980.

Judica I. M. Mendels, Das "Bergbüchlein". A text edition, Baltimore/Marxland, 1953 (Diss.). [Angaben nach Wilhelm Pieper, 140, die Arbeit von Mendels war noch nicht im Druck erschienen.]

Aldo Mieli, Vannoccio Biringuccio (1480 – 1539). De la Pirotechnia Vol I, Bari 1914 (= *Classici delle Scienze e della Filosofia a Cura di A. Mieli & E. Troilo, seria scientifica 1*). [Angaben nach Otto Johannsen, 1925, Literaturverzeichnis.]

Danuta Molenda, Der polnische Bleibergbau und seine Bedeutung für den europäischen Bleimarkt vom 12. bis 17. Jahrhundert, in: Werner Kroker, Ekkehard Westermann, Montanwirtschaft Mitteleuropas vom 12. bis 17. Jahrhundert. Stand, Wege und Aufgaben der Forschung, 1984 (= *Der Anschnitt, Beiheft 2*), 187 – 198.

Danuta Molenda, Das polnische Berg- und Hüttenwesen bei Agricola und seine Werke in Polen, in: *Der Anschnitt*, 46. Jg., 1994, H. 4-5, 133 – 138.

György Agricola, Tizenkét könyv a bányászatról és kohászatról, Fordította Rezső Becht. Szerkesztette, a bevezetőt, a tanulmányt, a lábjegyzeteket és személyjegyzékeket írta Laszló Molnár, Budapest ca. 1985.

Mineralgeschichte der Goldbergwerke in dem Vöröspataker Gebirge bey Abrudbanya im Großfürstenthume Siebenbürgen, nebst einer Charte, vom Herrn von Müller, K.K. Gubernialrathe und Oberberg- und Salinen-Inspector zu Salatna in Siebenbürgen, in: Ignaz von Born & F.W.H. von Trebra, *Bergbaukunde*, 1. Bd., Leipzig 1789, 37 – 91.

Gerhard Müller, Hake, Hardanus, in: Horst-Rüdiger Jarck, *Braunschweigisches Biographisches Lexikon*. 8. bis 18. Jahrhundert, Braunschweig 2006, 293.

Wolfgang Müller, Barba, Alvaro Alonso, in: Wilfried R. Pötsch, Annelore Fischer, *Wolfgang Müller, Lexikon bedeutender Chemiker*, Frankfurt (M.) 1989, 27.

Wolfgang Müller, Ercker, Lazarus von Schreckenfeld, in: *Lexikon bedeutender Chemiker*, Frankfurt/M. 1989, 138.

Wolfgang Müller, Agricola, Georg, in: *Lexikon bedeutender Chemiker*, Frankfurt/M. 1989, 10.

Friedrich Naumann, Georgius Agricola. Berggelehrter, Naturforscher, Humanist, Erfurt 2007.

Bernhard Neumann, Die Anfänge der Probiervorschriften und die ältesten deutschen Probiervorschriften, in: *Metall und Erz*, XVII. (N.F. VIII.), Jg. 1920, 168 – 177. [= 1920 a]

Bernhard Neumann, Die ältesten Zeichnungen eines mittelalterlichen Hüttenwerkes und die ältesten Angaben über den deutschen Kupferhüttenprozeß, in: *Metall und Erz*, XVII. (N.F. VIII.), Jg. 1920, 333 – 339. [= 1920 b]

Paulus Nivis, *Judicium Jovis oder das Gericht der Götter über den Bergbau*, Leipzig um 1492 – 1495 (übers. u. bearb. von Paul Krenkel, Berlin 1953 (= Freiburger Forschungshefte, Reihe D, H. 3).

Friedrich Nümann, *Biographisches Lexikon des Harzgebietes*, Wieda 1965 (das Typoskript der Leibniz-Bibliothek hat keine Seitenzahlen).

Ferdinand Orth, *Bergbau*, in: RE (Paulys Real-Encyclopädie der classischen Altertumswissenschaft), Suppl.-Bd. IV, 1924, 108 – 155.

Rudolf Palme, Wolfgang Ingenhaeff, *Stollen, Schächte, fahle Erze. Zur Geschichte des Schwazer Bergbaus*, Schwaz⁵1995.

Jan Boris Parma, *Georg Agricola, die Quellen und die Entwicklung seines montanistischen Wirkens*, in: Fritz Selbmann, Karl Steinmüller, Jan Boris Parma, Helmut Wilsdorf et al. (Hrsg.), *Agricola-Studien*, Berlin 1957 (= Freiburger Forschungshefte, Kultur und Technik, D18), 45 – 60.

Herbert Pforr, *Der erzgebirgische Silberbergbau und Georgius Agricola*, in: *Glückauf*, 130. Jg., 1994, H. 3, 218 – 221.

Herbert Pforr, *Die Zeit des Ulrich Rülein von Calw im Spiegel sächsischer Bergstädte*, in: *Der Anschnitt*, 49. Jg., 1997, H.3, 82 – 88.

Renate Pieper, *Die Anfänge der europäischen Partizipation am weltweiten Handel*, in: Friedrich Edelmayer, Erich Landsteiner, Renate Pieper (Hrsg.), *Die Geschichte des europäischen Welthandels und der wirtschaftlichen Globalisierungsprozesse*, München 2001, 33 – 53.

Wilhelm Pieper, *Agricola, Georgius (Georg Bauer)*, in: *Neue Deutsche Biographie*, 1. Bd., 1953, 98 – 100.

Wilhelm Pieper, *Ulrich Rülein von Calw und sein Bergbüchlein. Mit Urtext-Faksimile und Übertragung des Bergbüchleins von etwa 1500 und Faksimile der Pestschrift von 1521*, Berlin 1955 (= Freiburger Forschungshefte, Kultur und Technik, D7).

Wolfgang Piersig, *Vannoccio Biringuccio und die Pirotechnia*, in: *Stahl und Eisen*, 126, 2006, Heft 3, 96 – 98.

Anders Piltz, *Peder Månsson*, in: *Svenskt Biografiskt Lexikon*, Bd. 28, 1994, 786 – 788.

Richard Pittioni, *Zur kulturhistorischen Bedeutung der urzeitlichen Kupferverwertung*, in: *Norddeutsche Affinerie (Hrsg.), Kupfer in Natur, Technik, Kunst und Wirtschaft*, Hamburg 1966, 37 – 42.

Hans Prescher (Hrsg.), *Georgius Agricola – Ausgewählte Werke. Gedenkausgabe des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden*, Berlin 1955 – 1992.

Hans Prescher (Hrsg.) *Georgius Agricola – Ausgewählte Werke. Georg Agricola und seine Zeit v. Helmut Wilsdorf*, Berlin 1956 (= Gedenkausgabe des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden, Bd. I). [Als Verweis: Helmut Wilsdorf, 1956.]

Hans Prescher (Hrsg.), *Georgius Agricola – Ausgewählte Werke. Georg Agricola. Bermannus oder über den Bergbau. Ein Dialog, übers. u. bearb. v. Helmut Wilsdorf*, Berlin 1955 (= Gedenkausgabe des Staatlichen Museums für

Mineralogie und Geologie zu Dresden, Bd. II). [Als Verweis: Helmut Wilsdorf, 1955 a.]

Hans Prescher (Hrsg.) Georgius Agricola – Ausgewählte Werke. Vermischte Schriften I, übers. u. bearb. v. Georg Fraustadt et al., Berlin 1961 (= Gedenkausgabe des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden, Bd. VI). [Als Verweis: Georg Fraustadt, 1961.]

Hans Prescher (Hrsg.) Georgius Agricola – Ausgewählte Werke. Georgius Agricola, De Re Metallica Libri XII. Bergbau und Hüttenkunde, 12 Bücher, übers. u. bearb. v. Georg Fraustadt u. Hans Prescher, Berlin 1974 (= Gedenkausgabe des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden, Bd. VIII). [Als Verweis: Hans Prescher, 1974.]

Hans Prescher (Hrsg.) Georgius Agricola – Ausgewählte Werke. Agricola-Bibliographie 1520 – 1963 v. Rudolf Michaëlis u. Hans Prescher und Bestandsaufnahme der Werke des Dr. Georgius Agricola v. Ulrich Horst, Berlin 1971 (= Gedenkausgabe des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden, Bd. X). [Als Verweis: Ulrich Horst, 1971.]

Hans Prescher (Hrsg.) Georgius Agricola – Ausgewählte Werke. Bergwerke und Hüttenanlagen der Agricola-Zeit v. Helmut Wilsdorf und Werner Quellmalz, Berlin 1971 (= Gedenkausgabe des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden, Erg.-Bd. I).

Hans Prescher (Hrsg.) Georgius Agricola, Vom Bergkwerck XII Bücher darin alle Empter, Instrument, Gezeuge unnd alles zu disem Handel gehörig mitt schönen Figuren vordildet und klärlich beschriben seindt. Faks.-Druck der Ausg. Basel 1557, Weinheim 1985.

Hans Prescher, Georgius Agricola. Persönlichkeit und Wirken für den Bergbau und das Hüttenwesen des 16. Jahrhunderts, Kommentarband, Weinheim 1985.

Hans Prescher, Georgius Agricola und sein Hauptwerk "De re metallica", in: Der Anschnitt, 46. Jg., 1994, H. 2-3, 42 – 54.

Hans Prescher, Otfried Wagenbreth, Georgius Agricola – seine Zeit und ihre Spuren, Leipzig – Stuttgart 1994.

Hans Prescher, Lazarus Ercker, in: Mitteilungen des Landesvereins Sächsischer Heimatschutz e.V., Dresden 1994, H. 2, 74 – 75.

Ernst Preuschen, Über die früheste Kupfergewinnung in den Österreichischen Alpen, in: Norddeutsche Affinerie (Hrsg.), Kupfer in Natur, Technik, Kunst und Wirtschaft, Hamburg 1966, 32 – 36.

Claus Priesner, Geschichte der Alchemie, München 2011.

Heinrich Quiring, Geschichte des Goldes. Die Goldenen Zeitalter in ihrer kulturellen und wirtschaftlichen Bedeutung, Stuttgart 1948.

Miljana Radivojević, Thilo Rehren, Shahina Farid, Ernst Pernicka, Duygu Camurcuoğlu, Repealing the Çatalhöyük extractive metallurgy: The green, the fire and the 'slag', in: Journal of Archaeological Science 86 (2017) 101-122. (*Digital verfügbar unter <http://www.elsevier.com/locate/jas>*)

Carl Friedrich Rammelsberg, Lehrbuch der chemischen Metallurgie, Berlin 1850 (ND 2007, hrsg. v. Esther von Krosigk).

Jan Reiniš, Georg Agricola. Bermannus aneb rozmluva o hornictví|z latiny podle prvního Frobenova vydání přeložil Jan Reiniš, Praha 1957.

Franz Rosenhainer, Die Geschichte des Unterharzer Hüttenwesens. Von seinen Anfängen bis zur Gründung der Kommunionverwaltung im Jahre 1635, Goslar 1968.

Heinrich Wilhelm Rotermund, Das gelehrte Hannover oder Lexicon von Schriftstellern und Schriftstellerinnen, gelehrten Geschäftsmännern und Künstlern die seit der Reformation in und außerhalb den sämtlichen zum jetzigen Königreich Hannover gehörigen Provinzen gelebt haben, Bd. 2, Bremen 1832, 667 f.

Karl-Wolfgang Sanders, Neue Funde zur älteren Harzliteratur, in: Harz-Zeitschrift für den Harz-Verein für Geschichte und Altertumskunde, 29. Jg., 1977, 119 – 123.

Karl-Wolfgang Sanders, Zu Lazarus Erckers "Bericht vom Rammelsberg" aus dem Jahre 1565, in: Der Anschnitt, 46. Jg., 1994, H. 2-3, 100.

Günter Scheel, Technologietransfer für Bergbau und Hüttenwesen im Harz von der Mitte des 17. bis zum Beginn des 18. Jahrhunderts, in: Dieter Brosius et al. (Hrsg.), Geschichte in der Region, Hannover 1993.

Walter Schellhas, Beziehungen des Freiburger Erzbergbaues und der Bergakademie Freiberg (Sachsen) zu Norwegen bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts, in: Freiburger Forschungsheft, Bd. D 147, Leipzig 1982, 47 – 95.

Carl Schiffner, Männer des Metallhüttenwesens, Freiberg 1942.

Carl Schiffner (bearbeitet von Werner Gräbner), Alte Hütten und Hämmer in Sachsen, Berlin 1960 (= Freiburger Forschungshefte, Kultur und Technik, D14).

Friedrich August Schmid (Hrsg.), Georg Agricola's Bermannus eine Einleitung in die metallurgischen Schriften desselben, übersetzt und mit Exkursionen herausgegeben. Freyberg 1806. [Angaben nach AGA X, 1971, 145.]

Anja Schmid-Engbrodt, Von den Lustbarkeiten eines Gartenhauses. Forschungen zu einem bürgerlichen Gartenhaus in Goslar von 1725, in: Christoph Heuter, Mihcael Schimek, Carsten Vorwig (Hrsg.), Bauern-, Herren-, Fertighäuser. Hausforschung als Sozialgeschichte, Münster – New York 2014, 109 – 122.

Martin Schmidt, Die Wasserwirtschaft des Oberharzer Bergbaues, Hildesheim³2002 (= Schriftenreihe der Frontinus-Gesellschaft e.V., Heft 13).

Otto Eduard Schmidt, Ulrich Rülein von Kalbe, in: Mitteilungen des Landesvereins Sächsischer Heimatschutz, Bd. 26, 1937, 111 – 114.

Otto Eduard Schmidt, Johannes Mathesius, in: Mitteilungen des Landesvereins Sächsischer Heimatschutz, Bd. 26, 1937, 114 – 118.

Volker Schmidtchen, Technik im Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit zwischen 1350 und 1600, in: Propyläen Technikgeschichte, Bd. 2, Berlin 1997, 207 – 598.

Jörg Schmiedel, Beobachtungen und Hypothesen zum vorgeschichtlichen und hochmittelalterlichen Bergbau im mittleren Erzgebirge, in: Der Anschnitt, 65. Jg., 2013 H. 3, 78 – 87.

Wolfgang Schneider, Das Wolfenbüttler Münzbuch des Lazarus Ercker (1563), in: Bergakademie, 9. Jg., 1957, H. 6, 329 – 332.

K. Schucht, Der wanderlustige Hardanus Hake, in: Goslarer Bergkalender, Jg. 308, 1958, 74 – 76.

Fritz Selbmann, Karl Steinmüller, Jan Boris Parma, Helmut Wilsdorf et al. (Hrsg.), Agricola-Studien, Berlin 1957 (= Freiburger Forschungshefte, Kultur und Technik, D18).

Walter Serlo, Männer des Bergbaus, Berlin 1937.

Rainer Slotta, Christoph Bartels, Meisterwerke bergbaulicher Kunst vom 13. bis 19. Jahrhundert. Katalog zur Ausstellung des Deutschen Bergbau-Museums Bochum und des Kreises Unna auf Schloß Cappenberg vom 6. September bis 4. November 1990, Bochum 1990, 141 – 174 (= Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum).

Cyril Stanley Smith, Martha Teach Gnudi, The pirotechnia of Vannoccio Biringuccio. The classic sixteenth-century treatise on metals and metallurgy. Translated from the Italian with an introduction and notes, New York 1943; dies. New York 1959 (RP 1990).

Cyril Stanley Smith, Biringuccio, Vannoccio, in: Dictionary of Scientific Biography, Volume II, 1970, 142 f.

Adolf Soetbeer, Edelmetall-Produktion und Werthverhältniss zwischen Gold und Silber seit der Entdeckung Amerika's bis zur Gegenwart, Gotha 1879 (= Dr. A. Petermann's Mittheilungen aus Justus Perthes' Geographischer Anstalt, Ergänzungsheft zu Nr. 57, 1 – 142).

Herbert Sperling, Dieter Stoppel, Gangkarte des Oberharzes mit Erläuterungen, Hannover 1981 (= Monographien der deutschen Blei-Zink-Erzlagerstätten, Monographie 3: Die Blei-Zink-Erzgänge des Oberharzes, 4. Lieferung).

Georg Sprackler, Rolf Wendler (Hrsg.), Georgius Agricola 1494 – 1555 zu seinem 400. Todestag, Berlin 1955.

Stadtverwaltung Chemnitz – Stadtarchiv (Hrsg.), Georgius Agricola und seine Familie. Dokumente. Mit einem biographischen Aufsatz von Hans Prescher, Chemnitz 1994.

Karl Steinmüller, Agricola in Zwickau, in: Fritz Selbmann, Karl Steinmüller, Jan Boris Parma, Helmut Wilsdorf et al. (Hrsg.), Agricola-Studien, Berlin 1957 (= Freiburger Forschungshefte, Kultur und Technik, D18), 20 – 44.

Leo Stern, Der große deutsche Naturforscher und Humanist Georgius Agricola und seine Zeit, in: Georg Sprackler, Rolf Wendler (Hrsg.), Georgius Agricola 1494 – 1555 zu seinem 400. Todestag, Berlin 1955, 9 – 42.

Georg Stöger, Die Migration europäischer Bergleute während der Frühen Neuzeit, in: Der Anschnitt, 58. Jg., 2006, H. 4-5, 170 – 186.

Johann Gottlieb Stör, Bermannus sive De re metallica. Gespräch vom Bergwesen. Georg Agricola von Glauchen ehemahls Stadt Arztes zu St. Joachimsthal Gespräch vom Bergwesen, Rotenburg a. d. Fulda 1778.

Wilhelm Friedrich Karl Stricker, Agricola, Georg, in: August Hirsch et al. (Hrsg.), Biographisches Lexikon der hervorragenden Ärzte aller Zeiten und Völker, Bd. 1, Berlin – Wien 1884 (ND 1929), 47.

Jacob Strieder, Die deutsche Montan- und Metall-Industrie im Zeitalter der Fugger, in: Deutsches Museum Abhandlungen und Berichte, 3. Jg., H.6, Berlin 1931, 189 – 226.

Lothar Suhling, Innovationen im Montanwesen der Renaissance. Zur Frühgeschichte des Tiroler Abdarrprozesses, in: Technikgeschichte, Bd. 42, H.2, 1975, 97 – 119.

Lothar Suhling, Der Seigerhüttenprozeß. Die Technologie des Kupferseigerns nach dem frühen metallurgischen Schrifttum, Stuttgart 1976.

Lothar Suhling, Aufschließen, Gewinnen und Fördern. Geschichte des Bergbaus, Reinbek bei Hamburg 1983.

Lothar Suhling, Schmelztechnische Entwicklungen im ostalpinen Metallhüttenwesen des 15. und 16. Jahrhunderts, in: Werner Kroker, Ekkehard Westermann, Montanwirtschaft Mitteleuropas vom 12. bis 17. Jahrhundert. Stand, Wege und Aufgaben der Forschung (= Der Anschnitt, Beiheft 2), 1984, 125 – 130.

Lothar Suhling, 'Philosophisches' in der frühneuzeitlichen Berg- und Hüttenkunde. Metallogenese und Transmutation aus der Sicht montanistischen Erfahrungswissens, in: Christoph Meinel (Hrsg.) Die Alchemie in der europäischen Kultur- und Wissenschaftsgeschichte (Vorträge gehalten anlässlich des 16. Wolfenbütteler Symposions vom 2. - 5. April 1984 in der Herzog-August-Bibliothek), Wiesbaden 1986, 293 – 313.

Lothar Suhling, Verhüttung silberhaltiger Kupfererze, in: Uta Lindgren, Europäische Technik im Mittelalter 800 bis 1200. Tradition und Innovation, Berlin 1996 (²1997), 269 – 276.

Lothar Suhling, tägliche Übung gibt immer neue Erfindung. Montantechnischer Fortschritt und der Erfindungsbegriff bei Johannes Mathesius (1504-1565), in: Johann Beckmann und die Folgen. Erfindungen – Versuch der historischen, theoretischen und empirischen Annäherung an einen vielschichtigen Begriff, Münster 2001 (= Cottbuser Studien zur Geschichte von Technik, Arbeit und Umwelt, 17) 267 – 275.

Lothar Suhling, Die Darstellung der Hüttentechnik bei Agricola im Spiegel frühneuzeitlicher Schmelzbücher, in: Mitteilungen des Chemnitzer Geschichtsvereins, Bd. 75 (NF 14), 2005, 82 – 95.

Lothar Suhling, Bergpredigten - Zur Vermittlung bergbaulichen Wissens im Gottesdienst am Beispiel des montankundigen Pastors Johann Mathesius (1504 - 1565), in: Wolfgang Ingenhaeff, Johann Bair (Hrsg.), Bergbau und Religion. Schwazer Silber - 6. Internationaler Montanhistorischer Kongreß, Innsbruck [u.a.] 2008, 323 – 332.

Constantin Täschner, Der Arzt, Bürgermeister und Bergbauschriftsteller Ulrich Rüleln von Kalbe, in: Mitteilungen vom Freiburger Altertumsverein, Heft 50, 1915, 71 – 73.

Technische Universität Bergakademie Freiberg (Hrsg.), Lazarus Ercker. Sein Leben und seine Zeit. Zur Geschichte des Montan- und Münzwesen im mittleren Europa. Tagungsband, Freiberg 1994.

Klaus Tenfelde, Stefan Berger, Hans-Christoph Seidel (Hrsg.), Geschichte des deutschen Bergbaus, Münster 2012 – 2016.

Klaus Tenfelde, Toni Pierenkemper (Hrsg.), Motor der Industrialisierung. Deutsche Bergbaugeschichte im 19. und frühen 20. Jahrhundert, Münster 2016 (= Geschichte des deutschen Bergbaus, Bd. 3).

Emil Treptow, Mathesius, Johann, in: Conrad Matschoss (Hrsg.), Männer der Technik. Ein biographisches Handbuch, Berlin 1925, 170.

Emil Treptow, Agricola, Georgius, in: Conrad Matschoss (Hrsg.), Männer der Technik. Ein biographisches Handbuch, Berlin 1925, 2.

Ugo Tucci, Biringucci (Bernigucio), Vannoccio, in: Dizionario Biografico degli Italiani, Bd. X, 1968, 625 – 631.

Ronald Frank Tylecote, Überblick über die Geschichte der Kupfer-Gewinnung und Kupfer-Verwendung in den Ländern der Welt von urgeschichtlicher Zeit bis zum Mittelalter, in: Norddeutsche Affinerie (Hrsg.), Kupfer in Natur, Technik, Kunst und Wirtschaft, Hamburg 1966, 23 – 31.

Bernardo Péres de Vargas, De re metallica. En el qual se tratan muchos y diversos secretos, Madrid 1568/69. [Angaben nach Cyril Stanley Smith, Martha Teach Gnudi, 1959 (RP 1990), XXI.]

Vereinigung der Freunde von Kunst und Kultur im Bergbau e.V. (Hrsg.), Internationale Bibliographie Aufsatzliteratur zur Montangeschichte, Essen ab 1976; diese erschien zunächst in, später als Beilage zu „Der Anschnitt“, die Jahrgänge 1974/75 bis 2001 sind in drei Bänden in der Bibliothek ausleihbar, neue Hefte befinden sich in der Zeitschriftenauslage.

Ruth Vornefeld, Technologietransfer im Silberbergbau des 18. Jahrhunderts. Intraeuropäische und interkontinentale Aspekte, in: Ekkehard Westermann (Hrsg.) Vom Bergbau- zum Industrieviertel, Stuttgart 1995, 348 – 361.

Jozef Vozár, Das Schemnitzer Bergwesen und die Gründung der Bergakademie, in: Der Anschnitt, 50. Jg. 1998, H.1, 20 – 24.

Otfried Wagenbreth, Eberhard Wächtler (Hrsg.), Der Freiburger Bergbau. Technische Denkmale und Geschichte, Leipzig²1988.

Otfried Wagenbreth, Eberhard Wächtler et al. (Hrsg.), Bergbau im Erzgebirge. Technische Denkmale und Geschichte, Leipzig 1990.

Wolfhard Weber (Hrsg.), Salze, Erze und Kohlen. Der Aufbruch in die Moderne im 18. und frühen 19. Jahrhundert, Münster 2015 (= Geschichte des deutschen Bergbaus, Bd. 2).

Carl Weihe, Biringuccio, Vanuccio, in: Conrad Matschoss (Hrsg.), Männer der Technik. Ein biographisches Handbuch, Berlin 1925, 23.

Hermann Weinreich, Wort und Werkzeug in den Predigten des Johann Mathesius, Berlin 1932 (= Abhandlungen und Berichte. Deutsches Museum, 4. Jg. H.2.).

- Gerd Weisgerber, Bergbau, in: DNP (Der Neue Pauly), Bd. 2, 1997, 568 – 573.
- Angelika Westermann, Die vorderösterreichischen Montanregionen in der Frühen Neuzeit, Stuttgart 2009.
- Ekkehard Westermann, Zur Silber- und Kupferproduktion Mitteleuropas vom 15. bis zum frühen 17. Jahrhundert. Über Bedeutung und Rangfolge der Reviere von Schwaz, Mansfeld und Neusohl, in: Der Anschnitt, 38. Jg., 1986, H. 5-6, 187 – 211.
- Ekkehard Westermann, Silber I. Vorkommen und Nutzen, II. Silberbergbau, in: Lexikon des Mittelalters, Bd. VII, 1995, 1898 – 1900.
- Raimund Willecke, Bergrecht, in: Lexikon des Mittelalters, Bd. I, 1980, 1957 – 1959.
- Helmut Wilsdorf, Bergleute und Hüttenmänner im Altertum bis zum Ausgang der Römischen Republik, Berlin 1952 (= Freiburger Forschungshefte, Kultur und Technik, D1).
- Helmut Wilsdorf, Übersicht über die Werke des Georgius Agricola, in: Georg Sprackler, Rolf Wendler (Hrsg.), Georgius Agricola 1494 – 1555 zu seinem 400. Todestag, Berlin 1955, 358 – 370. [= Wilsdorf, 1955 b]
- Helmut Wilsdorf, Agricola in Italien und seine persönlichen Beziehungen zur angelsächsischen Welt, in: Georg Sprackler, Rolf Wendler (Hrsg.), Georgius Agricola 1494 – 1555 zu seinem 400. Todestag, Berlin 1955, 230 – 246. [= 1955 c]
- Helmut Wilsdorf, Das Schwazer Bergbuch von 1556 und seine ältere Fassung im Exemplar des Bergbau-Museums Bochum, in: Bergakademie. Zeitschrift für Bergbau, Hüttenwesen und verwandte Wissenschaften, Jg. 9, 1957, H. 8, 430 – 434.
- Helmut Wilsdorf, Agricola, Georgius, in: Dictionary of Scientific Biography, Volume I, 1970, 77 – 79.
- Heinrich Winkelmann, Schwazer Bergbuch, (hrsg. von der Gewerkschaft Eisenhütte Westfalia, Wethmar/Post Lünen, verantwortl. für die wiss. Bearb. H. Winkelmann), Bochum 1956.
- Heinrich Winkelmann, Das Schwazer Bergbuch. Ein siebentes Exemplar im Bergbau-Museum Bochum, in: Der Anschnitt, 9. Jg., 1957, H. 1-2, 3 – 8.
- Harald Witthöft, Vom Bergmaß im „Schwazer Bergbuch“ 1554/1556, in: Der Anschnitt, 60. Jg., 2008, H. 5/6, 266 – 273.
- Herbert Wolf, Mat(t)hesius, Johann(es), in: Neue Deutsche Biographie, 16. Bd., 1990, 369 f.
- Herbert Wolf, Zum Gedenken. Johannes Mathesius - Bergmannsprediger und Lutherbiograph, in: Mitteldeutsches Jahrbuch für Kultur und Geschichte, Bd. 11, 2004, 195 – 200.
- Volker Wollmann, "De re metallica Libri XII" in rumänischer Sprache erschienen, in: Der Anschnitt, 59. Jg., 2007, H. 2-3, 89 – 91.
- Hermann Ziegenspeck, Cordus, Valerius, in: Neue Deutsche Biographie, Bd. 3, 1957, 359.

Dieter Ziegler (Hrsg.), Rohstoffgewinnung im Strukturwandel. Der deutsche Bergbau im 20. Jahrhundert, Münster 2013 (= Geschichte des deutschen Bergbaus, Bd. 4).

László Zsámboki (Hrsg.), Ulrich Rülein von Calw, Renszeres és hasnos kiskönyvs Bányázatról, Bergbüchlein (Scriptores rerum metallicarum antiquiores¹) Miskolc-Rudabánya 1987.

László Zsámboki, Georg Agricola. Bermannus sive De re metallica dialogus, ungar.: Bermannus avagy Beszélgetés az ásványok csodálatos világáról. Agricola születésének félezredik évfordulójára, Miskolc-Rudabánya 1994.

Website der Aurubis AG: <https://www.aurubis.com/de> vom 23.06.2015.

Website der Berzelius Metall GmbH: <http://www.berzelius.de> vom 23.06.2015.

Artikel „Boliden“ in: <http://de.wikipedia.org/wiki/Boliden> vom 11.01.2014.

Website der Boliden AB: <http://www.boliden.com> vom 11.01.2014.

Artikel „Bor (Serbien)“ in: http://de.wikipedia.org/wiki/Bor_Serbien vom 16.10.2014.

Artikel „KGMH“ in: <http://de.wikipedia.org/wiki/KGHM> vom 03.03.2014.

Website der KGMH: <http://www.kghm.pl/> vom 03.03.2014.

Website der Recylex SA: <http://www.recylex.fr/> vom 23.06.2015.

Website der Rio Tinto plc.: <http://www.riotinto.com/> vom 02.10.2012.

Website der Rio Tinto Alcan: <http://www.riotintoalcan.com/> vom 02.10.2012

Website der SNL Lavalin Group Inc.: <http://www.snclavalin.com/en/rtb-bor-smelter-modernization> vom 16.10.2014.

Website der Xstrata plc.: <http://www.xstratazinc.com/> vom 02.10.2012.

Website der Georg-Agricola-Gesellschaft für Technikgeschichte und Industriekultur e.V.:

<http://www.georg-agricola-gesellschaft.de>, Stand 31.05.2017.

Website des Agricola-Forschungszentrum Chemnitz (AFC):

<http://www.georgius-agricola.de/forschungszentrum.html>, Stand 31.05.2017.

8.2.2 Literatur, die für den Forschungsüberblick gesichtet, aber nicht herangezogen wurde

Zu diesem Teil des Literaturverzeichnisses ist anzumerken, dass die hier genannte Literatur zur Ermittlung des Forschungsstandes bezüglich der einzelnen Montanschriftsteller und ihrer Werke diente. Dazu wurden im Wesentlichen die Literaturverzeichnisse einschlägiger Monographien und die Kataloge deutscher Bibliotheken herangezogen. Da in dieser Arbeit dreizehn Autoren mit fünfzehn Werken thematisiert wurden, genügte es auf die jeweils wichtigsten Monographien und Aufsätze zurückzugreifen.

Um jedoch dem Leser die Mühe zu ersparen, bei weitergehenden Forschungen selbst die zahlreichen erwähnten Titel suchen zu müssen, sind diese hier den einzelnen Autoren zugeordnet aufgeführt.

Literatur zum „Mittelalterlichen Hausbuch“:

Christoph zu Waldburg Wolfegg, Gundolf Keil, Das Mittelalterliche Hausbuch aus der Sammlung der Fürsten zu Waldburg Wolfegg. Faksimile, München 1997.

Literatur zu Ulrich Rülein von Calw:

Paul Bamberg, Personen im Gebiete des Freiburger Bergbaus aus der Zeit von 1487 bis 1546, in: Mitteilungen des Freiburger Altertumsvereins, Heft 69, 1940, 43 – 98.

Hans Baumgärtel, Ulrich Rülein von Calw, in: Bergakademie. Zeitschrift für Bergbau, Hüttenwesen und verwandte Wissenschaften, Bd. 15, 1963, 57 – 58.

Werner Martin Dienel, Ein schwäbischer Humanist in Sachsen. Vor 500 Jahren geb. Ulrich Rülein von Calw, in: Glückauf. Zeitschrift des Erzgebirgsvereins e.V., Bd. 12, 1965, 82 – 85.

Siegfried Greiner, Ulrich Rülein aus Calw zum 450. Todestag, in: Schwäbische Heimat, 24. Jg., 1973, 212 – 217.

Georg Heinrich Jacobi, Der Mineralog Georgius Agricola und sein Verhältnis zur Wissenschaft seiner Zeit, Werdau/Sachsen 1889.

Gustav Carl Laube, Besprechung über H. von Dechen, Das älteste Bergwerksbuch, in: Mitteilungen des Vereins für Geschichte der Deutschen in Böhmen, Jg. 24, Prag 1886, Literarische Beilage 24 – 26.

Werner Lauterbach, Ulrich Rülein von Calw, in: Mitteilungen des Freiburger Altertumsvereins, Heft 84, 2000, 19 – 21.

Karl Lüdemann, Ulrich Rülein von Kalbe, der Verfasser des ersten deutschen Buches über den Bergbau, in: Beiträge zur Geschichte des geodätischen und markscheiderischen Messungswesens und der vermessungstechnischen Instrumentenkunde, Nr. 17. – Mitteilungen des Freiburger Altertumsvereins, Heft 64, 1934, 67 – 75.

Rudolf Michaelis, Dr. Ulrich Rülein von Calw (Calbe) und sein "Nützlich Bergbüchlein" um 1500, in: Sächsische Heimatblätter. Zeitschrift für sächsische Geschichte, Denkmalpflege, Natur und Umwelt, Bd. 10, 1964, 163 – 167.

Andreas Möller (Mollerus), Theatrum Freibergense Chronicum. Beschreibung der Berghauptstadt Freiberg in Meißen, 2 Bände, Freiberg 1653. [Angaben nach Wilhelm Pieper, Literaturverzeichnis.]

Hans Prescher, Ulrich Rülein von Calw. Zum Gedenken seines 450. Todestages, in: Sächsische Heimatblätter, Bd. 20, 1974, 275 – 277.

Hieronymus Weller, Analecta Welleriana. In lateinischer Sprache zusammengelesen und verdeutscht durch Michael Hempel, 2 Teile, Freiberg 1596. [Angaben nach Wilhelm Pieper, Literaturverzeichnis.]

Hieronymus Weller(us), Opera omnia (latina). Mit Vorwort von Christoph Friedrich Lämmel, Leipzig 1702, 174b. [Angaben nach Wilhelm Pieper, Literaturverzeichnis.]

Literatur zu Peder Månsson:

Robert Geete, Vadstenabordern Peder Månssons bref på svenska från Rom till Vadstena kloster 1508 – 1519 (Beilage zu Svenska Fornskrift-Sällskapet's årsmöte, Stockholm 1915). [Angaben nach Otto Johannsen, 1941, Literaturverzeichnis.]

Erik Holmkvist, Om Peder Månssons författarskap och landsmanskap. Arkiv for nordisk filologi, Bd. 52 (1936), 340/49. [Angaben nach Otto Johannsen, 1941, Literaturverzeichnis.]

Peder Månsson, Sjökonsulatet (il consolato del mare), o.O um 1940, (enthält außerdem Stridskonst und Bondakonst).

Literatur zu Vannoccio Biringuccio:

Andrea Bernardoni, La conoscenza del fare ingegneria, arte, scienza nel "De la pirotechnia" di Vannoccio Biringuccio, Roma 2011.

Franco Brunello, Vannoccio Biringuccio e il trattato "De la Pirotechnia", in: Trattati scientifici nel Veneto fra il XV e XVI secolo, 1985, 29 – 37.

Curzio Cipriani, "De re metallica" e "De la Pirotechnia" Agricola e Biringuccio, in: Atti e memorie dell'Accademia Toscana di Scienze e Lettere "La Colombaria", N.S. 46 = 60, 1995, 9 – 30.

Aldo Mieli, Vannoccio Biringuccio e il metodo sperimentale, in: Isis, 2, 1914, 90 – 99.

Aldo Mieli, Vannoccio Biringuccio, in: Gli scienziati italiani dall'inizio del medio evo ai nostri giorni, Rome, 1921, pt. 1.

Wolfgang Piersig, Vannoccio Biringuccio und die Pirotechnia. 525. Geburtstag des ersten Autors der Metallurgie, München 2007.

Cyril Stanley Smith, Martha Teach Gnudi, Of Typecasting in the Sixteenth Century, New Haven 1941.

Ivan Tognarini, Una tradizione senese. Dalla Pirotechnia di Vannoccio Biringuccio al Museo del Mercurio, Napoli [u.a.] 2000 (= Università degli Studi di Siena ... A cura di Ivan Tognarini, Nuove ricerche di storia, 19).

Elena Torretta, Biringuccio, la pirotechnia, il metodo sperimentale e il rinnovamento della siderurgia europea, in: Le culture della tecnica, N.S. 19, 2008, 72 – 100.

Raffaello Vergani, Metals and metallurgical processes in North Italy in Biringuccio's work, in: History of technology, 21, 1999 (2000), 141 – 153.

Raffaello Vergani, Miniere e minerali nella "Pirotechnia" di Biringuccio, in: L'ultimo secolo della repubblica di Siena, 2008, 467 – 475.

Literatur zum Schwazer Bergbuch:

Ernst Heinrich Berninger, Marginalien zum Tiroler Bergbau. Das Exemplar des Schwazer Bergbuchs in der Bibliothek des Deutschen Museums, in: Martin Körner (Hrsg.), Quand la montagne aussi a une histoire. Mélanges offerts à Jean-François Bergier, Bern 1996, 123 – 142.

Franz Friese, Das Ettenhardische Bergbuch, in: Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch der k.k. Bergakademien Schemnitz und Leoben, Bd. 14, Wien, 1865, 125 – 172.

Hans Krähenbühl, Der Schwazer Bergbau und sein Bergbuch, in: Bergknappe, Jg. 23, 1999, H. 3, 15 – 22.

Wolfgang Lefèvre, Picturing the world of mining in the renaissance. The Schwazer Bergbuch (1556), Berlin 2010.

Karl Ewald Fritsch, Die Tracht im Schwazer Bergbuch, in: Der Anschnitt, 9. Jg., 1957, H. 1/2, 20 – 34.

Julius Raub, Bergmännische Privilegien im Schwazer Bergbuch, in: Der Anschnitt, 9. Jg., 1957, H. 1/2, 35 – 41.

Literatur zu Georgius Agricola:

Katrin Cura, Die chemischen Aspekte in Georg Agricolas Werk "De re metallica libri XII", in: Von Georgius Agricola zum Mitteldeutschen Braunkohlenbergbau. Aspekte der Montangeschichte, Freiberg 2006, 45 – 77 (= Vorträge der Jahrestagung der Georg-Agricola-Gesellschaft, 2005).

Gisela-Ruth Engewald, Georgius Agricola, Leipzig 1982.

Walter Fischer, Zum 450. Geburtstag Agricola's, des „Vaters der Mineralogie“ und Pionier des Berg- und Hüttenwesens, in: Mitteilungen aus dem Staatlichen Museum für Mineralogie und Geologie zu Dresden, NF 68, Stuttgart 1944 (= Sonderabdruck aus: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, 1944, 113 – 225). [Angaben nach AGA X, 1971, 345.]

Reinhold Hofmann, Dr. Georg Agricola. Ein Gelehrtenleben aus dem Zeitalter der Reformation, Gotha 1905. [Angaben nach AGA X, 1971, 239.]

Ulrich Horst, Das Agricola-Büchlein. Leben, Wirken und Bedeutung von Georgius Agricola, dem Begründer der Bergbau- und Hüttenkunde, der neuzeitlichen Mineralogie und Geologie zur 400. Wiederkehr des Todestages des großen Humanisten, Dresden 1955. [Angaben nach AGA X, 1971, 404.]

Georg Heinrich Jacobi, Der Mineralog Georgius Agricola und sein Verhältnis zur Wissenschaft seiner Zeit, Zwickau 1889. [Angaben nach AGA X, 1971, 208.]

Roland Ladwig, Ökonomisches Denken bei Montanwissenschaftlern am Beispiel von Georgius Agricola, Diss., Freiberg 1987.

Rudolf Metz, Die schönsten Holzschnitte aus dem Bergwerksbuch "De re metallica libri XII" 1556 von Georg Agricola, Heidelberg 1974 (= Der Aufschluß, Sonderband 23).

Friedrich Naumann (Hrsg.), Georgius Agricola - 500 Jahre. Wissenschaftliche Konferenz vom 25. – 27. März 1994 in Chemnitz, Freistaat Sachsen, veranstaltet von der Technischen Universität Chemnitz-Zwickau und der Georg-Agricola-Gesellschaft zur Förderung der Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik e.V., Basel – Boston – Berlin 1994.

Friedrich Naumann, 450 Jahre "De re metallica libri XII" - das Hauptwerk Georgius Agricolas, in: Von Georgius Agricola zum Mitteldeutschen Braunkohlenbergbau. Aspekte der Montangeschichte, Freiberg 2006, 13 – 44 (= Vorträge der Jahrestagung der Georg-Agricola-Gesellschaft, 2005).

Wilhelm Pieper, Die Holzschnitte im Bergwerksbuch des Georgius Agricola, in: Mitteilungen des Vereins für Chemnitzer Geschichte, Bd. 31, Jg. 1938/44, 21 – 40. (Siehe auch: Zeitschrift für Metall und Erz, 1944, 49 – 56.)

Adam Daniel Richter, Umständliche, aus zuverlässigen Nachrichten zusammengetragene Chronica der, an dem Fuße des Meißnischen Ertzgebürges gelegenen, Königl. Pohln. und Churfürstl. Sächß. Stadt Chemnitz nebst beygefügtten Urkunden, Zittau – Leipzig 1763 – 1764. [Angaben nach AGA X, 1971, 110.]

Adam Daniel Richter, Vitam Georgii Agricolae exponit ..., Annabergae 1755. [Angaben nach AGA X, 1971, 110.]

Literatur zu Johannes Mathesius:

Johann Abraham, Johannes Mathesius, der treue Jünger Luthers, Wittenberg 1883.

Karl Amelung, M. Johannes Mathesius, ein lutherischer Pfarrherr des 16. Jahrhunderts. Sein Leben und Wirken, unter Benutzung des handschriftlichen Nachlasses des sel. Pfarrers Christian Müller zu Fürstenau im Odenwald, Gütersloh 1894.

Manfred Blechschmidt, Johannes Mathesius – Leben, Wirken, Werk. in: Erzgebirgische Heimatblätter, H. 6, 1989, 150 – 153.

Ernst Göpfert, Die Bergmannssprache in der Sarepta des Johann Mathesius, Straßburg 1890 (ND 1902 = Zeitschrift für deutsche Wortforschung, 3.Bd. Beiheft).

Franz Kirnbauer, Johannes Mathesius und der Bergbau. Zur 450. Wiederkehr s. Geburtstages, Wien 1954 (= Leobener grüne Hefte, H. 15).

Carl Friedrich Ledderhose, Johann Mathesius, Leben und Auswahl seiner Schriften, Stuttgart 1868.

Georg Loesche, Johannes Mathesius – Ein Lebens- und Sitten-Bild aus der Reformationszeit, Bd. I und II, Gotha 1895 (ND Nieuwkoop 1971).

Georg Loesche, Johann Mathesius. Ein Beitrag zur böhmischen Reformationsgeschichte, Wien 1888 (= Jahrbuch für die Geschichte des Protestantismus in Österreich, Jg. 9, H 1)

Johannes Mathesius, Von den alten freien und Christlichen Bergleuten zu Philippen Acto. 16. ... geprediget, Wittemberg 1553.

Johannes Mathesius, Ein Geistlich Bercklied. Gestellet in S. Jochimsthal, Durch M. Johan. Mathesium, Prediger, o.O. 1556.

Johannes Mathesius, Historien Von des Ehrwirdigen ... D. Martin Luthers Anfang, Iere, leben, Standhafft bekentnuß seines Glaubens und Sterben, Nürnberg 1573.

Johannes Mathesius, Bergpostilla Oder Sarepta. Darinn von allerley Bergkwerck vnd Metallen was jr eigenschaft vnd natur vnd wie sie zu nutz ... gemacht guter bericht gegeben wird. Mit ... lehrhaffter erklerung aller spruech so inn heiliger Schrifft von Metall reden ... Jetzund mit fleisz widerumb durchsehen corrigirt vnd gemehret mit einem neuen Register vnd kurtzen

Summarien ... Sampt der Jochimsthalischen kurtzen Chroniken biß auff das 1578. Jar, Nürnberg 1587.

Johann Mathesius, Sarepta darin von allerley Bergwerck vnd Metallen was jhr Eigenschafft vnd Natur vnd wie sie [zu] Nutz vnd gut Gemacht guter Bericht gegeben, Leipzig 1620.

Johann Balthasar Mathesius, Hrn. M. Joh. Mathesii weyl. berühmten und frommen Pfarrers im Joachimsthal Lebensbeschreibung, so da seine Geburth, Aufferziehung, Studia, Beförderung, Tugenden, Ehestand, priesterlich-exemplarisches Ende, und was sonst zu seinem Lebenswandel gehöret, Nebst einem Kern aus seinen Schrifften in sich fasset, und zusammen gesucht worden von M. Johann Balthasar Mathesius, Pfarrer in Brockwitz, Dresden 1705.

Hans Roser, Johann Mathesius. Luthers erster Biograph ist in München aufgewachsen, in: Altbayern und Luther, 87 – 91, 1996.

Herbert Wolf, Die Sprache des Johannes Mathesius. Philolog. Untersuchung frühprotestant. Predigten. Einf. u. Lexikologie, Köln – Wien, 1969.

Literatur zu Lazarus Ercker:

Eva V. Armstrong and Hiram S. Lukens, Lazarus Ercker and his "Probierbuch", Sir John Pettus and his "Fleta minor", in: Journal of chemical education, Vol. 16, 1939, 553 – 562.

Paul Bamberg, Personen im Gebiete des Freiburger Bergbaus aus der Zeit von 1487 bis 1546, in: Mitteilungen des Freiburger Altertumsvereins, H. 69, 1940, 43 – 98.

Paul Bamberg, Die Münzmeister in Annaberg, in: Deutsche Münzblätter, Berlin 1942, 411.

Christoph Bartels, Zum Wirken Lazarus Erckers als Hüttenmann in Sachsen und Böhmen. Lazarus Ercker, ein führender europäischer Montanfachmann der Renaissance, in: Sächsisch-böhmische Beziehungen im 16. Jahrhundert, 6. Agricola-Gespräch, Wissenschaftliche Konferenz veranstaltet vom Agricola-Forschungszentrum Chemnitz, der Sächsischen Landesstelle für Volkskultur Schneeberg und dem Karlovarské muzeum, 24. - 26. März 2000, Chemnitz 2001, 61 – 75.

Klaus Freymann, Lazarus Ercker und der Bericht über das "Kuttenberger Schmelzwerk" in: Friedrich Naumann (Hrsg.), Georgius Agricola – 500 Jahre. Wissenschaftliche Konferenz vom 25. – 27.3.1994 in Chemnitz, Freistaat Sachsen, Basel – Boston – Berlin 1994, 275 – 283.

Ludmila Kubátová, Neznámý rukopis Lazara Erckera 1569, Prag 1996.

Lubomir Nemeskal, Lazar Ercker – pražský mincmistr, in: Studie z dějin hornictví 7, Praha 1976, 41 – 62. [Angaben nach Kubátová, Prescher, Weißhaupt, Quellen- und Literaturverzeichnis.]

Hans Prescher, Lazarus Ercker (1528-1594). Sächsischer Probationsmeister u. böhmischer Oberstberg- u. Münzmeister – ein Schüler von Adam Ries, in: Adam Ries - Humanist, Rechenmeister, Bergbeamter. Beiträge zum wissenschaftlichen Kolloquium (Annaberg-Buchholz 18. Juli 1992) Annaberg-

Buchholz 1992, 139 – 143 (= Schriften des Adam-Ries-Bundes Annaberg-Buchholz, 1).

Cyril Stanley Smith, Lazarus Ercker and the role of the assayer, in: Thomas Parke Hughes, The development of Western technology since 1500, New York 1964, 33 – 37.

Kaspar Graf von Sternberg, Umriss einer Geschichte der böhmischen Bergwerke, 3 Bände, Prag 1836 – 1838. [Angaben nach Paul Reinhard Beierlein, 1955, 123.]

Jan Stovíček, Lazarus Ercker aus Annaberg und Christoph Manlius aus Görlitz und ihre gemeinsame Arbeit in Prag 1573/1574, in: Sächsische Heimatblätter 38, Dresden 1992, 264 – 268. [Angaben nach Kubátová, Prescher, Weißhaupt, Quellen- und Literaturverzeichnis.]

Literatur zum Speculum Metallorum:

Martin Stürtz, Speculum metallorum. Zwei Handschriften eines unveröffentlichten Bergbuchs aus dem Jahre 1575 in Wien und Calw aufgefunden, in: Der Anschnitt, 9. Jg., 1957, H.1/2, 52.

Helmut Wilsdorf, Die Handschrift des Abraham Schnitzer in Gotha - ein fünftes Exemplar vom Speculum Metallorum, Wien 1976, 217 – 222, in: Veröffentlichungen des Österreichischen Museum für Volkskunde, 16, 1976.

Literatur zu Hardanus Hake:

Albrecht Riechers, Sechste und siebente aufgefundenene Abschrift des dritten Teiles der Bergchronik des Hardanus Hake, Pastors zu Wildemann verfaßt in den Jahren 1580 – 1583, überarb. von Albrecht Riechers im Auftr. des Bomann-Museums in Celle, Clausthal-Zellerfeld 1963.

Literatur zu Georg Engelhardt Löhneyß:

Wilhelm Prandtl, Die erste Ausgabe von Georg Engelhard Löhneyss' Bericht vom Bergkwerck, in: Zeitschrift für Bücherfreunde, Leipzig 1935, 15 – 22.

H. Dieckmann, Das größte Plagiat im berg- und hüttenmännischen Schrifttum, in: Das Werk (Zeitschrift der Vereinigten Stahlwerke AG), 16. Jg., 1936, H. 12, 572.

Anhang I: Abkürzungen

ADB	= Allgemeine Deutsche Biographie
AGA	= Agricola Gedenkausgabe Hans Prescher (Hrsg.), Georgius Agricola - Ausgewählte Werke. Gedenkausgabe des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden, Berlin 1955 – 1992, Band I bis X.
AT	= Altes Testament
BBK	= Biographisch-Bibliographisches Kirchenlexikon
BBL	= Braunschweigisches Biographisches Lexikon
Bibliothek Achenbach	= Bestand in der Bibliothek des Oberbergamtes in Clausthal-Zellerfeld.
BL herv. Ärzte	= Biographisches Lexikon der hervorragenden Ärzte aller Zeiten und Völker
DBE	= Deutsche Biographische Enzyklopädie
Dennert	= Bergbau und Hüttenwesen im Harz vom 16. bis 19. Jahrhundert
DNP	= Der Neue Pauly
DSB	= Dictionary of Scientific Biography
DWB	= Deutsches Wörterbuch von Jacob und Wilhelm Grimm.
GBV	= Gemeinsamer Bibliotheksverbund der Länder Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein, Thüringen und der Stiftung Preußischer Kulturbesitz
KVK	= Karlsruher Virtuellen Katalog der UB Karlsruhe
LdM	= Lexikon des Mittelalters
Matschoss	= Männer der Technik
NDB	= Neue Deutsche Biographie
NLA BaCl	= Niedersächsisches Landesarchiv Bergarchiv Clausthal
RE	= Paulys Real-Encyclopädie der classischen Altertumswissenschaft
RTK	= Realencyklopädie für protestantische Theologie und Kirche
SLUB	= Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
TIB	= Technische Informationsbibliothek Hannover

Anhang II: Maße und Gewichte

Soweit dies aus der Literatur ermittelt werden konnte oder den Fußnoten und Anmerkungen der entsprechenden Veröffentlichungen zu entnehmen war, sind hier die in den verschiedenen Schriften verwendeten Maße und Gewichte zusammen gestellt.

Zum Probierbüchlein (1534)

Gewichtseinheiten

Mark niederländisch	Lot	Denar	Grän
1	16		288
	1		18
		12	288
		1	24

Aus: Probierbüchlein, 1534, 3^r.

Die Umrechnung in heutige Gewichtseinheiten ist nicht bekannt.

Gewichtseinheiten

Zentner	Pfund	Mark	Lot	Quint	Denar
1	100	50	800	1600	
	1	2	32	64	128
		1	16	32	64
			1	2	4
				1	2
					1

Aus: Probierbüchlein, 1534, 11^r.

Die Umrechnung in heutige Gewichtseinheiten ist nicht bekannt.

Zu Peder Månsson

Längenmaße

Elle	Spanne	Zoll	cm
1			60,0
	1		22,0
		1	2,5

Aus: Otto Johannsen, 1941, 187, dort zu erschließen aus der Zeichnung.

Zu Vannoccio Biringuccio

Längenmaße

Canna (Handelsmaß)	Braccio	Palmo	Dito	cm
	Elle	Span	Zoll	cm
1	4	8	96	233,40
	1	2	24	58,36
		1	12	29,18
			1	2,43

Aus: Cyril Stanley Smith, Matha Teach Gnudi, 1990, Appendix B, 457.

Gewichtseinheiten

Libra	Oncia	Denaro	Gräno	g
Pfund	Unze	Denar	Grän	g
1	12	288	6912	339,55
	1	24	576	28,30
		1	24	1,18
			1	0,049

Aus: Cyril Stanley Smith, Matha Teach Gnudi, 1990, Appendix B, 458.

Zum Schwazer Bergbuch

Gewichtseinheiten

Zentner	Pfund	Mark	Lot	Quintel	Grän	g
1						56.000,00
	1					562,74
		1	16			276,98
			1	4	18	
				1	4 ½	
					1	

Aus: Erich Egg, 1988, 176 – 186 (Wörterklärungen).

Bei den Gewichtseinheiten waren auf dem Weg der Gesetzgebung die einheimischen Tiroler Gewichte mit Hilfe von Vergleichen in das System der Wiener Einheiten seit 1525 integriert worden. Demnach wog 1 Pfund 562,746 g (nach Harald Witthöft, 2008, 269).

Längenmaße

Klafter	Bergstab	Elle	Däumel	Gmünd	cm
1	2				189,60
	1				94,98
		1			77,70
			1		52,00
				1	25,00

Aus: Erich Egg, 1988, 176 – 186 (Wörterklärungen). Im Text findet man folgende Angaben: 1 Klafter = 2 Wiener Ellen + 6 Querfinger, 1 Stab = 2 Wiener Elle + 3 Querfinger, 1 Däumel etwas > ½ Wiener Elle, 1 Gmünd = etwas < ¼ Wiener Elle.

Längenmaße

Klafter	Bergstab	Elle	Spanne	Handbreit	Finger	cm
1	2	4	8	20	80	175,4008
	1	2	4	10	40	87,7004
		1	2	5	20	43,8502
			1	2 ½	10	21,9251
				1	4	8,7700
					1	2,1925

Aus: Harald Witthöft, 2008, 268; nur das Klaftermaß wurde vom Autor metrisch angegeben, die übrigen Maße errechnen sich hieraus.

Die Maße, die Harald Witthöft ermittelt, weichen vor allem bei den Längenmaßen erheblich von den bei Erich Egg angegebenen Maßen ab. Er widerspricht ausdrücklich der Gleichsetzung von Schwarzer und Wiener Klafter.

Zu Georgius Agricola

Handelsgewichte

Zentner	Pfund	Mark	Unze	Lot	Halblot	Quent	g
1	100	200	1.600	3.200	6.400	12.800	467.712,0
	1	2	16	32	64	128	467,7
		1	8	16	32	64	233,8
			1	2	4	8	29,2
				1	2	4	14,6
					1	2	7,3
						1	3,6

Aus: Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 927.

Gewichte für das Kupferfrischen.

Pfund	½ Pfund	Unze	½ Unze	Halblot
1	2	12	24	48
	1	6	12	24
		1	2	4
			1	2
				1

Nach: Lothar Suhling, 1976, 115 f., er geht von 1 Pfund = 12 Unzen aus, Agricola-Gesellschaft beim Deutschen Museum (Hrsg.), 1928 (ND 2003), 433, und Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 623, und Anm. 610 (781), gehen von 1 Pfund = 16 Unzen aus, weshalb sich für die 1. Mischung falsche Werte ergeben.

Längenmaße

Lachter	Elle	Fuß	Spanne	Halbfuß	Handbr.	Finger	cm
1	3	6	8	12	24	96	200,4
	1	2	2 ⅔	4	8	32	66,8
		1	1 ⅓	2	4	16	33,4
			1	1 ½	3	12	25,0
				1	2	8	16,7
					1	4	8,3
						1	2,0

Aus: Hans Prescher, 1974 (AGA VIII), 926.

Längenmaße

Lachter	Elle	Fuß	Spanne	(Halbfuß)	Handbr.	Finger	cm
1	3	6	8	12	24	96	169,92
	1	2	2 ⅔	4	8	32	56,64
		1	1 ⅓	2	4	16	28,32
			1	1 ½	3	12	21,24
				1	2	8	14,16
					1	4	7,08
						1	1,77

Aus: Agricola-Gesellschaft beim Deutschen Museum (Hrsg.), 1928 (ND 2003), 191 hier übersetzt von Carl Schiffner; dieser nimmt die alte sächsische Elle als Basiseinheit; die Maße Lachter und Halbfuß werden dort nicht genannt, sondern hier nachträglich eingerechnet.

Zu Lazarus Ercker

Gewichtseinheiten

Mark	Vierdung	Lot	Quint	Grän	g
1	4	16	64	288	233,80
	1	4	16	72	58,45
		1	4	18	14,61
			1	4,5	3,65
				1	0,81

Aus: Paul Reinhard Beierlein, Heinrich Winkelmann, 1968, 266, hier sind nur die Werte der ersten Zeile angegeben, die übrigen Werte wurden selbst errechnet. Zugrunde liegt hier das Gewicht der Kölner Mark.

Münzgewichte

Mark	Unze	Lot	Karat	Quintel Quent	Pfenning Denar	Grän	g
1	8	16	24	64	256	288	233,856
	1	2	3	8	32	36	29,232
		1	1 ½	4	16	18	14,616
			1	2 ⅔	16 ⅔	12	9,744
				1	4	4 ½	3,654
					1	1 ⅛	0,914
						1	0,812

Aus: Paul Reinhard Beierlein, Alfred Lange, 196, 62; die Angaben für Eschen und Reichspfening wurden hier weggelassen, da sie nur für das Münzwesen wichtig waren.

Zum Speculum Metallorum

Gewichtseinheiten

Wiener Zentner	Pfund	Wiener Mark	Lot	g
1	100	200	3.200	56.200
	1	2	32	562
		1	16	281
			1	17,56

Aus: Franz Kirnbauer, 1961, 40.

Aus den Gewichtsangaben ergibt sich ferner:

1 Lot/Zentner = 312 g/t = rd. 0,03 %

1 Pfund/Zentner = 10 kg/t = 1 %

In Lot/Zentner wurde der Silbergehalt, in Pfund/Zentner der Kupfergehalt angegeben.

Zu Christoph Andreas Schlüter

Längenmaße:

Auf dem ersten Kupferstich N° 1 sind die hauptsächlich benutzten Maße Fuß und Zoll 1:1 abgebildet, so dass man sie direkt abnehmen kann. Nach heutigen Maßen hat der Fuß genau 29 cm. Er ist eingeteilt in 12 Zoll. Daraus ergibt sich:

1 Malterstock	3 Fuß, 5 ½ Zoll	100,288 cm
<hr/>		
	1 Fuß	12 Zoll
		29 cm
<hr/>		
		1 Zoll
		2,416 cm
<hr/>		

Angaben aus dem Text von Christoph Andreas Schlüter.