

Zeitschrift: Ferrum : Nachrichten aus der Eisenbibliothek, Stiftung der Georg Fischer AG

Herausgeber: Eisenbibliothek

Band: 68 (1996)

Artikel: Die archäometallurgische Untersuchung und Rekonstruktion der Blei-Silber-Verhüttung in Trachsellauenen/Berner Oberland und der Einfluss der sächsisch-freibergischen montanistischen Lehre auf das bernische Berg- und Hüttenwesen Mitte des 18. und Anfang d...

Autor: Kutzer, Hans-Joachim W.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-378313>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 28.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die archäometallurgische Untersuchung und Rekonstruktion der Blei-Silber-Verhüttung in Trachsellauenen/Berner Oberland und der Einfluss der sächsisch-freibergischen montanistischen Lehre auf das bernische Berg- und Hüttenwesen Mitte des 18. und Anfang des 19. Jahrhunderts.

Dipl.-Ing. Hans-Joachim W. Kutzer
Rehbergstrasse 4
D-86949 Windach

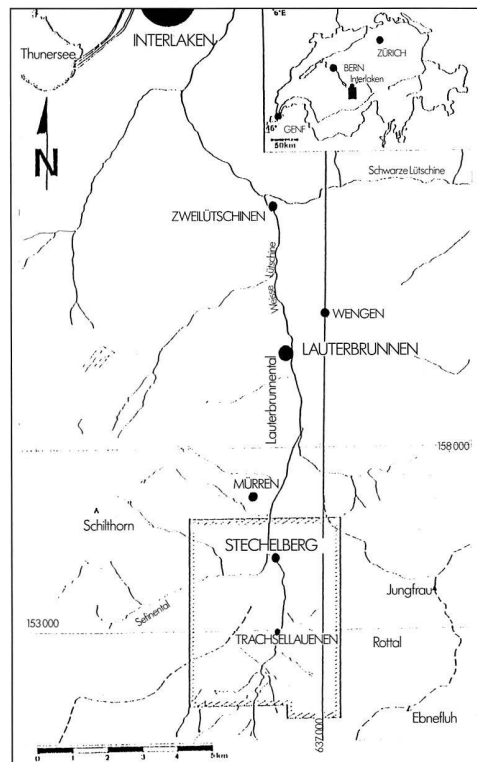
Einleitung

Über den Bergbau und das Verhüttungswesen in den Berner Alpen, insbesondere betreffend die Blei- und Zinkerzlagernstätten im Hintergrund des Lauterbrunnentals (Bild 1), ist seit dem 18. Jahrhundert sowohl in der geologisch-geographischen als auch in der touristischen Literatur immer wieder berichtet worden^{1, 2, 3}. So erwähnt bereits Johann Wolfgang von Goethe in seinem Tagebuch über seine zweite Schweizerreise im Jahre 1779 die Bleihütten von Trachsellauenen anlässlich seiner Wanderung auf den Tschingelgletscher.

Aufmerksam geworden durch eine Meldung in der Zeitung «Der Bund» vom 12.10.1990 mit dem Titel «Vom Bergbau im Lauterbrunnental», in der u.a. auf die Bedrohung einer technikgeschichtlich bemerkenswerten Verhüttungsanlage durch einen Forststrassenbau mit Kehrschleife berichtet wurde, setzte ich mich 1992 mit dem Initiator der Unterschutzstellungsinitiative für die beschriebenen Reste dieser Verhüttungsanlage, Hans Fritschi, Unterseen bei Interlaken, in Verbindung. Im September 1992 suchten wir diese Anlagen samt dem darüber befindlichen Bergbaugelände «Gnadensonne» und «Gute Hoffnung» gemeinsam auf.

Zur Zeit unseres Besuches waren bereits Angehörige des Archäologischen Dienstes, Bern, mit der Ausgrabung und Vermessung der Reste der Verhüttungsanlagen befasst.

Während der archäologischen Vermessungsarbeiten des Archäologischen Dienstes, Bern, gelang es mir, bereits eine grobe archäometallurgische Bestandsaufnahme über die betriebenen Verhüttungstechniken anhand der in den Resten der Anlage und deren Umgebung noch aufzufindenden aufschlussreichen Verhüttungsprodukte als Voraussetzung für einen späteren Rekonstruktionsversuch zu vollziehen. Zusammen mit Hans Fritschi initiierte ich im September 1992 in Trachsellauenen die Gründung eines Montanhistorischen Vereins Berner Oberland, mit dem Ziel, das im Berner Oberland ehemals umgegangene Berg- und Hüttenwesen neu zu dokumentieren und in den vorhandenen regionalen Heimatmuseen darzustellen, sowie damit das Interesse an einer längst vergessenen industriellen Epoche wiederzuwecken.



Literaturhinweise:

- 1 Gottlieb Sigmund Gruner: Die Eisgebirge des Schweizerlandes, Verlag der neuen Buchhandlung bey Abraham Wagner, Bern, 1760
- 2 Historisch-Biographisches Lexikon der Schweiz, 1924
- 3 Hans Michel; Christian Graf: Lauterbrunnen, Wengen, Mürren, Verlag Paul Haupt, Bern, 1969

Bild 1:
Geographische Lage des Bergbau- und Verhüttungsgebietes Trachsellauenen im hinteren Lauterbrunnental (nach J. P. Saheurs [4])

Inzwischen sind die Arbeiten des Archäologischen Dienstes, Bern, 1994 abgeschlossen worden. Leider fehlt bisher eine fachkundlich richtige Darstellung und Information über die Schmelztechnologien in den vorgefundenen Resten der Blei-Silber-Verhüttungsanlage. Diese soll im folgenden aus metallurgischer Sicht aus den noch aufgefundenen Rudimenten zu rekonstruieren versucht werden.

Wie die Bilder 2 u. 2a erkennen lassen, sind die in der Verhüttungsanlage vorhandenen Ofenreste (Bild 3) überkront und mit Betonplatten, auf denen die baulichen Grundrisse eingeritzt sind, abgedeckt worden. Die Anlage macht so einen äusserst aufgeräumten Eindruck, bedarf jedoch zusätzlich einer zeichnerischen Darstellung des rekonstruierten hüttenmännischen Inventars, um den Besuchern und Interessenten auch eine ausreichende Information über die dort vorzufindende Technologiegeschichte zu vermitteln. Ferner wäre es begrüssenswert gewesen, wenn dem Verfasser die vom Archäologischen Dienst, Bern, leider versagt gebliebene Untersuchung einzelner Werkzeuge und Hilfsmittel, die mit dem Verhüttungsbetrieb unmittelbar zusammenhängen, hätten ermöglicht werden können.

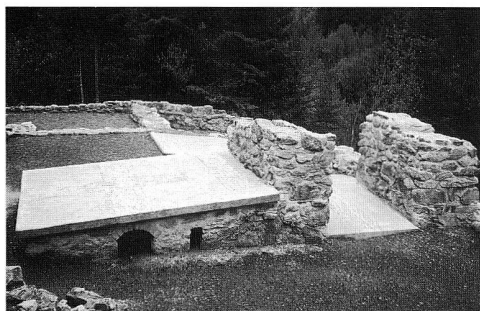


Bild 2:
Überblick über die rekonstruierten Verhüttungsanlagen von Trachsellauenen

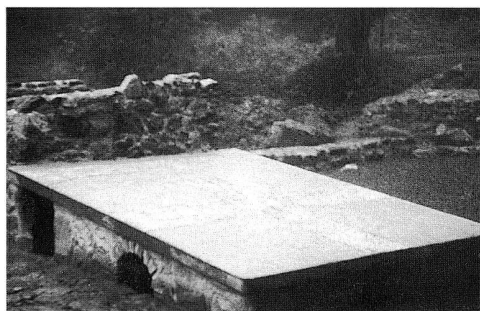


Bild 2a:
Herd des Doppelherdofens mit Austritt eines Trockenluftkanals



Bild 3:
Feuerung und Aschefall nach der Ausgrabung 1992

Geschichte

Wie aus der Literatur^{2, 3, 4, 7} hervorgeht, wurde der Bergbau auf Bleiglanz, mit dem Ziel, das darin enthaltene Silber als Münzmetall zu gewinnen, bereits im 15. Jahrhundert und damit auch eine Verhüttung auf Blei und Silber, die im einzelnen heute nicht mehr ohne weiteres nachzuvollziehen ist, betrieben. In der neueren Literatur^{5, 6} wird die Gewinnung von Eisen, Blei und Silber an den gleichen Ort in Trachsellauenen und Zweilütschinen verlegt, was nicht zutreffend ist, wie allein die dort heute noch auffindbaren Schmelzofenschlacken belegen. Die Lagerstätten für Bleiglanz und Eisen liegen an vollkommen getrennten Orten, so dass auch die Gewinnung von Eisen aus eisenerzhaltigen Kontaktlagerstätten als Nebenprodukt der Bleiverhüttung, wie z.B. in S-charl/Unterengadin, Graubünden, ausgeschlossen werden muss. Es sind lediglich eisenmetallhaltige Schmiedeoferenschlacken (sog. Schweissschlacken) von der Bearbeitung, Wiederschärfung und Stählung der Abbau- und Verhüttungswerkzeuge aufgefunden worden. Das Bergwerk Trachsellauenen wurde in verschiedenen Perioden auf silberhaltigen Bleiglanz ausgebeutet.

- 4 J. P. Saheurs: Die Blei-Zink-Baryt-Lagerstätten bei Trachsellauenen (Ber-ner Oberland/Schweiz), Dissertation Universität Bern, 1974
- 5 Franz auf der Maur: Gute Hoffnung, Gnadensonne und Frischglück, Artikelserie in der Berner Zeitung, 1980
- 6 Viktor Boss: Bis 1710 Schwerindustrie auf Gündlischwandboden, Der Bund, Nr. 123 und 128, 1982
- 7 Hans Michel: Die Erzvor-kommen im Lauterbrun-nental, Das Hadernmannli, 82. Jahrg., 16.10.1983

- 8 Matrikelverzeichnis der Bergakademie Freiberg, Festschrift von C. G. Gottschalk, 1866
- 9 Universitätsarchiv Bergakademie Freiberg, Akten OBAJ 8877, Vol 12, Bl.176, OBAJ 8955, Vol 13, Bl.163b, 165, OBAJ 9031, Vol 14, Bl.143, OBAJ 5888, Vol 2, Bl.84, 102
- 10 Werner Briefe, Bd. 2, 1792, Universitätsarchiv Bergakademie Freiberg

1705 erhielt der Berner Stadtarzt Dr. Wolfgang Christen die Schürfrechte am Hauriberg unter Steinberg.

1743 schürfte die nach sächsisch-erzgebirgischem Vorbild gegründete Kux-Gewerkschaft «Hauriberggesellschaft» und trieb neue Stollen «Beschertes Glück» und «Segenszuwachs» unter dem Direktor Joh. Gottfried Zimmermann aus Reichstädt bei Freiberg in Meissen (Sachsen), der nach⁷ die Aufbereitung (Anreicherung) des Bleiglanzes aus dem rauen Gestein, vermutlich wegen des Baryt- und Quarzanteils darin, nicht beherrschte, so dass das Unternehmen mangels Erfolg wieder aufgegeben werden musste.

1782–1792 führte Goldschmied Kaspar Deggeler aus Schaffhausen den Bergbaubetrieb dort unter dem Namen «Gnadensonne», «Gute Hoffnung» und «Frisch Glück» am Hauriberg und bei der Breitlauenenalp weiter⁴.

1784 wurde ein vermutlich später noch umgebauter Schmelzofen, dessen Reste heute noch zu sehen sind, errichtet. Es wird berichtet⁷, dass ein 1788 darin vorgenommener Schmelzversuch missglückte. Die aufgefundenen Schlacken, insbesondere die Bleiglätte und der Habitus der Schlacken weisen allerdings darauf hin, dass grössere Mengen Blei erzeugt und daraus auch Silber durch

Abtreiben gewonnen worden ist. Nach dem von der Gesellschaft erzwungenen Abgang K. Deggellers, dessen Grubenberichte⁴ durch wiederholt summierte Blei- und Silbergewichte den Kapitalgebern scheinbar erhoffte Gewinne an Blei und Silber aufweisen sollten, wurde der Berner Bürger Johann Samuel Grouner mit der Oberdirektion und Oberaufsicht der Bergbau- und Verhüttungsanlagen in Trachsellauen von der Berner Obrigkeit beauftragt. Johann Samuel Grouner (auch Gruner geschrieben) wurde nach einer Tätigkeit im Salzbergwerk Aigle als besonders Begabter auf Kosten der Berner Obrigkeit mit einem Jahresstipendium von 640 Kronen von 1787–1791 an der 1766 gegründeten Königlich Sächsischen Bergakademie Freiberg zum Bergbauingenieur ausgebildet. Er besuchte Vorlesungen und Übungen des berühmten Mineralogen Abraham Gottlob Werner und wurde dabei besonders auf den Gebieten Mineralogie, Geologie, Bergbaukunst, Hüttenwesen und Probierkunde unterwiesen^{8,9}. In zwei noch erhaltenen Briefen¹⁰ berichtet Johann Samuel Grouner 1792 seinem verehrten Lehrer über die Vorbereitungen für sein neues Amt, während der er alle Bergwerke des Staates Bern, u. a. Trachsellauen, aufsuchte. Mit den modernen Methoden der Freiburger montanistischen Lehre vertraut, brachte er seine Erfahrungen in einen

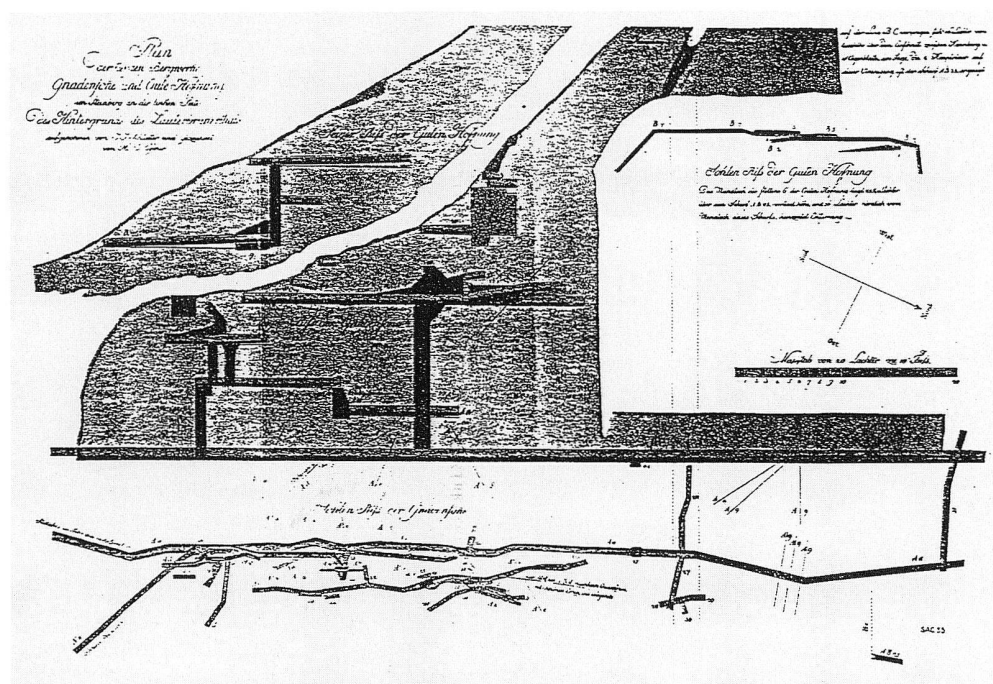


Bild 4: Seigerriss der Bergwerke Gnadensonne und Gute Hoffnung, aufgenommen von J. J. Schlatter, gezeichnet von H. C. Escher im Jahre 1805



Bild 5:
Hüttenanlagen in Trachsellauenen, Ölgemälde von Johann Jakob Schlatter, gegen Ende des 18. Jahrhunderts

Operationsplan zur Verbesserung des Abbaus und Ausbringens der Berg- und Verhüttungsanlagen von Trachsellauenen ein und beauftragte den offenbar befähigten früheren Sekretär Deggelers, Johann Jakob Schlatter, mit der Betriebsführung. Der ganze Abbau wurde nun nach zeitgemässen systematischen bergmännischen Grundsätzen eingerichtet und das Gebirge besser aufgeschlossen. Johann Jakob Schlatter führte den Betrieb bis 1805. Da sich dennoch kein ergiebiger Abbau einstellte, wurde ein Expertenkomitee unter Leitung des bekannten Geologen Hans Conrad Escher zur Beurteilung der Abbauwürdigkeit des Vorkommens unter Mitwirkung von Bergbauexperten, wie Prof. Dr. Heinrich Struve aus Lausanne, Absolvent der Bergakademie Freiberg und zusammen mit J. S. Grouner 1787 dort immatrikuliert⁸, und Victor Manuel, welche Grouner in seinem Brief an Werner 1792¹⁰ bereits erwähnt, J. J. Schlatter sowie Grouner als aufsichtsführendem Bergbeamten des Staates Bern, bestellt. Der von H. C. Escher 1805 verfasste Untersuchungsbericht führte 1807 zur Einstellung des Bergbaus auf silber-

haltigen Bleiglanz wegen nicht gegebener Abbauwürdigkeit, da mit zunehmender Tiefe des Gebirges die Erzgangmassen auskeilen und sich in zahlreichen kleinen Trümmern verlieren^{4,7}.

Von dem Abbaugelände existiert noch ein Seigerriss (Bild 4), der von J. J. Schlatter in Verbindung mit den Untersuchungen aufgenommen und von H. C. Escher 1805 gezeichnet wurde, woraus die Situation des Abbaus in Trachsellauenen ersichtlich ist.

Aus der letzten Betriebsperiode des Berghauptmanns J. J. Schlatter stammt ein gegen Ende des 18. Jahrhunderts – vermutlich nach dem Aquarell von Nicolaus Schiel (s. Titelbild) – angefertigtes Ölgemälde (Bild 5) der Bergwerke vom hinteren Lauterbrunnental mit einem Seigerriss und den übertägigen Bergbau-, Hütten- und Wohngebäuden.

(Redaktion und Verfasser danken dem Bernischen Historischen Museum für die Reproduktionserlaubnis der freundlicherweise zur Verfügung gestellten Aufnahmen der beiden Gemälde.)

Rekonstruktion der Verhüttungsanlagen

Das Gemälde (Bild 5) zeigt auf dem linken Rand die Aufbereitungsanlage, in der sich Pochsätze und Waschherde befanden. Rechts davon befindet sich das zweistöckige Verhüttungsgebäude, aus dessen Dach sich ca. 1,50 m die Esse eines Flammofens erhebt. Daran vorgebaut befindet sich eine Radstube, in die ein Aufschlagwassergerinne von links für ein ober-schlächtig betriebenes Wasserrad zum Antrieb der Ofengebläse führt. Das abfliessende Aufschlagwasser wurde weiter unten erneut gefasst und über ein weiteres Gerinne ein ober-schlächtiger Wasserradantrieb einer Gattersäge damit betrieben.

Gegenüber der Säge befindet sich der sogenannte Freudenstein, aus dessen Bohrlöchern bei fröhlichen Anlässen Schüsse mit Schwarzpulver ausgebracht wurden.

Auf dem Gemälde sind ausserhalb des Hüttengebäudes keine Röstöfen erkennbar, so dass davon ausgegangen werden muss, dass das nachweisbare Rösten des Erzschiech, als aufbereitetem Erzkonzentrat zu dieser Zeit schon im Hüttengebäude integriert war (Bilder 5,6).

Auffällig für den Betrachter des Gemäldes ist der katastrophale Zustand des offenbar schon vor Schlatter infolge Kahlschlags und Rauchschäden stark geschwundenen Waldes, woraus keine

für die Verhüttung erforderliche ergiebige Holzkohlenbasis mehr erkennbar ist.

Über die Einzelheiten der Verhüttungsanlage existieren nur wenige Aufzeichnungen in den Grubenberichten K. Deggellers aus den Jahren 1785, 1787, 1789, 1790 und 1791 und aus einem Bericht des Generalcommissionarius der Berner Regierung, V. Manuel, von einer in Begleitung des an der K. S. Bergakademie ausgebildeten^{8,9} Oberbergerates Ferber aus Berlin in einem Teil der Bernischen Alpen 1788 unternommenen Reise, die Untersuchungen der dortigen Blei- und Eisenwerke betreffend. Nach diesen Aufzeichnungen⁴ bestand die Hütte unter K. Deggeler aus einem Schmelzgebäude von 11,75x13,50 m, einem Wasserrad, einer Radstube, Blasebälgen, einem Schmelzofen und Treibherd mit den nötigen Vorrichtungen. In den Grubenberichten werden von K. Deggeler weiterhin 4 Röstöfen, eine Schmiede, Pochwerke und Waschherde aufgeführt. Das gepochte, geschlämmte und gewaschene Erz wurde geröstet und geschmolzen. Bei der Verhüttung wurden aus 102,5 Zentner Schliech 19,01 Zentner Blei erhalten, davon 10,68 Zentner abgetrieben und 2 Lot Silber (30 Gramm) herausgeholt (Grubenberichte Nr. 18 vom 1. März bis 31. Mai 1787, Nr. 20 vom 1. Juni bis 31. August 1787 und Nr. 21 vom 1. September bis 30. November 1787).



Bild 6:
Bildausschnitt (aus Bild 5)
Ofengebäude mit Wasser-
führung zur Radstube und
aus dem Dach geführter
Flammofenese

Als Nebenprodukte wurden Kaufglätte (Bleiglätte, die zu Kaufblei reduziert wurde) und aus der erkaufte Asche (Knochenasche) zum Treiben die aus der Lauge erzeugte Pottasche (als Flussmittel für die Schlacke) erhalten (Grubenberichte Nr. 30 vom 1. Dezember 1789 bis 28. Februar 1790 und Nr. 31 vom 1. März bis 31. Mai 1790). Schliesslich ist noch ein Versuch beschrieben, den durch hohes Treiben (Feinzerkleinern) infolge von Abgängen feinsten Erzteile mit der Trübe in den Bach verursachten Silber-Verlust bei dem ohnehin geringen Silbergehalt des Bleiglanzes durch niederes Treiben (gröberes Zerkleinern) gemäss Erfahrungen aus dem sächsischen Erzgebirge zu verringern. Als Ergebnis wurde ein Mehrausbringen von $\frac{1}{2}$ Lot je Zentner Blei bei niederm Treiben des Erzschiechs festgestellt, das jedoch durch einen Mehrverbrauch an Kohlen beim Schmelzen des gröberen Schliechs und Röstgutes wieder ausgeglichen wurde (Grubenbericht Nr. 34 vom 1. Dezember 1790 bis 28. Februar 1791).

Deutlich erkennbar sind aus den Gruben-Quartalsberichten die längeren Schmelzpausen infolge erheblichen Mangels an Holzkohlen, der, wie aus dem letztgenannten Bericht entnehmbar, sogar ein geringeres Silberausbringen rechtfertigte.

In seinem Brief an Abraham Gottlob Werner vom 7. August 1792 gibt J. S. Grouner den Trachsellauener Silbergehalt mit 2 bis 3 $\frac{1}{2}$ Lot (30 bis 52 Gramm) im feinkörnigen Bleiglanz je Zentner an.

Von der maschinellen Art der Aufbereitung und auch über die bei der Erzwäsche verwendeten Herde sind vor Ort leider keinerlei Hinweise zu finden. Die in der Literatur^{4,7} geschilderten Schwierigkeiten bei der Trennung des Bleiglanzes vom mit Baryt und Quarz durchsetzten tauben (ebenfalls schweren) Gestein ist auch von anderen alpinen Bergbaugebieten, (z.B. S-charl/Unterengadin, Graubünden¹⁵ bekannt und erforderte nicht nur eine fachmännische, die neuesten technologischen Kenntnisse berücksichtigende Aufbereitung mittels textilbelegter Plan-, oder gerillter beweglicher Stossherde^{11,12}, sondern auch eine dementsprechende erfahrene Verhüttung der Erze, da Baryt

in der Schliechmasse (Waschkonzentrat) die Schlacke zähflüssig macht und damit die Schlacke-Metall-Trennung wenig ergiebig ist, d. h. viel Metall in der Schlacke zurückbleibt.

Wegen der z.T. höheren Zink-Gehalte auf Grund des Lagerstättengehaltes an Sphalerit und Honigblende (ZnS)⁴, bestand die Möglichkeit, den Zn-Gehalt des Schliechs durch Sublimation als Oxid beim Rösten zu vermindern. Der übrige Zn-Gehalt gelangte in die Schlacke, die dadurch nur eine zähflüssige Konsistenz erlangte, wodurch hohe Bleigehalte (bis zu 50%) in der Schlacke verblieben.

Um das nicht abgeröstete Zink in der Schlacke zu binden, mussten genügend Schlackebildner (CaO , SiO_2 und FeO) verfügbar sein¹¹, wozu vermutlich auch die stark FeO -haltige Schmiedefeuer-schlacke mitverwertet wurde sowie die nach dem Treiben und Feinbrennen des Silbers weiterverwendete, zu Pottasche ausgelaugte Knochenasche als Flussmittel für eine das Metallausbringen verbessernde Schlackenkonsistenz (vgl. dazu Grubenbericht Nr. 31 in⁴).

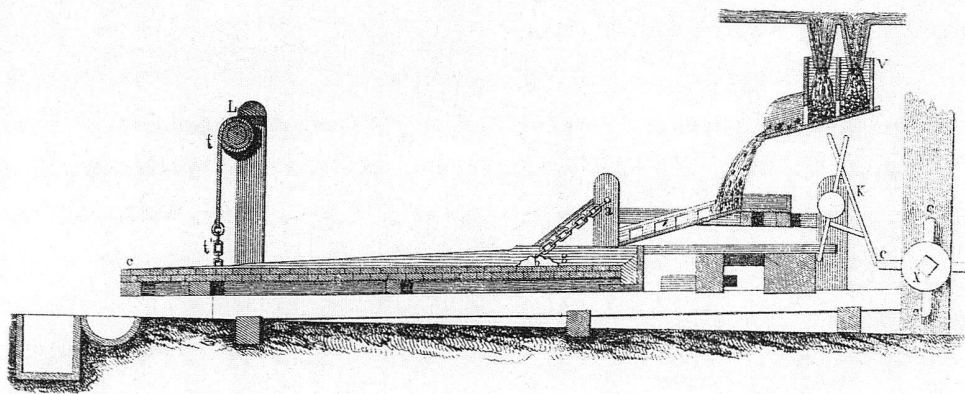
Der Hinweis in^{4,10} auf die in der letzten Betriebsperiode offenbar verwendete Freiburger montanistische Lehre lässt vermuten, dass auch neuere Freiburger Aufbereitungs- und Schmelztechnologien unter der Oberdirektion des Königlich Sächsischen Bergingenieurs J. S. Grouner Bestandteil seines Operationsplanes waren. Darauf lassen einige Erzkonzentrat-, Röst- und Schlackenformationen als «Visitenkarten» der zumindest zuletzt wirkenden Hüttenleute Rückschlüsse erkennen. So ist anhand aufgefundenen barytfreien Schliechs zu vermuten, dass das gepochte Erz nicht auf festen, sondern auf beweglichen neigungsverstellbaren Stossherden (Bild 7), auf denen sich die Bleiglanzfraktion schneller absetzen konnte, gewaschen wurde.

Der Hauptschmelzofen stellt sich aufgrund folgender lokaler Gegebenheiten und Funde als ein Flammofen dar.

1. Herdkörper mit links davon platzierter, durch Feuerbrücke getrennter Feuerung mit Aschefall (Bild 3)
2. Trockenluftkreuz unter dem Herdkörper (Bild 8)

Bild 7:

Freiberger Stossherd, bestehend aus Herdsohle BC, mit 4 eisernen Ketten ab, tt', schwebend an feststehenden Säulen L befestigt, wobei die vorderen Ketten tt' über eine Walze die Herdneigung verstellen. Von einer Welle X mit Dau-
men c werden über Winkelhebel K horizontale Stösse auf den Herd eingeleitet. Oben der Erzmehlkasten V mit der Wasserzuführung.



3. Mehrschichtige Herdauflagen

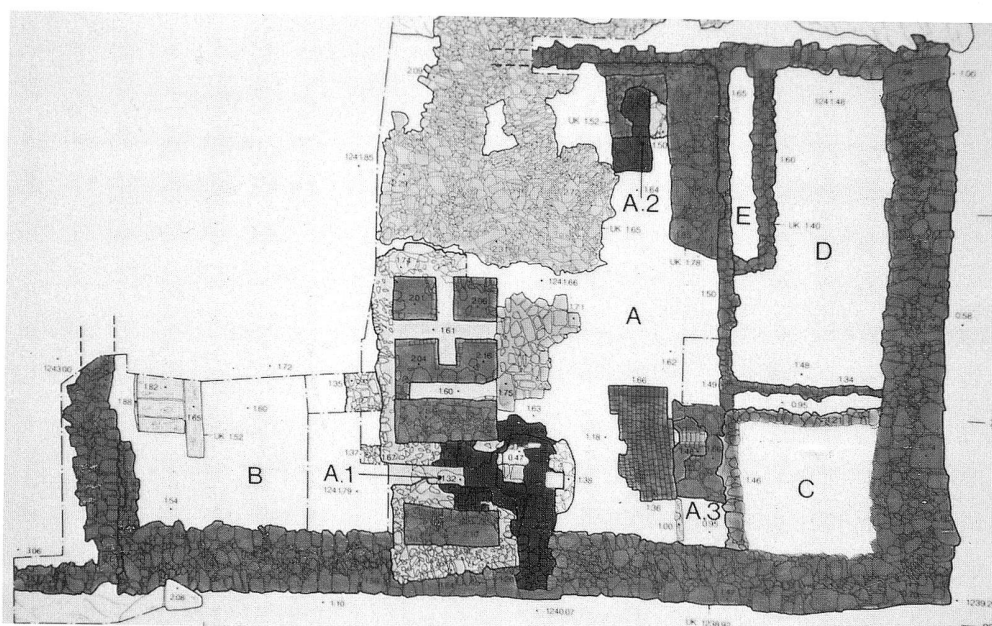
- Schmalseitig gesetzte Tonziegel (Bild 9)
 - Darüber gestampfte Kalk/Dolomit-Tonmergel-Schicht; um den Herd herum war ein hoher Anfall von Dolomit/Tonmergel auffällig.
 - Dolomit/Tonmergel/Bleischlacke-Herd (Bild 10)
4. Blei-Infiltrationen (z. T. oxidiert-braunes PbO) im gesinterten Herdmaterial, das an den Ziegelbelag (Bild 11) grenzt.
5. Grössere Schlackekuchen, die auf ein grossflächiges Abschlacken durch Beschickungstüren schliessen lassen.

ferner Treibofenschlacke (Glätte) in grossen Mengen gefunden werden, die aufgrund ihres gelbgrünen glasigen Habitus sowie damit durchgeführter Reduktionsversuche zu Blei (Bild 12) mit dem Lötrohr eindeutig als solche einzustufen waren¹⁴.

Es ist auch mangels auffindbarer Reste eines separaten Treibofens davon auszugehen, dass in einem und demselben Flammen-Herd-Ofen in der ersten Schmelzkampagne der geröstete Bleiglanz zu Blei reduziert wurde und dann mit der Treibarbeit über Blasebälge und Düsen (Bild 13) fortgefahren wurde, bis das erwartete Blicksilber aus der tiefsten Stelle des Herdes über eine Abstichspur abgezogen werden konnte.

Zur Zeit der Ausgrabungen durch den Archäologischen Dienst, Bern, im September 1992 konnten um den Herd

In (Bild 8) ist zwar über A2 der Rest eines kleinen Ofenbaus (allerdings ohne Schlacken) mit zylindrischem Grundriss



erkennbar. Es waren jedoch zur Zeit der Ausgrabungen durch den Archäologischen Dienst, Bern, keine weiteren Ofenfragmente auffindbar, die auf ein typisches Temperaturprofil in Form von Schmolzresten (in Verbindung mit flüchtigen Reaktionsprodukten angeschmolzene Ofenauskleidungsbestandteile) an der Ofeninnenwand und ggf. Metallinfiltrationen bzw. -sublimaten hätten schliessen lassen können.

Aufgrund des noch auffindbaren Ofengrundrisses ist daher zu vermuten, dass es sich bei diesem Ofen um einen kleinen Schacht-Reduktionsofen zur Gewinnung von Kaufblei aus der abgetriebenen Bleiglätte gehandelt haben mag. Dass angesichts der sehr geringen noch vorhandenen Holzvorräte für die Herstellung von Holzkohle die Freiburger montanistische Lehre der «Holzsparkün-



Bild 11:
Blei- und Bleioxidinfiltrationen im gesinterten Herdmaterial des Flammofens

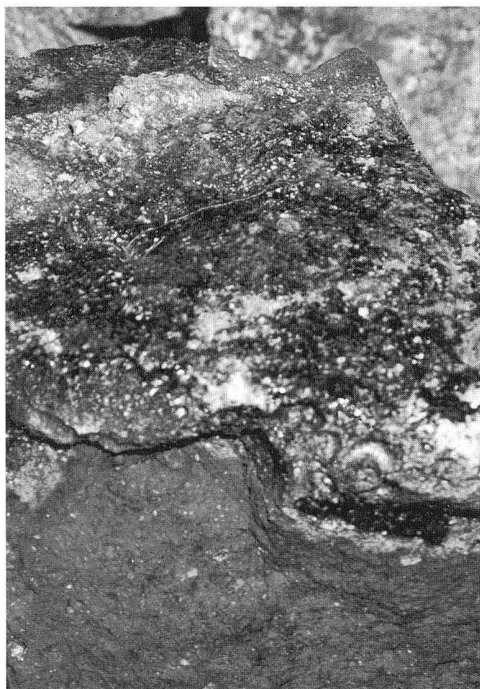


Bild 9:
Schichtweiser Herdaufbau aus gebr. Tonziegeln mit darüber gestampfter Kalk/Dolomit-Tonmergelschicht



Bild 10:
Dolomit/Ton/Bleischlacke-Herd



Bild 12:
Reduktionsversuch von Bleioxid im Herdmaterial zu Blei mit dem Lötrohr

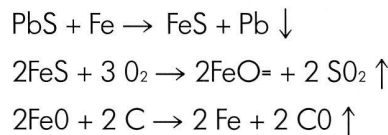
ste»¹⁵ bemüht werden musste, ergibt sich aus folgenden weiteren Indizien, die für die damaligen Betreiber der Anlage offenbar eine letzte Hoffnung auf Ergiebigkeit des Unternehmens waren:

1. Die Esse steht nicht, wie üblich, rechts vom Herd, der über die Feuerbrücke mit den Flammgasen beaufschlagt wurde, sondern links neben der Feuerung (Bild 13).
2. Auf dem Herdkörper fanden sich zur Zeit der Ausgrabung durch den Archäologischen Dienst, Bern, zahlreiche angeröstete aber auch durchgeröstete «trockene», d.h. noch nicht angeschmolzene Schliech-Erzbrocken, die offensichtlich der Röstung unterworfen waren.

- 11 Franz Pawlek: Metallhüttenkunde, Verlag Walter de Gruyter, Berlin, New York, 1985
- 12 Carl Hartmann: Handbuch der Bergbau- und Hüttenkunde, Weimar, 1858
- 13 Hans-Joachim Kutzer: Nachweis alter Schmelztechnologien durch Untersuchungen mit dem Lötrohr, Erzmetall, 37. Jahrg., Heft 4, 1984

3. Die Rösterzbrocken aus dem Schliech (Konzentrat) weisen ein geringeres Temperaturprofil als die Herdschlacken auf.

Das Vorhandensein von Schwefeleisen (Pyrit, Markasit)⁴ im Erzkörper ermöglichte auch, Bleiglanz per Niederschlagsarbeit ohne Vorrüstung nach der Reaktionsformel



niederzuschlagen, wie dies z. B. auch in Graubünden bei gleichzeitigem Vorkommen von Brauneisenstein (Limonit) mit dem Bleiglanz der Fall war¹⁵. Dabei wäre allerdings im Schmelzmaterial Eisen oder eine stark Eisensilikat (Fayalit) führende, sehr flüssige Schlacke zu finden, was bei den bisherigen Schlackenfunden, die ausser den Glättefunden meist grau, stumpf und kalk-

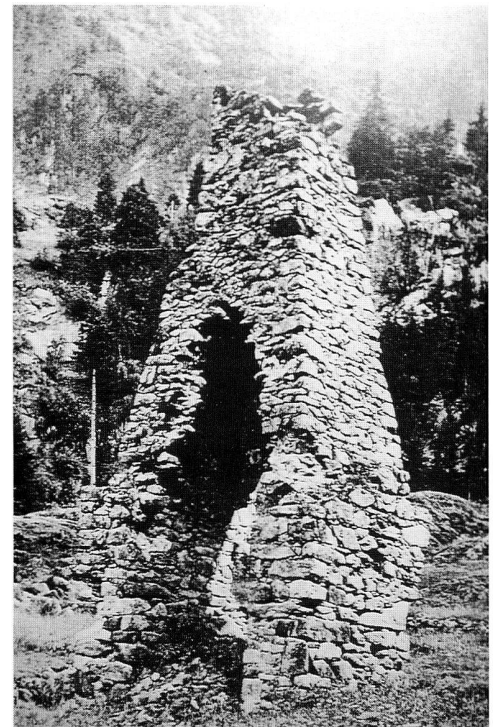
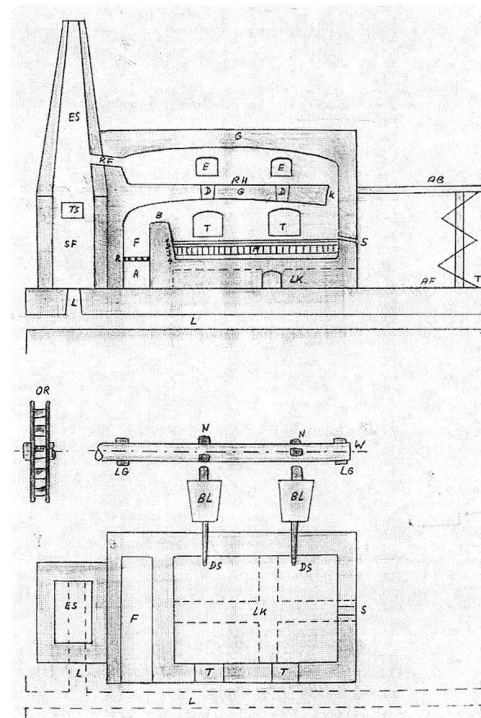


Bild 14:
Esse des Trachsellaener Verhüttungssofens vor der Zerstörung durch die Stägen-Lawine 1931. Unterhalb des Sockels, von dem an sich die Esse nach oben verjüngt, befand sich die Flugstaubkammer.

Bild 13:
Rekonstruktion eines Doppelherdofens zum Rösten und Schmelzen von Bleiglanz sowie zum Abtreiben von Blei auf Silber unter Nutzung einer Feuerhitze



A Aschefall, AB Arbeitsbühne, AF Arbeitsflur, B Feuerbrücke, BL Blasebalg, D Röstgutdurchlass, DS Gebläsedüse, E Schliechaufgabe, ES Esse, F Feuerung, G Gewölbe, H Flammofenherd, 1 Kalk/Dolomit, 2 Kalk/Tonmergel, 3 gebr. Tonziegel, 4 Herdfutter, K Feuergase-Kanal, L Luftkanal (Zug), LG Wellenlager, LK Trockenluftkreuz, N Antriebsnocken, OR aberschl. Wasserrad, R Feuerrost, RF Rauchfuchs, RH Röstherd, S Blei/Silberabstich, SF Flugstaubkammer, T Einsatz-/Abschlacktür, TS Flugstaubkammertür, TR Treppenaufgang.

gesättigt waren, nicht der Fall war. Vielmehr wurden zahlreiche mit Holzkohlenabdrücken und -einlagerungen versetzte Erzkonzentratbrocken gefunden, deren dunkelfarbige Bestandteile geröstet worden waren.

Der Standort der Esse und die «trockenen», ein tieferes Temperaturprofil aufweisenden Rösterzkonzentrate geben Hinweis darauf, dass zumindest in der letzten Betriebsperiode mit den Herdofenrauchgasen das Erz geröstet wurde.

Der Standort der Esse, deren Höhe (Bild 14) und das offenbar zwei Vollstockwerke umfassende Ofengebäude lassen weiter erkennen, dass vermutlich nach der Freiburger montanistischen Lehre unter Einsparung von Holzkohle Erz in einer Feuerhitze, und zwar in einem über dem Schmelzherdgewölbe angeordneten zweiten Herd zuerst mit den Rauchgasen des Flammofens in der oberen Etage geröstet und oxidiert und danach in dem unteren Flammofenherd mit Reduktionskohle zu Rohblei reduziert und niedergeschmolzen wurde. Die durch den Herd des Röstofens geführten Rauchgase gelangten nach Abgabe der Restwärme in die Esse, und

dort vom Zug erfasst, ins Freie. Wegen der stark SO_2 -haltigen Rauchgase wurde der Wald stark geschädigt, wie aus dem zeitgenössischen Gemälde (Bild 5) hervorgeht.

Diese in dem «Freiberger Doppelherdofen» verwirklichte Holzsparkunst wurde auch in anderen Teilen Mitteleuropas, wo mit der steigenden Metallproduktion die Holzressourcen für die Holzkohlerzeugung nicht mehr ausreichten (Bild 15), erfolgreich eingesetzt, bevor die Steinkohle als billiger Industriebrennstoff eingeführt wurde^{14, 16}.



Bild 14a:
Esse des Trachsellaener Verhüttungssofen mit rechts teilweise sichtbarem angrenzendem Flammofengewölbebereich.
(aus H. Hartmann «Berner Oberland» Band II, Aufnahme ca. 1905)

Die im Bereich der Verhüttungsanlage gefundenen Bleiglanzstücke wiesen, mit dem Lötrohr probiert, etwa 65% Blei und etwa 0,02% Silber auf, so dass die schon im Frühmittelalter von der Bernischen Regierung dort beabsichtigte Silbergewinnung weder von der Möglichkeit der Lagerstätte, noch vom Gehalt des Bleiglanzes an Silber her, den immer wieder in Aussicht gestellten Gewinn zu bringen vermochte. Daraus resultierte schliesslich auf Grund einer genauen

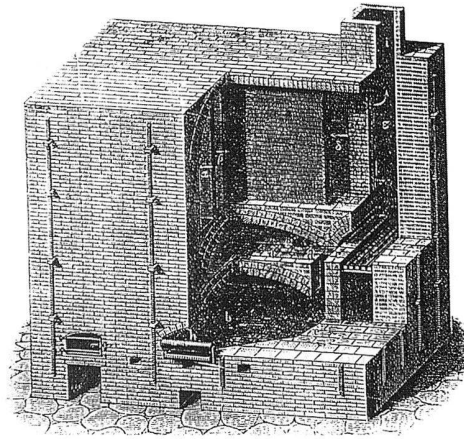


Bild 15:
Älterer Mannsfelder Doppelherdofen
a oberer Herd, b unterer Herd, c Feuerbrücke, d Fuchskanal zwischen beiden Herden, f Gewölbe, g Öffnung zum Herabschaffen des Röstgutes aus dem oberen in den unteren Herd. Vor der Feuerbrücke c die Feuerung mit Feuerungsrost und Aschefall, h Arbeitsöffnung mit Gezähwalze, i Esse, α, β, δ, ε Flugstaubkammern

Untersuchung der Lagerstätte durch Experten, von denen immerhin zwei eine Ausbildung an der damals wie heute bedeutendsten Bergakademie Mitteleuropas genossen hatten, eine weitere Fehlinvestitionen verhindernde Schliessung der Gruben^{4, 10}. Auf den später nochmals erfolgten Abbau von Baryt, als problematischem Begleitmineral bei der Erzgewinnung und -verhüttung, welches für die Bleiweissherstellung bis in die 60er Jahre des 19. Jahrhunderts in Burgdorf eingesetzt wurde, sei hier nur am Rande hingewiesen.



Bild 16:
Offener Austritt des Luftkanals für den Essenzug

- 14 Hans-Joachim Kutzer: Wilhelm August Lampadius – Begründer der experimental-wissenschaftlichen Metallurgie und der energieeffizienten Wärmetechnik an der Bergakademie Freiberg, Erzmetall, 46. Jahrg., Heft 9, 1993
- 15 Hans-Joachim Kutzer: Die Überreste des Bergbaus und Hüttenwesens in Scharl, Bergknappe, Zeitschrift über Bergbau in Graubünden und der übrigen Schweiz, 2. Jahrg., Heft 6, 1978
- 16 Bruno Kerl: Grundriss der allgemeinen Hüttenkunde, Leipzig, 1879
- 17 Lazarus Ercker: Das kleine Provierbuch, 1556 Sächs. Landesbibliothek, Dresden, Msc. J. 343 (Lazarus Ercker, Drei Schriften, Bochum, 1968)
- 18 M. F. Gaetzschmann: Die Aufbereitung, Bd. 2, Leipzig, 1872
- 19 Jahrbücher für das Berg- und Hüttenwesen, Sächsisches Oberbergamt Freiberg, Jahrg. 1826, 1827, 1828

Das Verhüttungsverfahren in Trachsellauenen

Die Verhüttung in Trachsellauenen erfolgte, wie aus den vorstehend erläuterten «Beweismitteln» geschlossen werden darf, in einem sogenannten Doppelherdofen^{12, 14, 16}, bestehend aus einem Reaktionsherd mit nebengeordneter, durch eine Feuerbrücke getrennter Holzkohlenfeuerung, einem darüber angeordneten, mit Rauchgaskanälen verbundenem Herd als Röstofen und einer die Rauchgase aufnehmenden Esse von etwa 6 m Höhe, die im unteren Teil noch einen Flugstaubfall für feine Röstkonzentratfraktionen, als «Primitiventstaubungsanlage» aufwies (Bild 13). Ein unter dem Hüttenflur geführter beidseitig offener Luftkanal vermittelte den notwendigen Zug. Reste dieser 1931 von Lawinen umgeworfenen Esse (Bild 14), wie deren Kopf (Bild 17), liegen heute noch auf dem inzwischen sanierten Verhüttungsplatz.

In dem Doppelherdofen liefen, vereinfacht unter Vernachlässigung durch Oxidation gebildeter sulfatischer Zwischenprodukte, folgende Reaktionen ab:

1. Oberer Herd (Röstofen):

$$\text{PbS} + \frac{3}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{PbO} + \text{SO}_2 \uparrow$$
2. Unterer Herd (Flammofen):

$$2\text{PbO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Pb} + \text{CO}_2 \uparrow$$
3. Unterer Herd (als Treibherd):
 unter Zusatz von Gebläseluft

$$\text{Pb} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{PbO} \text{ (Glätte)}$$

Nach Oxidation des Bleis zu Bleiglätte (selektive Oxidation) und Abziehen der Glätte durch die Beschickungstür(en), blieb das Silber als «Blicksilber» an der tiefsten Stelle des Herdes zurück und konnte über eine Abstichspur an der Herdofenseite abgestochen werden.

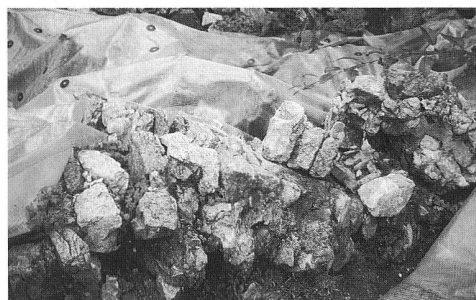


Bild 17:
 Reste des 1931 von der
 Lawine geworfenen
 Essenkopfes

4. Herstellung von Kaufblei aus Beiglätte
 in kleinem Schacht- oder Flammofen
 (sum. Reduktion):

$$2\text{PbO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Pb} + \text{CO}_2 \uparrow$$

Über die obere Arbeitsbühne in dem zweistöckigen Schmelzofengebäude wurde das zum Rösten vorgesehene Erzkonzentrat auf dem Herd des Röstofens eingesetzt (Bild 13).

Im Ofengebäude befand sich ausserdem noch eine Werkzeugschmiede, in deren Bereich wiederzustählende, stumpfe und bereits gestählte (geschärfte) Bergeisen und andere Hauwerkzeuge der Berg- und Hüttenleute gefunden wurden.

Die stumpfen Werkzeuge (Gezöhe) wurden im Schmiedefeuergelüht und wieder scharf geschmiedet, anschliessend unter Luftabschluss in Holzkohle eingesetzt (Einsatzhärten), wobei das geschmiedete Eisen wieder aufgekühlt wurde. Beim anschliessenden Abschrecken mit Wasser entstand ein kohlenstoffhaltiges Härtegefüge (Martensit), womit das so gestählte Werkzeug erneut verwendet werden konnte. Diese Bearbeitungen wurden sooft wiederholt, bis das Werkzeug (Bergeisen) «aufgezehrt» war.



Bild 18:
 Bergmännisches Hauwerkzeug (Fimmel) mit wegkorrodierten aufgekühlten Härtegefügezeilen und wenig korrodierten damastartigen, unlegierten weichen Eisenbereichen (Zeichnung), gefunden im Schmiedebereich der Trachsellauener Verhüttungsanlage (mikrobielle Korrosion)

Einige der aufgefundenen Werkzeuge wiesen starke Korrosionsmerkmale auf, z.B. durch sogenannte mikrobielle Korrosion. Dabei wurde unter Fäulnisbedingungen die Kohlenstoffanreicherung im Härtegefüge durch Mikroben unter Methanbildung abgebaut bzw. regelrecht «herausgefressen», so dass ein fadenscheiniges damastähnliches «Werkzeuggerippe» aus den noch vorhandenen, durch mehrmaliges Schmieden verdichteten weniger korrosionsanfälligen weichen Eisenbereichen zurückblieb (Bild 18).

Die entsprechenden Funde wurden dem Verfasser vom Archäologischen Dienst, Bern, für eine weitere Untersuchung leider nicht mehr zur Verfügung gestellt.

Die vom Archäologischen Dienst, Bern, in das Ofengebäude auf Grund dort aufgefundener Gebrauchsgeschirrstücke «plazierte» Küche erscheint eher unwahrscheinlich. Dagegen stammen die im gleichen Gebäude aufgefundenen Probiertiegel (Bild 19) und Probierscherben (Bild 20) aus einer dort untergebrachten Probierstube zum Probieren und Untersuchen der Erze auf ihren Metallgehalt.

Auch die vom Archäologischen Dienst, Bern, irrtümlich als «Talglichter» bezeichneten Probierscherben (Bild 20)¹⁷ gehörten zum Inventar der Probierstube im Hüttengebäude. Die Wohnunterkünfte der Berg- und Hüttenleute lagen mit Sicherheit ausserhalb des Ofengebäudes und der im Ofengebäude gefundene Geschirbruch stammt eher aus einer nach Stilllegung der Bergbau- und Verhüttungsanlagen 1807 von den Anwohnern angelegten «Kehrichtdeponie».

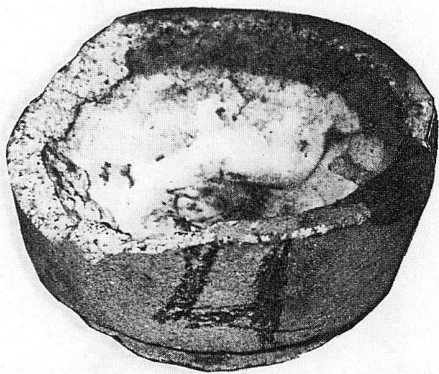


Bild 19:
Probiertiegel aus der Probierstube (Hüttenlabor)
des Schmelzofengebäudes

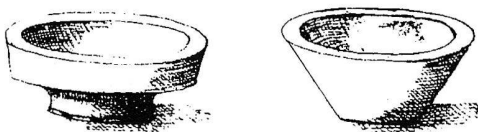


Bild 20:
Probierscherben zum Probieren des Blei- und
Silbergehaltes (aus Lazarus Ercker's Probierbuch,
1556)



Bild 21:
Karbonatische Zinkkondensate (Ofengalmei) am
Gewölbematerial des Flammofen-Rösthendes
(Mikroaufnahme)

Ausblick und Zusammenfassung

Die über 100 Jahre mit wenig Glück ausgebeuteten Lagerstätten an offenbar wenig Silber enthaltendem Bleiglanz oberhalb Trachsellauenen waren auch nach dem vermuteten Einsatz neuerer Aufbereitungs- und Verhüttungstechnologien, repräsentiert durch Fachleute, die der an der Königlich Sächsischen Bergakademie Freiberg vermittelten montanistischen Lehre nahestanden, mit den aus vorgefundenen Resten und Verhüttungsprodukten rekonstruierbaren modernisierten Anlagen technologisch nicht rentabel zu bearbeiten.

Wie auch die noch aufzufindenden Reste aus dem Gewölbebereich des vermuteten Doppelherdofens mit karbonatischen Zinkkondensaten (Ofengalmei) (Bild 21) zeigen, war trotz vorausgesetzter von Fachleuten modern betriebener Aufbereitung der Erze, möglicherweise sogar schon mit beweglichen, mittels seitlicher und längs erzeugter alternierender Stösse das Absetzen des Erzkonzentrates beschleunigender Waschherdtechnik¹⁸, auch das Trennen von Bleiglanz und Zinkblende bereits problematisch, so dass schon mit der damaligen Aufbereitungstechnik eine effektivere Anreicherung des geringen Silbergehaltes, als Voraussetzung für die offenbar praktizierte sächsische Verhüttungstechnik, nicht zu erzielen war.

Weiterhin ist auch bei der Ende des 18./Anfang 19. Jahrhundert revolutionierten Aufbereitungstechnik, z.B. um den Einsatz von Holz für Maschinenteile infolge der damaligen Holzverknappung durch Stahl oder Gusseisen zu eliminieren^{18, 19}, die Ausbeute an silberhalti-

gem Bleiglanz selbst in den reichen erzgebirgischen Bergbauregionen zunächst zurückgegangen. Diese Folge modernen Maschinenbaus in der Aufbereitungstechnik erklärt sich aus dem Gewicht der Aggregate, wie Pochstempel und Pochsohlen aus Stahl oder Stahlguss, wodurch eine «Totzerkleinerung» der vornehmlich (wie auch in Trachsellauenen) quarzdurchsetzten Erze erfolgte und dadurch ein erheblicher Teil der silberhaltigen feinen Konzentrate als Aufbereitungsabgänge verlorenging¹⁹. Inwieweit durch den akuten Holzmangel erzwungene technologische Werkstoffeliminierungsmassnahmen in Trachsellauenen das Ausbringen moderner Aufbereitungstechnik minderten, könnte dadurch erhellt werden, dass die angeschwemmten Flusssedimente entlang der Lutschine, ähnlich wie in der Dissertation von J. P. Saheurs⁴ beschrieben, auf Abgänge silberhaltiger Bleiglanzkonzentrate unter Berücksichtigung des Silbergehaltes untersucht würden. Der an sich repräsentative Silbergehalt der von J. P. Saheurs⁴ untersuchten Flusssedimente wurde bislang nicht ausgewertet, würde aber interessante Rückschlüsse über die Qualität historischer Aufbereitungstechniken als materielle Voraussetzung für den historischen Bergbau auch anderenorts erlauben, zu denen die künstlichen «Seifengebirge» erzführender Flussläufe auch hinsichtlich früherer Abbauwürdigkeit schon ausgeerzter Lagerstätten heute noch den Zugang vermitteln könnten.

Abschliessend möchte ich Herrn Dr. J. P. Saheurs auf diesem Wege für die umfangreiche Sammlung an Dokumenten in seiner Dissertation⁴ Dank und Anerkennung eines Fachmannes auf dem Gebiet der Metallurgie aussprechen. Aus den gesammelten entzifferten Grubenberichten konnte ich einige interessante «Mosaikstücke» für die Verhüttungstechnik in Trachsellauenen im Zusammenhang mit den Untersuchungen an Rudimenten von Ofenresten, Erz- und Schlackeprodukten zusammenfügen.

Ich hoffe, mit dieser Arbeit den Interessenten für die Geschichte des Berg- und Hüttenwesens im Berner Oberland eine weitere Anregung gegeben zu haben.