

Das gemeinsame Probeschmelzen im Kommunion-Harz in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts

Hans-Joachim Kraschewski

Nachdem bereits in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts im Ober- wie im Unterharz die tieferen Gruben mit ihren bis zu 10 % Silbergehalt betragenden Reicherzen erschöpft und daraufhin die Huterze der oberflächennahen Zementationszonen ohne größeren Aufwand abgebaut worden waren, ergab sich mit Beginn des 17. Jahrhunderts eine veränderte Ressourcen-Situation: In den Mittelpunkt rückte der Abbau des Massenerzes Bleiglanz mit relativ geringem Silbergehalt¹. Zudem war die Erzführung sehr unregelmäßig, und die Erze mußten aus dem festen Gestein mit erheblichen Kosten abgebaut werden. In den Pochwerken fiel zwar reicher Schlich mit bis zu 10 Lot (145 g) Silber an, in der Regel aber war er mit 4 Lot bei 58 g Silberanteil arm². Die Silberproduktion unterlag starken Schwankungen und war als Betriebsergebnis der Gruben schwer zu kalkulieren. Die neuen Lagerstättenverhältnisse bedingten eine langfristige Umstellung auf die Blei-Silber-Metallurgie und schufen technische Voraussetzungen für eine neue Konjunktur trotz der silberarmen Bleierze³.

Darüber hinaus änderten sich 1635 die territorialen Besitzverhältnisse, als die

Unter- und Oberharzer Bergwerke in den Gemeinschaftsbesitz des „Kommunion-Harzes“ übergangen. Fortan teilten sich Calenberg, später Hannover, mit vier Siebteln und Braunschweig-Wolfenbüttel mit drei Siebteln das Gebiet. Diese Regelung brachte auch eine administrative Reform der Bergbehörde mit sich, das Zellerfelder Bergamt wurde im Namen aller drei Linien des Hauses Braunschweig-Wolfenbüttel vereidigt, der Zellerfelder Berghauptmann vertrat das Fürstentum Wolfenbüttel, der in Clausthal das Fürstentum Calenberg. Beide sollten sich jährlich in der Gesamtleitung abwechseln.

Während sich Hütten⁴ und Pochwerke im Besitz der Kommunion befanden, konnten die Gruben auch Gewerken gehören, wodurch die Etatverhältnisse stets kompliziert blieben⁵. Nach dem Dreißigjährigen Krieg baute die Kommunion-Herrschaft fünfzehn der Haupt-Gruben, während dem Rat der Stadt Goslar lediglich vier verblieben waren. Die dort geförderten Erze mußten nach Abzug des Neunten und Zehnten an die Kommunion-Hütten verkauft werden⁶. Der vereinigte Betrieb am Rammelsberg wurde in allen Einzelheiten vom unteren

Bergamt in Goslar geführt⁷. Damit war das Direktionsprinzip konsequent durchgesetzt, wobei das Interesse des gesamten Bergbaus vor dem der einzelnen Gewerken stand, denen erhebliche finanzielle Opfer für das Gesamtrevier zugemutet wurden.

Trotz der sich andeutenden Schwierigkeiten konnte sich, wie der Aufsatz zeigt, im 17. Jahrhundert der Unter- und Oberharzer Bergbau zu einem Zentrum europäischer Blei- und Silberproduktion entwickeln. Einen entscheidenden Beitrag leisteten dazu die Unterharzer Schmelzhütten durch ihren Erfahrungsaustausch mit Oberharzer Hütten beim gemeinsamen Probeschmelzen, um kostengünstiger zu arbeiten⁸.

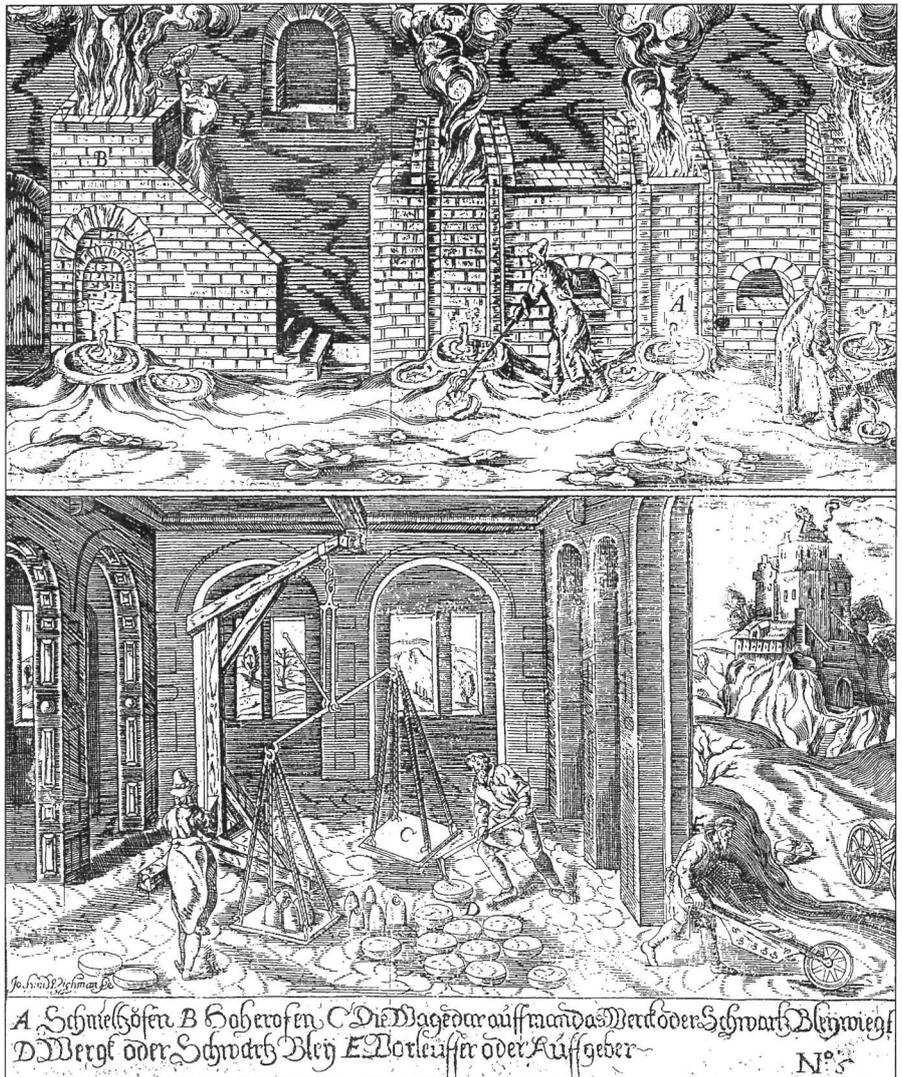
Verhüttung der Bleierze

In der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts wurde auf dem Oberharz – wo man schon seit dem Ende des 16. Jahrhunderts zwischen den beiden Gewinnungsbereichen Silber- und Bleiarbeiten sowie Kupfersaigerung unterschied⁹ –

hauptsächlich Bleiglanz mit relativ geringem Silbergehalt verhüttet, mit dem verhältnismäßig kleine Mengen Kupfererz (Kupferkies) beibrachten. Im Oberwie im Unter-Harz gehörten sämtliche Hütten einschließlich der zugehörigen Pochwerke zum Besitz der Kommunion-Verwaltung und unterlagen der Aufsicht eines Hüttenreiters¹⁰. Es waren die Frankenscharner Hütte bei Clausthal (Brandsilber und Frischblei), die Altenauer Hütte (Silber- und Bleigewinnung), die Lautenthaler Hütte (Kupfer sowie Brandsilber und Frischblei) und die St. Andreasberger Hütte zur Verarbeitung sämtlicher Erze auf Silber und Blei und der dabei anfallenden silberhaltigen Kupfererze auf Silber und Blei¹¹. Die drei zum Unterharzer-Revier gehörigen Hütten verarbeiteten das vom Rammelsberg gelieferte Blei- und Kupfererz sowie melierte Erze (Blei und Kupfer). Es waren die Frau-Marien-Saigerhütte bei Oker (Kupfererze), die Herzog-Julius-Hütte bei Astfeld (Bleierze) und die Frau-Sophien-Hütte bei Langelsheim (melierte Erze).

In diesen Kommunion-Hütten schmolzen nicht nur die von Gewerken betriebenen Gruben ihren Schlich, das in den Pochwerken angereicherte Erzkonzentrat, sondern auch die Stadt Goslar. Sie erhielten dafür die erforderlichen Schmelzmaterialien wie Holz, Kohle oder Zuschläge zu einem Vorzugspreis. Andererseits hatten die Goslarer die Rohstoffe und die Gewerken ihre Fertigprodukte den Landesherrschaften zum Vorzugspreis zu überlassen¹².

Die Technologie der Schmelzöfen in den beiden Revieren war verschieden. Der Hüttenfachmann Christoph Andreas Schlüter¹³ unterschied sorgfältig dahingehend, daß das Rammelsberger Verfahren, Silber- und Bleierze zu schmelzen, auf dem „leichten“ Gestübbe im Tiegelgeschmelzofen erfolgte, während die Oberharzer Methode auf dem „schweren“ Gestübbe im Schlichschmelzofen geschah¹⁴. „Gestübbe“ war ein Kitt von Lehm und Kohlenstaub, mit dem das Innere von Öfen und Tiegeln verkleidet wurde, und die Schmelzer differenzierten zwischen schwer und leicht je nach der verwendeten Menge an Lehm und Kohle. Das Gestübbe war ein schlechter Wärmeleiter, und seine Sohle ermöglichte ein einfaches Abtrennen der erstarrten Geschurmassen, so daß das Mauerwerk des Schmelzofens vor dem zu frühen Ausfressen durch flüssige Schlacke geschützt und die Hitze zusammengehalten wurde. Auf diese Weise konnte man dem Entstehen von Geschur entgegenwirken. Je reicher die Gestübbesohle an Kohlenstaub war, desto stärker bildete sie eine reduzie-



Georg Engelhard von Löhneiß: Bericht vom Bergwerk (1617), Blei-Schmelzöfen

rende Unterlage. Da sie dadurch aber locker wurde, konnte sie schneller von den flüssigen Metallmassen untergraben und aufgehoben werden¹⁵.

Da die Erze kompliziert beschaffen waren, ließ sich kein einfacher Schmelzprozeß erreichen. Die hier skizzierten problematischen Bereiche des Schmelzens bedürfen daher noch der weiteren Untersuchung.

Den Unterharzer Hüttenleuten, die die melierten Erze (Bleiglanz/Kupferkies) des Rammelsbergs verarbeiteten, gelang es nur unvollständig, die Erze zu scheiden, so daß bei der Gewinnung des Silbers und Bleis stets kupferhaltige Produkte mit Silbergehalt anfielen. Das Schmelzen geschah im Hochofen mit einer Schachthöhe von 3 m über dem Tiegel, der mit einer Gestübbekammer versehen war. Mit dem reduzierenden Schmelzen konnte das Blei durch das leichte Gestübbe hindurchkriechen, sich absetzen und schließlich

von einer ganzen Schicht im Tiegel gesammelt werden. Die diesem Vorgang zugrunde liegende Überlegung, das einmal reduzierte Blei würde unter der glühenden Schlacke in der Kohle verbrennen, stellte sich jedoch nur als bedingt stichhaltig heraus, da Metall bei behindertem Zutritt von Sauerstoff nicht leicht verschlackt. Das reduzierte Blei konnte also unter der Schlacke schmelzen, wenn dafür gesorgt wurde, daß hinlänglich Schlacken im Ofen waren, damit das Gebläse das Bleierz nicht erreichte.

Da die armen Bleierze im Durchschnitt nur 7-11 Pfund Blei enthielten, fiel reichlich Schlacke an. Um diesen wenig effektiven Schmelzvorgang zu verbessern, suchten Bergamt und Hüttenleute nach neuen Lösungen. Zwei Möglichkeiten wurden erwogen: Oberharzer Schliche sollten als Zusätze (Zuschläge) im Unterharzer Hüttenverfahren verschmolzen werden, andererseits ging es um die Frage der Hüttenofenbeschk-

kung, der Hohe Ofen sollte stärker verfüllt werden (als Vorgang des Zumachens), um den Zutritt von Sauerstoff weiter zu behindern. Zur Realisierung dieser Zielvorstellungen regte das Bergamt praktische Versuche an¹⁶.

Auf den Oberharzer Hüttenwerken war zwar ein eigener Schlichofen entwickelt worden, dessen Schachthöhe 3,50 m betrug, und im Vergleich zu den tradierten Krummöfen sollte er weniger Kohle verbrennen. Dieses Verfahren setzte aber eine vorausgehende Niederschlagsarbeit der aufbereiteten Erze voraus. Es ging dabei um die Zerlegung des Bleiglanzes durch Eisen oder eisenhaltige Materialien, z.B. eisenoxidreiche Schlacken wie Kieselerde, wobei sich neben Schlacken und Bleistein metallisches Blei bildete. Das auf diese Weise erhaltene Werkblei enthielt in der Regel noch Silber, aber auch Kupfer, Eisen und Zink¹⁷, weshalb es gereinigt werden mußte. Ein einfaches Umschmelzen bei niedriger Temperatur genügte nicht, um die Nebenbestandteile zu beseitigen. Vor allem die Schwefelkonzentration im Erz bildete einen entscheidenden Hinderungsgrund. Folglich waren auch die Oberharzer Hütten an Versuchsarrangements interessiert, die ein ergiebigeres Ausschmelzen des vorbehandelten leichtflüssigen Bleis ermöglichen¹⁸.

Grundsätzliche Störungen beim praktischen Schmelzfluß gab es in beiden Revieren, wenn z.B. die Hüttenleute diverse Einwirkungen des Schmelzgutes aufeinander nicht zu vermeiden verstanden. Gelang es nicht, die Temperatur der Schlichöfen relativ genau zu bestimmen, und das war die Regel, weil sie als Bemessungsgrundlage nur auf Erfahrungswerte zurückgreifen konnten, dann reduzierte sich außer den Metallanteilen wie Eisen und Kupfer auch das Blei in seinem Umfang. Wenn die Erzkonzentrate dagegen nicht hinreichend vom Schwefel befreit waren, konnte eine zersetzende Einwirkung der eisenoxidierten Bestandteile auf die geschwefelten stattfinden, so daß der Schwefel verunreinigend wirkte. Dieses Problem stellte sich vordringlich bei den Rammelsberger Erzen.

Traditionell diente das spezielle Röstreduktionsverfahren zur Entschwefelung, das bereits im 16. Jahrhundert auf den Unterharzer Hütten angewendet wurde. Bei diesem Zugutmachungsverfahren kam es darauf an, die Schwefelungen der Metalle durch Abröstung so vollständig wie möglich in Oxide überzuführen, da andernfalls bei dem nachfolgenden reduzierenden Schmelzen eine Separation des Bleis von der des Eisens

und Zinks nicht zu erreichen war. Denn war der Schwefelrückhalt der gerösteten Bleierze noch relativ hoch, so kam es zur Bildung eines Steins aus Schwefeleisen und Schwefelzink. Gleichzeitig konnte der Stein viel Schwefelblei aufnehmen, das sich damit der Gewinnung entzog. Durch starkes Erhitzen sulfidischer Erze unter Luftzutritt verbrannte

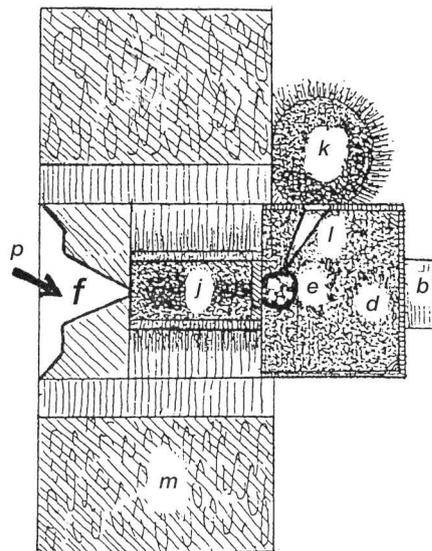
der Sulfidschwefel zu Schwefeldioxid (SO₂) und entwich in dieser Form gasförmig.

Grobstückige Erze wurden in der sog. Haufenröstung im Freien, feinkörnige Aufbereitungsprodukte, also Konzentrate wie der Oberharzer Bleischlich, in Röstöfen abgeröstet, da sich die Röstarbeit nur für grobstückiges Erz eignete, das eine ganze Reihe von Schwermetallen in sulfidischer Bindungsform enthielt. Die dreimalige Röstung der Rammelsbergischen Erze erfolgte in freien Haufen, deren Stellen in einem Geviert von 60 m Länge angelegt wurden. Auf die 0,5 m hohe Röstsohle aus Erzklein und Tonerde wurden 20 m³ Holz aufgeschichtet, wobei mehrere Luftzirkulations-Kanäle in einen Hauptzug mündeten, damit die Luft ungehinderten Zutritt fand. Auf dieses Holzbett wurde dann das Röstgut gestürzt, das aus 1000 Zentner groben Erzstücken (Stufferz), 500 Zentner Bergerz und 50 Zentner Gräupel bestand. Der Rösthaufen hatte die Form einer abgestumpften Pyramide, deren Seitenwände mit Erzklein abgedeckt waren, damit die Röstgase seitlich nicht entweichen konnten. Das Röstbett wurde an derjenigen Seite des Rösthaufens in Brand gesteckt, die dem Wind entgegengesetzt war, so daß sich das Feuer gegen den Wind durcharbeiten mußte.

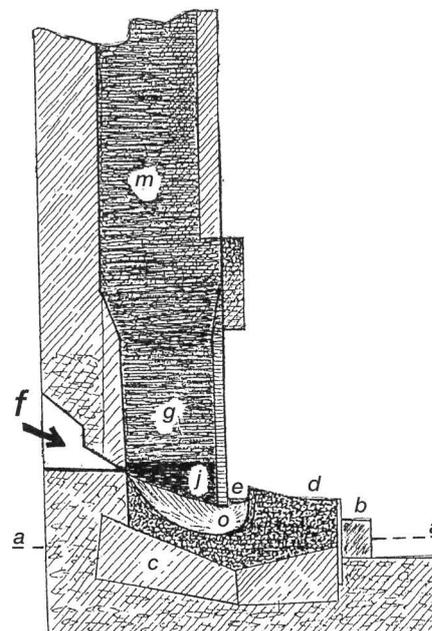
Die Rösthaufen brannten 14 bis 16 Wochen und erforderten viel Röstholz, ein Kostenfaktor, der im Rahmen der Schmelzversuche gleichfalls zur Disposition stand. So fragte das Bergamt bei den Unterharzer Hütten an, ob nicht beim Rosten der Rammelsbergischen Erze, da diese doch viel Schwefel enthielten, die Rösthaufen von selbst brennen würden und somit durch einfaches Rosten viel Holz gespart werden könne¹⁹. Tatsächlich wurden bei diesem Röstprozeß erhebliche Mengen an Schwefel gewonnen.

Mit dieser Problemlage setzte sich in den 30er Jahren des 18. Jahrhunderts auch der Hüttenfachmann Christoph Andreas Schlüter auseinander, wobei er auf Schriften von Georg Engelhard v. Löhneiß zurückgriff und meinte, infolge der starken dreifachen Röstung der Rammelsbergischen Erze ginge zwar viel Eisen verloren, aber das Silber und Blei werde um so reichhaltiger als zu Löhneiß' Zeit am Anfang des 17. Jahrhunderts ausgebracht. Da er umfangreiche praktische Schmelzkenntnisse besaß, war ihm bekannt, daß das Blei beim Rosten nicht verbrannte, sondern vielmehr beim Schmelzvorgang vom Schwefel zurückgehalten würde, „und wann solcher nicht durch die Gewalt des

Grundriß eines einförmigen Goslarer Bleischmelzofens um 1750 (nach AOBA); b = Trittstein, d = Vorfeld, e = Vortiegel, f = Form, j = Gestübbe (als Trennschicht), k = Vorherd, l = Stich, m = Rauchgemäuer, p = Düse



Aufriß eines einförmigen Goslarer Bleischmelzofens um 1750 (nach AOBA); a = Hüttensohle, b = Trittstein, c = Tiegelstein, d = Vorfeld, e = Tiegel, f = Düse (Windform), g = Ofenschacht (mit Schlacke), j = Gestübbe, m = Kanal (Gicht), o = Auge des Herdes



Feuers vertrieben würde, die Silber und Bleye im schmelzen nicht künften ausgebracht werden, sondern desto eher verbrennen müßten“²⁰. Durch zweimalige Nachröstung, die nicht mehr im Freien stattfand, wurden weitere schwefelhaltige Zink- und Bleioxide zersetzt. Die Röstung im zweiten Feuer dauerte 6 bis 7 und im dritten 3 bis 4 Wochen. Der Schwefelgehalt der gut gerösteten Bleierze betrug dann nur noch bis zu 5 %.

Problembereiche des Schmelzens

Die erste Phase des gemeinsamen Probeschmelzens

In der ersten Phase des gemeinsamen Probeschmelzens, die sich über die Jahre 1668-1687 erstreckte und „uf die Unterhartzische Manier“ erfolgte, wurden 30 Zentner Schwarzblei-Schlacken und die gleiche Menge Knobben dem Schmelzfluß vorgeschlagen, um zu prüfen, ob sich damit das Silberausbringen günstiger manipulieren ließe. Das Ergebnis zeigte lediglich einen geringfügig verbesserten Werkbleiertrag. Es wurden dreimal abgröstete, d.h. vom Schwefel befreite Erzkonzentrate dem Schmelzbetrieb zugeführt. Die Mischung aus geröstetem Erz, Deckenerz und Kleinerz enthielt durchschnittlich die folgenden Bestandteile:

Bleioxid	10	Anteile
Zinkoxid	25	Anteile
Eisenoxid	25	Anteile
Schwefel	5	Anteile
Schwerspat	20	Anteile
Kupfer	1	Anteil
Silber	0,01	Anteile

Beim Schmelzvorgang war der einfüßige Bleischmelz-Ofen von großer Bedeutung, der auf der Lautenthaler Hütte zum Ergebnis des Schmelzprozesses erheblich beitrug. Insbesondere die ansteigende Lage der Düse verhinderte, daß der Windstrom auf das im Herd ausgeschmolzene flüssige Blei traf und dieses teilweise verflüchtigte. Das reduzierte Blei sickerte durch die zerkleinerte Holzkohle im Gestübbe in einen Tiegel und sammelte sich dort an, während die Schlacke abgestochen wurde. Das erhaltene Werkblei war nach wie vor durch Schwefelungen des Kupfers und Bleis verunreinigt, die durch eine Saigerung von dem metallischen Blei abgetrennt werden mußten. Das Endprodukt enthielt ca. 10 Anteile silberhaltiges Kupfer und 50 Anteile Blei

und wurde auf den Unterharzischen Hütten weiterverarbeitet. Das Ergebnis zeigte insgesamt lediglich einen geringfügig verbesserten Werkbleiertrag.

Bei der Besprechung am 14. Juni 1669 im Herrenhaus zu Lautenthal, an der der Hüttenreiter Hans Schelbach und der Holzschreiber Kirchhoff vom Oberen Bergamt anwesend waren ebenso wie der Berghauptmann Joachim Wilhelm v. Campen und der Vize-Oberbergmeister Daniel Flach stand der Bericht des Probeschmelzers Thomas Tollen zur Debatte. Er wurde unter der Frage erörtert, welche Vorteile die Vor- und Zuschläge bei dem neuen Schmelzofen nach der unterharzischen Methode gebracht hätten²¹. Oberharzer bleireicher Schlich sollte als Zuschlag beim Schmelzen unterharzischer Erze auf den Hütten am Rammelsberg verwendet werden, um zu prüfen, ob durch dieses lösende Schmelzmittel bessere Betriebsergebnisse erzielt werden konnten. Zugleich sollte die Funktion des Schmelzgeblasses bei veränderter Ofentechnik des Schacht-Ofens nachgebessert werden, um den Verbrauch der Holzkohle zu steuern. Für die Rammelsberger Erze waren die Vor- und Zuschläge insofern bedeutsam, als diese beim Schmelzen als hitzig und flüssig galten, weil sie sehr „eisenschüssig“ waren. Die Beschickungssäule mußte aufgelockert werden, um einerseits die leichtflüssige Masse beim Schmelzprozeß zu binden (temperieren) und andererseits das übrige schwer schmelzbare Erz zum Schmelzen zu disponieren und aufzuschließen²².

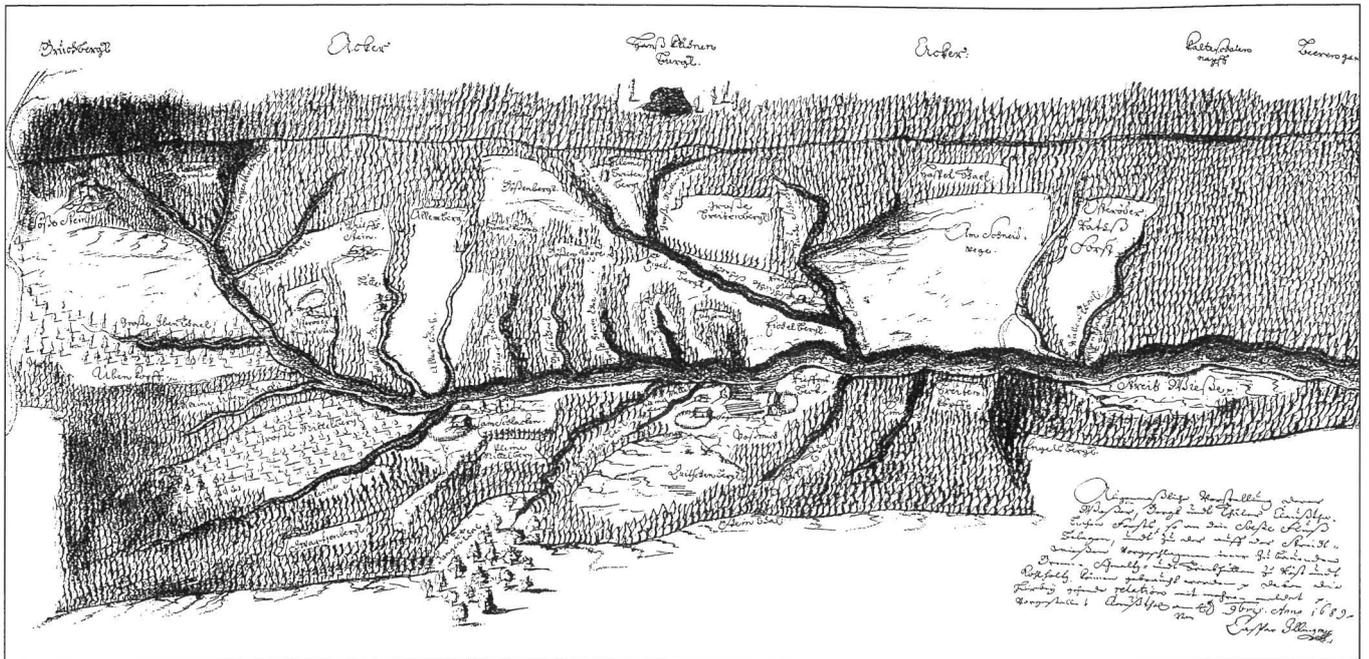
Die beim Probeschmelzen aufgeworfenen Fragen zeigen, daß es dem Oberbergamt um eine intensive fachliche Auseinandersetzung ging: Es handelte sich um die effektive Menge ausgebrachten Silbers und Bleis angesichts erprobter und bewährter oder neuer und veränderter Zuschläge. Weiterhin ging es um vergleichbare oder defizitäre Ergebnisse in vorausgegangenen Quartalen bei ebenfalls 18 Schmelzschichten pro Woche, wobei eine Schmelzkampagne 12 bis 14 Tage dauerte. Schließlich sollte der Probeschmelzer Auskunft zu der Frage geben, ob er sich in der Lage sähe, künftig über die regulären Quantitäten hinaus kontinuierlich Überschüsse zu erschmelzen²³, und diese Prämisse galt für alle folgenden Versuchsanordnungen.

Tollen verwies auf seine Erfahrungen mit dem Schacht-Ofen und dem leichten Gestübbe, und er ging auch auf die Zusatzmittel für den Schmelzvorgang ein. Wichtig dabei waren die sog. Knobben mit ihren Spurenelementen. Diese auf

Halde geschütteten alten Schlackenbestände, die von armen Hüttenleuten, Witwen und Kindern auf die Hütten gebracht wurden, enthielten Reste von Blei und Silber sowie Körner von Schwarzblei²⁴. Die Knobben hätten überaus große „wildigkeit“ sowohl beim Schmelzen als auch beim Garmachen gezeigt, so daß sie einen starken Verbrauch an poröser Holzkohle verursachten, wodurch unverhältnismäßig hohe Kosten entstanden. Dennoch müßten die Schlichtschlacken zugeschlagen werden, um den „hitzigen“ Ofengang zu vermeiden, denn als kieselerdige Verbindungen bildeten sie ein Mittel, den Schmelzgang saigerer und frischer zu machen. Bei einem Rost Schlich zu 33 Zentnern mit einem Gehalt von knapp 50 % Blei waren das ca. 17 Zentner Blei, die als Bleiglanz mit 2,5 Zentnern Schwefel verbunden waren und ausgeschmolzen werden mußten. Im Vergleich zum vorausgegangenen Probeschmelzen sei das Volumen der Schlackenzusätze zwar teilweise reduziert worden, aber das Gebläse hätte seine Funktion nicht erfüllt. Da es die Luft hätte kontinuierlich und langsam zuführen müssen, sollte ein besonderes Wasserrad zu seiner Steuerung angelegt werden.

Als nicht durchführbar erwies sich die Vorstellung, daß wöchentlich alle 18 Schichten beim Schlackenschmelzen das gleiche Ergebnis erzielten. Es ging nach wie vor um die Frage des Zuschlagmaterials, das ständig gewechselt wurde: Einerseits benutzten die Schmelzer möglichst geringe Quantitäten der Schlacken von der eigenen Arbeit, denn diese reicherten sich nach und nach bis zu 20 Anteilen mit Blei an und wurden infolge ihres hohen Kieselsäuregehalts, der von der Asche des Brennmaterials herrührte, recht zähflüssig. Andererseits mußten die Frischschlacken als Zuschläge durch basische Schlacken vom Kupfererschmelzen ersetzt werden. Auf den Hütten fehlte außerdem ein einheitliches Maß für die eingesetzten Mengen, und mit dem Ziel, ein kontinuierliches Schmelzergebnis zu erzielen, sollten praktische Erprobungen stattfinden.

Als einer der wichtigsten Problembereiche war erkannt worden, daß die Röstarbeit (auch auf dem Oberharz) einen bedeutenden Aufwand an Holz und Kohle erforderte: Aufgrund der Technologie des Schachtofens kamen die Erze nach wie vor mit dem Brennstoff in Berührung, was einen hohen Energieverbrauch verursachte. Weiterhin kam es stets zu größeren Blei- und Silberverlusten, da die Reduktion der Oxide durch den Kohlenstoff der Holzkohle ge-



Entwurf eines Hütten-Prospekts: „Augenmaßliche Vorstellung derer Waßer, Bergk und Thäler Clausthalischer Forsts, so an den Soeße Fluß belegen undt zu der auff der Streidtwießen vorgeschlagenen neu zu bauenden Brenn-Schmeltz- und Treibhütten zu Röst und Kohlholtz können gebrauchet werden etc., davon die hierbey gehende relation mit mehrn meldet etc. Vorgestellt Claußthal am 4. Novembris 1689 von Caspar Illing“ – Oberbergamt Clausthal-Zellerfeld

schah. Dadurch verflüchtigten sich oder verschlackten Blei- und Silberanteile des Erzes. Das andere Problem bestand im Ergebnis des Schmelzvorgangs, bei dem unter der Kosten-Nutzen-Relation ein proportional zu geringes Silberausbringen anfiel. Als Kriterium zur Beurteilung diente der alte Schmelzfuß, der Schmelzquotient aus der Zeit der Reicherze. Danach war in der Regel pro Schicht aus dem dritten Schmelzfeuer mit 1 Mark Silber zu rechnen. Der Zentner Werkblei konnte (maximal) auf diesen Betrag kommen, wenn Reicherze zum Schmelzen vorlagen, denn 1 Mark Silber je Zentner Werkblei entsprachen 0,5 % Silberanteil. Da aufgrund der silberarmen Bleierze dergleichen Ergebnisse mit den herkömmlichen Schmelzverfahren nicht erzielt werden konnten, gab es, gemessen an den vorausgegangenen Schmelzperioden im 16. Jahrhundert, ständig Defizite beim Silberausbringen.

Dieser „Silber Defect“ hatte den konkreten Anstoß zu dem gemeinsamen Probeschmelzen gegeben, ohne daß ein technologischer Wandel beim Verfahren vorgelegen hätte, der zu günstigeren Ergebnissen hätte führen können²⁵. Zwar eignete sich die Röstarbeit, von den Hüttenleuten auch „ordinaire Bleiarbeit“ genannt, für derartige Gemenge von Blei- und Kupfererzen, wie sie z.B. am Unterharz verschmolzen wurden. Doch nach wie vor waren für einen erfolgreichen Schmelzvorgang

die Beimengungen von Bleiglanz, Schwefelkies, Zinkblende und Antimon hinderlich. Erst durch Zuschläge wie etwa Roheisen (Oberharz) oder silberhaltige Eisensauen (Unterharz) konnten sie erfolgreich entschwefelt und damit zersetzt werden.

Stärkster Faktor auf der Ausgabenseite beim Schmelzen waren die Kosten für die Holzkohle aus dem Harz oder dessen Vorland. Eine zumindest teilweise Umstellung von Holz- auf Steinkohle oder Torf war technisch noch nicht möglich. Steinkohle oder Torf verkohlten im Hochofen durch die starke Entwicklung von Gasen.

Auch konkrete Vorstellungen von genauer und disziplinierter Arbeit beim Schmelzen setzten sich erst im weiteren Verlauf des Probeschmelzens durch. Das Schmelzen erforderte allgemeine Vorbereitungsmaßnahmen, Durchführungsarbeiten und Nachbereitungstätigkeiten. Die zu jedem Ofen gehörenden drei Hüttenleute, jeweils ein Schmelzer, Vorläufer und Schlackenläufer, hatten in einer 18-stündigen Schicht 20 Scherben dreimal geröstetes Erz durchzuschmelzen: 12 Scherben oder 32 Zentner Erz aus dem Unterharz, 5 Scherben oder 15 Zentner Schlacken aus dem Oberharz und 3 Scherben oder 8 Zentner Knobben. Aus dieser Beschickungsmasse wurden dann im Ober- wie im Unterharz 6-7 Zentner Werk- oder Schwarzblei ausgebracht,

aus dem wiederum 1,5 kg Silber gewonnen werden konnte²⁶.

Der Schmelzer beschickte morgens um 6 Uhr (im Winter eine Stunde später) den Schmelzofen, wärmte ihn an und konnte 5 Stunden später eine Ruhepause einlegen. In einer Schicht hatte er 11 Scherben Erz durchzuschmelzen. Um 19 Uhr endete seine Schicht. Er wurde dann vom Vorläufer abgelöst, der bereits am Morgen das für eine Schicht benötigte Erz in den Ofen eingelassen hatte. Die verbleibenden 9 Scherben von einer Schicht hatte er durchzuschmelzen. Am Morgen, zu der Zeit, da die Ofenschicht durch war, mußte der Schmelzer wieder anwesend sein. Er hatte den Zink abzustoßen und ließ den Ofen ausblasen. Schmelzer und Vorläufer hatten nun den Ofen zu reinigen und frei von Rückständen zu machen. Aufgabe des Schlackenläufers war es, die angefallenen Schlacken aus der Hütte auf Halde zu transportieren²⁷.

Ein weiteres, neues Moment kam hinzu: Die landesherrschaftliche Aufsicht und Verwaltung band die Hütten mit ihren Schmelzvorgängen systematisch in quantitative Vorgaben ein, um den Schmelzprozeß effizienter zu gestalten, was durchaus einen Fortschritt gegenüber vorausgegangenen Perioden reiner Empirie mit erheblicher Schwankungsbreite der erarbeiteten Betriebsergebnisse darstellte. Die Akten zeigen zugleich, daß die Schmelz-

werke am Ende des 17. Jahrhunderts Arbeiter recht unterschiedlicher Art beschäftigten: Qualifizierte, die ihre Tätigkeit mit großer Erfahrung und Genauigkeit betrieben wie z.B. Schmelzer, Vorläufer oder Schlichwäger²⁸. Daneben gab es zahlreiche ungelernete oder nur flüchtig angelernte Kräfte, die aus der Landwirtschaft kamen oder Tagelöhner waren und etwa als Schlackenläufer, Schurknechte, Transportarbeiter oder Platzknechte Hilfsarbeiten verrichteten²⁹.

In einem Namenverzeichnis der Belegschaft auf der Clausthaler Hütte für das Jahr 1697 werden 49 Arbeiter genannt, und eine „Specificatio derer Hüttenleute zur Altenau“ von 1696 weist 76 Arbeiter mit ihren Namen aus und benennt ihre Tätigkeiten³⁰. Zwischen den qualifizierten und unqualifizierten Arbeitern bildeten sich die Brenner-Knechte, Former, Gestellmacher, Maurer oder Abtreiber zu einer eigenen Mittelschicht heraus³¹. Den Hütten- und Brenneistern, die Aufsichtsfunktionen innehatten, standen vermehrt Unteraufseher, dann auch Kontrolleure und Hüttengegenbediente zur Seite, die mit ihrem Zahlenwerk dem Bergamt Rechenschaft abzulegen hatten.

Die Schmelzer behielten noch lange ihre herausgehobene Stellung, ihre qualifizierte Arbeit war nicht leicht ersetzbar³². Dementsprechend wurde sie auch entlohnt. Kontrolliert wurde nicht der Vollzug der Arbeit, sondern ihr Ergebnis in Form der Silber- und Bleierträge in einer Schicht ohne Gedinge. Entsprechend groß war traditionell die Autonomie der Hüttenbedienten. Noch 1697 hatten sie die Gewohnheit, jährlich aus ihrer „Hüttenbüchse“ in eigener Verantwortung und ohne Kenntnis des Bergamts untereinander Geldgeschenke auszuteilen. Weil es dagegen keine stichhaltigen Einwände zu erheben gab, sollte behördlicherseits die hergebrachte Praxis gestattet bleiben, „absonderlich da die Büchsegelder alleiniglich von ihrem Lohn zusammengebracht werden“. 1733 untersagte das Oberbergamt solche Gewohnheiten und unterstellte das Verteilen von Büchsegeld seiner Kontrolle³³.

Trotz aller Vorgaben blieb der Bestand an Erfahrungen, oft verbunden mit hermetisch gehüteten Kenntnissen, ausgeprägtem Fingerspitzengefühl und Improvisationsgeschick, auch weiterhin grundlegend für die gesamte Arbeit des Verhütens und Schmelzens, zumal das Wägen und Kontrollieren der Schmelzofenbeschickung teuer war, da zusätzliche Lohnkosten anfielen. Das Oberbergamt war erst während der zweiten

Phase des Probeschmelzens bereit, derartige Zusatzkosten zu billigen.

Als ein weiteres Ergebnis der Versuche hatte sich die Notwendigkeit erwiesen, neben den einschlägigen Erfahrungswerten, die der einzelne Schmelzer als sein Fachwissen hütete, schrittweise ein Instrumentarium rationaler Kontrolle einzuführen: Maße, Waagen und Gewichte drangen mit ihrer Verfeinerung in die Arbeitswelt der Hüttenleute ein. Anhand von Kontrolltabellen konnten vergleichbare Schmelzprozesse im einfachen Rahmen mehrfach wiederholt und ausgetauscht werden. Dabei stellte sich dann heraus, daß die verschiedentlich an das Oberbergamt eingesandten Tabellen die Schmelzproben von Oberharzischen Schlichen „zu hoch und zu scharff angegeben befunden“³⁴.

Schon bei der Aufbereitung kam dem Prüfen des Silber- und Bleigehalts der Erze besondere Bedeutung zu, es ging um die Verarbeitung der beim Saigern der Werkbleie erhaltenen feinkörnigen

Erzkonzentrate, den Schlich. Dieses Material wurde als trockner Stoff- und Setzschlich oder als nasser Schlich (Graben- und Schlammeschlich) von den Pochwerken in die Hüttenmagazine geliefert, und zum Schmelzen war eine spezifische Manipulation der erforderlichen Mengen unabdingbar. Zum Ausgleich des bei der Schlichenlieferung und Verhüttung der Erzlegierung unvermeidlichen Verlustes, den die Hütten nicht allein tragen konnten, räumte ihnen das Bergamt nach genau vorgeschriebenen Probiervverfahren Zugeständnisse ein, wie sich aus der Untersuchung eines Schlichs ergibt, der bei einem Gehalt bis 4 Lot Silber und einem hinreichenden Bleigehalt auf Blei und Silber probiert wurde (Tab. 1). Bei diesem Beispiel ging es um die Entwicklung „deutlicher Vorstell- und Rechnungen“, um überprüfen zu können, wie weit „nach frstl. Cammer-Verordnung“ das Silber ausgebracht und „was vor defecta geblieben“. Weiterhin ging es um eine relativ exakte Bestimmung des Nässegehalts des Schlichs, der in är-

Tab. 1: Unterdienstschuldigste Vorstellung, wie itziger Zeit [1683] das Hüttenwesen eingerichtet, dan uff was Fueß vorhin dasselbe, ratione Wägung der Schliche, Probierung der Silbergestanden (AOBA, Fach 1255, Nr. 7: Acta betr. den mit den Hüttenbedienten auf Clausthaler und Altenauer Silberhütte wegen Ausbringung der Silber abgeschlossenen Pacht-Contract [1683])

Itziger Zeitt ist verordnet	Voriger zeitt ist gewogen und probieret
1. daß uff 1 Centner Schlich gewogen werden 123 lb	soll gleich gewesen sein
2. Werden die Schliche uff einer holländischen schnellen Wagen gewogen, so mit Auflegung eines Loths einen Ausschlag gibet	der Schlich ist uff einer gemeinen Wage, so kaum 1/2 oder 3/4 lb bewegen lassen, gewogen worden
3. Aller Schlich wirdt ohne ausschlag und im globen gewogen	der noch lebende Brenneister und Knechte berichte nach soll uff jeden ctn ein ausschlag gegeben worden sein
4. Wenn die 66 ctn naßer Schlich uff 2Röste gewogen sein, wirdt der jennige Schlich, so übrig ist, es sey so viel es wolle, als ein Vorrath à part behalten	Ist dem bericht nach so genau nicht genommen, sondern wenn die Puchsteiger eine Übermaeß gehabt und solche nicht alzu starck gewesen, sie solche (sonderlich, wenn der Schlich naß geschienen) bey das gewogene gesturtzet
5. Ist verordnet, uff 1/4 Loth die Proben anzugeben, weswegen in 11 Quartalen 542 marck 11 1/4 ctn Silber berechnet ist	Voriger zeitt ist nur auff 1/2 Loth die Probe angegeben und das 1/4 Loth in keine Confiderartion gezogen
6. Mußen die Silber defecte bis auff 1/4 Loth nachgefuhret werden	Ist dergleichen nicht geschehen
7. Ist verordnet, uff beeden Hutten zu 118 lb zu probieren	Ist nur uff 114 lb probieret worden
8. Ist befohlen bey Altenauer Hutten, uber vorgemelte 4 lb noch 2 lb mit der feder dem gehalt nach anzusetzen und die Silber zu berechnen, welche in 11 Quartalen 470 mk 5 3/4 Loth betragen	Ist nicht gewesen

mere und reichere geschieden wurde, wobei der nasse reicher zu sein pflegte als der trockene.

Aufgrund des Nässegehalts hatte der Andreasberger Bergprobierer empfohlen, künftig den Zentner zu 123 Pfund, wie auf der Altenauer Hütte, einzuwiegen³⁵. Außerdem sollte in Clausthal die Probe auf einen Gehalt von 4 Pfund überprüft und in Relation zur 2-Pfund-Regelung auf der Altenauer-Hütte gesetzt werden, um zu sehen, „wie die Probierung erhöht, genauer eingewogen und in verschiedenen stucken schwerer worden“. Damit sollte durch Mischen dem Schlich ein gewisser Durchschnittsgehalt gegeben werden, der sich erfahrungsgemäß und anhand von Listen als überprüfbar sowie für das Ausbringen am vorteilhaftesten erwies und 50 Pfund Blei und 3,5 bis 4 Lot Silber pro Zentner enthielt. Es ging vor allem um die Vorstellung, diese Werte konstant anwenden zu können und damit dem Probiervorgang die erhoffte Verlässlichkeit zu geben.

Die Naß- und Stuffschliche waren aus den Pochwerken mit Wagen auf den Maschenboden der Hütten transportiert und rostweise übernommen worden. Ein Rost nasser Schlich wog ca. 36, trockner ca. 33 Zentner. Das Auswiegen geschah nach Zentnern auf dem Beschickungsboden neben der Gicht der Schmelzöfen. Nasser und trockner Schlich wurden separiert, allerdings zu dieser Zeit noch nicht mit genauen Daten über die Menge, Qualität oder dem Name der Herkunftsgrube versehen, ehe sie vorgeschlagen und verschmolzen wurden³⁶.

Die zweite Probephase

Seit 1668 hatten sich die Klagen des Zehntners auf dem Rammelsberg gehäuft, daß die Hütten zu wenig Schwarzblei ausbrächten. Die Ursache dafür war, daß beim Schmelzprozeß in Zellerfeld und Wildemann Knobben vom Rammelsberg zugeschlagen wurden, so daß die Oberharzer Schlichschlacken so arm waren, daß sie für die „hitzen“ Rammelsberger Erze wirkungslos blieben. Seiner Auffassung nach wurde das, was früher in den Schlacken an Blei geblieben, nunmehr „wegen Schmelzung der Knobben in eine weitleuftigkeit gebracht“, daß sich keine Wirkung erzielen ließ. Fortan sollten reiche Oberharzer Schlacken zu den Unterharzer Hütten geliefert werden. Ob der entstandene Nachteil dadurch zu beheben sei, vermochte erst das fortgesetzte Probeschmelzen zu erweisen³⁷.

Der Gedanke, reiche Oberharzer Schlacken als Zuschläge beim Unterharzer Bleischmelzen zu verwenden, war nicht neu. Bereits in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts hatte es zur Zeit von Herzog Julius ein Verschmelzen von Rammelsberger Bleierz unter Zuschlag gerösteter Oberharzer Schliche gegeben. Auf Protest von Oberharzer Gewerken mußte es allerdings 1593 eingestellt werden. Erst in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts konnten diese Versuche auf energisches Betreiben des Berghauptmanns von dem Busch wiederaufgenommen werden³⁸.

Am Ende des 17. Jahrhunderts wies das Probeschmelzen verstärkte den Weg in Richtung auf kooperativen Erfahrungsaustausch und gemeinsam kontrolliertes Probieren, um trotz der unterschiedlichen Erze ein kalkulierbares Ergebnis beim Schmelzvorgang zu erzielen. In dieser Absicht forderte von dem Busch im April 1709 vom Bergschreiber Heinrich Dietrich Meyer Unterlagen über das Zusammenschmelzen Andreasberger Röste mit Rammelsbergischen Erzen aus dem Jahre 1674 an, da damals ein derartiger Versuch unternommen worden sei „und also in den Hütten Büchern, Extracten und andern Vorschriften der speciale verlauf von solcher Arbeit sich finden muß“³⁹.

Im folgenden Frühjahr intensivierte das Bergamt die zweite Phase des gemeinsamen Probeschmelzens der ober- und unterharzischen Erze am Rammelsberg, indem zwei zusätzliche Hüttenmeister als Kontrolleure der Schmelzprozesse bestellt wurden: Mauch von der Schulenburg Hütte und Broitzen vom Unterharz⁴⁰. Broitzen erhielt als Gehilfen Johann Burchhard Müller zugestellt, der auf der Herzog-Julius-Hütte die Nachtschichten zu beaufsichtigen hatte⁴¹. Die Kontrolleure sollten die gesamte Phase des Probeschmelzens, ohne ausgewechselt zu werden, begleiten, denn der Zehntner war der Ansicht, daß es besser sei, wenn ein Kontrolleur, der vier Wochen lang am Rammelsberg anwesend war, „dabey bliebe, weil doch der ander erst noch das wieder lernen müsse, was Jener die Zeit hero schon observiret“. Berghauptmann von dem Busch befürwortete diese Regelung, um die gemeinsamen Schmelzversuche noch mindestens ein weiteres Jahr fortzusetzen „und die dabey gebrauchende Controleurs wie auch alle übrige Leute specialiter zu beeyden“. Probe und Gegenprobe sollten voneinander getrennt vorgenommen werden; sie waren nicht an einem Tag durchzuführen, „dieweil in einen tage nicht füglich zweyerley Arbeit abgewartet werden kann“.

Schon im Februar 1707 hatte der Hüttenmeister Borckenstein aus Clausthal dem Hüttengegenbedienten eine Liste mit 17 Instruktionen übergeben und ihn in seine Funktion beim gemeinsamen Probeschmelzen eingewiesen. Er hatte die Nässeprobe des Schlichs, das Wägen, Trocknen und Einfassen nicht nur zu beobachten, sondern mit einer Büchse eine Gegenprobe zu entnehmen, nachzuprobieren und bei einer festgestellten Diskrepanz umgehend dem Bergamt Mitteilung zu machen. Zur Sicherheit sollte von einem unabhängigen Fachmann eine weitere Probe genommen werden. Zugleich war die Dauer der Brennvorgänge in Lautenthal – 12 oder 15 Stunden Röstzeit – zu kontrollieren.

Das genaue Auswiegen der Erzmengen bei Probe und Gegenprobe stellte eine ungewohnte Anforderung an das Hüttenpersonal dar, wie die Bergamts-Protokolle wiederholt ausweisen. So wurde Hüttenmeister Mauch aus Schulenburg in einer Untersuchung von 1711 vorgefallen, „daß er dem Oberharze zu gefallen arbeite“, bei der Gegenprobe würden nämlich Vorläufer das Erz „untreu“ beschicken. Die den Erzwiegern zugeordneten Gehilfen hätten sich beim Wägen versehen und die exakten Ergebnisse nicht sachgerecht in den angeordneten Listen festgehalten. Trotzdem sei keine Probe beeinträchtigt worden, weil zuvor das Erz für jede Probe in der Hütte gewogen und bei der Gegenprobe ebenso verfahren worden sei. Nachlässigkeit, fehlende Aufsicht und mangelnde Bereitschaft, fehlerhaftes Verschulden bei der Aufsichtsbehörde beeinträchtigten die Schmelzergebnisse, so daß künftig „nicht das geringste, so dem Zusammenschmelzen zuwider scheinen könnte, unangemeldet zu lassen“⁴².

Die besondere Sorgfalt der Schmelzer galt stets dem Schlich, vor allem insofern, daß er trocken zu den Hütten im Unterharz abgefahren wurde. Beim gebrannten Schlich konnte, je trockner er war, desto mehr verstauben oder verwehen. Umgekehrt lag der Fall, wenn es beim Transport regnete, was beim Nachwiegen im Gewicht „ein schlecht principium“ ergeben konnte. Damit sich der unterschiedlich zusammengesetzte Schlich nicht vermengte, hatte der Fuhrmann jedes Teil Rost separat zu laden und zwischen zwei verschiedene Teile ein Trennbrett zu setzen. Der jeweilige Rost war mit kleingeschlagenem Rammelsberger Erz und Lautenthaler Schlich zu beschicken, wobei jedoch Zentnerzahl und Gewicht, weil es sich um eine Versuchsanordnung handelte und Erfahrungswerte fehlten, nicht vorzuschreiben waren. Weil die Rammelsber-

Silber	1671			1681			1687			1697		
	Quartal	mk	Lot	Quint	mk	Lot	Quint	mk	Lot	Quint	mk	Lot
I	929	10	-	786	7	-	939	-	-	1137	8	3
II	834	7	-	939	13	-	983	11	-	1260	2	-
III	768	9	-	922	2	-	944	-	-	1175	6	3
IV	808	10	-	950	9	-	1022	7	-	1245	4	3
Summe	3340	4	-	3598	15	-	3889	2	-	4818	6	1
Frischblei (Zentner = 114 lb)												
	1671			1681			1687			1697		
Quartal												
I	2107			2545			4293			3162		
II	3058			2223			3108			3667		
III	2810			2237			3131			3917		
IV	2367			2098			3304			4039		
Summe	10342			9103			13836			14785		

Tab. 2: Produktion der Kommunion-Unterharzer Berg- und Hüttenwerke nach den Goslarer Zehntrechnungen

ger Erze als sehr flüssig galten, mußte verhindert werden, daß die transportierte Masse, „will man sonst die (Blei)Wercke und Silber in denen Schlacken mit großer Müh und Unkosten nicht vergeblich suchen“, allzu sehr dem Regen ausgesetzt wurde. Der Schmelzer hatte den Hüttenprozeß mit den Zuschlägen entsprechend zu temperieren und in seiner Geschwindigkeit zu steuern. Andernfalls wurden größere Mengen an Kohlen verbrannt und die Ausbringung war zu gering, weil die Schmelzmasse nicht hinreichend Zeit hatte, sich zu setzen⁴³. Die Schliche vom Oberharz, von Christoph Andreas Schlüter als kalt und zäh qualifiziert, nahmen beim Schmelzprozeß den Rammelsberger Erzen partiell die Hitze und ihren spezifischen flüssigen Charakter⁴⁴. Zusätzlich waren die Schlacken stets auf den Grad ihrer Reinheit hin zu überprüfen.

Alle Ergebnisse beim Schmelzen, „weil dieses ein neu werck und man dabey nicht zuviel grüblen und nachsinnen kann“, mußten täglich in einem Buch festgehalten werden, damit die Verfahren nicht erst wöchentlich, sondern bereits täglich korrigiert werden konnten⁴⁵.

Die im Vergleich zum Bergbau sehr vielfältig ausgeprägte Hüttenarbeit war in horizontale Arbeitsstufen – Rösten, Schmelzen, Treiben und Frischen – gegliedert. Jede Stufe hielt verschiedene Arbeitsaufträge bereit, die nach Maßgabe der Hüttenanlagen und der Logik der Arbeitsverfahren teamartig ausgeführt wurden. Während es zu Beginn der Probeschmelzungen durch fehlendes Personal noch häufig zu Arbeitsunterbrechungen und anderen Störungen im Betriebsablauf kam, war später dank

strenger Schichtregelungen ein kontinuierliches Arbeiten möglich. Erst 1688 hatte Berghauptmann Otto von Dittfurdt die Besetzung der Schichten grundlegend geregelt, und dem Hüttenreiter wurde die Aufgabe zugewiesen, die Schichten unter den Schmelzern, Arbeitern und Schurknechten sinnvoll einzuteilen. Die Anordnungen wurden den Betroffenen vorgelesen, schriftlich festgehalten und an das Personal ausgeteilt. Bei Nichteinhaltung drohten Sanktionen: Strafen in Höhe von 19 Groschen waren die Regel, bei weiterer Nachlässigkeit drohte eine Verdoppelung des Strafmaßes, das auch „nach befinden mit gefängnis verhöhet“ werden konnte⁴⁶.

Die schlechte Witterung im Winter, die die Frachtfuhrwerke auf dem Weg zwischen Ober- und Unterharz behinderte, bildete ein weiteres Problem beim Probeschmelzen. Insofern beriet das Untere Bergamt, ob es sinnvoll sei, das Schmelzen in dieser Jahreszeit überhaupt fortzusetzen. Berghauptmann von dem Busch vertrat die Ansicht, das Probeschmelzen im Sommer sollte Vorrang haben. Aufgrund der vorgelegten Tabellen-Auszüge des Hüttenreiters Schlüter setzte sich jedoch die Erkenntnis durch, daß die winterlichen Bedingungen den gemeinsamen Versuchen nicht geschadet hätten, da der vom Oberharz benötigte Schlich noch rechtzeitig vor Wintereinbruch nach Goslar gebracht worden war. Da auch die Aufschlagwasser für das Betreiben der Blasebälge nicht eingefroren waren, seien keine Schichten ausgefallen, so daß das fortgesetzt wurde⁴⁷.

Die weiteren Versuche bezogen sich immer wieder auf die Frage der Silberausbringung. Angestrebt wurde die Pro-

duktion von 1 Mark Silber aus einem Zentner Werkblei entsprechend den früheren Ergebnissen bei Reicherzen und wie Hüttenreiter Schlüter es formulierte, was vordem „einen jeden Orts geschaffet und herausgebracht“⁴⁸.

Er war davon überzeugt, dieses Ergebnis erzielen zu können und argumentierte folgendermaßen: Wenn Silber in den Schlacken zurückbliebe, sei das ein ganz gewöhnlicher Vorgang bei der Schmelzarbeit, denn die Schlacken könnten jederzeit nachgeschmolzen oder auch unmittelbar wieder zugeschlagen werden. Wenn aber Silberückstände in solchen Hütten anfielen, die nicht ständig arbeiteten, und die kalten Schlacken nachgeschmolzen werden sollten, so verursache das einen hohen Kohleverbrauch und damit entsprechende Kosten. Insofern käme es darauf an, die Beschickung für optimales Ausbringen einzurichten. Ohnehin sei es nicht rationell, anfallende „Silber-Defekte“ in den Schlacken zu suchen.

Er war zu dem Versuch bereit, aus dem vierten Feuer einer Schicht mehr als 1 Mark Silber auszuschmelzen⁴⁹, obwohl die dadurch entstehenden Kosten, bedingt durch das genaue Auswiegen der Schmelzanteile, mit 36 Gulden verhältnismäßig hoch lagen. Zehntner Pfeffer und die Beamten aus dem Oberharz schlugen vor, anhand der Abrechnungen der letzten Jahre, in denen beim Probeschmelzen stets ein Kontrolleur zugegen war, zu vergleichen, welche Ergebnisse seinerzeit bei solchen Prozessen erzielt worden waren. Doch Berghauptmann von dem Busch ließ den Versuch nicht zu, weil die jüngste Bergrechnung keine höheren Erträge auswies. Seine Schlußfolgerung lautete,

Hütten-Verordnung

Wegen der Clausthalischen Schmelzer / worab dieselbe zu ersehen / welchen Tag ein jeder seine Arbeit oder Schichten von Wochen zu Wochen zu verrichten hat / wie denn diese Ordnung mit N^o. 2. dieses Current-Quarthals REMINISCERE 1689. ihren Anfang nehmen soll.

Vorgängig ist hiebei anzuführen / daß Wöchentlich in der Schmelz-Hütten 6. Tage gearbeitet werden soll / und soll / wie sich gebühret / des Morgens umb 4. Uhr mit den Schmelzen angefangen werden / Es sollen auch keine Rüste uff einander gesetzt werden / es erfodere dann ein solches die Nöthigkeit / und werde befohlen.

Mittwoch und Donnerstags	Georg Fleischer. 2. Schichten.	Freitag und Sonnabendt.	Philip Fleischer. 2. Schichten.	Mon- und Dienstag.	Heinrich Lips. 2. Schichten.
	Claus Lichtenberg. 2. Sch.		Gorries Brandenburg. 1. Sch.		Henni Lips. 2. Sch.
	Daniel Rieman. 2. Sch.		Verrichtet solche des Freytages.		Heinrich Doppertwien. 2. Sch.
	Jochimb Fleischer. 2. Sch.		Hans Brandenburg. 2. Sch.		Jochimb Fleischer. 1. Sch.
	Johann Andreas Grefsch. 2. Sch.		Georg Brandenburg. 1. Sch.		Verrichtet solche den Montag.
	Lippoldt Mues. 2. Sch.		Thut solche des Sonnabends.		Claus Lichtenberg. 1. Sch.
Summa in 2. Tagen 12. Schicht.			Sa: in 2. Tagen 12. Schichten.		

Dafern nun ein oder ander seine ihm zugetheilte Schichten nicht beobachten / auch da er selbige nicht abwarten kan / keinen vor sich in die Stelle schicken / auch nicht des Tages zuvor dem Hütten-Schreiber dasselbe anzeigen lassen wird / selbiger sol Anfangs mit 10 Mgroschen gestraffet / bey fernerer Nachlässigkeit die Straffe verdoppelt / auch nach Befinden / die Gefängniß-Straffe hinzugefüget werden. Gegeben im Fürstlichem Berg-Ambte. Den 24. Novemb: Ab: 1688.

Otto Arthur von Dittfurt

Hütten-Verordnung des Berghauptmanns Otto Arthur von Dittfurt für die Silberhütten in Clausthal und Altenau 1688 - Archiv des Oberbergamts Clausthal-Zellerfeld

daß künftig „alles aufs schärfste gewogen werde“. Die herangezogenen Aufstellungen hatten belegt, daß die Menge des Oberharzer Schlichs, besonders desjenigen aus Lautenthal, stets bei der Probe zu hoch angegeben worden war. Insofern sei sorgfältig zu prüfen, ob die Defizite an Silber tatsächlich so hoch seien wie angegeben. Auch hier sollte fortan die „scharffe probierung“ angewandt werden, da dem Vernehmen nach die Gegenprobe für Lautenthal wöchentlich einen Überschuß auswies⁵⁰.

Ein anderes Versuchsfeld stellten die Kiespartien in den Erzen dar, deren optimale Separation Schwierigkeiten bereitete. Um eine Antwort auf die Frage zu erhalten, ob sie den „Silber-Defekt“ verursachen oder eher abschwächen, sollten einmal ausschließlich solche Er-

ze allein genommen und dann nur gute, reine Erze verwendet werden. Da die kieshaltigen Röste gut durchzusetzen seien und außerdem größere Quantitäten von verschiedenen Röstern vorlägen, dachte man daran, das gemeinsame Probeschmelzen als Regel einzuführen (Tab. 2).

Eine weitere Erprobungsvariante bildete der Vorschlag des Unterharzer Münzmeisters Bähr, beim gemeinsamen Probeschmelzen Eisenschlacken (Roh-eisen) als Surrogat zu verwenden, was vorteilhaft sein könnte. Bei zwei Proben stellte sich heraus, daß auf diesem Weg sich „an Silber etwas erübrigt, an Bleyen aber dagegen was verloren gangen“, so daß Hüttenreiter Töpfer und Hüttenschreiber Hansen diese Vorgänge näher untersuchen sollten. Desgleichen sollten sie überprüfen, inwieweit es

möglich sei, die Zusammensetzung der Schmelzschicht zu ändern: statt der 8 Zentner Knobben sollten auf jede Schicht nur 3 verwendet werden. Eine Prognose über Erfolg oder Mißerfolg wäre allerdings nicht möglich, da die Knobben von unterschiedlicher Qualität waren.

Wie bei allen Versuchsanordnungen blieb auch hier ein Rest an Unsicherheit, der trotz aller Systematik des Wägens, Messens, Prüfens und Vergleichens nicht zu beseitigen war⁵¹. Indessen bildete die Bereitschaft zur „scharffen Probe“ auch die notwendige Voraussetzung, gegen die gängige Praxis der Unterschleife, die sich infolge der Mißstände in der Zeit nach dem Dreißigjährigen Krieg verstärkt eingestellt hatte, vorzugehen und für den Übergang zu berechenbaren Kalkulationen beim

Schmelzprozeß zu sorgen. Darin lag ein weiteres Ergebnis des gemeinsamen Probeschmelzens.

Insgesamt fielen die Versuche hinsichtlich der Holzersparnis und der Bleiausbringung nicht ungünstig aus. Die guten Ergebnisse wurden jedoch durch die relativ geringe Steigerung beim Silberausbringen kompensiert. Ein Schmelzen auf den Unterharzer Hütten ohne Oberharzer Schlich-Schlacken war indessen nicht möglich, wie die Versuche hinreichend belegt hatten: Beim Schmelzen ohne Schlacken war der Ofengang sehr unrein, er blühte stark, und Stein und Schlacke sonderten sich nicht gehörig. Außerdem gab es einen bedeutenden Ausfall an Werkblei. Vielmehr hatte sich die von Schlüter angegebene Relation 1 Viertel Oberharzer Schlacken und 3 Viertel Unterharzer Erze offensichtlich derart bewährt, daß man von diesem Regelsatz nicht abwich⁵². Nur gelegentlich erprobte man geringere oder größere Mengen an Oberharzer Zuschlägen, ohne daß sie etwas änderten.

Ein Viertel des Schlichs, den die drei Unterharzer Hütten im Rammelsberg-Revier um die Wende zum 18. Jahrhundert jährlich als Zuschlagmaterial verbrauchten⁵³, stammte vom Oberharz. Die 90 000 Zentner mußten dorthin transportiert werden. Für den hier betrachteten Zeitraum waren die Voraussetzungen für solche Produktionsziffern uneingeschränkt gewährleistet, die Hütten verfügten über genügend große Holzvorräte, und die Oberharzer Hütten konnten genügend Schlichschlacken liefern. Angesichts des großen Schlichvorrats wurde im Unteren Bergamt wiederholt die Frage diskutiert, ob man dort nicht eine Schicht mit 14 Scherben Erz schmelzen sollte, um wöchentlich 2000 und damit jährlich 104 000 Scherben zu verbrauchen, so daß nur noch ein Vorrat von 49 403 Scherben zurückbliebe. Wenn dagegen mit 12 Scherben geschmolzen werde, blieben 61 883 Scherben übrig. Auf diese Weise könnten die beträchtlichen Erzvorräte besser genutzt werden, zumal sie weniger witterungsbeständig wären als die Schlacken. Weitere Versuche sollten in zwei oder drei Quartalen zeigen, wie das Ausbringen mit 12 oder 14 Scherben verlaufen sei⁵⁴.

Fazit

Der mehr oder weniger günstige Schmelzerfolg der Unterharzer Hüttenwerke hing vor allem – abgesehen vom Schmelzofentyp – von dessen zweck-

mäßiger Beschickung ab. Infolge des hohen Gehalts der gerösteten Rammelsberger Erze an Metalloxiden waren Zuschläge von Kieselerde oder kieselerdhaltigen Substanzen in hinreichender Menge stets erforderlich, um einen zu hitzigen Ofengang zu vermeiden. Ohne solche Schlichschlacken aus dem Oberharz verlief die Hüttenarbeit wenig erfolgreich. Die erste Phase des Probeschmelzens hatte insofern ein verwertbares Ergebnis gebracht, als es gelungen war, bei relativ geringhaltigem Erz und Schlich mit der gleichen oder reduzierten Menge Kohle eine gewichtsmäßig größere und metallreichere Beschickung der Öfen durchzuschmelzen. Gleichzeitig konnte dabei ein höheres Bleiausbringen erreicht werden. Allerdings war der „Silber-Defect“ nach wie vor zu hoch.

Auch das Schmelzen von Erzen in Schlichform verlief nicht immer störungsfrei: Sie sinterten im Ofen zusammen, anstatt eine lockere Masse zu geben. Sie inkrustierten die Kohle, was wiederum stärkere Hitze erforderte, mithin mehr verkohltes Brennmaterial, und störten den Ofengang durch Bildung von Ansätzen und Bühnen. Weitere Versuche in der zweiten Phase des Probeschmelzens sollten diese Mängel beheben. Das Bergamt stimmte den höheren Kosten zu, die durch einen größeren Lohnaufwand für das sorgfältige Auswiegen der unterschiedlichen Zuschlagmengen und -sorten entstanden, und dieser Aufwand bildete fortan einen festen Rechnungsfaktor, der in Gestalt von spezifischen Quartaltabellen in die Bilanzen der Schmelzhüttenarbeit einging.

Insgesamt bedeutete das gemeinsame Probeschmelzen Unter- und Oberharzer Erze und Schliche während des Übergangs vom 17. zum 18. Jahrhundert das bergbehördliche Zusammenführen verschiedener Schmelzverfahren, die Kopplung unterschiedlichen Schmelzgutes und die gemeinsam kontrollierte Erprobung neuer Zuschlagsvarianten beim Schmelzgang. Unter den Rechtsverhältnissen des Kommunion-Harzes, bei denen die Gewerken nicht hineinreden und die Oberharzer Hütten keine überhöhten Preisforderungen für ihre Produkte stellen durften, entstanden im entwickelten Direktionsprinzip entsprechend den finanziellen Vorgaben der Landesherrschaften regulierte Hüttenwerke, die einerseits technisch-organisatorisch kooperieren und andererseits wirtschaftlich ertragsorientiert arbeiten sollten. Sie mußten sämtlich das kostensenkende Schmelzen auf leichtem Gestübbe als Unterharzer Technologie anwenden.

Die veränderte Ressourcenbasis hatte geradezu zwingend erfordert, daß bei zunehmend qualifizierter, kontrollierter und sorgfältiger Arbeit der Hüttenbelegschaften verschiedene Produktionsstufen und Arbeitsfunktionen kombiniert wurden. Nach der Bildung der Kommunion-Herrschaft unter einer Leitung waren solche Zielvorstellungen ohne weiteres administrativ durchzusetzen. Arbeitsorganisatorisch fehlte allerdings die konsequente Einführung des Gedingeschmelzens, das die Hüttenarbeiter genötigt hätte, ihre Öfen in möglichst gutem Gang zu halten, um auf einen ihren Arbeitsergebnissen entsprechenden Lohn zu kommen⁵⁵.

Anmerkungen

- 1 Bartels 1992, S. 267-269.
- 2 Vgl. Niemann/Niemann-Witter 1992, S. 157-160.
- 3 Laub 1994, S. 22 f.
- 4 Zur Entwicklung des Unterharzer Hüttenwesens bis zum Jahr 1635 vgl. Rosenhainer 1968, S. 124-154.
- 5 Art. 8 des Erbteilungsrezesses vom 14.12.1635, in: Rehtmeier 1722.
- 6 Archiv des Oberbergamts Clausthal-Zellerfeld (fortan: AOBA), Fach 70, Nr. 1 ff: Communion Unterharzische Bergamtsprotokolle ab 1668. Ebd.: Fach 129, Nr. 1 ff: Communion Unterharzische Grubenbefahrungsberichte ab 1672.
- 7 Dies belegen die seit 1668 relativ vollständig erhaltenen Bergamtsprotokolle der ratsstädtischen Gruben am Rammelsberg in allen Einzelheiten, vgl. Kraschewski 1995, S. 128-137.
- 8 AOBA, Fach 120, Nr. 16: Probeschmelzen auf der Lautenthaler Hütte mittelst Anwendung der Unterharzischen Methode; desgl.: Probeschmelzen mit Lautenthaler Erzen auf den Unterharzer Hütten 1668/69.
- 9 Salz 1858, S. 37.
- 10 Löhneiß 1617, S. 255: Von der Hütten-Reuter Ampte und Befehlich.
- 11 Vgl. dazu Niemann/Niemann-Witter 1992, S. 157. Vgl. auch Hoppe 1883, S. 300 (zur Frankenscharner Hütte), S. 305 (zur Altenauer Hütte), S. 312 (zur Lautenthaler Hütte: Bleierze vom Lautenthal, Aufarbeitung der Oberharzer Werkbleie und Blicksilber), S. 323 (Herzog-Julius-Hütte und Frau-Sophien-Hütte) sowie S. 328 ff. (Okerhütte mit Verhüttung Rammelsberger Kupfer- und Melierterzen).
- 12 AOBA, Fach 70, Nr. 2: Bergamts-Protokoll 1668, Februar 2.
- 13 Schlüter 1708 und 1738.
- 14 Schlüter 1738, S. 200 und 221 ff.
- 15 Löhneiß 1617, S. 71; Berward 1673, S. 38 f.
- 16 AOBA, Fach 1270, Nr. 19: Zusammenschmelzen Andreasbergischer Röste mit Rammelsbergischen Erzen 1674; Fach 1272, Nr. 39: Bestellung der Controlleure beim Zusammenschmelzen ober- und unterharzischer Erze 1710 ff.; Fach 1268, Nr 8: Zusammenschmelzen der Ober- und Unterharzischen Erze 1715-1717.

- 17 Die Rammelsberger Erze enthielten Zink, der die Schmelzöfen, bei der Dauer einer Schmelzkampagne von 12-14 Tagen, schon nach einigen Tagen zusetzte, so daß die Hüttenleute den Zink alle 3-4 Tage ablassen mußten, – vgl. Schlüter 1738, S. 224, 230 und 233-235.
- 18 AOBA, Fach 1270, Nr. 14: Verschiedene Versuche und Einrichtungen zur Vervollkommnung des oberharzischen Silberhütten-Betriebs (1728).
- 19 Ebd., Fach 1272, Nr. 39 (1710); Fach 1236, Nr. 2: Kohlenmangel auf den Silberhütten (1647-1741), Nr. 4: Beschwerden über die schlechte Qualität der Kohlen (1660 ff), Nr. 6: Einschränkung in der Kohlen-Consumtion auf den Silberhütten (1673 ff), Nr. 8: Kohlen-Überschüsse auf den Silberhütten (1673 ff.).
- 20 Schlüter 1738, S. 231, vgl. dazu Löhneiß 1617, S. 67 f und 266-268.
- 21 AOBA Clausthal-Zellerfeld, Fach 1270, Nr. 16.
- 22 Schlüter 1738, S. 226: Würden die Silber und Bleye nicht erfolgen können, wann das Schmelzen mit den Vorschlägen nicht temperirt würde.
- 23 AOBA Clausthal-Zellerfeld, Fach 1270, Nr. 16.
- 24 Schlüter 1738, S. 225 ff.
- 25 Laub 1994, S. 22: „So bewegte sich auch das Hüttenwesen im verfahrenstechnischen Bereich noch ganz in den Bahnen des vorausgegangenen Jahrhunderts“.
- 26 Schlüter 1708, pag. 1 (die Mark Silber [Hann.] gerechnet zu 233,6 g).
- 27 Ders. 1738, S. 233.
- 28 AOBA, Fach 1221, Nr. 10: Schmelzer- und Vorläufer-Löhne (1689).
- 29 AOBA, Fach 1221, Nr. 3: Schürknechte-Eid (1677).
- 30 Ebd., Fach 1219, Nr. 7 (1697).
- 31 Ebd., Fach 1221, Nr. 2: Eid des Silber-Abtreibers (1652).
- 32 Schlüter 1738, Vorrede: Es kann kein Berg-Werk ohne ein wolleingerichtetes Hütten-Werk bestehen. Hütten-Werk erfordert wollerfahrene Leute, welche alle Hütten-Arbeit tüchtig verstehen.
- 33 AOBA, Fach 1228, Nr. 2 (1697/1733).
- 34 Ebd., Fach 1268, Nr. 8 (1715).
- 35 Ebd., Fach 1255, Nr. 6: Acta betr. den Betrieb der St. Andreasberger Silberhütte (1680).
- 36 Ebd., Nr. 7: Acta betr. den mit den Hüttenbedienten auf Clausthaler und Altenauer Silberhütte wegen Ausbringens der Silber abgeschlossenen Pacht-Contract (1683).
- 37 AOBA, Fach 70, Nr. 2: Bergamts-Protokoll 1668.
- 38 Salz 1858, S. 53-58.
- 39 AOBA, Fach 1270, Nr. 19 (Zusammenschmelzen 1674).
- 40 Ebd., Fach 1272, Nr. 39.
- 41 Ebd., Fach 71, Nr. 29: Bergamts-Protokoll 1709.
- 42 Ebd.
- 43 Schlüter 1738, S. 229: Die Schlacken können nicht genugsam abkühlen und matt werden, sondern müssen noch zu frisch ausgekeltet werden.
- 44 Ebd., S. 226.
- 45 AOBA, Fach 1272, Nr. 39: Bestellung der Controlleure 1710 ff.
- 46 Ebd., Fach 1272, Nr. 13: Austeilung der Schichten unter den Hütten-Arbeitern (1688).
- 47 Ebd., Fach 1268, Nr. 8: Zusammenschmelzen (1715).
- 48 Ebd.: Zusammenschmelzen, Actum Lautenthal.
- 49 Solch ein Versuch sollte auf folgende Weise geschehen: Aus dem 3. Feuer (Schmelzöfen) sollten 4 Röste genommen, geteilt und zur Hälfte in das 4. Feuer verlegt werden (die andere Hälfte ging in das 3. Feuer zurück). Was bei diesem Vorgang nun dem 3. Feuer an Gewicht abging, mußte nach gewöhnlichem Gehalt zugesetzt werden, von jedem Zentner des Abgangs $\frac{1}{2}$ Lot Silber auf die Mark gerechnet. Das war das übliche Resultat. Andererseits wurde erwartet, daß das Erz aus dem 4. Feuer reiner und, bezogen auf die Zentnerzahl, erheblich silberhaltiger sein würde.
- 50 AOBA, Fach 1268, Nr. 10: Summarische Tabellen nebst Balance von der Herzog Julius Hütte: „Die Halbscheid zur Probe gepuchet und im neuen Brennofen gebrandt, die andere Halbscheid zur Gegenprobe aber noch 2 mahl unter der Schuppe geröstet und auf die ordinaire Art verschmolzen, was darvon an Zinck, Silber Glädt und Frischbley etc. ausgebracht“.
- 51 Wie Anm. 48.
- 52 Ebd., Fach 71, Nr. 27: Bergamts-Protokoll, 1708: „Weilen die Treiboffens nicht im Gange gewesen und also die werck nicht vertrieben werden können, so hat man, um das Schmelzen zu befördern, uff jede Schicht 1, 2 bis 3 Scherben Oberhartzische Schlacken mehr als sonst geschehen, nehmen müßen“.
- 53 AOBA, Fach 70, Nr. 18: Bergamts-Protokoll (1695).
- 54 Ebd.: Bergamts-Protokoll (1692).
- 55 Zur Bleierzverhüttung am Unterharz vor 1550 ohne Zuschlag von Oberharzer Bleischlacken vgl. Laub 1975 und 1985.
- 1985 Die mittelalterliche Verhüttung von silberhaltigen Harzer Bleierzen im Vergleich zur antiken Technologie, in: Harz-Zeitschrift 37, 1985, S. 65-130.
- 1994 Zur Betriebsgeschichte der Wildemanner Silberhütte, in: Der Anschnitt 46, 1994, S. 20-24.
- LÖHNEISS, Georg Engelhard von:
1617 Bericht vom Bergwerck, Zellerfeld 1617.
- NIEMANN, Hans-Werner/NIEMANN-WITTER, Dagmar:
1992 Die Geschichte des St. Andreasberger Bergbaus – ein Überblick, in: Karl Heinrich Kaufhold (Hrsg.): Bergbau und Hüttenwesen im und am Harz, Hannover 1992 (= Quellen und Untersuchungen zur Wirtschafts- und Sozialgeschichte Niedersachsens in der Neuzeit. 14), S. 152-173.
- REHTMEIER, Philipp Julius:
1722 Braunschweig-Lüneburgische Chronika, Braunschweig 1722.
- ROSENHAINER, Franz:
1968 Die Geschichte des Unterharzer Hüttenwesens von seinen Anfängen bis zur Gründung der Kommunionverwaltung im Jahre 1635, Goslar 1968 (= Beiträge zur Geschichte der Stadt Goslar. 24).
- SALZ, Georg Conrad v.:
1858 Der Communion-Oberharz. Ein actenmäßiger Beitrag zur Harz-Geschichte, 2. Heft (nicht gedruckt), in: Archiv des Oberbergamts Clausthal-Zellerfeld, Bibliothek Achenbach, Clausthal-Zellerfeld 1858.
- SCHLÜTER, Christoph Andreas:
1708 Rammelsbergischer Hütten Process (nicht gedruckt), in: Archiv des Oberbergamts Clausthal-Zellerfeld, Bibliothek Achenbach, Clausthal-Zellerfeld 1708.
- 1738 Gründlicher Unterricht von Hütten-Wercken, Braunschweig 1738.

Bibliographie

- BARTELS, Christoph:
1992 Vom frühneuzeitlichen Montagerwerb zur Bergbauindustrie. Erzbergbau im Oberharz 1635-1866, Bochum 1992 (= Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbaumuseum. 54).
- BERWARD, Christian:
1673 Interpres Phraseologiae Metallurgicae, Frankfurt (Main) 1673.
- BORNHARDT, Wilhelm:
1931 Geschichte des Rammelsberger Bergbaues von seiner Aufnahme bis zur Neuzeit, Berlin 1931 (= Archiv für Lagerstättenforschung. 52).
- HOPPE, Oscar:
1883 Die Bergwerke, Aufbereitungsanstalten und Hütten ... im Ober- und Unter-Harz, Clausthal 1883.
- KRASCHESKI, Hans-Joachim:
1995 Das Direktionsprinzip im Harzrevier des 17. Jahrhunderts und seine wirtschaftspolitische Bedeutung, in: Ekkehard Westermann (Hrsg.): Vom Bergbau- zum Industrierevier, Stuttgart 1995 (= VSWG-Beih. 115), S. 125-150.
- LAUB, Gerhard:
1975 Der Bleifund vom Radauberg bei Bad Harzburg, in: Harz-Zeitschrift 27, 1975, S. 31-56.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Hans-Joachim Kraschewski
Friedrichsplatz 11
D-35037 Marburg