

# Zur Geschichte der Schmelzöfen und des Erzsammelns in St. Joachimsthal

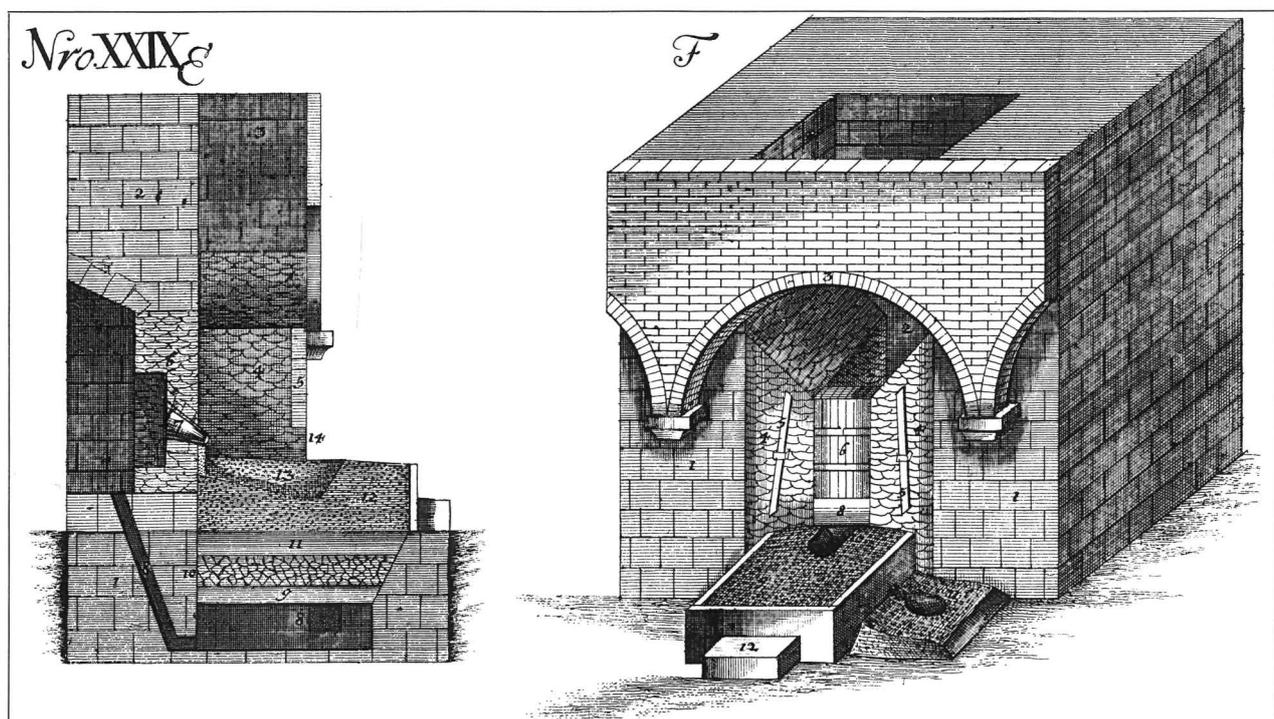
Der vorliegende Bericht ist ein Auszug aus einer umfangreicheren Studie von zwei bekannten älteren Werken: „Gründlicher Unterricht Von Hütte-Werken“ von Christoph Andreas Schlüter aus dem Jahre 1738<sup>1</sup> und „Voyages Métallurgiques“ von Gabriel Jars und Duhamel aus den Jahren 1757—69<sup>2</sup>.

Es sollen einige Verfahren des Erzsammelns in Joachimsthal und die Konstruktionen der dazu verwendeten Schmelzöfen genauer erläutert werden, als es in den Werken von Agricola<sup>3</sup> und Mathesius<sup>4</sup> geschehen ist.

Schlüter hat in seinem Werk auf Tafel XXIX einen Krummofen zur Silberschmelze, wie er in Joachimsthal verwendet wurde, abgebildet. Es handelt sich um einen niedrigen Schachtofen, der über einem Fundament errichtet ist, auf dem eine Deckplatte liegt. Auf dem Deckstein befindet sich eine 1 Fuß

(30 cm) dicke Schlackenlage und darüber eine 9 Zoll (22,5 cm) dicke Lehmschicht. Erst auf dieser für das Schmelzgut undurchdringlichen Lehmschicht wurde der eigentliche Herd aus Gestübbe, einem Gemisch von Kohlenlösche und Erde, gebaut. Die eiserne, um ca. 6° geneigte Windform, ragte durch eine Öffnung in der Hinterwand ein Stück in den Ofenraum hinein. Von der Windform führte eine Spur in Form eines flachen Troges mit geringer Neigung bis vor die Trennwand zum Vorherd. Diese Zustellung des Herdes entsprach einem Sumpfofen mit einem Stichherd und einem unteren Vorherd, der auf Hüttenebene lag. Dieser lag unter dem eigentlichen Vorherd, mit dem er durch ein Stichloch verbunden war. Schlüter gab an, daß der Ofen vom Deckstein ge-

▼ *Krummofen zur Silberschmelze in St. Joachimsthal, aus Christoph Andreas Schlüter, Gründlicher Unterricht Von Hütte-Werken, 1738, Tafel 29*



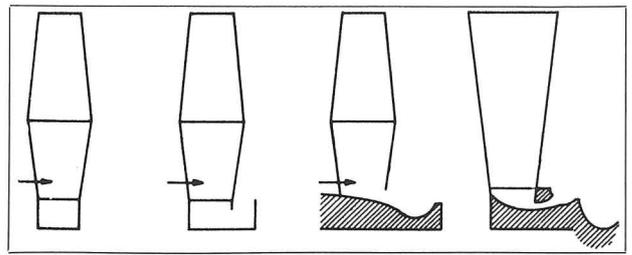
messen 8 Fuß (2,4 m), vom Herd nur 4 Fuß (1,2 m) hoch war. Der Innenraum des Ofens war zwischen den Seitenmauern  $1\frac{3}{4}$  Fuß (52 cm) breit und zwischen der Hinter- und Vorderwand  $3\frac{1}{2}$  Fuß (105 cm) tief. Der Arbeitsraum betrug somit  $0,65 \text{ m}^3$ . Nach Schlüters Auffassung sind die Krummöfen durch das Vorhandensein des Vor- und Stichherdes charakterisiert, die man auch einfacher als Ober- und Unterherd bezeichnen könnte. Die Vorderwand wurde durch eine an der Innenseite mit Lehm beschichtete Eisentür gebildet. Unter dieser Tür befand sich eine bis in die Spur reichende Lehm- oder Ziegelwand, so daß die Spur in zwei zusammenhängende Gefäße unterteilt wurde. Dies hatte zur Folge, daß das Schmelzgut zwar kontinuierlich abfließen konnte, jedoch länger im Ofen verblieb.

Jars beschrieb 30 Jahre nach Schlüter die gleiche Ofenkonstruktion und dieselben Abmessungen für den Arbeitsraum<sup>5</sup>. Wenn man diese Dimensionen mit den in Agricolas „De re metallica“ angegebenen vergleicht, stellt man zwar die gleiche Höhe fest, der Arbeitsraum betrug zu Agricolas Zeit jedoch nur ein Viertel Kubikmeter<sup>6</sup>. Nach Schlüters Angaben hatten die ältesten Schmelzöfen in Joachimsthal einen Innenraum von etwa einem Drittel Kubikmeter<sup>7</sup>. Im Laufe von 240 Jahren wurde der Innenraum auf das Zwei- bis Dreifache erweitert, die Höhe des Ofens blieb aber gleich. Was sich in diesem Zeitraum veränderte, war die Zustellung der Herde im Zusammenhang mit der Veränderung der Schmelzmethoden und der Arbeitsweise der Schmelzer.

Jars stellte ein Verzeichnis der in der Grube Einigkeit geförderten Mineralien auf und unterteilte sie nach dem Metallinhalt in sechs Klassen, im Sinne eines Erlasses von Maria Theresia vom 30. April 1756. Hierbei machte er Angaben über den Metallinhalt, die Schmelzbarkeit und die Preise<sup>8</sup>.

Was die Schmelzarbeit anbetrifft, so beschreibt Jars die Silbergewinnung durch Eintränken von reichen Erzen in Blei<sup>9</sup>. Das Silber aus dem Reichblei wurde im Treibofen als Blicksilber gewonnen. Der Joachimsthaler unterschied sich nur sehr wenig vom Freiburger Treibofen. In Joachimsthal machte es ein dichter Arsenikrauch dem Schmelzer unmöglich zu sehen, was im Treibherd vorging. Dieser Rauch war außerdem gesundheitsschädlich. Jars bewies sein Verständnis für die Schwierigkeiten der Arbeiter, indem er einen Treibofen entwickelte, bei dem der Rauch abgezogen wurde, um die Gesundheitsgefährdung entscheidend zu vergeringern<sup>10</sup>.

Auf Tafel XXIX beschrieb Schlüter ausführlich das Schmelzen in dem erwähnten Ofen, in dem man Silber-, Blei- oder Kupfererze, aber auch verbrauchte Kapellen und Abfälle von der Münzprägung u. a.



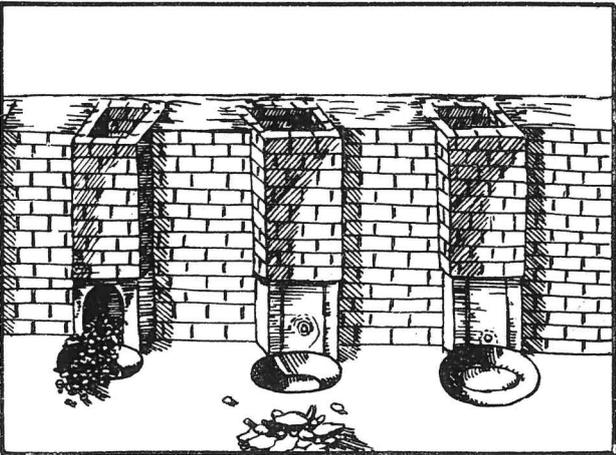
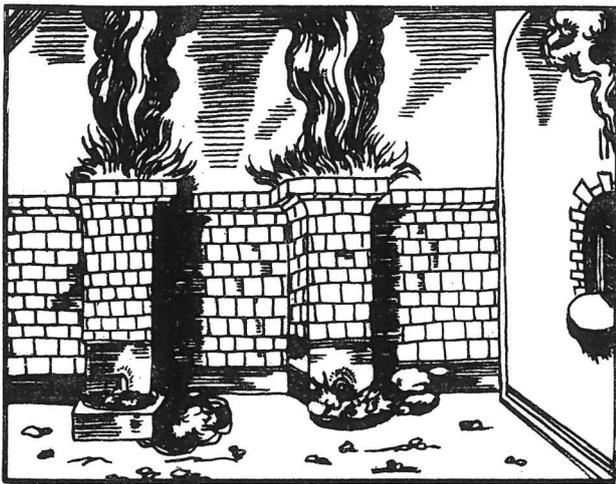
▲ Zustellungen von Metallschmelzöfen, von links: Tiegelofen, Sumpfofen, Spurofen „auf dem Stich“ und Abstichloch nach Arent

schmelzen konnte. Arme Silbererze wurden auf Rohstein verschmolzen, reiche Erze und Schlieche — Konzentrate von Wasch- oder Stoßherden — bei der Reichbleiarbeit zugegeben. Das Reichblei wurde in der bekannten Weise abgetrieben. Der Rohstein mußte mehrfach geröstet und nachher zusammen mit den reichen Erzen verbleit werden. Das Schmelzen dauerte von Montag bis Samstag<sup>11</sup>. Der Verfasser errechnete, daß der Brennstoffverbrauch beim Schmelzen von armen Erzen auf Stein 1000 bis 1500 kg Holzkohle auf 1 kg Silber im Stein ausmachte<sup>12</sup>.

Schlüters Verdienst ist es, daß er die von Mathesius in seiner Sarepta als Schmelzen „übern Gang“, „durchs Auge“ oder „über das Hölzl“ angegebene Zustellung des Herdes ins Einzelne gehend, beschrieb<sup>13</sup>. Schlüters Erläuterung bestätigte, daß es sich um einen Sumpfofen mit siphonartigem Abzug des Schmelzgutes handelte. Er beschreibt sehr verständlich, wie der Herd dieses Ofens gebaut wurde<sup>14</sup>. Auch versuchte er, die Schmelzöfen zu typisieren<sup>15</sup>. Wenn wir seine Aufteilung mit der jetzt üblichen Unterteilung der Schachtöfen nach der Zustellung der Herde in Hummels Werk „Metallwesen“ in Übereinstimmung bringen, können die alten Schachtöfen in drei Haupttypen eingeteilt werden<sup>16</sup>:

1. Der Tiegelofen, der offenbar der älteste Ofentyp ist und zum Schmelzen von Blei-, Silber- und Kupfererzen verwendet wurde. Aus Tiegelöfen wurden nach und nach in frühgeschichtlicher Zeit die Eisenschmelzöfen entwickelt.
2. Der Sumpfofen mit einem Sumpf oder einer siphonartigen Abführung des Schmelzgutes, die dem neuzeitlichen Arentschen Stich ähnlich ist.
3. Der Spurofen mit trogförmigem Herd, der eine Gasse (Spur) bildet, durch die das Schmelzgut kontinuierlich in einen Tiegel im Vorherd auslaufen kann.

Schließlich sei noch erwähnt, daß Schlüter als typisch eine Schmelzhütte mit zwei Wasserrädern und vier Öfen anführte<sup>17</sup>. Zwei von ihnen waren Schachtschmelzöfen. Davon diente der erste zum Rohsteinschmelzen, der zweite für die Reicharbeit, das heißt



▲ *Doppelofen, Skizze aus einer Handschrift von Lazarus Ercker, 1569*

▲ *Doppelofen, Skizze nach Georgius Agricola, De re metallica, 1556, Ausgabe 1928, S. 312*

▲ *Tiegelofen, Skizze nach Georgius Agricola, De re metallica, 1556, Ausgabe 1928, S. 338*

zum Verbleien. Das auf diese Weise gewonnene Reichblei wurde im dritten Ofen abgetrieben, wobei man das Blicksilber gewann. Der vierte Ofen schließlich diente zur Raffination des Schwarzkupfers durch

Spleißen, das heißt selektive Oxydation der Verunreinigungen. Es war eine sinnreiche Kombination von Reduktions- und Oxydationsöfen, welche die Ausnutzung für mehrere Zwecke ermöglichte.

Meiner Ansicht nach eröffnet das Studium von Schlüters Werk den Weg zum Verständnis von manchen metallurgischen Zusammenhängen, die in älteren Schriften über das Hüttenwesen nicht erkennbar werden.

Hierzu einige Beispiele:

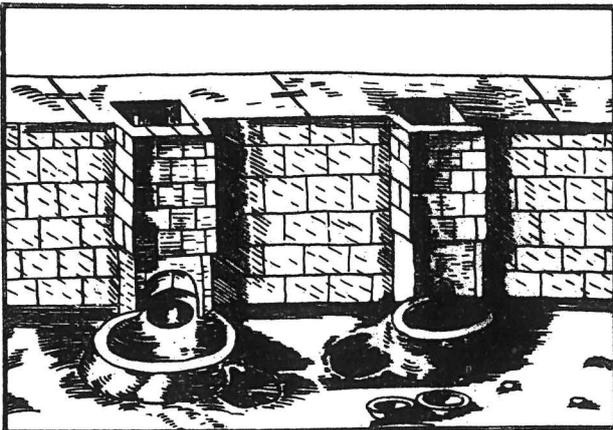
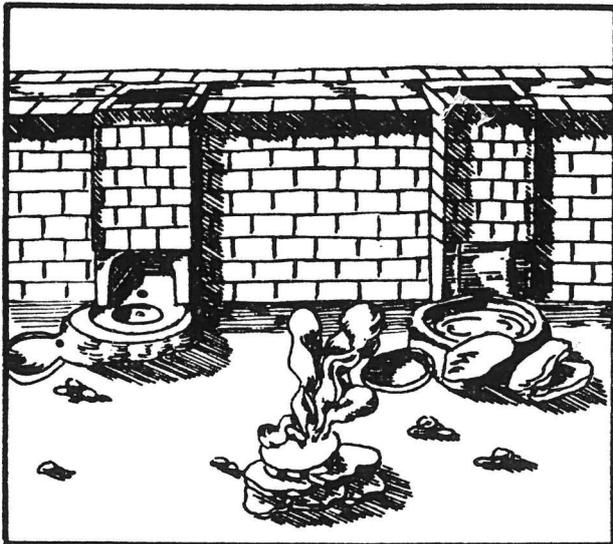
1. In der Handschrift von Ercker<sup>18</sup> aus dem Jahre 1569, die sich im Staatlichen Zentralarchiv in Prag befindet, werden 2 Öfen nebeneinander dargestellt, die beweisen, daß im 16. Jahrhundert bereits eine typische Hütte mit zwei Schachtschmelzöfen existierte, wie sie Schlüter im 18. Jahrhundert beschrieb und abbildete.

2. In Agricolas „De re metallica“ auf Seite 312<sup>19</sup> sind ebenfalls zwei Schmelzöfen nebeneinander dargestellt, bei denen die technologische Erläuterung fehlt. Agricola beschränkte sich auf die Beschreibung der Konstruktion und die Angabe der Abmessungen. Es handelt sich dabei eindeutig um ein typisches Schmelzofenpaar, wie es später Schlüter beschrieb<sup>20</sup>. In dem einen Ofen wurde auf Rohstein geschmolzen, in dem anderen die Reicharbeit durchgeführt. Auf der rechten Seite der Abbildung sieht man die Hälfte eines Raffinationsofens. Es ist interessant, diese Abbildung von Agricola mit der von Ercker eigenhändig gezeichneten zu vergleichen. Erckers Abbildung ist instruktiver.

3. Auf der Abbildung auf Seite 338 des Werkes von Agricola<sup>21</sup> wird das Schmelzen reicher Silbererze in Böhmen dargestellt. Es ist anzunehmen, daß sich die Abbildung und Beschreibung auf Joachimsthal bezieht, obwohl Agricola nicht ausdrücklich darauf hinweist. Auf der Abbildung mit den drei Öfen sind drei Phasen des Prozesses dargestellt, wobei es sich um das Schmelzen bei zeitweise geschlossenem Abstich handelt. Im mittleren Ofen sind die Erze mit ihren Zuschlägen gerade eingeschmolzen worden, und der Hüttenmann öffnet den Auslaß des Ofens mit einem Stecheisen. Zu diesem Zeitpunkt müßte sich entweder im Vorherd geschmolzenes Blei befinden — was aber nicht erkennbar ist —, oder aber es wurden reiche Silbererze mit höherem Bleigehalt geschmolzen. Bei dem rechts abgebildeten Ofen vergießt der Hüttenmann das angereicherte Blei mit einem Schöpflöffel in Schüsseln. Vor diesem Arbeitsgang war es allerdings erforderlich, das aus dem Ofen ausgelassene Schmelzgut gründlich mit dem Blei im Vorherd zu mischen, und die erstarrende Schlacke ebenso wie den eventuell entstandenen Stein abzuziehen.

Beim dritten Ofen, links, steht ein Gehilfe auf einer Leiter und schlägt mit einer Brechstange die Ansätze los, die sich beim Schmelzen im Ofen gebildet haben. Da es sich um Öfen mit einem Vorherd handelt, der auf Hüttenebene vom eigentlichen Ofen getrennt ist, darf man annehmen, daß es sich um Tiegelöfen handelt, bei denen der Tiegel die Form eines kleinen Troges hatte, so daß beim Öffnen des Auslasses das Schmelzgut in den Vorherd abfließen konnte. Wenn der Abstich offengehalten wurde, lief der Ofen mit Spurzustellung.

4. Auf dem Bild auf Seite 340 des erwähnten Werkes<sup>22</sup> sind zwei Öfen mit je zwei Vorherden abgebildet. Der untere liegt auf Hüttenebene, der obere etwa 40 cm darüber. Im linken Ofen ist das Innere des Herdes zu erkennen, in dem ein Tiegel — auf der Abbildung durch einen Kreis angedeutet — zu sehen ist. Er ist durch ein kanalförmiges Abstichloch mit dem oberen Vorherd verbunden. Dieser Kanal wurde unter Verwendung eines konischen Rundholzstückes hergestellt. Der obere Vorherd hatte an seinem tiefsten Punkt einen Auslaß zum unteren Vorherd. Dieser Auslaß ist in der Abbildung durch einen Punkt in der Hüttenebene angedeutet. Auch der an dieses Abstichloch anschließende Kanal wurde durch Einlegen eines konischen Rundholzes hergestellt. Der



Ofen wurde durch eine senkrechte Tonwand verschlossen. Auf der Abbildung rechts ist er beim Schmelzen dargestellt. Das Schmelzgut gelangte durch den hier nicht sichtbaren Kanal in den oberen Vorherd, wo der Hüttenmann erstarre Schlacke und gegebenenfalls Stein entfernte. Wenn im oberen Vorherd genügend silberhaltiges Blei angesammelt war, wurde es in den unteren Vorherd abgestochen.

Schlüter<sup>23</sup> sowie auch Mathesius<sup>24</sup> beschreiben Sumpfföfen mit siphonartigem Abzug für das Schmelzgut. In der alten Terminologie wird es als das Schmelzen „über dem Gang“ oder „über das Hölzl“ bezeichnet. Auch diese Schmelzart wurde in Joachimsthal betrieben.

5. Auf einem Bild von Agricola, Seite 342<sup>25</sup>, ist eine Schmelzart dargestellt, die eine Mittelform zwischen der Arbeitsweise mit zeitweise geschlossenem Auslaß und der vorher beschriebenen, mit stets geöffnetem Herd, darstellt. Auf dem Bild links ist der Ofen geöffnet abgebildet, damit man die Zustellung des Herdes sehen kann. Im Ofen befindet sich ein Sumpf oder Tiegel, der mit der außerhalb des Ofens gelegenen Hälfte an den oberen Vorherd anschließt. Das Bild rechts zeigt den Ofen während der Herstellung der vorderen Tonwand. Die Zustellung des Vorherdes entsprach einem Sumpf. Aus dem oberen Vorherd führte ein Auslaß in den unteren Vorherd auf Hüttenebene. Das zum Auffangen des Silbers bestimmte Blei wurde in den oberen Vorherd eingesetzt.

6. In der Abbildung auf Seite 344<sup>26</sup> stellte Agricola diese Schmelzart, und zwar mit geöffnetem Stichloch dar. Auf diesen Ofen soll nicht näher eingegangen werden, weil er wahrscheinlich in Joachimsthal nicht verwendet worden ist.

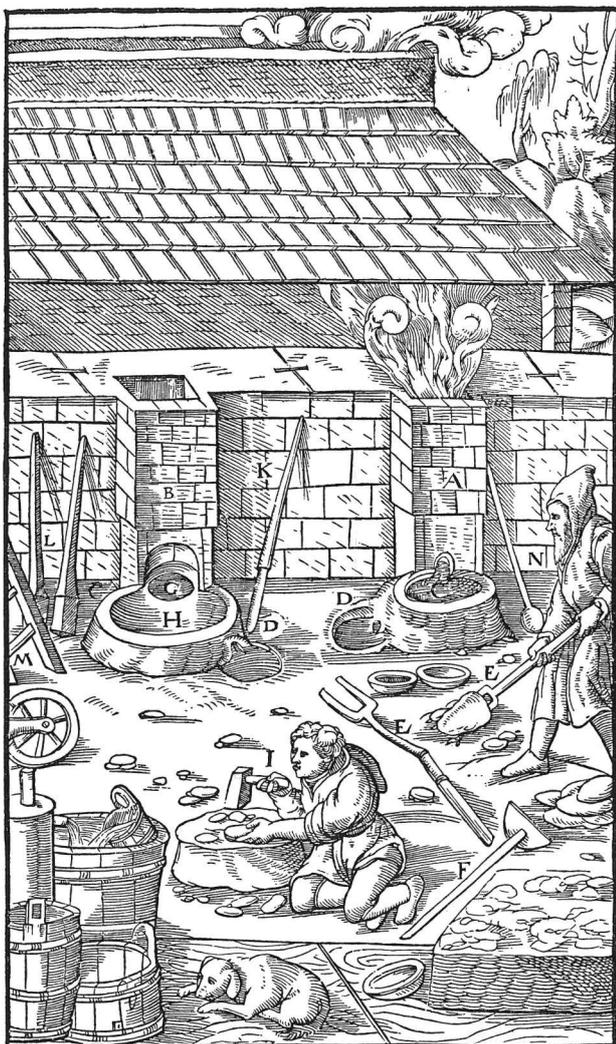
Zusammenfassend kann man sagen: Der älteste Typ des Schmelzofens in Joachimsthal war mit größter Wahrscheinlichkeit der Tiegelofen, wie er in Agricolas „De re metallica“ auf Seite 338 dargestellt ist<sup>27</sup>. Sein Auslaß war beim Schmelzen zeitweise geschlossen, was für silberreiche Erze die geeignete Schmelzart war. Gleichzeitig oder etwas später kam auch der Sumpffofen in Anwendung mit siphonartiger Abführung des Schmelzgutes „über den Gang“ oder „über das Hölzl“, wie ihn Agricola auf Seite 340<sup>28</sup> zeigt. Im 18. Jahrhundert finden wir nach Angabe von Schlüter wieder den Sumpffofen<sup>29</sup>, der bei der abnehmenden Qualität der Erze und deren Verunreinigung durch Arsen bevorzugt geeignet erscheint.

Die Entwicklung der Schmelzöfen in Joachimsthal vor der Einführung des halbhothen oder normalen Schachtofens am Ende des 18. Jahrhunderts verlief auffällig langsam; zu Veränderungen kam es nur in Einzelheiten. Umgestellt wurde insbesondere die Zustellung der Herde in Abhängigkeit von der Qualität

der einzuschmelzenden Erze und den zunehmenden Erfahrungen der Schmelzmeister. Die Technologie änderte sich wesentlich erst in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts, als zeitweilig die Bornsche Amalgamation eingeführt wurde<sup>30</sup> und besonders 75 Jahre später, als der böhmische Chemiker Adolf Patera die Metallherzeugung auf nassem Wege in Joachimsthal verwirklichte<sup>31</sup>.

In diesem Aufsatz ist versucht worden, einige Texte und Abbildungen im Werk von Agricola „De re metallica Libri XII“ präziser zu erklären<sup>32</sup>. Zur Abbildung auf Seite 312 wurde die fehlende Beschreibung der Öfen gegeben und deren Anwendung sowie die Schmelzarbeit beschrieben. Bei dem Bild auf Seite 338 wurden Ergänzungen im Hinblick auf die Technologie gemacht und der Ofentyp definiert. Die unklare Beschreibung auf Seite 339, die zur Abbildung auf Seite 340 gehört, wurde nach Angaben von Mathesius und Schlüter präzisiert.

Diese Studie bestätigt, daß die Forderung von Dr.-Ing. Heinrich Winkelmann<sup>†</sup> nach einer neuen Übersetzung des Werkes von Agricola durchaus begründet ist.



#### SCHRIFTTUM

1. Schlüter, Christoph Andreas: Gründlicher Unterricht Von Hütte-Werken, Braunschweig 1738, 612 Seiten, 55 Tab. mit Registern. Auf S. 8 gibt Schlüter das Längenmaß an, das im Harz üblich war. In dieser Arbeit wird ein Fuß mit 30 cm angenommen.
2. Jars, Gabriel: Metallurgische Reisen, Bd. 4, Berlin 1785, Übersetzung von Carl Abraham Gerhard, 485—1040 Seiten, 8—17 Tab. In der 13. Abhandlung werden die Reisen aus den Jahren 1757, 1758 und 1759 beschrieben, auf S. 831 bis 906 berichten Jars und Duhamel über die Silber-, Blei-, Wismut- und Kobaltgruben im Erzgebirge, in Sachsen und Böhmen. Das Joachimsthaler Revier, das offenbar 1757 besucht wurde, ist auf S. 842 bis 896 beschrieben.
3. Agricola, Georgius: Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen. In neuer deutscher Übersetzung bearbeitet von Carl Schifffner u. a. Hrsg. v. d. Agricola-Gesellschaft beim deutschen Museum, Berlin 1928.
4. Mathesius, Johannes: Sarepta Oder Bergpostill, Nürnberg 1564, 333 Blätter. Es wurden „Die VI. Predigt vom Silber“, Blatt XCI; „Die XIII. Predigt vom Schmelzen, Abtreiben und Silberbrennen“, Blatt CCVII, benutzt.
5. Jars, S. 866.
6. Agricola, S. 310.
7. Schlüter, S. 93.
8. Jars, S. 856—86.
9. Ebd., S. 865.
10. Ebd., S. 874—876. Der von Jars vorgeschlagene Ofen ist auf Tafel 26, Fig. 1—6, abgebildet.
11. Schlüter, S. 270.
12. In einer Woche wurden 40—50 Zentner (2,24—2,8 t) Rohstein mit Silbergehalt 1875 g/t ausgeschmolzen. Der Kohlenverbrauch betrug dabei 130—200 Kubel. Nach Abbildung auf der Tafel V, Fig. E bei Schlüter, hatte ein Kubel ein Volumen mit 10 Kubikfuß. Man verbrauchte daher zur Gewinnung von 5 kg Silber im Stein 1300 bis 2000 Kubikfuß Holzkohle; das macht bei dem Gewicht des Kubikfußes 7 Pfund 9100—14 000 Pfund, d. h. 5 bis 7,84 t Brennstoff aus.
13. Mathesius, Johannes: Sarepta Oder Bergpostill, Nürnberg 1564. Die XIII. Predigt vom Schmelzen, Abtreiben und Silberbrennen, Blatt CCVII—CCVIII.
14. Schlüter, S. 240—242.
15. Ebd., S. 45, 53, 56.
16. Hummel, J.: Kovohutnictví (Metallwesen), 1. Teil, Prag 1940, S. 272, Abb. 172, S. 223.
17. Schlüter, S. 45—48.
18. SÚA, Praha: (Das Staatliche Zentralarchiv, Prag). Beschreibung der sechs metallischen Erz- und Bergbauarten, wie dieselbe und eine jede Insonderheit auf Silber, Kupfer, Blei, Zinn, Quecksilber und Eisen sollt probirt werden, das andere Buch durch Lazarus Ercker 1569, Nr. RKP 3053.
19. Agricola, S. 312.
20. Schlüter, vgl. Anm. 17.
21. Agricola, S. 338.
22. Ebd., S. 340.
23. Schlüter, S. 93, 240—242.
24. Mathesius, vgl. Anm. 13.
25. Agricola, S. 342.
26. Ebd., S. 344.
27. Vgl. Anm. 21.
28. Vgl. Anm. 22.
29. Schlüter, Tab. XIX.
30. Babánek, Fr., und A. Seifert: Zur Geschichte des Bergbau- und Hüttenbetriebes von Joachimsthal in Böhmen. In: Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch XLI, 1893, S. 63—154, S. 103.
31. Patera, A.: Versuche zur Extraktion des Silbers aus seinen Erzen auf nassem Wege. In: Jahrbücher der geologischen Reichsanstalt I, 1850, S. 573, 474; Drs.: Zur Silberextraktion in Joachimsthal. In: Österreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen, Wien 1860, S. 387; Kruliš, I.: Adolf Patera, hutní chemik. Zprávy Komise pro dějiny přírodních, lékařských a technických věd ČSAV, Praha 1960, Heft Nr. 2, S. 27.
32. Příspěvek k dějinám tavicích pecí a tavení rud v Jáchymově, v rukopise (Beitrag zur Geschichte der Schmelzöfen in Joachimsthal, Handschrift).

◀ *Sumpfofen, Holzschnitt aus Georgius Agricola, De re metallica, 1566, Ausgabe 1928, S. 342. Auf Seite 26 unten die vereinfachte Skizze und oben Öfen „über das Hölzl“, Skizze aus Georgius Agricola, S. 337*