

## Bleiglanz als hauptsächliches Silbererz des Mittelalters und der frühen Neuzeit?

### Zur Entstehung und Geschichte eines grundlegenden Irrtums

#### Einleitung: Von Mineralien und Geisteswissenschaftlern

Die Beschäftigung mit der Geschichte der Nutzung von Lagerstätten (ent-)führt Historiker (und Archäologen) zwangsläufig auf fremdes Terrain: Unausweichlich werden sie mit Problemen von Mineralogie, Geologie, Physik und Chemie konfrontiert; dazu mit keineswegs einfachen technikwissenschaftlichen Fragestellungen. Der besondere Blickwinkel von Geschichtswissenschaftlern<sup>1</sup> auf – in „ihren“ historischen Zeitdimensionen gesehen – nicht nachwachsende mineralische Rohstoffe muss zwei grundlegende Umstände berücksichtigen:

1. Die Vorkommen von Mineral-Lagerstätten sind endlich und sie können sich folglich erschöpfen: Was zwei bis drei Jahr-

hunderte zuvor noch in erheblicher Menge gewinnbar war, ist danach möglicherweise aufgebraucht und also auch nicht mehr charakteristisch für die fragliche Lagerstätte, während andere Anteile ihres Inhalts parallel eventuell nutzbar geworden sind und nun als charakteristisch gelten können (oder müssen).<sup>2</sup>

2. Lagerstätten stellen dynamische Strukturen dar, sie sind vielfach hunderte von Jahrmillionen alt, und sie sind immerwährenden Veränderungen unterworfen; allerdings mit im Zeitverlauf wechselnder Intensität. Prozesse der Auslaugung einerseits und der Mineral-Neubildung andererseits finden andauernd statt. Das hat man sich im Bergbau vielfach zu Nutze gemacht: Die Ausfällung von Zementkupfer aus wässrigen Lösungen im Zusammenhang mit dem Ab-

#### Was Galena the Preferential Silver-Ore of Mediaeval and Post-Mediaeval Times?

##### Genesis and History of a Fundamental Error

*In publications and presentations both historians and archaeologists often regard silver as originating from the lead-mineral Galena in a somewhat vague manner. This is at one hand due to the modern, industrial methods of mining and ore processing: The raw ore is mined using blasting techniques and huge machinery for transportation in quantities of thousands of metric tons per day. In huge purification-plants this raw ore is separated from non-metalliferous minerals, and the different metal-minerals are concentrated using combined mechanical and chemical processes (flotation). Silver is often part of poly-sulphidic deposits, often it occurs combined with lead-minerals, especially with Galena (but also with the zinc-mineral Sphalerite). But only minimal quantities of the element Silver are really incorporated in Galena via replacement of lead-atoms by those of Silver. Normally the Silver is part of silver-sulpho-salts that accompany preferentially Galena in two different forms: as smaller or larger veins, and as pocket-like concentrations which may sometimes form "falls" of precious metal respectively ("bonanzas").*

*Besides these concentrations of minerals being rich in silver, they occur in microscopic crystals that are included in the mass of Galena. A general concentration of the precious metal in the parts of the deposits near the surface resulted from the long and complex formation processes of the deposits. In pre-industrial times the hand-working mining techniques aimed to win the minerals especially rich in Silver separately during the process of extracting the ores from underground, as demonstrated by the pre-industrial ore-mining e.g. in Saxony, Bohemia or in the Harz Mountains. This rich ore was subsequently smelted in special processes to separate it from unwarranted components. As a following step the resulting products had to be smelted with lead. In the liquid mixture metals and non-metalliferous materials were separated, and in a "liquation process" the Silver migrated into the lead. The last step was to separate the two metals by oxidising the lead (process of cupellation). The lead-involving processes are the second reason to ascribe the Silver in a generalising view to the mineral Galena. But the traces of winning and processing preferentially minerals with high silver content during mediaeval, post-mediaeval and at the beginning of industrial times are to be found both in written sources, and by analytical examination of metal products and slags produced in the course of extraction, as demonstrated subsequently.*

bau kupferhaltiger Erze ist ein prominentes Beispiel.<sup>3</sup> Im Goslarer Rammelsberg, heute Weltkulturerbe und Museum, wird das aktuell den Besuchern gezeigt. Im erdgeschichtlichen Zeitmaßstab haben die Um- und Neubildungsprozesse gewaltige Dimensionen. Der bedeutendste dieser die Lagerstätten verändernde Prozess ist allerdings gegenwärtig ihre Nutzung für die Zwecke menschlicher Gesellschaften geworden.

Der erste Aspekt berührt die Natur- und Technikwissenschaften eher am Rande, die Geschichtswissenschaft aber in essenzieller Weise. Auch der zweite Umstand ist für Naturwissenschaft und Technik eher ein Nebenaspekt unter vielen anderen: Sie befassen sich mit Gegenständen von auch (natur- bzw. gesellschafts-)geschichtlicher Dimension. Im Zentrum ihrer Bemühungen aber steht die praktische Nutzung der Lagerstätten in gegenwärtiger Perspektive.

Erzlagerstätten bestehen fast stets aus Mineralgemeinschaften, deren Bildung als Paragenese in einem inneren Zusammenhang steht; nur im Ausnahmefall sind Lagerstätten monomineralisch. Außerdem kommt es vielfach zu mehreren (Um-)Bildungsvorgängen, die ihre je eigenen Paragenesen hervorgebracht haben, welche also in einem Lagerstättenkomplex miteinander vergesellschaftet sein können. Sie verdanken sich unterschiedlichen physikalisch-chemischen Bedingungen, die im Lauf erdgeschichtlicher Entwicklungen ihre Wirkungen entfaltet haben. Diese Lagerstätten lassen sich entsprechend in „Formationen“ mit je besonderen Mineralgemeinschaften aufgliedern, wobei die Formationen in der Regel auch eine Altersabfolge bilden. Das ist besonders bei den Gangerz-Lagerstätten der Fall.

Insbesondere dann, wenn durch den Bergbau ein selektiver Zugriff nur auf bestimmte Anteile/ Formationen der Lagerstätte im Lauf der Zeit erfolgt, kann die Beurteilung und Charakterisierung ein- und derselben Lagerstätte im historischen Prozess stark wechseln. Ein gutes Beispiel bietet die Zinkblende, die im Industriezeitalter hauptsächlich Lieferant des Metalls Zink ist. In Mitteleuropa war – im Gegensatz etwa zum indischen Subkontinent<sup>4</sup> – bis 1738 kein Verfahren zur Erzeugung von Zinkmetall aus der Zinkblende bekannt, die man folglich nicht als Erz ansprach: Es handelte sich in (irrtümlicher) europäischer Perspektive um „Blende“, also einen Stoff, der zwar Erz-Charakter zu haben schien, diesen aber sozusagen „vortäuschte“. Zinkblende wurde im europäischen Bergbau demnach jahrhundertlang unter Tage zurückgelassen oder als Abfallprodukt auf die Halden geworfen.<sup>5</sup> Als Zink sich zu einem wichtigen Industriemetal entwickelte, führte das nicht selten zu einer gänzlichen Neubewertung von Lagerstätten, die sich auch in neuen Benennungen niederschlug. In diesem Zusammenhang „wandelte“ sich z. B. der Lagerstättenkomplex von St. Andreasberg im Harz von einer sehr wertvollen(!) Silber-Erzlagerstätte zu einer nicht bauwürdigen(!) Blei-Zink-Erzlagerstätte; darauf wird unten näher eingegangen. Anders gesagt: tatsächlich wandelte sich natürlich nicht die Lagerstätte selbst, sondern ihre gesellschaftliche Nutzungsmöglichkeit – diese allerdings ganz grundlegend, beeinflusst einerseits durch fortschreitenden Abbau und andererseits durch wechselnde Nachfrage nach Metallen.

Als der Verfasser 1986 am Deutschen Bergbau-Museum Bochum (DBM) begann, sich als Historiker zunächst am Beispiel des Oberharzes mit dem Erzbergbau der vorindustriellen Zeit zu befassen, waren ihm Mitteilungen wie die folgende in einem damals gerade in der Veröffentlichungsreihe des DBM erschienenen Buch sehr willkommen: „Die wichtigsten Mineralien des

Oberharzes sind silberhaltiger Bleiglanz und Zinkblende; Kupfererze brechen nur in geringem Umfang bei. Außer den letzteren wurde nur der Bleiglanz wegen seines Silbergehalts von 0,03-0,07 [%; Ch. B.] gewonnen. Die Zinkblende (blenden = den Bergmann täuschen) ging bis um 1800 auf Halde, weil Zink als Metall nicht bekannt war, nur seine Legierung mit Kupfer als Messing.“<sup>6</sup> Das Zitat beleuchtete einen scheinbar klaren, einfachen (und wohl epochenübergreifenden?) Zusammenhang: Silber wird aus Bleiglanz (Galenit, PbS) extrahiert. Das setzte für den Neuling in Sachen Erzbergbau einen klar erscheinenden Orientierungsrahmen.

Genau so stellt es auch eine Ausstellung dar, die vom 1. März bis 28. September 2014, also 28 Jahre oder eine Generation später, im DBM gezeigt wird bzw. wurde: „Silberpfade zwischen Orient und Okzident. Silbergewinnung zur Zeit Karls des Großen und Harun Al-Raschids“. Es sind fünf einfache Schritte, die nach Auffassung der Kuratoren zwecks Erzeugung von Silber vollzogen wurden, und zwar mit geringfügigen Varianten sowohl in Melle im französischen Poitou (im seinerzeitigen Frankenreich mit Karl dem Großen als Herrscher) als auch tausende Kilometer entfernt in Jabali im Jemen (im gleichzeitigen Abbasidenreich mit dem Herrscher Harun Al-Raschid). Es handele sich bei den Genannten um „zwei charismatische Herrscher, die für die zwei Großmächte des Mittelalters stehen“<sup>7</sup>, wie es in einer Ankündigung der Ausstellung heißt. Die Prozesse der Silbergewinnung wie auch die Machtverhältnisse im frühen Mittelalter werden hier als sehr einfach und geradlinig strukturiert dargestellt, was in beiden Fällen eine – auch für eine Publikumsausstellung – zu weit gehende Vereinfachung darstellt.

Es wird in der fraglichen Besprechung ferner mitgeteilt: „Über die Methoden und den Ablauf der Silberverhüttung im Fränkischen Reich war bislang wenig bekannt.“<sup>8</sup> Das ist eine gründliche Verkennung der Tatsachen. Was bis heute zur Silbergewinnung im Frankenreich bekannt geworden ist, nicht zuletzt auch durch die Forschungstätigkeit des DBM, wurde erst 2012 durch den Verfasser gemeinsam mit dem Archäologen Lothar Klappauf ausführlich und mit einer Fülle von weiterführenden Literaturangaben dargestellt. Dies geschah im Rahmen der vom Vorstand der Stiftung Bibliothek des Ruhrgebiets in Verbindung mit dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum herausgegebenen vierbändigen „Geschichte des deutschen Bergbaus“ in deren erstem Band mit dem Titel: „Der alteuropäische Bergbau von den Anfängen bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts“ (Herausgeber des Bandes ist der Verfasser zusammen mit dem seinerzeitigen Direktor des DBM, Rainer Slotta; die Autoren des Bandes sind bzw. waren weit überwiegend Wissenschaftler des DBM).<sup>9</sup> Bedauerlicherweise hat diese Publikation im Rahmen der Ausstellungsvorbereitung in ihrem Haupt-Entstehungsort, dem DBM, keinerlei Verwendung oder Berücksichtigung gefunden.

Die fraglichen fünf Schritte der Silbergewinnung gemäß der Darstellung in der Ausstellung „Silberpfade ...“ sind:

1. Bergbauliche Gewinnung von Bleiglanz unter Tage und fortschreitende Zerkleinerung und Scheidung von Gestein und Bleiglanz unter und über Tage
2. Waschen der feinkörnigen Bestandteile (in Melle)/ Auslesen von Hand (in Jabali)
3. Rösten im Röstbett (in Melle), oder als erster Schritt im Schmelzofen (in Jabali)
4. Schmelzen
5. Trennung von Blei und Silber im Weg der Kupellation





mittelalter auf dem ganzen Kontinent, auch für jede Teilhabe an politischer Macht absolut unverzichtbar. Im Jahr 1970 konnte dann allerdings in einer Publikationsreihe „Suhrkamp Wissen“ eine populärwissenschaftliche Darstellung „Mineralische Bodenschätze“ erscheinen, die in ihrer tabellarischen, das Bändchen abschließenden Übersicht „Die Weltproduktion der wichtigsten mineralischen Rohstoffe“ die folgenden Bodenschätze kennt (Reihenfolge und Stichworte wie dort): Eisenerze, Aluminium, Chromerz, Nickel, Molybdänerz, Kupfer, Blei, Zink, Gold, dazu die nichtmetallischen Stoffe Kohle und Erdöl.<sup>13</sup> Kali und Salz fehlen eigenartiger Weise in der Auflistung, obgleich im fraglichen Band – nicht nur am Rand – abgehandelt.<sup>14</sup> Silber wird ebenso wenig erwähnt wie Uran, ersteres wurde vermutlich für zu unbedeutend gehalten, weil es nur noch für Fotochemikalien und repräsentative Accessoires wie Schmuck oder Tafelsilber Verwendung fand; mit dem Siegeszug der Elektronik hat sich dies in den letzten Jahrzehnten geändert.

In Mittel-, Nord- und Westeuropa sowie im nördlichen Osteuropa gab es nur untergeordnet Goldvorkommen, dagegen in etlichen Regionen reiche Silbervorkommen. In Süd- und Südosteuropa dagegen traten auch beachtliche Goldvorkommen hinzu, so dass dieses Edelmetall hier verstärkte Bedeutung als Münzmetall erlangte. Silber übernahm als Geld über Jahrhunderte hinweg, im Grundsatz unbeeinflusst von wirtschaftlichen, politischen und sozialen Umbrüchen von teils dramatischem Charakter, eine unverzichtbare Funktion im vorindustriellen Europa. Das galt auch unter zunehmend industriell bestimmten Verhältnissen bis zum Zeitraum etwa 1840 bis 1870 weiter, als man die durch Silber basierten Währungen schließlich aufgab.<sup>15</sup> Es ist von daher keine nebensächliche Frage, wo eigentlich die Quellen des Edelmetalls vor diesem Zeitraum zu suchen sind.

## Bemerkenswerte Wandlungen in den Auffassungen über Lagerstätten

Bis heute sind über 150 Mineralien bekannt, die in sehr unterschiedlichen Anteilen das Element Silber enthalten. Dazu gehört der Bleiglanz nur ganz am Rand, er besteht im Grundsatz nur aus den Elementen Blei und Schwefel. Nur bei Bildung unter Hochtemperatur-Bedingungen kann ein kleiner Anteil der Bleiatome im Kristallgitter durch Silberatome ersetzt werden, als Maximum wird ein Prozent angegeben, und es wird z. B. für den Harz betont, dass derartige Bildungen dort kaum in Frage kommen.<sup>16</sup> Insofern ist es eine vergrößernde Vereinfachung einer „technischen Mineralogie“, vom Silbergehalt des Bleiglanzes zu sprechen. Darauf ist noch zurückzukommen.

In seinen 1860 publizierten „Grundzügen der Mineralogie“ lässt der Verfasser, Gustav Leonhard, der mit seinen Ausführungen in deutlichem Widerspruch zur Darstellung in der oben erwähnten Ausstellung steht, keinen Zweifel daran, woher nach seiner Auffassung in erster Linie das Edelmetall Silber stammte: Aus reichen Silbererzen, und zwar vor allem aus Argentit (Silberglanz, auch Glaserz bzw. Glanzerz genannt, mit bis zu 87 Gewichtsprozent Silber), aus Dyskrasit (Antimonsilber, mit bis zu 84% Silber), aus Pyrargyrit (dunkles Rotgültigerz, mit bis zu 60% Silber), aus Proustit (lichtes Rotgültigerz, mit bis zu 65,5 % Silber), aus Vorkommen von elementarem (gediegenem) Silber mit geringen Verunreinigungen (annähernd 100% Silber), aus Polybasit und Stephanit (Schwarzgültigerz, mit bis zu 71% Silber), aus Silberfahlerz (Weissgültigerz, Freibergit, mit bis zu 18% Silber) und aus

Tetraedrit und Tennantit (Kupferfahlerze, teils mit Quecksilbergehalten, mit bis zu etwas mehr als 2% Silber).<sup>17</sup> Die letztgenannten Kupferfahlerze weisen regelmäßig Silbergehalte auf<sup>18</sup>, die – allerdings nur ausnahmsweise – auch in Bleiglanz erreicht werden können. Dessen Silberführung schwankt in aller Regel zwischen 0,02 und 1,0 %; es gibt allerdings auch viele Bleiglanz-Vorkommen, deren Silbergehalt gegen Null tendiert.

In jedem mineralogischen Nachschlagewerk auch der älteren Zeit wird der Silbergehalt erwähnt, der vielfach in Bleiglanz-Erzen und deren Verwitterungsprodukten, resp. als deren Begleiter, anzutreffen ist, in letzteren auch mit höheren Silbergehalten. Außerdem wird natürlich stets die wichtige Tatsache erläutert, dass die reichen Silbererze bevorzugt in polysulfidischen Lagerstätten zusammen mit Bleiglanz auftreten, der dort zwar mengenmäßig, nicht aber dem Wert nach, zumeist das weit überwiegende Erz darstellt, und dass ferner Kupfervorkommen relativ hohe Gehalte von Silber (und auch Gold) enthalten können. Der zitierte Gustav Leonhard gibt ergänzend weitere und sehr hilfreiche Auskünfte über den Wissensstand seiner Zeit, indem er zu den besprochenen Erzmineralen auch die Reviere und die ungefähre Häufigkeit des Vorkommens dieser Silberminerale nennt<sup>19</sup>, und zwar für Europa und die sonstigen Kontinente der Welt bezüglich der wichtigsten Lagerstätten. Für ihn stand fest, dass zu seiner Zeit die Gewinnung von Silber ganz überwiegend aus reichen Silbererzen erfolgte, keineswegs hauptsächlich oder gar insgesamt aus Bleiglanz. Auch hatte für ihn Zinkblende als Zinkerz noch keine herausragende Bedeutung, obwohl gerade diese in vielen Sulfid-Erzlagerstätten von der Menge her gesehen die Hauptkomponente darstellt. Denn als er sein Lehrbuch verfasste und veröffentlichte, schickte sich die Zinkblende gerade erst an, zu einem besonders wichtigen industriellen Rohstoff zu werden, insbesondere als Ausgangsstoff für Zink als Beschichtung zur Verhinderung der Korrosion von Eisen und Stahl. Das Lehrbuch der Erzlagerstättenkunde von Hans Schneiderhöhn von 1941 kennt die Reicherz-Formationen noch.<sup>20</sup>

Wie erklärt sich aber dann, dass der renommierte Bergingenieur Fritz Spruth<sup>21</sup>, der den Silbergehalt des Bleiglanzes im Oberharz mit 0,03 bis 0,07% angibt, dieses Erz und sonst nichts als die Quelle des Silbers nennt, wie oben zitiert? Einen Fingerzeig gibt eine eher unscheinbare Fußnote, die er seiner Prozentangabe hinzugefügt hat: „Dieser Durchschnitt ist der Silbergehalt im Bleiglanz als Mineral, nicht etwa in der Förderung. Er gilt für die Mehrzahl der Gangzüge; in Silbernaal z. B. war er wesentlich höher“<sup>22</sup> und er verweist auf eingehende Angaben in einer Monographie von 1979 zu den Blei-Zink-Erzgängen des Oberharzes.<sup>23</sup> Dass der übliche Gehalt in dem Mineral, das als hauptsächlichlicher Silberträger genannt wird, nämlich Bleiglanz, geringer sein kann, als mancherorts in der Erzförderung insgesamt, erscheint auf den ersten Blick schwer verständlich und setzt Fragezeichen. Die Antwort liegt bei den erwähnten reichen Silbererzen einerseits und bei der Technik der Gewinnung und Aufbereitung der Erze andererseits. Von Bedeutung sind die Formen des Vorkommens der Reicherze und ihre Verteilung in der Lagerstätte. Die silberreichen Erze begleiten andere sulfidische Erze, sehr häufig (aber durchaus nicht nur) den Bleiglanz. Die an Edelmetall reichen Erze treten bevorzugt in den oberen Teufen der Lagerstätten auf, was mit ihrer komplexen Genese und den Anreicherungen von Edelmetallen unter dem doppelten und interagierenden Einfluss von in der Erdkruste aufsteigenden (aszendierenden) mineralreichen Wässern einerseits und Lösungsvorgängen durch absteigende (deszendierende) Sickerwässer andererseits zu tun hat.<sup>24</sup>



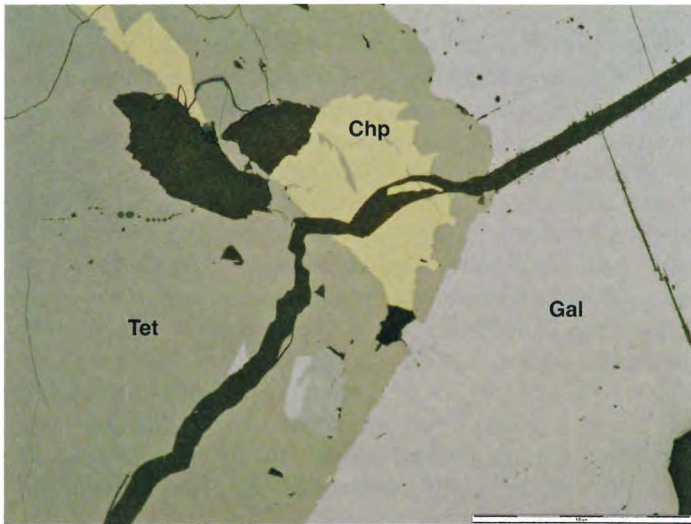


Abb. 2: Mineralparagenese aus Bleiglanz (Galenit = Gal), Kupferkies (Chalkopyrit = Chp), und Fahlerz (Tetraedrit = Tet): Fundort: Grube Marienberg bei Raversbeuren, Hunsrück. Das Fahlerz kann heute noch in den Halden in makroskopischen Massen bis Zentimetergröße gefunden werden. Der Tetraedrit enthält 0,6 bis 1,0 % Silber, der Bleiglanz nur 0,03 %

Der Bleiglanz wird von silberreichen Mineralien in zwei Ausprägungen begleitet: Zum einen treten sie, dem Bleiglanz benachbart bzw. ihn begleitend, in Form von Schnüren, Gängen und als mehr oder weniger kleinräumig angereicherte Massen auf, sie sind sozusagen „Nest“-artig und lagenweise in der gesamten Erz-Masse verteilt, die aus Anreicherungs-zonen von Erzmineralen, den Mengen nach vor allem aus Zinkblende, Bleiglanz, Kupfermineralen und Eisenverbindungen sowie aus tauben Begleitmineralen (häufig sind Quarz, Kalzit und Schwespat) – der Gangart – bestehen (Abb. 2). Mancherorts bilden Silberminerale kompakte Reicherz-Zonen bzw. -Fälle („Bonanzas“).<sup>25</sup> Zum anderen finden sich dieselben silberreichen Minerale als winzige Einsprengungen in der Masse des Bleiglanzes. Es treten also einerseits Konzentrationszonen mit reichen Silbererzen auf; andererseits findet man dieselben Silberminerale als fein verteilte, sehr kleine Körnchen besonders in massiven Bleiglanz-Vorkommen, oder auch in Zinkerzen<sup>26</sup>, allerdings sozusagen in sehr starker „Verdünnung“.

Der industrielle Erzbergbau hat ein – mit Variationen – überall auf der Welt angewendetes Verfahren entwickelt: Er baut das erzhaltige Gestein in seiner Gesamtheit ab, sofern der Gehalt oberhalb einer Marge liegt, die den Aufwand wirtschaftlich trägt. Dies geschieht in der Regel durch Bohr- und Sprengverfahren unter Einsatz von schwerem Bohr-, Räum- und Förder-Gerät und im Umfang von mehreren 10.000 bis 100.000 Kubikmetern pro Jahr, das sind etliche hundert Kubikmeter und mehr arbeits-tätig (also gut der Raum, den ein Einfamilienhaus einnimmt; bei sehr großen Betrieben wären es gleich ganze Siedlungen). Dieses Haufwerk von Roherz wird zu Tage gefördert, zweckmäßig zerkleinert und fortschreitend in taube Bestandteile und Erz getrennt. Das immer noch mehr oder minder stark mit tauben Bestandteilen behaftete Erz wird in reine Stücke verschiedener Körnung sowie unreine Anteile sortiert; letztere werden weiter, vielfach bis auf Mehlfeinheit, zerkleinert und anschließend in mechanischen und chemisch gestützten Verfahren (Flotation)

einerseits von den nun schlammförmigen Verunreinigungen befreit und andererseits nach Erzsor-ten getrennt (Abb. 3).<sup>27</sup> Im Fall der Harzbergwerke waren das Zinkkonzentrate, Bleikonzentrate und Kupferkonzentrate sowie Pyriterze (Eisensulfid, das zur Schwefelsäureproduktion genutzt wurde); Schwespat wurde als Abfall entsorgt.<sup>28</sup> In diesen Konzentraten fanden sich fein verteilte Begleitminerale, die man in den Schmelzprozessen entweder als unerwünschte Verunreinigungen verschlackte oder als seltene, nutzbare Metalle abtrennte. Die silberhaltigen „Verunreinigungen“ fielen hauptsächlich mit dem Bleierz, vornehmlich Galenit (Bleiglanz), an. Unter den geschilderten Betriebsumständen machten sich „Nester“ oder auch „Fälle“ stark silberhaltiger Mineralien von einigen Kubikmetern (gelegentlich auch umfangreicher) bemerkbar, indem der Silbergehalt in den Bleikonzentrat- (und auch den Kupferkonzentrat-) um ein oder zwei Promille zeitweilig anstieg. Auf eine Langzeit-Jahresstatistik bezogen kam man dann auf den von Fritz Spruth genannten Gehalt von 0,03 bis 0,07 % Silber durchschnittlich, was keineswegs ausschloss, dass das Fördererz auch ein paar Tage oder Wochen lang, oder aus einem bestimmten Abbau-Revier auch über eine längere Zeit hinweg, sogar ein Prozent und mehr Silber enthielt. Der Bergingenieur bezieht sich mit seinen Ausführungen offensichtlich auf dieses industriezeitliche Gewinnungs- und Aufbereitungskonzept, welches tatsächlich überhaupt erst den Bleiglanz zum Lieferanten der überwiegenden Silberausbeute aus den mitteleuropäischen Lagerstätten hat werden lassen.<sup>29</sup>

Die Vorstellung vom Silbergehalt des Bleiglanzes in den oberharzer Lagerstätten (oder vergleichbaren Vorkommen weltweit) reproduziert begrifflich also ein bestimmtes, industrielles Verfahrensrepertoire der Erzgewinnung und Erzaufbereitung. Es wird erst anwendbar bei einem bestimmten Entwicklungsgrad der Technik und großen Gewinnungsmengen. Unter dieser Voraussetzung ist es verständlich, wenn mehrere Kubikmeter im abgebauten Vorkommen, die 25% oder gar 50 % Silber enthalten, als „akzessorische Mineralien“ wahrgenommen werden, die lediglich für Mineraliensammler und Systematiker von Bedeutung sind. Der industrielle Betrieb hält sich nicht damit auf, so ein – für seine Verfahrensdimensionen – kleines, reicheres Vorkommen separat abzubauen. Das ist nämlich unnötig, weil man dessen Inhalt auf anderem Weg zu Gute machen kann, sobald die Erzverluste in der Aufbereitung gegen Null tendieren, wie das seit etwa 1925/30 der Fall ist.<sup>30</sup> Tatsächlich summiert sich die weiträumig im Fördererz verteilte Menge an winzigen Körnchen reichen Silbererzes im Bleiglanz als einem in großen Quantitäten vorhandenen Erz zu einer größeren Menge an Silber, als diejenige, welche die an Edelmetall reichen Zonen beitragen mögen – bei industrieller Betriebsweise! Aber es führt zu gänzlich irreführenden Einschätzungen, wenn die Annäherung an z. B. mittelalterlichen Betrieb (mit Gewinnungs- und Durchsatzmengen im Bereich von Kilogramm und Zentnern), auf der Basis von Vorstellungen, Begrifflichkeiten und Durchschnittswerten einer industriellen Betriebsweise (mit Mengen im Bereich von Hunderten Kubikmetern und Zehn- bis Hunderttausenden von Tonnen) erfolgt. Spruth spricht, gestützt auf die Sicht von moderner Aufbereitungstechnik, davon, dass in der Erzaufbereitung der vorindustriellen Zeit Verluste von bis zu 90% aufgetreten wären.<sup>31</sup> Man muss erläutern hinzufügen: Im Vergleich zur industriellen Produktion, bezogen auf die dort verwerteten Erze mit Durchschnitts-Metallgehalten von wenigen Prozent.<sup>32</sup> Es kann gut sein, dass nur etwa 10% des absoluten Metallinhalts der Erzgänge im 17. und 18. Jahrhundert tatsächlich ausgebracht



Abb. 3: Die Aufbereitungsanlage des Erzbergwerks Rammelsberg am Berghang (Bildmitte), darüber Fördergerüst und Schachthalle, vor der Aufbereitung der Betriebshof umgeben von Verwaltungsgebäuden. Die Anlage in ihrer heutigen Form entstand im Zug des „Rammelsbergprojekts“ im Rahmen der nationalsozialistischen Industrieförderung 1937 bis 1939

werden konnten. Freilich wurde ein Großteil der Erze als zu arm gar nicht erst abgebaut und gefördert.<sup>33</sup> Als man um 1825 die Aufbereitungsverluste vom seinerzeit zu Tage geförderten Erz systematisch untersuchte, kam man auf Werte von 21-32% Verlust beim Blei und von um 25% beim Silber.<sup>34</sup> Wo der Bergbau- und Aufbereitungs-Betrieb reine Handarbeit gewesen ist, wo die Gewinnung in Mengen von Kilogramm und Zentnern pro Tag erfolgte und die hauptsächlichlichen Transportmittel im Grubenbetrieb Schubkarren, kleine Rollwagen (Hunte), Säcke und Tonnen vom Volumen eines größeren Eimers waren, standen ganz andere Gesichtspunkte im Vordergrund.

Solange von Hand mit Schlägeln, Bergeisen, Brechstangen, Keilen, Schaufeln und anderem Hand-Werkzeug gearbeitet wurde, verschwand ein „Nest“ mit reichem Silbererz oder gar ein Reicherz-„Fall“ nicht in einer großen Menge von an Edelmetall armem Bleiglanz. Man baute es vielmehr separat ab<sup>35</sup> und hielt im Ergebnis äußerst wertvolles Material in der Hand: Ein Berg-Zentner Argentit zu 110 Pfund enthielt im günstigen Fall fast 48 kg Silber, und diese entsprachen im Wert etwa 4,0 bis 4,35 kg Gold, denn das Wertverhältnis zwischen Gold und Silber stellte sich mit gewissen Schwankungen auf 1:11 bis 1:12 ein.<sup>36</sup> Wir verfügen über Bildzeugnisse aus dem ausgehenden 15. Jahrhundert, die zeigen, wie die reichen Erze schon unter Tage in verschlossenen Truhen aufbewahrt wurden (Abb. 4). Und die Arbeit al-

lein von Hand – in der Gewinnung, Erzaufbereitung und in den Schmelzprozessen – limitierte nach unten hin den Metallgehalt, bei dem eine Gewinnung und Verarbeitung auf Silber überhaupt noch lohnend war.

Allerdings bedeutet das nicht, dass man Bleiglanz nicht abgebaut hätte. Denn Blei war ein im Mittelalter wie in der frühen Neuzeit durchaus beehrtes und wertvolles Gebrauchsmetall für viele Zwecke. Unter anderem wurde es benötigt, um das Silber aus den Silber-Reicherzen abzutrennen und rein darzustellen. Man benötigte Blei im Bauwesen für Dachdeckungen, Bleiverglasung, das Vergießen von Aussparungen im Mauerwerk für Türangeln, Anker usw., für Glasuren (massenhaft!), für Rohrleitungen und zahlreiche Kleinprodukte.<sup>37</sup> Die Tatsache, dass Bleiglanz abgebaut wurde, und die Feststellung, dass er etwas Silber enthielt, bedeutet keineswegs automatisch und womöglich in jeder Epoche, dass die Gewinnung auf ein Hauptprodukt Silber und ein Nebenprodukt Blei zielte. Als Beispiel sei der berühmte Rammelsberg bei Goslar herangezogen. Das über die gesamte Teufenerstreckung mit Ausnahme der ersten etwa 20 Meter auftretende primäre Erz der Lagerstätte enthielt durchschnittlich 0,025 % Silber. Da erweislich schon dicht unter der Oberfläche Primärerz anstand<sup>38</sup>, darf dieser Wert auch für die mittelalterlich gewinnbaren Partien angenommen werden. Im 14. bis 16. Jahrhundert gewann man hier in erheblicher





Abb. 4: Erzgewinnung im Spätmittelalter in Böhmen (Kuttenberg/Kutna Hora), Ausschnitt aus dem „Kuttenberger Kanzionale“ von ca. 1485. Unten in der Mitte der Darstellung ist eine große, verschließbare Truhe zu sehen, die der Aufbewahrung von Silber-Reicherzen diente.

Menge Blei (neben dem sehr begehrten aber bald zur Neige gehenden Kupfer), das jedoch größtenteils nicht entsilbert wurde. Aber man wusste um den Silbergehalt; er wurde beim Verkauf großer Mengen Blei z. B. ins sächsische Erzgebirge (im 16. Jahrhundert zeitweise 14.000 bis 18.000 Zentner pro Jahr = 770 bis 990 t) im Preis mit berechnet.<sup>39</sup> Das Blei nutzte man im Erzgebirge als Agens zur Extraktion von Silber aus reichen Erzen – die ganze Palette der oben erwähnten Reicherze war dort in erheblichen Mengen vorhanden, die benötigten Bleimengen dagegen oftmals nicht – wobei man den Silbergehalt aus dem eingesetzten Blei mit ausbringen konnte. Folglich kennzeichnete Georgius Agricola 1556 die Produktionsstätten am Rammelsberg bei Goslar als „die Bleiwerke in Goslar“, welche „schon an die 600 Jahre“ betrieben würden.<sup>40</sup> Silber aus dem Rammelsberg erwähnt er hingegen nicht.

Andernorts wurde Bleiglanz im Mittelalter intensiv abgebaut, der so gut wie gar keine Silberbestandteile mit sich führte. Das gilt nachweislich z. B. für das Blei Westfalens aus dem Sauerland, das um Plettenberg und um Endorf nahe dem Städtchen Sundern gewonnen wurde. In beiden überregional kaum bekannten Revieren wurden im Mittelalter viele Dutzend Schächte abgeteuft und kleine Bleierzgruben betrieben. Silber wurde hier nicht gewonnen, wohl aber wurde das sauerländische Blei im 16. Jahrhundert zur Entsilberung von Erzen des Kupferschiefers ins Mansfelder Land geliefert.<sup>41</sup>

Die Verknüpfung von aus industriellem Betrieb resultierenden Vorstellungen mit historischer Metallgewinnung birgt die Gefahr von zwei sozusagen reziproken Missverständnissen und Fehlinterpretationen:

- Historische Silber-Lagerstätten werden aufgrund industrieller Verfahrens- und Denkweisen in Blei-Zink-Erzlagerstätten umgedeutet, weil mit der Praxis industriellen Produzierens die reichen Silbererze ihren Wert und ihre Bedeutung zunächst verloren haben; diese Sichtweise wird dann auch historischen und/oder archäologischen Analysen unterlegt: Eine in der Konsequenz anachronistische Herangehensweise.
- Bleiglanz-Lagerstätten, deren Nutzung in vorindustriellen Jahrhunderten belegt ist, werden aufgrund derselben Deutungsmuster im Umkehrschluss zu Silber-Lagerstätten umgedeutet, weil ein geringer Silbergehalt und ein offensichtliches Interesse an diesen Lagerstätten, z. B. im Mittelalter, nachgewiesen werden kann.

Ersteres ist z. B. kennzeichnend für die Wahrnehmung der Lagerstätte von St. Andreasberg im Harz. Über den ganzen Zeitraum ihrer produktiven Nutzung hinweg wurde sie stets als Silber-Erzlagerstätte wahrgenommen, so auch durch den vorstehend zitierten Mineralogen Gustav Leonhard, ferner durch Conrad Blömecke, der 1885 einen umfangreichen Aufsatz „Ueber die Erzlagerstätten des Harzes und die Geschichte des auf demselben geführten Bergbaues“ veröffentlichte. Er führte aus: „Die Andreasberger Silbererzgänge“ seien „die einzigen des Harzes und überhaupt in Deutschland, welche vorzugsweise Silbererze führen“<sup>42</sup>, die sonstigen Gangerzvorkommen des Harzraumes beschreibt er als solche, die neben wertvollen Silber- auch Blei-, Zink- und Kupfererze führen. Im Jahr 1952 beschrieb Albrecht Wilke dieselben Erzgänge von Sankt Andreasberg, wenn auch mit gewissen Einschränkungen, als Blei-Zink-Erzgänge, denn es hatte sich inzwischen eingebürgert, polysulfidische Nicht-Eisenerz-Lagerstätten generell unter diese Begrifflichkeit zu subsumieren.<sup>43</sup> Indessen hat eine vorwiegende Gewinnung von Zink und Blei hier nie stattgefunden.



den, vielmehr wurde der Silberbergbau von St. Andreasberg im letzten Drittel des 15. Jahrhunderts als solcher aufgenommen und 1906 schließlich eingestellt.<sup>44</sup>

Der Mineraloge Wilfried Ließmann führte 2002 aus: „Die bei weitem größte Konzentration des Edelmetalls steckt hier in den **Silberreicherzen** [Hervorhebung bei Ließmann, Ch. B.], die gemeinsam mit starken Anreicherungen von Arsen und Antimon, sowie örtlich auch Nickel und Kobalt in der berühmten *Edlen Kalkspatformation* auftreten. Als geradezu spektakulär kann die Ausbildung von Reicherzfällen (*Bonanzas*) bezeichnet werden.“<sup>45</sup> Es handele sich zwar „auch hier eigentlich um Blei-Zink-Erzgänge mit Bleiglanz (50-60% der gesamten Erzführung), Zinkblende (10-30%) und Kupferkies (5-10%) sowie Antimonfahlerz (bis 5%) und etwas Bournonit (<1%) doch zeigt diese Sulfidgesellschaft – was für eine solche Silberlagerstätte paradox anmutet – eine auffallende Silberarmut! Arme Blei-Mischerze mit nur 80-250 g/t Silber dominierten. Das darin auftretende Fahlerz wies nur Silbergehalte von 0,5 bis 5 Gewichtsprozent, im Mittel 2 Gewichtsprozent, auf. (...) Hauptsilberträger waren der weißmetallisch glänzende **Dyskrasit**, früher Antimonsilber genannt ( $Ag_3Sb$ ) und der tiefrote, durchscheinende **Pyrrargyrit** ( $Ag_3SbS_3$ ), von den Bergleuten als „dunkles Rotgültigerz“ bezeichnet“, ferner erwähnt Ließmann die Silberminerale Stephanit, Polybasit und Miargyrit als Begleitminerale.<sup>46</sup>

Es sind also offenkundig historische Gründe, die den Mineralogen der Gegenwart an der Kennzeichnung als Silbererzvorkommen festhalten lassen, nicht ohne zu betonen, dass im Rahmen eines modernen Abbaus diese zweifellos als Blei-Zink-Erzlagerstätte zu bezeichnen wäre, denn weit über 70% des gesamten metallischen Mineralinhalts entfällt auf andere als Silberminerale. Es wird unten zu zeigen sein, dass für die Oberharzer Gangerzlagerstätten um die alten Bergstädte Clausthal-Zellerfeld, Wildemann, Lautenthal, Altenau und (Bad) Grund eine sehr ähnliche Kennzeichnung zutreffend ist, was die ersten ca. 300 bis evtl. 400 Meter Teufen-Erstreckung der Gangsysteme anbelangt.

Mit Nachdruck hingewiesen sei auf den Umstand, dass mithin eine Beprobung eines Erzes aus den armen Blei-Mischerzen von Sankt Andreasberg zu dem Ergebnis führen muss, die Lagerstätte sei ausgesprochen silberarm. Erst wenn man die mengenmäßig weit geringer vertretenen Mineralien der Reicherz-Zonen bzw. der „Edlen Kalkspatformation“ untersucht, werden die Potenziale bezüglich einer Silbergewinnung erkennbar – und dies gilt für viele sulfidische Gangerzvorkommen in Mitteleuropa. Hier zeigt sich besonders deutlich, dass die Beurteilungsgrundlage, die eine gegenwärtige Untersuchung der nutzbaren Potenziale, etwa der Andreasberger Erzvorkommen, auf Bauwürdigkeit heranzuziehen hätte, bei den erwähnten armen Blei-Mischerzen ansetzen müsste und Ergebnisse zeitigen würde, die die Bedeutung der Silbererze nicht erkennbar macht, sondern vielmehr aus methodisch-technischen Gründen, die dem industriellen Betrieb und seinen spezifischen Fragen an die Lagerstätte entspringen, eher verdeckt als ans Tageslicht bringt.

Diese Dinge sind auch in Bezug auf Bodenfunde und deren Interpretation von erheblicher Bedeutung: Handelt es sich z. B. bei Erzstücken in Fundmaterial aus Ausgrabungen um Material, das tatsächlich in die Weiterverarbeitung gehen sollte, oder um Stücke, die aufgrund ihres eher geringen Metallgehalts verworfen und deshalb auch weggeworfen wurden? Bei Erzstücken aus dem Kontext von Abfall-Konzentrationen wie Halden ist das weit eher zu vermuten, als bei Resten von einer Ofen-Beschickungsfläche oder aus einem Erz-Depot.<sup>47</sup>

## Eine aktuelle Ausstellung im Deutschen Bergbau-Museum Bochum

Die Ausdeutung von Bleiglanz als Silber-Träger im Frühmittelalter erreicht in der schon erwähnten Ausstellung des DBM eine besonders deutliche Ausprägung: Das sehr nachdrücklich als Bleiglanz-Lagerstätte gekennzeichnete Vorkommen von Melle wird im Ausstellungsführer einleitend kurz so beschrieben: „Karl der Große verfügte in Melle (Frankreich) über die ergiebigste Lagerstätte in Europa und ließ dort in großem Maße Silbererz abbauen und aufbereiten.“<sup>48</sup> Die Begriffe „Bleiglanz“ und „Silbererz“ werden inhaltlich gleichgesetzt. An anderer Stelle wird präzisiert, was unter dem Abbau von „Silbererz in großem Maße“ zu verstehen ist: „Als sich in der zweiten Hälfte des 7. Jahrhunderts Silbermünzen durchsetzten, intensivierten sich der Abbau in Melle, bis die Silberproduktion schließlich bei rund 15 Tonnen jährlich lag.“<sup>49</sup> Da der Ausstellungskurator Florian Téreygeol in einem Aufsatz zur Lagerstätte Melle ausdrücklich mitteilt, der mittlere Silbergehalt des Bleiglanzes liege dort bei 1 bis 3 Promille<sup>50</sup>, wären 5.000 bis 15.000 t (im Mittel also 10.000 t) Bleiglanz jährlich aus dem Erz zu extrahieren gewesen, um diese Silbermenge zu erzielen. Dazu hätte es einer Roherz-Förderung von etwa 200.000 t im Jahr bedurft, wenn, wie der zitierte Kurator ausdrücklich angibt, aus 63.000 t Roherz etwa 3.150 t Bleiglanz extrahiert werden konnten.<sup>51</sup>

Die höchste Menge an Bleiglanz-Konzentrat, die das bis 1992 auf dem Weltmarkt erfolgreiche industrielle Blei-Zink-Erzbergwerk Grund im Harz jemals erzielt hat, lag im Jahr 1962 bei 23.580 t Bleiglanz, die aus einer Jahresförderung von 272.799 t Roherz erzielt wurden.<sup>52</sup> Die Mengenerrechnungen für Melle um das Jahr 800 liegen in ähnlicher Größenordnung, wie Produktionsdaten des Industriebetriebs 1150 Jahre später, was das Roherz angeht, wobei bei letzterem der Gehalt an Bleiglanz fast doppelt so hoch gelegen hätte wie im Fall Melle: Während der moderne Betrieb mithilfe des Verfahrens der Flotation eine Tonne Bleiglanzkonzentrat aus 11,6 t Roherz extrahierte, wären im Fall des karolingerzeitlichen Melle 20 t Roherz erforderlich gewesen. Man hätte dort also allein von Hand resp. mit Hand-Werkzeugen ärmere Erze erfolgreicher zu verarbeiten vermocht als der Industriebetrieb des 20. Jahrhunderts mit seinen Maschinenparks, und zwar auf Silber als Hauptprodukt, nicht etwa auf Blei. Der moderne Betrieb beschäftigte in Bergwerk und Aufbereitung über 1000 Mann Belegschaft – wieviel Personal muss dann der reine Handbetrieb benötigt haben?

Man hätte in Melle jährlich fünfmal so viel Silber produziert, wie im 18. Jahrhundert in der berühmten Grube Dorothea im Harz, die es um 1725 auf etwa 3 t Silber pro Jahr brachte, allerdings ohne deren mit Wasserkraft betriebene Pumpen, Fördermaschinen, Pochwerke und Blasebälge der Schmelzöfen, ohne Pulversprengungen. Die Silber-Produktion von Melle hätte denselben Umfang gehabt, wie die des ganzen Reviers im Nordwestharz auf dem Höhepunkt der dortigen vorindustriellen Silberproduktion um 1725, die nicht zuletzt von spektakulären Reicherz-Fällen ermöglicht wurde, wie unten zu belegen sein wird. Das alles hätte auf der Verarbeitung von Bleiglanz mit einem mittleren Silbergehalt von zwei Promille beruht. Allerdings – angesichts des angenommenen Reichtums der Lagerstätte Melle erstaunlich genug –, schon um das Jahr 1000 wurde die Produktion in dieser damals vermeintlich „ergiebigsten Lagerstätte Europas“ eingestellt, obgleich nach den Berechnungen von Téreygeol noch 1.500 t Silber vorhanden waren und gegenwärtig sind (das wären für weitere 100 Jahre 15 t Silber pro Jahr





Abb. 5: Tagesöffnungen des frühmittelalterlichen Bergbaus bei Melle, der bereits um das Jahr 1000 aufgegeben wurde, den Prospektoren späterer Zeiten aber leicht zugänglich war und untersucht werden konnte. Es sind keine Versuche einer Wiederaufnahme dieses Bergbaus bekannt

gewesen!), und sie wurde – in der „reichsten Lagerstätte des europäischen Mittelalters“! – auch nie wieder aufgenommen. Das bedeutet, dass in den nachfolgenden Zeitaltern die Prospektoren, welche die bis heute auffälligen Tagesöffnungen in der Landschaft ganz sicher nicht erst im 20. Jahrhundert neuerlich untersucht haben werden, zu dem Schluss gekommen sein müssen, trotz leichter Zugänglichkeit lohne sich in diesem Vorkommen ein neuerlicher Abbau nicht (Abb. 5).<sup>53</sup>

Höchst problematisch stellt sich auch die Wahrnehmung der Lagerstätte im Jemen dar. Es wird nämlich zunächst das von einem jemenitischen Gelehrten des 10. Jahrhunderts, dem Geografen Al-Hamdani, in seinem sehr instruktiven und umfangreichen Buch über die Metalle Silber und Gold<sup>54</sup> als besonders reiche Silber-Erzlagerstätte beschriebene Erzvorkommen von Jabali (es entspricht dem historischen Ar-Raḍrāḍ) zur Bleiglanz-Lagerstätte umgedeutet. Für Jabali wird definitiv ausgeführt, der reiche Silberertrag dieser Lagerstätte beim historischen Ort Ar-Raḍrāḍ, zu dem der mittelalterliche Geograf Al-Hamdani in der Ausstellung eigens zitiert wird, verdanke sich dem Abbau und der Verarbeitung von Bleiglanz. Die Ausstellung macht deutlich, dass für die französische wie für die jemenitische Lagerstätte von deckungsgleichen Bedingungen bei geringen Varianten ausgegangen wird, wie oben schon mitgeteilt. Dabei teilt der historische Autor Al-Hamdani um 950 dezidiert mit, das beste Silbererz halte 50 % des Edelmetalls und mehr; und beim Bergbau von Ar-Raḍrāḍ, der im Jahr 887 unserer Zeitrechnung zerstört worden sei, habe man das beste Silbererz abgebaut und wöchentlich Silber im Wert von 20.000 Dirham produzieren können.<sup>55</sup> Fehlerhaft ist im Rahmen der Ausstellung die Zuschreibung des Textes von Al-Hamdani, der Ereignisse des Jahres 887 erwähnt, zu einem Abfassungsjahr um 850, womit die frühmittelalterliche Schriftquelle des 10. Jahrhunderts<sup>56</sup> in die Zeit der Herrscher Harun Al Raschid und Karl der Große – sie herrschten ein Jahrhundert früher – gestellt wird.<sup>57</sup> Entscheidend ist aber die Nichtbeachtung ihrer inhaltlichen Aussagen zur Erzqualität.

Die Ausführungen des arabischen Gelehrten lauten (nach der Übersetzung von Christopher Toll): „Und was die Silbergruben betrifft, so gehören sie zum Anteil des schwarzen, undurchsichtigen Mondes, indem das Erz des Silberstoffes ihm ähnlich ist an Schwärze und Undurchsichtigkeit. [...] Und der Weg zu

den Silbergruben wird durch den Bleiglanz gezeigt, denn wo immer er gefunden wird, da ist bei ihm eine Silbergrube.“<sup>58</sup> Höchst eindeutig unterscheidet hier der Autor die Silbererze und den Bleiglanz als Wegweiser zu ersteren, weil Silbererze als dessen Begleiter auftreten. Das Silbererz selbst kennzeichnet er so: „Und von Erz des Silbers – das sind die Steine, welche Silber enthalten – gibt es das, was aus einem raṭl 1/2 raṭl Silber gibt [also 50%, Ch. B.], und das ist das wertvolle und reiche. Und es gibt das was 1/3 raṭl und 1/4 und 1/5 usw. (...) gibt“, und zwar bis hinunter zu solchem, das 1/120 raṭl enthalte, das sind rd. 0,8 % „je nach der guten oder schlechten Beschaffenheit [des Erzes].“<sup>59</sup>

Al-Hamdani beschreibt auch die Schmelzoperationen, die hier im Einzelnen nicht verfolgt werden müssen, und zwar direkt vor der Benennung der Erzqualitäten, und bemerkt abschließend in dieser Passage ausdrücklich: „So verhält es sich mit dem reinen Silbererz und mit dem, was sehr wenig Blei hat“<sup>60</sup> und erläutert dann, dass die Zwischenprodukte aus unterschiedlichen Erzen unterschiedlich weiter zu behandeln seien. Ausdrücklich erwähnt er, dass je nach Qualität der eingesetzten Erze auch unterschiedliche Silberqualitäten erzeugt würden<sup>61</sup>. Als die ergiebigsten Silbererzvorkommen benennt er die von Ar-Raḍrāḍ: „es gibt nicht [...] anderswo eine Grube wie diejenige von Al-Yaman, d. h. die Grube von Ar-Raḍrāḍ“; weiter heißt es dazu: „[...] es wurde viel Silber gefördert [...]. Es wurde [...] in einer Woche eine Kamellast Silber gefördert, d. h. 20.000 Dirham, was im Jahr etwa 1.000.000 Dirham macht.“<sup>62</sup> Im 9./10. Jahrhundert unserer Zeitrechnung entsprach ein Dirham etwa drei Gramm reinen Silbers<sup>63</sup>, die von Al Hamdani erwähnte Wochenproduktion an Silber betrug damit auf rd. 60 kg, die Jahresproduktion ca. 3000 kg, also rd. drei Tonnen.

Nach den Vorstellungen der Kuratoren der Ausstellung im DBM von ein bis drei Promille Silber im Bleiglanz hätte man also pro Woche 60 bis 180 Gewichtstonnen Bleiglanz (nicht Erz!) oder 3000 bis 9000 t Bleiglanz pro Jahr verarbeiten müssen. Für Melle gibt Térygeol eine durchschnittliche Roherzförderung von 63.000 Gewichtstonnen pro Jahr an<sup>64</sup>. Aus diesen wären nach seiner Angabe schließlich 3.150 t Bleiglanz mit einem Bleigehalt von 2.750 t im Jahresdurchschnitt erzielt worden<sup>65</sup>. Überträgt man, der Ausstellung folgend, die Verhältnisse von Melle auf Jabali/ ar-Raḍrāḍ, so hätte man dort etwa 60.000 bis 180.000 t Erz (gemittelt also 120.000 t mit 0,2 % Silber) pro Jahr fördern müssen. Eine Roherz-Förderung ähnlichen Umfangs erreichte man – unter Einsatz schweren Geräts und brisanter Sprengstoffe – im industriezeitlichen Erzbergwerk Grund im Harz zuerst um 1902 (rd. 57.000 Jahrestonnen) bzw. 1957 (rd. 181.000 Jahrestonnen) bei einer Belegschaft von etwa 900 bzw. 1.200 Mann. Der Mittelwert von 120.000 t wurde 1934/35 bei einer Belegschaft von rd. 1.200 Mann erreicht und erst nach 1950 signifikant übertroffen.<sup>66</sup> Die Silbergehalte der Förderung des Erzbergwerks Grund lagen übrigens mit 120 bis 270 Gramm pro Tonne Roherz<sup>67</sup> durchaus in einem ähnlichen Rahmen, wie für Melle und Jabali durch Térygeol angenommen. Der frühmittelalterliche Bergbau von Melle und von Jabali hätte also bei reiner Handarbeit (und ohne Nass-Aufbereitung in Jabali) etwa dieselben Leistungs-Kennziffern aufgewiesen, wie der Erzbergbau im Harz bis zum Ende der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts mit dem Einsatz einer leistungsfähigen industriellen Gewinnungs-, Förder- und Aufbereitungstechnologie, selbstverständlich elektrifiziert und mit Druckluft-Technologie versehen und unter Einsatz wirklich groß dimensionierter Anlagen und Maschinenparks über und unter Tage<sup>68</sup>. Zur Verdeutlichung ist das Schema der Erzaufbereitung eines um 1875 modernen Betriebs in Abb. 6 wiedergegeben.

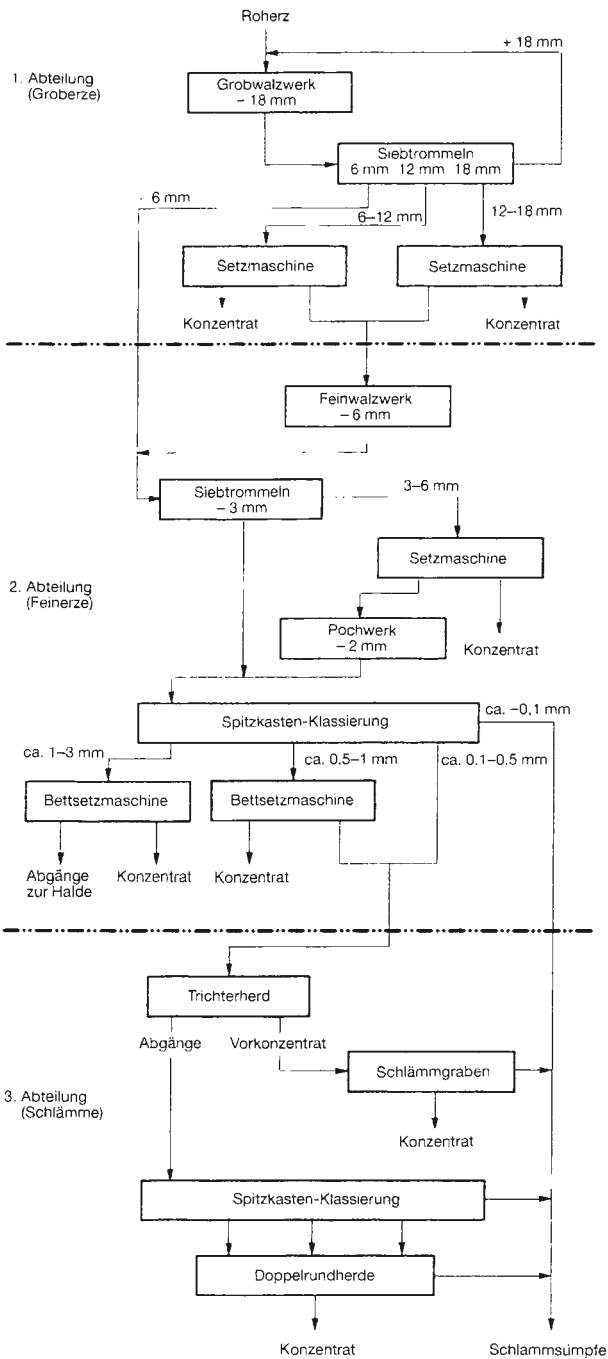


Abb. 6: Das Schema der Erzaufbereitung im 1. Pochwerk des Erzbergwerks „Hilfe Gottes“ (später aufgegangen im bis 1992 fördernden Erzbergwerk Grund), um 1875. Für die Karolingerzeit wird durch die Ausstellung „Silberpfade ...“ postuliert, eine Aufbereitung etwa gleich großer Erzmengen, wie sie hier durchgesetzt wurden, sei in reiner Handarbeit gewonnen und aufbereitet worden

Die vorstehenden Vergleiche machen deutlich, dass die Vorstellungen von Produktionsziffern, die hier dem Frühmittelalter sowohl im Abbasidenreich als auch im Frankenreich zugeschrieben werden, tatsächlich fortgeschrittene industrielle Dimensionen des 20. Jahrhunderts repräsentieren, sofern man der dezidierten Grundannahme folgt, hier seien Roherze vom Charakter des Bleiglanzes verwertet worden. Die Vergleiche sichern ferner den Be-

fund ab, dass sich in dieser Grundannahme tatsächlich die Übertragung industriezeitlicher Maßstäbe in den Zeitraum ca. 800 bis 1800 verbirgt. Die Annahme, dass die Erzeugung großer Quantitäten von Silber sich im (Früh-)Mittelalter auf Erze einer ganz anderen Metall-Gehalts-Kategorie gestützt haben dürfte, wird im Übrigen durch die erweislichen Entwicklungen klassischer Reviere der Silbergewinnung unterstrichen, die anschließend diskutiert werden.

Man wird daher einerseits die Zahlenvorstellungen für die Produktion von Melle<sup>69</sup> kritisch zu prüfen haben, andererseits ins Auge fassen müssen, dass der dortige Bergbau die für die Silbererzeugung unverzichtbare Prozesskomponente Blei geliefert haben mag, die Quelle des Silbers aber doch vielleicht andernorts zu suchen ist. Alternativ ist denkbar, dass sich im Erzvorkommen Mineralkomponenten mit hohen Silbergehalten befunden haben. Hier bedarf es gründlicher und kritisch geführter Untersuchungen.<sup>70</sup>

## Zu den Silbererzen klassischer Lagerstätten des Mittelalters und der frühen Neuzeit:

### I: Sächsisches Erzgebirge

Die historische Forschung ist sich einig darüber, dass die mittelalterliche und frühneuzeitliche Silberproduktion des sächsischen und böhmischen Erzgebirges vor allem aus reichen Silbererzen erzielt wurde, wobei es indessen notwendig ist, erweisliche Fakten und Anekdotisches sorgfältig zu trennen. Die Funde von reichen Erzfällen – „Bonanzas“ – zogen natürlich stets auch fantasievolle Ausschmückungen nach sich, Legendenbildungen, die eine klare Sicht auf die Sachzusammenhänge trüben können.

Aber schon die erste Quelle des mitteleuropäischen Raums, die sich systematisierend mit dem Reich der Mineralien auseinandersetzt, das Mineralienbuch (De mineralibus) des Albertus Magnus (Abb. 7), das um 1250 verfasst wurde und als Grundlegung wissenschaftlicher Mineralogie gilt<sup>71</sup>, berichtet dezidiert über den Fund von Silber-Reicherzen: „Wir [d. h. Albertus, Ch. B.] haben herausgefunden, dass Silber in vier Formen ausgebildet ist, möglicher Weise gibt es in anderen Ländern noch mehr Ausbildungsformen. Aber diese vier Formen haben wir in Deutschland gefunden; ich selbst fand es ganz in den Stein eingeschlossen, von dem es durch Rösten, Zertrümmern und Feuer abgetrennt werden muss, wie es zuvor schon für das Gold beschrieben wurde. Ich selbst habe es [das Silber, Ch. B.] auch als eine Art von Ader gefunden, die den ganzen Stein durchzieht. Es war etwas reiner, aber es ist einige Substanz des Begleitgesteins darunter gemischt. Und es wird auch in der Erde gefunden als eine Art Ader, die reiner ist als alles [Silber] das in Stein angetroffen wird. Denn an dem Ort, der Freiberg heißt – was freier Berg bedeutet – wird es manchmal als fester Grus gefunden. Dies ist die beste und reinste Art von Silber. Es enthält nur wenig Schlacke, als wäre es durch die Bemühungen der Natur selbst gereinigt worden.“<sup>72</sup>

Albertus kennt also (1) ein in Ganggesteins-Matrix eingesprengtes Silbererz, (2) gangförmiges, im Vergleich zum erstgenannten reicheres Erz in schmalen, das Gestein durchziehenden Gängen und (3) Erz in Form massiver Silberadern, schließlich (4) Silber in mürben, grusförmigen Massen. An anderer Stelle präzisiert Albertus, das weitgehend reine Silber habe man in zwei Formen gefunden, nämlich einmal unter der Erde aufrecht stehend wie





Abb. 7: Das Mineralienbuch („De Mineralibus“) des Albertus Magnus (ca. 1200 bis 1280), verfasst um 1250 in einer Abschrift von Michael Foresius, das abgebildete Titelblatt ist in einem Schmuckband links oben auf 1485 datiert und mit dem Namen des Kopisten versehen

eine Säule, ‚ausgetrocknet‘ und zugleich fest und formbar sowie, ebenfalls unter Tage, in Form von ‚Fäden‘.<sup>73</sup> Letzteres meint ohne Zweifel Silberlocken; ersteres bezieht sich wohl auf einen steil stehenden, angeschnittenen „Fall“ von Reicherz. Das in die Matrix eingesprengte Erz müsse man fein mahlen, damit man Erz und taubes Gestein trennen könne und letzteres den Schmelzprozess nicht störe. Im Feuer (in geschmolzener Form) werde Silber mit Hilfe von Blei gereinigt, und dann würde durch Röstung das Blei ausgetrieben und zugleich die Schlacke resp. die Verunreinigungen abgetrennt<sup>74</sup>. Sowohl die Kennzeichnung der Erze als auch der Verarbeitungsprozesse entspricht den Tatsachen und erweist die Sachkenntnis des Verfassers (Abb. 8).

Etwa 300 Jahre nach Albertus kannte Georgius Agricola neben silberhaltigen Bleiglanz-Vorkommen sowie Kiesen (Sulfiderze verschiedener Zusammensetzung) die Silber-Reicherze gut: „Doch bieten in Freiberg die Gänge bei der Beschaffenheit dort den Bergleuten eine große Menge Bleiglanz, der sehr silberhaltig ist, und auch eine gewisse Menge Kies. Andere Gruben im Land Meißen erzeugen aber gediegenes Silber, nämlich Schneeberg, Annaberg und Geyer. Auch Joachimsthal und Abertham in Böhmen erzeugen es. Der Harz erzeugt es in Lauterberg, aber nur wenig. Es erzeugt es der französische Jura in dem [...] Leberthal [...] man hat es bisher nur in zwei Schächten gefördert

[...]. Von den vielen meissnischen und böhmischen Zechen haben aber zwei leichtlich den ersten Platz inne. Die eine zu Schneeberg, mit Namen Georg, die berühmteste aller Silbergruben, von denen man je gelesen hat. Daraus hat man soviel Silber herausgeholt, wie 2 Millionen rheinische Gulden wert sind. Weil sich das zur Zeit unserer Väter ereignet hat, ist es bekannt und viel unter die Leute gekommen. Doch denen, die die Tabellen aufbewahrt haben, in die die Menge alles erschmolzenen Silbers eingetragen worden ist, ist es am allerbekanntesten. Die andere ist in Abertham die [Zech] Lorenz und Theodor. Das in dem letzten Jahr geförderte gediegene Silber hat man auf 150.000 rheinische Gulden geschätzt, das nicht gediegene auf nicht weniger. Das ist von einer Zeche zu verstehen. Denn in Schneeberg hat es viele andere gleichartige sehr silberfündige gegeben, besonders die Zechen Sonnenwirbel, St. Margarete und St. Andreas. In einigen Zechen wurden große Stufen ausgehauen; eine aus der Schneeberger Georgenzeche. Um sie anzusehen, fuhr Herzog Albrecht von Sachsen, jener gewaltige Kriegsmann, in die Grube ein, und benutzte die Stufe mit seinem persönlichen Gefolge als Tisch [...]. Eine zweite hervorragende ist jüngst in Joachimsthal in den Fundgruben Stern und Schweitzer im Gewicht von 10 attischen Talenten [262 kg] erbrochen worden. Mehrere haben wir auf der Zeche Theodor in Abertham im Gewicht von zwei oder drei attischen Talenten erbrechen sehen.“<sup>75</sup> Es ist sehr interessant, dass Agricola, im Gegensatz zu Albertus, im alten Freiburger Revier keine Vorkommen von gediegenem Silber mehr erwähnt: Reicherzsvorkommen erschöpfen sich im Lauf der Zeit zunehmend.

An anderer Stelle spricht Agricola über „die Formen des Rohsilbers [...]“. Es sind: Rohsilber von der Farbe des Bleis, aschgraues, weißes, rotes, purpurfarbenes, leberfarbenes und rotgelbes. Bleifarbenes Rohsilber nennen die Deutschen nach dem Wort für Glas (Glaserz), wir nach dem Wort für Blei [...]. Es ist bisweilen in der Farbe dem Bleiglanz, obwohl es gewöhnlich dunkler ist, so ähnlich, dass mit dem Gesichtssinn nur ein Bergbausachverständiger diese von jenem unterscheiden kann. In der Materie sind sie allerdings sehr unterschieden, denn derartige Silber hat die Natur aus wenig Erde und viel Silber zusammengefügt, den Bleiglanz aber aus Stein und Blei, das manchmal Silber in sich hält.“ Einige Zeilen weiter erläutert Agricola: „Aus hundert Pfund besten Rohsilbers pflegt man nämlich mehr als neunzig Pfund reinen Silbers zu schmelzen.“<sup>76</sup> Einen besseren Gewährsmann des 16. Jahrhunderts für die Gewinnung und Förderung von Silber-Reicherz als Georgius Agricola kann man wohl kaum finden. An Silbererzen kannte Agricola, neben dem gediegenen Metall (argentum), Weiß-Silbererz (argentum album), (Silber-)Fahlerz (argentum cineraceum), Leber-Silbererz (argentum iecoris coloris), Horn- oder Gelbsilbererz (argentum luteum), Stephanit/ Schwarzsilber (argentum nigrum), Silberglanz (argentum plumbei coloris), Chlorsilber (argentum purpureum), Weiß-Silbererz/ Weissgültigerz (argentum rude album) und Rotgültigerz (argentum rubrum).<sup>77</sup>

Dennoch geben viele am Bergbau Interessierte der Gegenwart und auch Historiker, die an wirtschafts- und technikgeschichtlichen Themen durchaus interessiert sind, rasch zu erkennen, dass sie doch eher an Legendenbildung glauben, wenn die Rede z. B. auf den Silber-Erzfund des Jahres 1477 in der Grube Sankt Georg in Schneeberg im Erzgebirge kommt. Der Fund habe das Aufsehen des regierenden Hauses in dem Sinn auf sich gezogen, dass der Herzog selbst, und zwar indem er auf einem Pferdesattel in den Schacht hinabgelassen worden sei, denselben besichtigt und unter Tage an einem Tisch gespeist haben soll, der aus einem Block Silbererz bestand. Viele mit den Einzelheiten Unvertraute glau-

ben, den Fund als solchen zusammen mit der Erzählung vom Fürstenbesuch als anekdotisches Rankenwerk beiseitelegen zu sollen.<sup>78</sup> Wer die Tatsächlichkeit des Fundes betont, ist hier und heute durchaus in der Gefahr, als Phantast zu gelten. Aber es sind sowohl Proben des Erzvorkommens als auch einschlägige Schriftquellen bis heute zugänglich, die keinem begründeten Zweifel Raum lassen.<sup>79</sup> Die eindrucksvollen Erzproben erweisen den berühmten Erzfall als massives Vorkommen von hauptsächlich Argentit und gediegenem Silber, dessen Edelmetallgehalt insgesamt auf rd. 20.000 kg berechnet wurde<sup>80</sup>. Diese 20 t Silber entsprachen im Wert seinerzeit rd. 1.650 bis 1.800 kg Gold<sup>81</sup>. Auch heute wäre so ein Fund mit Sicherheit im Fokus der Medien (vgl. Abb. 11).

Und es handelte sich bezüglich der Erzqualität nicht um einen Einzelfall, nur hinsichtlich der spektakulären Ausdehnung des Vorkommens. In den oberen Teufen etlicher Lagerstättenpartien fanden sich immer wieder diese Reicherze in insgesamt genügender Menge, dass sie jahrhundertlang, bis in die Zeit der Frühindustrialisierung, das eigentliche Rückgrat dieses Bergbaus sein konnten, während die mengenmäßig bei weitem überwiegenden Erze anderer Metalle ökonomisch günstigenfalls Nebenprodukte des Silberbergbaus darstellten.<sup>82</sup> Auf Einzelheiten wird weiter unten eingegangen.

Man ist in der modernen Welt derart daran gewöhnt, dass seltene Mineralien wie Gold oder Silber, aber auch sonstige Metalle (Eisen bildet eine Ausnahme) aus riesigen Mengen Trärgestein herausgelöst werden müssen, weil sich eben die (Bunt)-Metallgewinnung in der Gegenwart zumeist praktisch so gestaltet, dass Berichte über verdichtete lokale Anhäufungen von entsprechenden Mineralien weitläufig in dem Verdacht stehen, nicht tatsächliche Anknüpfungspunkte von Legendenbildungen zu sein, sondern vielmehr deren eigentliches Produkt. Wie der Verfasser mehr als einmal, etwa aus Reaktionen von Studierenden, aber auch von Historikern, die sich z. B. mit Kohle und Eisen schwerpunktmäßig befassen, entnehmen konnte, setzt sich derjenige leicht dem Verdacht der Wundergläubigkeit aus, der die Tatsächlichkeit solch extraordinärer Funde konstatiert und darüber hinaus auch noch mitteilt, ein ganzer Produktionszweig wie die Silbererzeugung habe sich in Mitteleuropa über lange Jahrhunderte vor allem auf solch reiche Vorkommen gestützt. Das ist aber erweislich so<sup>83</sup>, und dies war bis vor etwa hundert Jahren auch noch jedem Bergbauinteressierten geläufig. Und es gilt auch heute noch, dass die Silberproduktion z. B. Süd- und Mittelamerikas von Weltbedeutung noch immer vorrangig aus Silber-Reicherzen erzielt wird.

## II: Sankt Joachimsthal/ Jachymov in Tschechien/ Böhmen

Wie der Soziologe Wolfgang Eßbach schon 1982 konstatierte, war der vorindustrielle Bergbau mit einer „Kultur des Findens“ verbunden: Nicht nur, dass man planmäßige Prospektion mit realer Aussicht auf Auffindung von Lagerstätten oder ihren Teilen betreiben konnte, die sich als sehr wertvoll erweisen sollten.<sup>84</sup> Vielmehr hatte die Entdeckung tatsächliche Folgen, die in der Gesellschaft weit über das engere Feld des Bergbaus hinaus sehr deutliche Spuren hinterließen. Ein berühmtes Beispiel ist der Fund der Silbererze von St. Joachimsthal (heute Jachymov) im böhmischen Erzgebirge vom Jahr 1519 an. Ein „Berggeschrei“ ging durch Europa; innerhalb weniger Jahre strömten in St. Joachimsthal viele tausend Menschen zusammen, eine große, reiche und überaus innovative Stadt entstand.<sup>85</sup> Hier nahm die Taler-

währung ihren Ausgang, die bis heute im Dollar begrifflich fortlebt; freilich brach der Boom schon nach gut 30 Jahren wieder weitgehend zusammen, als die oberflächennahen, reichsten Vorkommen sich erschöpften.

Im Jahr 1512 wurden beim Flecken Konradsgrün im böhmischen Erzgebirge Silbererze gefunden; die ganze, oben erwähnte Palette von Reicherzen kam dort vor.<sup>86</sup> Aber erst nachdem die Grafen Schlick, Herren von Schlackenwerth und Grundherren des Konradsgrüner Tals, von dem Fund Nachricht erhalten hatten und sich engagierten, kam der Bergbau in Schwung. Die Grafen Schlick sorgten für die Gründung einer bergrechtlichen Gewerkschaft, und 1516 wurde das neue Bergwerk aufgenommen – mit unerhörtem Erfolg. Schon im ersten Betriebsjahr konnte Ausbeute in Höhe von 516 Gulden ausgeschüttet werden; im selben Jahr baute man eine erste Schmelzhütte. Am Jahresende gab es bereits 1050 Einwohner in der nun entstehenden Siedlung, fünf Jahre später waren schon 400 Häuser errichtet und 29 fördernde Erzgruben aufgenommen worden, sie erbrachten nach nur fünf Betriebsjahren eine Ausbeute von 127.581 Gulden für die Gewerke. Im Jahr 1520 erhielt die neu entstandene Ansiedlung St. Joachimsthal Stadtrecht, 1524 lebten dort bereits 11.341 Einwohner. Ein Jahrzehnt später wurde der Höhepunkt des Booms erreicht: Rd. 18.200 Menschen lebten in etwa 1.200 Wohnhäusern; es gab rd. 100 zu den Bergwerken gehörige Gebäude und mehr als 900 Gruben mit 9.200 Mann Gesamtbelegschaft. Im Jahr 1533 erreichte die Gesamtausbeute mit 241.875 Talern ihren Höhepunkt. Aber schon sehr bald trat Stagnation ein, 1545 übernahm die böhmische Krone das Bergwerk von den Grafen Schlick, aber mit dem Ende der 1540er-Jahre setzte ein massiver Verfall ein. Im Jahr 1584 waren nur noch 200 Bergleute beschäftigt, es wurde befürchtet, dass die Stadt ganz verlassen werden könnte.<sup>87</sup>

Der Bergbau-Boom stützte sich auf Reicherze, die 1898 folgendermaßen beschrieben wurden: „Einzelne Zechen gaben zeitweilig bedeutende Ausbeuten, so lieferte die 2. und 3. Maaß von St Martini am Schweizer im Jahre 1528, Quartal Trinitatis, 6.239 Mark 13 Loth Silber [das sind rd. 1.460 kg; Ch. B.]. Es wurde hier das Glaserz mit Meißeln abgeschrämt [...]. Auf dem Geschieber Gang soll das schönste Rothgültigerz gebrochen sein. Mathesius schreibt ‚es war durchsichtig wie ein Rubin, polirt und abgeekkt wie ein Diamant‘. Auf demselben Gang baute auch die Barbarazech, von welcher zu dieser Zeit ein Fässlein Erz im Gewicht von drei Centnern in die Einlösung kam, aus dem 500 Mark [rd. 117 kg; Ch. B.] Blicksilber gemacht wurden.“<sup>88</sup> Der bereits zitierte Gustav Leonhard erwähnt für Joachimsthal das Vorkommen von gediegenem Silber, Silberglanz (Glaserz) dunklem und lichtem Rotgültigerz, Polybasit, Stephanit sowie Quecksilberfahlerz als wichtige Silbererze.<sup>89</sup>

Die rasche Erschöpfung der Vorräte an Reicherzen gab Anlass zu zeitgenössischen Debatten, wie dem Bergbau wieder aufzuhelfen wäre. Einer der berühmtesten Montanisten der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts, Lazarus Ercker, vertrat die Auffassung, es käme nur eine Alternative wirklich in Frage: Die zunehmende Verwertung auch der ärmeren, aber in großer Menge vorhandenen Erze. In den Archiven des Bergbaus im Oberharz fand sich ein auf 1584 datiertes Manuskript von 23 doppelseitig beschriebenen Blättern zum Joachimsthaler Bergbau.<sup>90</sup> Es handelt sich um einen fiktiven Dialog zwischen einem Bergmann und einem Gewerke. Dort wird vorgeschlagen, seitens des Landesherrn bzw. seiner Montanverwaltung einen Erzkauf einzurichten, den Gruben das arme Erz abzukaufen und in speziellen Hütten zugute zu machen:



„[...] denn [an] Bergwerck ist durchauß kein Mangel. Sondern allein am Schmelzwerck, daß man die geringen Ertze, welche im Ertzkauff fügl. derer genug vorhanden und darauf ein ieder Bergmann sein Lohn gewinnen könnte, bey ietzigen Schmelzwerck nicht zu Gute machen kann, und werden auch gar nicht geachtet, und waß man an anderen Orthen schmelzet, und sich davon nehret, da laufft [man] hier mit Füßen darüber, und wird des Ertzes, so nur etliche Loth hat, nicht geachtet; und was gleich 1 Mk (eine Mark; Ch.B.) helt, daß wird für kein Ertz gehalten, wird auch zu keinem rechten Nutz gebracht; daß nun unser Bergwerck stecket, ist unser eigene Schuld; daß wir es nicht erkennen wollen, daß Gott durch geringe Ertze viel mehr Silber und reich Ertz kann laßen erhauet werden wie der anfangs durch viel Zubuße ist erhaut worden“, so führt der Bergmann in einem langen Monolog aus. Er vertritt damit genau die Position, die Ercker zeit seines Lebens in der Praxis wie in seinen Schriften vertreten hatte. Er war nach anfänglicher Tätigkeit in Sachsen einige Jahre lang Münzaufseher in braunschweigischen Diensten und machte im Harz Schmelzexperimente mit armen Erzen, ehe er nach Böhmen ging und dort schließlich zum Oberst-Münz- und Bergmeister aufstieg.<sup>91</sup> Es bedurfte offensichtlich langer Debatten und erheblicher Überzeugungskunst, um im Montanwesen seiner Zeit das durchzusetzen, was im 18. Jahrhundert zur gängigen Praxis wurde: Die Verwendung der massenhaft vorhandenen Armerze, wobei zunächst ergänzend reiche Silbererze benötigt wurden, um einen gewinnbringenden Bergbau zu ermöglichen.

Technisch ermöglicht wurde die Verwertung auch der silberarmen Erze einmal durch die Einführung des Sprengens mit Schwarzpulver in der Gewinnungsarbeit und zum anderen durch Verbesserungen im Hüttenbetrieb. Beide Prozesse wurden an anderer Stelle ausführlich dargestellt und diskutiert.<sup>92</sup>

Bei Sankt Joachimsthal handelt es sich um eine Geschichte von einem großen Fund und dem folgenden Aufstieg und Fall, die viele tausend Menschen betraf und europaweiten Widerhall fand. Zu diesem Kapitel der „Kultur des Findens“ gehören als integraler Bestandteil auch die Debatten über die Erschöpfung des reichen Fundes und die Überlegungen und Versuche zur Überwindung der dadurch zunächst verursachten Krise des Bunterzbergbaus im ausgehenden 16. und beginnenden 17. Jahrhundert. Diese „Kultur des Findens“ ist nicht auf die Montansphäre beschränkt, sie ist vielmehr charakteristisch für das europäische „Zeitalter der Entdeckungen“: Man brach „in die Natur“ auf, fand Wertvolles und eignete es sich für die Zwecke der europäischen Gesellschaften an.<sup>93</sup> Düstere Folgen waren unter anderem die grausame Ausrottung der indigenen Bevölkerung des amerikanischen Doppelkontinents durch Massenmord, Kriege und Seuchen, gefolgt von einer weit verbreiteten, grausamen Sklavenhaltergesellschaft; die Nachwirkungen prägen große Teile der Welt bis heute.

Mit der Industrialisierung verschwand die Möglichkeit, durch Suche in der Landschaft Schätze zu finden, weitestgehend aus Mitteleuropa, bzw. sie wurde nur mehr im Rahmen von Auswanderung realisierbar. Nun wurde zunehmend nicht mehr gefunden, sondern technisch erfunden, darauf gründete sich fortan ökonomischer Erfolg. Hier wuchsen neue Pioniere heran, auch sie legendäre Gestalten, aber von ganz anderem Zuschnitt als Entdecker und Eroberer verborgener Schätze und unbekannter Weltgegenden des Zeitraums vom 14. bis zum 18. Jahrhundert. Damit wurde eine „Kultur des Findens“ durch eine „Kultur des Erfindens“ ersetzt, deren Wurzeln freilich auch mindestens

in das Zeitalter der Renaissance zurückreichen, deren eigentliche Vorherrschaft aber mit dem industriellen Zeitalter begann. Der Dialog über die Überwindung der Probleme in Sankt Joachimsthal lässt Ansätze solch eines Übergangs vom Finden zum Erfinden schon deutlich aufscheinen.

### III: Reiche Silbererze im Oberharz

Es soll für den nordwestlichen Oberharz zunächst die Auffassung der aktuellen Mineralogie zu Wort kommen, und zwar erneut Wilfried Ließmann, der bezüglich der Andreasberger Vorkommen die Bedeutung der reichen Silbererze klar (an)erkennt und durch seine Expertise für den Bezirk St. Andreasberg mit entsprechenden Vorkommen vertraut ist: „Im westlichen Oberharz (Reviere von Clausthal-Zellerfeld, Bad Grund, Lautenthal) [...] treten typische Blei-Zink-(Kupfer)-Erzgänge mit bereichsweise recht hohen Silbergehalten auf. Begleitet von **Zinkblende** (*Sphalerit*,  $ZnS$ ) und **Kupferkies** (*Chalcopyrit*,  $CuFeS_2$ ) tritt das Edelmetall hier stets an **Bleiglanz** (*Galenit*,  $PbS$ ) gebunden auf. Mit dem bloßen Auge erkennbare, eigenständige Silberminerale gibt es nur in Spuren.“ Es befindet sich „nur ein relativ geringer Teil des Silbers direkt im Bleiglanzgitter, die weitaus größte Menge davon konzentriert sich im Fahlerz, das im Form zum Teil submikroskopisch kleiner Tröpfchen im Bleiglanz eingeschlossen auftritt. Es handelt sich stets um das **Antimonfahlerz Tetraedrit** ( $Cu,Fe,Ag)_{12}Sb_4Si_3$ ) (vgl. Abb. 2). Während der Erzausscheidung wirkte es gewissermaßen als Sammler für Silber.“<sup>94</sup> Diese Fahlerze „ergaben Silbergehalte von 5-30 Gewichtsprozent, im Mittel 15-20 Gewichtsprozent.“<sup>95</sup>

Ließmanns Auffassung ist repräsentativ für die Aussagen der Mineralogie und Lagerstättenkunde des Zeitraums seit den späten 1960er-Jahren. Im Folgenden wird dieser Ansicht in Teilen widersprochen und dargelegt, dass es auch in den Gangerzlagern des Raums Clausthal-Zellerfeld sowie Lautenthal und (Bad) Grund in den oberen Teufenbereichen Reicherz-vorkommen, teils erheblichen Umfangs, gegeben hat. Das bedarf der Erörterung von Details und der Ausbreitung von Belegen, weshalb die Darstellung nachfolgend auch Einzelheiten in den Blick nehmen muss.

Der Verfasser hat schon 1992 betont und umfangreich belegt, dass im Oberharzer Bergbau der frühen Neuzeit die fraglichen Fahlerze nicht nur in Form der mikroskopischen bis submikroskopischen Tröpfchen aufgetreten sind. Dies wurde in allen Details und anhand umfangreicher Daten für die Grube St. Anna im Zeitraum 1588 bis 1644 belegt und diskutiert<sup>96</sup> (Abb. 8). Hinsichtlich der Interpretation der Daten in Bezug auf die Erzqualität wurde ausgeführt, dass die ermittelten Angaben „Rückschlüsse auf die Erzbasis“ zulassen. „Aussagekräftig ist hier besonders das Mengenverhältnis von Silber und Bleiprodukten zueinander. [...] In der Relation zwischen erzeugten Edelmetall- und Bleiproduktmengen zeigen sich bemerkenswerte Schwankungen: 1593 ist ein Verhältnis von grob 1 Mark Silberproduktion zu 50 kg Bleiproduktion festzustellen. Wird dieses Verhältnis als 1:1 definiert, so ist schon im 4. Quartal 1594 eine Verschiebung auf 1,11:1 festzustellen, im 3. Quartal 1597 hatte sich das Verhältnis zu 1,66:1 verschoben, und im 2. Quartal 1600 betrug es 3:1, ein Quartal später sogar 16:1. Anders gesagt: auf einen Zentner Bleiproduktion kamen nun sechzehnmal mehr Silber als im Jahr 1593 und (in Schwankungsbreiten von ca. 20%) den Jahren zuvor. Im 3. Quartal 1600 erreichte die Silberproduktion mit





Abb. 8: Erzbergwerke und Göpelwerke zur Förderung, Kunstgestänge der Wasserkraft-Anlagen zur Kraftübertragung zu den Schächten und schematisch angedeuteten Hauptstollen bei Clausthal-Zellerfeld im Harz; oben in der Mitte das Göpelgebäude über dem Schacht St. Anna bei Clausthal mit mehreren dort hingeführten Kunstgestängen (Ausschnitt, Zacharias Koch und Daniel Lindemair 1606)

998 Mark = ca. 233,5 kg Feinsilber einen Höchststand und gleichzeitig die Bleiproduktion mit 31 Zentnern Blei und 30 Zentnern Glätte<sup>97</sup> einen Tiefstand hinsichtlich der absoluten Mengen. Es ist offensichtlich, dass nicht Bleiglanz mit auch nur annähernd durchschnittlichen Silbergehalten allein die Roherz-Basis für diese Entwicklungen gebildet haben kann. Sowohl die Höhe als auch die Geschwindigkeit der Relationsverschiebungen können in keiner Weise mit den Ergebnissen der Lagerstättenkunde hinsichtlich der Silberführung des Bleiglanzes in Übereinstimmung gebracht werden. Vielmehr sind die großen Schwankungsbreiten darauf zurückzuführen, dass neben Bleiglanz auch stark silberhaltige Reicherze abgebaut wurden, im 3. Quartal 1600 offenbar fast ausschließlich. Einen Hinweis auf die Art der Erze gibt die Tatsache, dass durch die Gewerkschaft St. Anna in diesen Jahren mehrfach Kupferstein an die fürstliche Zehnthandlung verkauft wurde [...], es ist anzunehmen, dass stark silberhaltige Fahlerze verschmolzen wurden.<sup>98</sup>

Erze der Qualität wie die in der Grube St. Anna im Jahr 1600 abgebauten und verschmolzenen wurden im Oberharz als „Weissgültigerze“, „Glanzerze“, „Glaserze“ oder „grobglanzige Erze“ bezeichnet. Quellenbelege sowie zahlenmäßig abgesicherte Hinweise für das Auftreten derartiger Erze konnten für zahlreiche Gruben für den Zeitraum 1588 bis 1860 im Rahmen der fraglichen Monographie zum Oberharz beigebracht werden.<sup>99</sup> Dort

wurde auch aufgezeigt, dass die Gewinnungs- und Fördertechnik noch zu Beginn des 17. Jahrhunderts sehr maßgeblich durch den Abbau relativ kleiner Quantitäten besonders edelmetallreicher Erze geprägt war. Die Förderung von Reicherzen wurde zunächst auch sprachlich von der Förderung durchschnittlicher Erze unterschieden, indem man das reiche, schon unter Tage ausgeschlagene und separat aufbewahrte Erz als Anzahl von Kübeln („Kübelerz“) zählte, die Förderung „gemeiner“ Erze in der Maßeinheit „Treiben“. Ein Treiben ist ursprünglich das, was mit dem verfügbaren Förderequipment im Lauf einer Schicht zu Tage gebracht werden konnte und leitet sich vom Treiben der Pferde im zur Schachtförderung genutzten Pferdegöpel ab.<sup>100</sup>

Ein wichtiges Beispiel, anhand dessen sich die Art und Form des Vorkommens der vorhandenen Reicherze gut rekonstruieren lässt, ist die Grube Dorothea im östlichen Burgstätter Gangzug. Dieser bedeutende Erz-Gangzug erstreckt sich in seinem östlichen Abschnitt unter die ehemals stark versumpfte Clausthaler Hochfläche. Die Erzvorkommen reichten hier nicht bis zur Tagesoberfläche und konnten überhaupt erst in einer Tiefe von einigen 10 Metern erschlossen werden, als man die staffelförmig untereinander angeordneten Hauptstollen, die den Hauptgangbereich bei Clausthal-Zellerfeld vor allem entwässerten und mit Frischluft versorgten, über eine Distanz von annähernd 7 km, vom Tal der Innerste bei Wildemann bzw. unterhalb von Zeller-