

Dortmunder Beitr. Landeskd.	naturwiss. Mitt.	31	61-93	Dortmund, 1997
-----------------------------	------------------	----	-------	----------------

# Montanwirtschaftsgüter der Hansestadt Goslar nach einer wenig bekannten Aufzeichnung

Gerhard LAUB, Goslar

## Zusammenfassung

Die Untersuchungen zum mittelalterlichen Handel mit Rohstoffen und Erzeugnissen aus dem Bereich des Goslarer Berg- und Hüttenwesens hatten bisher im wesentlichen nur einige Schwermetalle sowie Vitriole aus heimischen Erzvorkommen zum Gegenstand. Das gilt auch für Goslar als Mitglied der Hanse. Daraus ergab sich ein in den Konturen zwar richtiges, aber doch recht skizzenhaftes Bild des damaligen Goslarer Außenhandels.

Dieses Bild wird in seinen Einzelzügen deutlicher, wenn weniger bekannte Aufzeichnungen herangezogen werden. So enthält die einschlägige Auflistung des Historikers J. A. Werdenhagen (1631) rund 20 verschiedene Arten von Goslarer Exportgütern, die mengenmäßig überwiegend aus heimischen Bodenschätzen stammen oder hergestellt worden sind. Diese bei einigen Salzen nicht immer zweifelsfrei identifizierbaren Handelswaren werden mit kurzen Erläuterungen vorgestellt, weil sie von anderer Seite offensichtlich noch nicht berücksichtigt worden sind. Die Erläuterungen enthalten auch Angaben über Besonderheiten und zur Verbreitung der in Rede stehenden Bergwirtschaftsgüter.

## Abstract

In the past, investigations on mediaeval traffic with raw materials and products of the Goslarian mining and metallurgical region essentially were focused on several heavy metals and vitriols. This is inclusive of Goslar's membership in the Hanseatic League. Those researches facilitated sketches of Goslar's export activities in the Hanseatic period. Sketches of such a kind can be improved upon a clearer picture by the aid of less known treatises as, for instance, a corresponding publication of the baroque historian J. A. Werdenhagen mentioning about twenty different kinds of Goslarian mining merchandise preferentially produced from local or adjacent deposits.

The author's Latin naming of some saline substances makes impossible to identify those articles of commerce free from objection. Nevertheless, all objects of Werdenhagen's catalogue will be presented in connexion with some explanations including informations on remarkable peculiarities and the marketing of the Goslarian merchandise in question.

## Geschichtlicher Hintergrund

Die Verbindungen deutscher Kaufleute zur Leistung gegenseitigen Schutzes lassen sich bis in das 12. Jahrhundert zurückverfolgen. Aus diesen Bündnissen, den Kaufmanns-Hansen, ging unter Führung Lübecks dann die Städte-Hanse hervor, eine lose Gemeinschaft deutscher See- und Binnenstädte, die im 13. und 14. Jahrhundert die Vorherrschaft zum Schutze ihres Handels in Nordeuropa errang. Große Bedeutung gewann der Hansebund vor allem in der unsicheren Zeit des sog. Zwischenreiches (1254 - 1273), in der auf den Fernverkehrsstraßen das Faustrecht herrschte und den Handelsstädten notgedrungen nur übrig blieb, den Schutz der Handelswege durch wechselseitige Hilfeleistung selber zu übernehmen. Daher nimmt es nicht wunder, daß nach gängiger Auffassung auch Goslar in dieser kaiserlosen Zeit der Hanse beigetreten ist. Hatte Goslar als Pfalzort noch zu Beginn des 13. Jahrhunderts einem königlichen Reichsvogt unterstanden, der hier die Interessen der Herrscher vertrat, so hatte doch die Bürgerschaft schon im 12. Jahrhundert begonnen, die Geschicke ihres Gemeinwesens selbst in die Hand zu nehmen. Das bekunden die bereits 1168 erstmalig erwähnten „*optimi cives*“ oder „*boni viri*“ (= die besten Bürger oder guten Männer, also das Patriziat), mit denen allem Anschein nach die Vorläufer der örtlichen Selbstverwaltungsorgane gemeint sind. Schon 1131 wird Goslar nämlich als Stadt (*civitas*) bezeichnet, und aus 1186/88 stammt ein Hinweis auf das Goslarer Rathaus. Der Rat stand wohl neben oder unter dem Reichsvogt, wobei ihrer beider Aufgaben im Nachhinein nicht klar zu trennen sind. Ein echter Rat dürfte hier erst in dem bezüglich des Hansebeitritts in Rede stehenden 13. Jahrhundert entstanden sein.

Unabhängig davon bildete die wirtschaftliche Grundlage Goslars wohl von Anfang an der Bergbau im nahen Rammelsberg nebst dem zugehörigen Hüttenbetrieb. Die meisten Ortsansässigen waren um 1250 teils Berg- und Hüttenleute - hier als Unternehmer oder Lohnempfänger tätig -, teils als Händler für die gewonnenen Metalle und andere Bergprodukte mit dem heimischen Montanwesen verbunden. Dabei war den Bürgern offenbar von Anfang an das Monopol des Metallhandels am Rammelsberg überlassen worden. Dies alles begründete den Aufstieg Goslars in verhältnismäßig kurzer Zeit zu einem ebenso blühenden wie reichen Gemeinwesen mit etwa 5.000 Einwohnern, nach damaligen Verhältnissen also zu einer norddeutschen Großstadt. So galt um 1200 Goslar als die reichste Stadt (Nieder-)Sachsens („*ditissima Saxoniae civitas*“).

Hatte der Stauferkaiser Friedrich II. anlässlich des Goslarer Reichstages von 1219 den Bürgern dieser Stadt unter Bestätigung ihrer Rechte und Gewohnheiten die erste Stadtrechtsurkunde verliehen und damit ein Privileg gewährt, das zur Grundlage des hiesigen Stadtrechtes werden sollte, so bedeutete die weitere Entwicklung einen für die Stadtgeschichte Goslars wichtigen Abschnitt, weil seit der Mitte des 13. Jahrhunderts und damit dem Ende der staufischen Herrschaft die Bedeutung Goslars als königlicher Pfalzort zwar verblaßte, aber gleichzeitig die Stadt nebst ihrem Bürgertum so erstarke, daß sie 1290 die Reichsvogtei über ihr Gemeinwesen erwerben und schließlich mit der Verleihung des Heerschildrechtes im Jahre 1340 die Stellung einer freien Reichsstadt erringen konnte (HILLEBRAND 1969, 10 - 12).

## Goslars Beitritt zur Hanse

Der Goslarer Handel mit Waren bergbaulichen Ursprungs läßt sich für einige Produkte bis ins ausgehende 10. Jahrhundert durch entsprechende Belege zurückverfolgen. Im 11. Jahrhundert nahmen die Mengen an ausgeführtem Metall, z. B. Kupfer, erheblich zu, und Goslars europaweiter Kupferhandel hat nicht viel später eingesetzt. Das geht aus dem Inhalt einer ganzen Reihe von Urkunden aus jener Zeit klar hervor.

Hinsichtlich der Handelswege haben verschiedene Untersuchungen ergeben, daß Goslar zwar keinen Knotenpunkt im mittelalterlichen Verkehrsnetz dargestellt, aber doch an einem der ältesten, exakt zu verfolgenden Fernhandelswege der älteren Zeit gelegen hat. Dieser führte von Goslar in westlicher Richtung über die mittlere Weser, Soest und Dortmund nach Köln mit An-

bindung an die Standorte der berühmten kupferverarbeitenden Metallindustrie an der Maas, wie Lüttich, Dinant und Huy. Daneben bestanden auch andere Landverkehrswege, so beispielsweise von Goslar nach Norden über Braunschweig nach Hamburg und Lübeck, gegen Osten nach Magdeburg und Leipzig mit Fortsetzung ins Erzgebirge, nach Süden über Erfurt in den süddeutschen Raum, um nur einige dieser weitreichenden Landverkehrsadern zu nennen. Auf diese wird - auch unter Berücksichtigung der Seehandelswege - bei der Besprechung der Berghandelswaren im einzelnen erneut eingegangen werden (Handelsstraßenverbindungen nach BALDAMUS, SCHWABE & AMBROSIUS 1926, 80, TREUE 1966, 104 - 106, HILLEBRAND 1969, 36 - 43, HILLEBRAND 1993, 11 - 13, STEUER & ZIMMERMANN 1993, 79, 89, und 90). Allein die Länge der vorstehend skizzierten Fernverkehrsstraßen läßt schon jetzt klar erkennen, welche Probleme und Anstrengungen damals der Schutz des Warenverkehrs über Land vor räuberischen Angriffen und anderen kriminellen Aktivitäten mit sich gebracht hat.

## **Erste Erwähnung**

Der genaue Zeitpunkt des Anschlusses der Stadt Goslar an den Hansebund ist dem Urkundenbestand nicht entnehmbar. Insoweit hat vor knapp 300 Jahren der verdienstvolle Historiker Johann Michael Heineccius, der damals als Diakonus in Goslar wirkte, in seiner umfangreichen Abhandlung über die Geschichte dieser Stadt zu den Jahren 1254 und 1255, also für die Zeit kurz vor dem Ende der Regentschaft des machtlosen Gegenkönigs Wilhelm von Holland, die für Reisende und Fuhrleute gleichermaßen lebensgefährliche Unsicherheit in Stadt und Land klar herausgestellt. Selbst dem Königshaus seien Gewalttaten nicht erspart geblieben. So wurde die Königin auf einer Landstraße von einem Waldecker Raubgrafen entführt und kam erst frei, nachdem der Regent ein hohes Lösegeld in Gold entrichtet hatte. Heineccius schreibt dann wörtlich: „Städte, Reisewege und Wälder waren durch Räuberbanden und Geier im Friedenskleid gefährdet, kurzum, das Erscheinungsbild unseres Deutschlands war so beklagenswert, daß es wengleich noch nicht jeden Sinn für Frömmigkeit, so doch jede Art von Menschlichkeit eingebüßt zu haben schien. Immerhin hatten bestimmte, am Rhein gelegene Städte beschlossen, auf ihre Sicherheit bedacht zu sein, und deshalb hatten sie sich zu einem Bündnis auf Gegenseitigkeit zusammengetan. Zu diesen Städten stießen dann auch einige aus unserem (Nieder-)Sachsen. Allerdings war dieses nach dem Vorbild von Städten der Oberitaliener gestaltete Bündnis wegen der Bosheit seiner Widersacher von nur kurzem Bestand. Gleichwohl gab das gewiß dem Hansebund Auftrieb. Ihm schloß sich nach einiger Zeit auch unser Goslar an; die Stadt zog aus diesem Bündnis so großen Nutzen, daß sie über viele andere Gemeinwesen dieser Gegend (= Niedersachsens) ihr Haupt erhoben hat“ (HEINECCIUS 1707, 273 und 274).

## **Eine beweiskräftige Urkunde**

Wie dargelegt, hat Heineccius bei seiner Schilderung eines binnenländischen Schutzbündnisses für die Jahre 1254 und 1255 den Beitritt Goslars zur Hanse auf einige Zeit danach eingeschätzt. Damit kommt er der Wahrheit recht nahe. Das bestätigt eine Urkunde aus der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts, die nach neueren Erkenntnissen der Zeit von 1267 bis 1268 zugeordnet worden ist. Darin beschwerten sich die Städte Bremen, Stade, Hamburg, Lüneburg, Quedlinburg, Halberstadt, Helmstedt, Goslar, Hildesheim, Braunschweig, Hannover, Wernigerode und alle Städte (Nieder-) Sachsens bei der Stadt Gent (Flandern) über die allem Recht und der Satzung ihrer alten Gemeinschaft zuwiderlaufende Beschlagnahme ihrer Handelsgüter, die erfolgt sei, nachdem ein Genter Kaufmann durch Straßenraub auf (nieder-)sächsischem Gebiet Schaden erlitten hätte (UB Goslar II, Nr. 145).

Hiernach wird Goslar schon um 1267/68 der Hanse angehört haben. Allerdings gibt die hier im Regest wiedergegebene Urkunde über die Art der beschlagnahmten Handelswaren keinen Aufschluß, denn im Text wird nur „*rapina bonorum nostrorum*“ (= der Raub unserer Handelsgüter) erwähnt. Der Vollständigkeit halber sei einer weiteren Urkunde aus 1281 gedacht. Darin bekunden Vogt und Rat zu Goslar gegenüber Lübeck die Bereitschaft, an dem gemeinschaftlichen Vorgehen der deutschen Kaufleute in Flandern wegen der dort erfahrenen Ungerechtigkeiten teilzunehmen (UB Goslar II Nr. 293). Goslars Hanse-Mitgliedschaft ist somit auch für das Jahr 1281 zweifelsfrei belegt (BORCHERS 1939, 10).

## Allgemeines zur Art der Handelsgüter

Einiger für den Handel der Hansestadt Goslar bedeutsamer Bergwirtschaftsgüter ist schon eingangs kurz gedacht worden. Die bisherigen Bearbeiter haben zur Ergründung der Art der damals von Goslar exportierten Handelsartikel aus dem Bergbau- und Hüttenbetrieb vor allem den Urkundenbestand ausgewertet. Das erlaubte die Ermittlung der Hauptprodukte. Darüber hinaus ergaben sich in Einzelfällen auch Erkenntnisse über nach Goslar eingeführte Montanwirtschaftsgüter, wie zum Beispiel das für die heimische Messingdarstellung zuerst von auswärts bezogene oxidisch-karbonatische Zinkerz Galmei, von dem unten eingehender zu berichten sein wird.

## Werdenhagens Auflistung

Als sehr ergiebige, doch weitgehend unbekannt Quelle zum Nachweis von bislang entweder unerwähnt oder unbekannt gebliebenen Handelswaren bietet sich ein rund 20 Positionen umfassendes Verzeichnis von Metallen, Legierungen, Nichtmetallen, Salzen und sonstigen Substanzen an, von denen viele, jedoch nicht alle, ihrer Herkunft nach dem Rammelsberger Erzlager zuzurechnen sind. Diese Auflistung ist dem Hanse-Geschichtsschreiber J. A. WERDENHAGEN zu verdanken. Er hat das Verzeichnis im Rahmen seiner 1631 zu Lyon im Druck erschienenen Abhandlung „*De REBVSUBLICIS HANSEATICIS*“ (= Vom hansischen Gemeinwesen) gebracht. Die Liste ist als aufschlußreiche Ergänzung zu bereits bekannten Goslarer Berghandelswaren anzusehen. Es lohnt sich, näher darauf einzugehen.

Werdenhagens Auflistung ist in den - hier verdeutschten - Satz eingebunden: „Sie nutzten nämlich fortwährend nicht nur gewinnbringendes Gut aus (den) Erzgruben, um daraus allerlei Handelsgüter herzustellen, so in Form von (folgt Liste) ... und in Gestalt von gleichartigen Produkten, die sie mit ihren Verfahrenskünsten erzeugen, sondern zogen auch Vorteil aus ihrem erstklassig gebrauten Bier...“ (WERDENHAGEN 1631, Pars IV, 476, re. Sp.)

Hier nun der Inhalt des Verzeichnisses:

## Silber

Dieses Edelmetall nimmt wegen seines gerade im Mittelalter hohen Wertes als Münzmetall und Ausgangsstoff für die Anfertigung kostbaren Schmuckes den ersten Platz im Verzeichnis ein. Werdenhagen unterscheidet hier drei verschiedene Formen, in denen das Silber in den Handel gelangte, nämlich

- *argentum canalitium*,
- *argentum infectum* und
- *argentum pustulatum*.

Das Eigenschaftswort *canalitius*, a, um, bedeutet „aus dem Schacht, Bergwerk, der Erzgrube“ (KLOTZ 1866, 1. Bd., 750), doch ist hier wohl nicht an „gediegen“ (elementares) Silber zu den-

ken, wie es im Westharz z. B. in den Erzgängen von St. Andreasberg als Naturprodukt nicht selten vorgekommen, aber für die Rammelsberger Erzlagerstätte nicht nachweisbar ist. Werdenhagen wollte mit dem Adjektiv *canalitium* wohl deutlich machen, daß es sich bei diesem Handelsgut weder um Altsilber noch Abfälle von der Münzprägung oder aus Werkstätten von Silberschmieden gehandelt hat. Vielmehr hat er gewiß das in Treibhütten aus edelmetallhaltigem Werkblei gewonnene Rohsilber gemeint, das auch als Blicksilber bekannt ist.

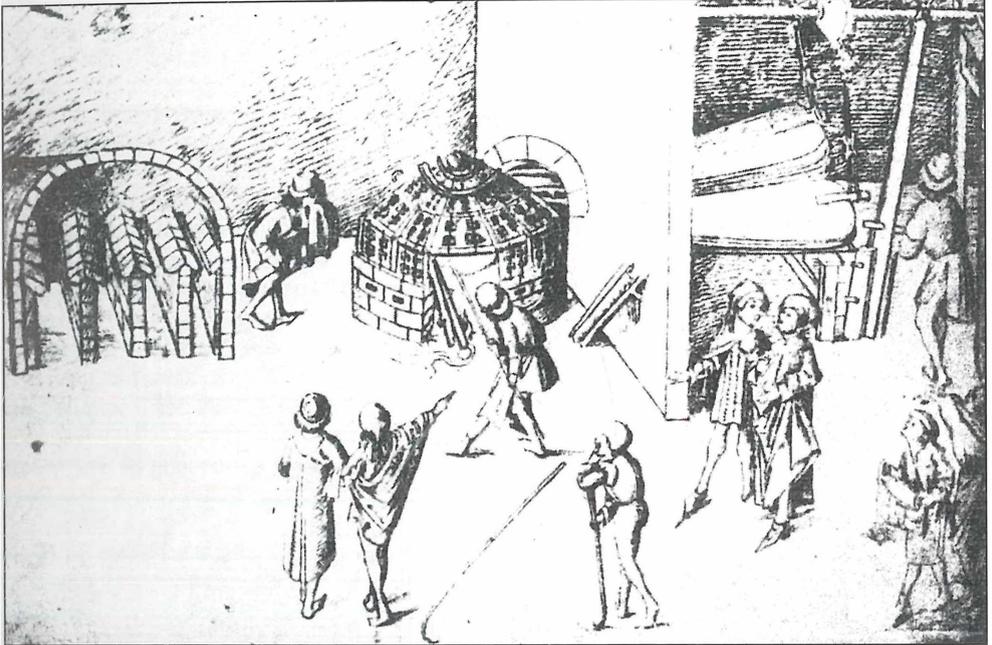


Abb. 1: Inneres einer hansezeitlichen Treibhütte, wahrscheinlich in Mansfeld (östliches Harzvorland). Links Darrofen für den Seigerprozeß (Entsilberung von Rohkupfer), rechts Treibofen mit zwei wasser­kraftgetriebenen Blasebälgen. Zeichnung: Erhard Reuwich, Utrecht (um 1480).

Einfacher ist die Begriffsbestimmung beim *argentum infectum*. Zweifelsfrei handelt es sich um unbearbeitetes Silber, das genau so auch im klassischen Latein heißt. Die folgerichtige Entsprechung für bearbeitetes Silber ist hier *argentum factum*.

Hinsichtlich der dritten Form des Edelmetalls in Werdenhagens Aufzählung bedeutet das Eigenschaftswort *pustulatus bzw. pusulatus*, a, um „blasig, Bläschen enthaltend“, und übertragen „ausgekocht, gereinigt“ (KLOTZ 1866, 2. Bd., 993) im vorliegenden Fall also (fein-)gebranntes Silber. Das ist fachsprachlich Brand- oder Feinsilber.

Der hansezeitlichen Silbergewinnung in Goslar und dem benachbarten Oberharz lagen Erze zugrunde, die sich nach der Genese, in der Art der Lagerstätten, der Mineralvergesellschaftung, der strukturellen Beschaffenheit, der chemischen Zusammensetzung und in den Gehalten an gewinnbringenden und damals unverwertbaren Bestandteilen deutlich voneinander unterscheiden. In Anbetracht der gewählten Thematik kann die mittelalterliche und frühneuzeitliche Gewinnung des Edelmetalls aus Rammelsberger und Oberharzer Erzen hier nur skizzenhaft dargestellt werden. Das gilt sinngemäß auch für vergleichbare Angaben zu anderen Stoffen in Werdenhagens Auflistung.

Weil damals alles Harzer Silber aus prozeßtechnischen Gründen nur zusammen mit Blei gewinnbar war, wird der Bleierzverhüttungsgang schon hier beim Silber, nicht erst später beim Handelsgut Blei, kurz vorgestellt.

Von den im Mittelalter und in der Neuzeit (bis 1859) aus dem sogenannten Alten Lager des Rammelsberges gewonnenen Erzen gelangten im wesentlichen folgende Erzarten in den Bleiverhüttungs- und damit in den Silbergewinnungsprozeß:

1. Kiesige Erze mit 8 - 12 % Blei (Pb) und viel Schwefelkies ( $\text{FeS}_2$ ),
2. Braunerze mit 15 - 20 % Pb und viel Zinkblende ( $\text{ZnS}$ ),
3. Bleierz mit fast 60 % Pb und 14 % Zn,
4. Bleizinkerz mit rund 8 % Pb und fast 18 % Zn.

Die durchschnittlichen Silbergehalte betragen bei lfd. Nr.

- 1: 89 g/t,
- 2: 173 g/t,
- 3: 834 g/t und
- 4: 126 g/t (SPERLING u. WALCHER 1990, 392).

Wegen der innigst miteinander verwachsenen Erzkomponenten schied eine Anreicherung der als Sulfide an Schwefel gebundenen Schwermetalle mit Hilfe der damals schon bekannten Schwerkraftaufbereitung bei den Rammelsberger Erzen aus. So gelangte das stückige Roherz nach Abröstung (Schwefelentzug) gleich in die Verhüttung nach dem Röstreduktionsverfahren in, mit Gebläsewind versorgten, Schachttöfen. Hier wurde unter Verwendung von Holzkohlen als Brennstoff und Reduktionsmittel das aus der Röstung erhaltene Bleioxid ( $\text{PbO}$ ) im wesentlichen durch das aus den Kohlen entwickelte Kohlenmonoxid ( $\text{CO}$ ) zu silberhaltigem Blei, auch Werkblei, Schwarzblei genannt, reduziert. Unerwünschte Bestandteile des Röstgutes verschlackten, so daß neben Metall auch Schlacke als weiteres Schmelzprodukt des Schachtofens anfiel. Enthielt die Schlacke infolge von Störungen im Ofengang noch zuviel Blei, wurde sie als Rücklaufschlacke der Beschickung für eine der nachfolgenden Ofenschichten (á 23 Stunden) zugeschlagen.

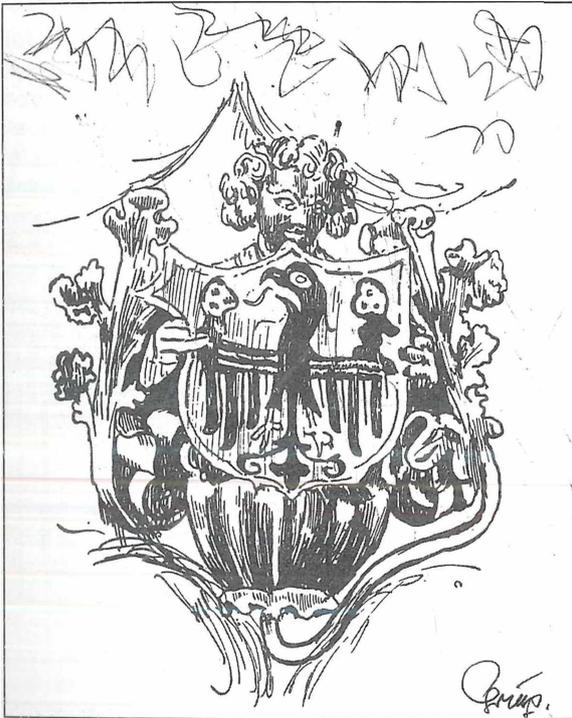
Werkblei aus Rammelsberger Erzen enthielt im 14. und 15. Jahrhundert etwa 2000 g/t Silber (ROSENHAINER 1968, 20, Anm. 12); für solches aus dem 16. Jahrhundert werden zwischen 250 und ca. 2000 g/t schwankende Silbergehalte angegeben (ERCKER 1968, 251, AGRICOLA 1961, 356, Anm. 48). Das Werkblei schmolz man nun in der Treibhütte auf dem muldenförmigen Herd des Treibofens, eines überwölbten, mit Scheitholz befeuerten Flammofens, erneut ein. Dann wurde vom Gebläse ein kräftiger Luftstrom über das Metallbad geleitet. Dadurch oxidierte allmählich das unedle Blei zu Bleiglätte ( $\text{PbO}$ ), die zusammen mit anderen Verunreinigungen schmelzflüssig durch die Glättgasse des Treibofens abließ. War alles Blei verschlackt und die Badtemperatur auf etwa 1100° C gesteigert worden, blitzte zuletzt der nun freiliegende Spiegel des Silberbades auf und zeigte das Ende des Prozesses an. Das erhaltene Metall war sogenanntes Blicksilber, das Werdenhagen als *argentum canalitium* bezeichnet hat.

Über unbearbeitetes Goslarer Silber (*argentum infectum* Werdenhagens) gibt das Urkundenbuch wenig her. Nachweislich wurde solches Silber, zu Barren gegossen, im 12. Jahrhundert ausgeführt (ROSENHAINER 1968, 13). So versprach man 1272/78 in Köln Zahlungen mit Kölner Münze oder mit 50 Mark (11,7 kg) „*examinati argenti, quod Ramisberch appellatur*“ (HILLEBRAND 1969, 34 mit Anm. 17). Weil „Mark“ damals keine Währungsgröße, sondern eine Gewichtseinheit war, muß es sich folgerichtig um „*argentum infectum*“ gehandelt haben, denn das bloße Gießen des Edelmetalls wird wohl schwerlich als Vorgang zu werten sein, der für die erhaltenen Barren die Bezeichnung „*argentum factum*“ gerechtfertigt hätte.

Bearbeitetes Silber - nicht als Münzmetall - wird 1281 in Rechtssatzungen der Goslarer Krämer in Form von „sulver drat“ (Silberdraht) erwähnt. Dieser gehörte zu den Waren, deren Verkauf allein den dortigen Krämern zustand (UB Goslar II, Nr. 292). Auch in der Goslarer Waghaus- und Zollordnung von etwa 1400 wird bearbeitetes Silber unter dem Oberbegriff „kostbar gud“ als „sulverne stu(o)kke“ aufgeführt (FRÖLICH 1948, 74).

Bearbeitetem Goslarer Silber sind die aus diesem Edelmetall hergestellten Münzen zuzurechnen. Vor ihrer Prägung war bis weit in die zweite Hälfte des 9. Jahrhunderts ausländisches Silber (Orient, Arabien) in Gestalt von Münzen und in großen Mengen auf den Handelswegen

quer durch Rußland zur Ostsee und von hier aus weiter in den Westen gelangt. So sind allein aus Skandinavien und dem slawischen Raum mehr als 100.000 Dirhem, arabische Silbermünzen mit einem Stückgewicht von knapp 3 g, aus Schatzfunden bekannt. Aber noch vor der ersten nachchristlichen Jahrtausendwende brach diese Silberzufuhr ab. Unter dem Druck der weiter expandierenden Wirtschaft begannen die Herrscher aus sächsischem Hause systematisch mit der Edelmetallgewinnung, so auch im Harzgebiet. Als Prägestätten der ottonischen Zeit in Verbindung mit Rammelsberger Silber sind neben anderen Magdeburg, Goslar und Köln bekannt (STEUER 1993, 76 und 79). Wenngleich das Silber hauptsächlich in der Goslarer Münze verarbeitet sein wird, wovon vor allem die sogenannten Otto-Adelheid-Pfennige (KRAUME 1958) zeugen, die im Zahlungsverkehr mit Ost- und Nordeuropa eine bedeutende Rolle gespielt haben, so lassen sich Goslarer Silbermünzen darüber hinaus auch im Westen des deutschen Reiches und im Handel mit Flandern, dem Weltmarkt Brügge, nachweisen (HILLEBRAND 1993, 11).



**Abb. 2:**

Engel mit dem Stadtwappen als figürliche Darstellung an der Goslarer Bergkanne von 1477. Das teilvergoldete Silbergefäß ist 74 cm hoch. Beispiel für bearbeitetes Goslarer Silber, jedoch kein Ausfuhrstück. Zeichnung: H.-G. Griep, Goslar.

Zu der Zeit, in der Goslar der Hanse beigetreten ist, wurde bereits seit etwa 200 Jahren neben einheimischem Silber auch fremdes geprägt. Das lag daran, daß spätestens seit Kaiser Heinrich III. (1039 - 1056) sich auch königliche Münzprägungen aller Art aus Goslar nachweisen lassen. Als König Heinrich VII. 1231/35 die Rechte der mächtigen Goslarer Münzer bestätigte, hieß es dazu, daß außerdem auch die Waldleute oder Hüttenbesitzer (Silvanen) das Recht besaßen, Silber zu brennen. Daraus geht hervor, daß die Silvanen nicht in der Münze benötigtes Silber dem freien Handel zuführen durften. Die heimischen Münzer erstarkten aber in der Folgezeit so sehr, daß um die Mitte des 14. Jahrhunderts die Silvanen beim Silberhandel ausgebootet wurden und auswärtige Händler insoweit auf die Münzer allein angewiesen waren. Mit anderen Worten, die Münzergilde wird das Vorkaufsrecht für Silber besessen haben. Daraus erklärt sich auch die Vorschrift aus jener Zeit, daß kein Fremder auf der Esse ei-

nes Goslarer Bürgers Silber feinbrennen lassen dürfe (HILLEBRAND 1969, 34). Schließlich waren etwaige Fälschungsversuche bei Goslarer Silber nach einer der Satzungen des Goslarer Rates und der städtischen Interessenverbände von 1290 schon im hohen Mittelalter mit Strafe bedroht. Außerdem durfte verkaufsfähiges Feinsilber in Goslar nur aus Metall gebrannt werden, das bereits Brandsilberqualität besaß (UB Goslar II, Nr. 412).

## Quecksilber

Nach Silber erscheint Quecksilber in der Auflistung. Rammelsberger Erz, in dem es nur in Spuren vorkommt, scheidet für die mittelalterliche Gewinnung ebenso aus wie die nur mineralogisch relevanten Vorkommen auf bestimmten Erzgängen des Ober- und Mittelharzes. Das gleiche gilt für die Spuren von Quecksilber im Kupferschiefer des südöstlichen Harzrandes (MOHR 1989, 124 und 125). Das nächste Vorkommen mit dem Quecksilberträger Zinnober (HgS) lag am Südharzrand bei Wieda, wo seit dem 16. Jahrhundert entsprechende Gewinnung und wiederholte Bergbauversuche stattgefunden haben (BRÜNING 1926, 186/187).

Vor rund 25 Jahren bei Wieda gemachte Bodenfunde lassen erkennen, daß zumindest in Betriebsperioden vor dem Dreißigjährigen Krieg die Verhüttung hier an Ort und Stelle stattgefunden hat. Gefunden wurden im wesentlichen zahlreiche Ofenkacheln (Muldenkacheln), dazu tonerne Gefäße, Grapen, Kugeltöpfe und retortenförmige Gebilde. Diese Fundstücke werden als Reste von Reaktionsgefäßen gedeutet. Man setzte diese Behältnisse, gefüllt mit dem meist wohl durch einen Waschvorgang angereicherten Erz, im Herdofen ein. Die durch röstendes Erhitzen freigesetzten Quecksilberdämpfe wurden dann in einfachen Kondensationseinrichtungen niedergeschlagen. Die Verschieden- und Eigenheiten der Gewinnung hat G. AGRICOLA (1961, 370 - 374) in Wort und Bild ausführlich geschildert.

Nach verschiedenen Aufzeichnungen ist das Wiedaer Quecksilbererz vorkommen erst um die Mitte des 16. Jahrhunderts entdeckt und zuerst von Bürgern der Reichsstadt Nordhausen (Südharzvorland) ausgebeutet worden. Nach einer verlässlichen Nachricht aus 1765 hat eine bestimmte Zinnobergrube bei Wieda allein im Bergquartal Reminiscere des Jahres 1570 6 Ztr. 20 Pfund (ca. 290 kg) Quecksilber geliefert. Später baute unter braunschweigischer Herrschaft in Wieda eine Gewerkschaft, wobei ein Quartal 1715 wiederum 6 Ztr. (etwa 280 kg) Quecksilber an Ausbeute erbracht hat (BLÖMEKE 1885/1986, 110 und 111; LAUB 1972).

Die ergiebigsten deutschen Zinnobervorkommen in der Rheinpfalz sowie solche bei Beraun in Böhmen waren von Goslar jeweils etwa 320 km in der Luftlinie entfernt. Vielleicht hat es sich bei dem für Goslar aufgelisteten Quecksilber nur um Durchfuhrgut gehandelt.

## Kupfer

Im Gegensatz zum Quecksilber ist die Herkunft des nun folgenden „Kesselkupfers“ (*aes caldarium*) aus Rammelsberger Erz eindeutig. Werdenhagen ist mit seiner lateinischen Bezeichnung dieser Kupfersorte offenbar der entsprechenden Namengebung seitens G. AGRICOLA gefolgt, der damit braunrotes Rohkupfer meint, das sich zwar leicht gießen, aber wegen seiner Sprödigkeit schlecht schmieden ließ (AGRICOLA 1961, 437 mit Anm. 35). Da lag beim Rammelsberger Kupfer seit dem hohen Mittelalter an verschiedenen, mit dem Erz eingebrachten Verunreinigungen, die sich auch durch eine Feuerraffination, das sogenannte Garmachen, nur unzureichend entfernen ließen. Nach chemischen Analysen Rammelsberger Kupfers aus der Hansezeit waren Blei, Arsen und Antimon die Hauptverunreinigungen des roten Metalls (Analysergebnisse bei GRIEP 1972/73, 40 mit Anm. 155). Die leichte Kaltverformbarkeit vortäuschende Bezeichnung Kesselkupfer ist auf (bronzene) Schälchen oder Kesselchen zurückzuführen, deren Duftwasserfüllung bei römischen Gastmahlen den Teilnehmern zur Reinigung ihrer Hände und Füße diente (AGRICOLA 1961, 437, Anm. 35).

Während Rammelsberger Bleierze im Mittelalter unverändert nach dem oben skizzierten Röst-

reduktionsverfahren verhüttet worden sind, konnten für die Kupfergewinnung im Goslarer Raum von deren Anfängen bis zur frühen Neuzeit durch die fachmetallurgische Untersuchung zahlreicher Überreste des Hüttenbetriebes im Gelände klare Erkenntnisse erlangt werden, nach denen die Verfahrensabläufe infolge von Änderungen der Erzbeschaffenheit, hier vor allem der chemischen Zusammensetzung, mehrfach umgestellt worden sind. Die folgende Kurzfassung der Untersuchungsergebnisse ist zwei speziellen Abhandlungen entnommen worden (LAUB 1980 und 1987).

Über die Art und Zusammensetzung Rammelsberger Kupfererze, aus denen im Mittelalter Rohkupfer, auch Schwarzkupfer genannt, dargestellt worden ist, geben verlässlichen Aufschluß

- Erzreste aus noch zugänglichen alten Grubenbauen des Rammelsberges
- Fundgut in Form von Erzbrocken an früheren Transportwegen und im Bereich von Wüstungen
- Erzfunde bei damaligen Hüttenstätten unter Schlacken und anderen Rückständen sowie an dortigen Erzlagerplätzen (Depots),

alle nachweislich aus dem Mittelalter, wozu umfangreiches Analysenmaterial vorliegt. Hiernach kamen im wesentlichen zur Verhüttung:

1. Hoch kupferhaltige Erze mit etwa 10 bis gut 18 % Kupfer (Cu) und geringen Gehalten an Blei und Zink, im Schnitt 1,1 % Pb und 2,9 % Zn.
2. Kupferärmere Erze mit durchschnittlich nur etwa 4 % Cu und beträchtlichen Zink- und Bleigehalten, also mit bis zu 24 % Zn und bis knapp 4 % Pb.

Die erwähnten Schwermetalle lagen im Erz nahezu vollständig in sulfidischer Bindungsform vor, ebenso Eisen, entsprechend durchschnittlich 35 % Fe und 41 % S bei Erzgruppe 1 sowie 23 % Fe und 39 % S bei Erzgruppe 2 (LAUB 1980, 67, Anhang 1). Somit stellt Schwefelkies (Pyrit,  $\text{FeS}_2$ ) den Hauptbestandteil der oben aufgeführten Kupfererze dar. Man kann deshalb hier und auch bei den meisten anderen Rammelsberger Erzarten von pyritischem Komplexerz sprechen.

Hiernach ergeben sich drei deutlich unterscheidbare Perioden, in denen die Anpassung der Verhüttungsgänge an die veränderte Erzbeschaffenheit sich vor allem im metallurgischen Fundgut - also der substantiellen Hinterlassenschaft der mittelalterlichen Unterharzer Hüttenleute - unzweideutig zu erkennen gibt. Dieses Bild trägt auch zur Begründung augenfälliger Änderungen im Intensitätsgrad des hansezeitlichen Goslarer Handels mit dem roten Metall bei.

Am Anfang des Rammelsberger Kupferhüttenwesens stand der sogenannte deutsche Prozeß, der hier aller Wahrscheinlichkeit nach bis etwa zur Mitte des 13. Jahrhunderts in niedrigen Schachtöfen stattgefunden hat, die noch mit durch Menschenkraft bewegten Blasebälgen ausgerüstet waren. Zum Einsatz kamen teilabgeröstete, stückige Erze der oben unter lfd. Nr. 1 beschriebenen Beschaffenheit, wobei im ersten Schmelzgang das Anreicherungsprodukt Kupferstein (Gemenge von  $\text{Cu}_2\text{S}$  und  $\text{FeS}$ ) sowie Schlacken anfielen. Bei den aus metallurgischer Sicht nicht allzu hohen Temperaturen im Ofenschacht - maximal wohl 1300 - 1400° C - konnte die möglichst vollständige Trennung des (wertvollen) Steines von der (wertlosen) Schlacke nur bei sogenannter Tiegelzustellung des Ofens erreicht werden. Dabei sammelten sich die Schmelzprodukte bei anfangs nur halbtägigem Ofenbetrieb im Schachtiefsten, dem Tiegel. Hier setzte sich der Kupferstein ab, während die spezifisch leichtere Schlacke über ein entsprechend höher angebrachtes Stichloch bei Bedarf abgestochen, dem vor dem Ofen befindlichen Vorherd zugeführt und nach Abkühlung sowie Prüfung auf Steinfreiheit zur Halde verbracht wurde. Als Brennstoff und Reduktionsmittel dienten Holzkohlen. Die Art der geringen Zuschläge bedarf an dieser Stelle der Erwähnung nicht.

Der erhaltene Kupferstein (mit 40 - 60 % Cu) wurde danach unter Verwendung von Scheitholz der Haufenröstung im Freien unterzogen und das erhaltene, praktisch schwefelfreie Röstgut erneut im Schachtofen reduzierend verschmolzen. Das ergab, vereinfacht ausgedrückt, Schwarzkupfer (94 - 96 % Cu) und absetzbare Schlacke, die zur Halde gelangte. Das gewon-

nene Rohkupfer wurde entweder in Tiegeln oder im sogenannten Garherd unter oxidierenden Bedingungen raffinierend umgeschmolzen, wobei insbesondere Eisen verschlackte. Das Endprodukt war sogenanntes hammergares (gut schmiedbares) Kupfer und damit Handelsgut. Die erste Umstellung der Kupfererzverhüttung im Umfeld von Goslar ergab sich aus der Nutzung der Wasserkraft zum Antrieb der Ofengebläse. Nach bisherigen Erkenntnissen war das um 1250 der Fall. Neben anderen Vorteilen hatte der Wasserkraftbetrieb höhere Temperaturen im Ofeninneren zur Folge und ermöglichte die Aufrechterhaltung dieser Temperaturen im Zuge des gesamten Schmelzprozesses. Das führte zu deutlicher und höchst erwünschter Durchsatzsteigerung sowie zum Anfall einer homogenen, niedrigviskosen Schlacke mit guten Laufeigenschaften. Darüber hinaus ergab sich - vermutlich zur großen Überraschung der damaligen Hüttenleute - eine wesentliche Ersparnis an den stets knappen und deshalb teuren Holzkohlen bei der Schachtofenarbeit. Das hatte nach vor knapp 20 Jahren vorgenommenen Untersuchungen folgende Ursachen und Gründe:

Wenn sehr pyritreiche und zugleich verunreinigungsarme Kupfererze wie solche der lfd. Nr. 1, oben, und ein hoch quarzhaltiger Zuschlag, beide in stückiger Form, zur Verfügung stehen, können derartige Erze ohne Röstung durch oxidierendes Verschmelzen im Schachtofen bei ganz geringem Kokssatz (1 - 3 %) auf Kupferstein verhüttet werden, wobei in erster Linie Schwefel und Eisen in der Erzbeschickung als Brennstoffe dienen. Während der verbrannte Teil des Schwefels den Ofen im Abgas als Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ) verläßt, wird das Eisen als Silikat verschlackt. Man hatte das auf einer australischen Kupferhütte gegen Ende des 19. Jahrhunderts herausgefunden und das darauf beruhende Verfahren „Pyritschmelzen“ genannt.

Dieser Prozeß verlief im Dauerbetrieb aber nur dann erfolgreich, wenn verschiedene Voraussetzungen chemischer und physikalischer Art erfüllt waren. Ob insoweit dieses Verfahren - auch wegen der mit ihm gekoppelten schmelztechnisch nicht leicht beherrschbaren Verhältnisse - schon im hohen Mittelalter auf Rammelsberger Kupfererz Anwendung gefunden hat, ist unwahrscheinlich, wohl aber eine Weiterentwicklung dieses Prozesses, das sogenannte pyritische oder Halbpyritschmelzen. Es beruht auf der Erfahrung, daß Schwefel und Koks beim Verschmelzen pyritreicher, aber weniger reiner Stückerze sich bis zu einem bestimmten Grad als Brennstoffe gegenseitig ersetzen. Auf diese Weise läßt sich durch Erhöhung des Kokssatzes der Ofen so fahren, daß der Charakter des oxidierenden Schmelzens mehr oder weniger erhalten bleibt. Dieses in der Fachsprache auch „amerikanischer Schachtofenprozeß“ genannte Verfahren ermöglicht einfachere Überwachung und Steuerung des Ofenganges. Durch die Erhöhung des Kokssatzes gelangt glühender Koks bis vor die Düsen des Ofens. Dadurch wird die Verbrennung von Eisensulfid ( $\text{FeS}$ ) stark vermindert, so daß der weitere Verfahrensgang als ein reduzierendes Verschmelzen auf Stein mit zu geringem Kokssatz bezeichnet werden kann.

Dieses in den ersten beiden Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts aufgekommene und auch danach stellenweise noch angewendete Verfahren kommt für die Rammelsberger Hüttenbetriebe mit Wasserkraftnutzung der Phase I (bis etwa 1300) in Betracht, weil nach dem bisher Bekanntgewordenen alle Voraussetzungen für die dortige Anwendung des pyritischen Schmelzens gegeben waren. Das waren:

- Erz und Zuschlag standen zur Verfügung und lagen stückig vor,
- hoher Pyritanteil im Erz,
- große Reinheit des Erzes,
- $\text{SiO}_2$  (rd. 60 %) im sehr kieselsäurereichen Rammelsberger Armerz „Kniest“ lag nicht als Silikat gebunden, sondern als freier Quarz vor,
- Schmelzarbeit mit heißer (flammender) Gicht,
- keine Feinanteile in der Beschickung.

Das halbpyritische Schmelzen auf Goslarer Hütten im Hochmittelalter ist nicht als bloße Hypothese einzuschätzen. Dazu seien an dieser Stelle nur drei beweiskräftige Gegebenheiten

aufgeführt. Die erste entstammt dem verfahrenstechnischen Bereich; sie besagt folgendes: Wenn man beim Einsatz wasserkraftbewegter Blasebälge in den nun stärkere Reduktionswirkung aufweisenden Schachtofen weiterhin hochwertige Rammelsberger Kupfererze verhüttet hätte, wären sowohl die Entstehung sogenannter Ofensauen als auch der erhöhte Anfall von Speise (Nebenprodukt der Schachtofenarbeit) bei den Rammelsberger Erze verarbeitenden Hütten Gemenge von Arseniden und Antimoniden des Eisens mit erheblichen Mengen von Blei, Kupfer und anderen Buntmetallen die unvermeidbaren Folgen gewesen. Wurde jedoch nach dem halbpvritischen Schmelzprozeß gearbeitet, fielen weder Sauen noch Speise als unerwünschte Beiprodukte an, weil sie nur unter reduzierenden Verhältnissen entstehen, wie solche bei der Röstreduktionsarbeit herrschen. Tatsache ist ferner, daß auf hochmittelalterlichen Hüttenstätten, bei denen die Ofenbälge mit Wasserkraft bewegt wurden, bisher weder Eisensauen noch Speise entdeckt worden sind. Die entsprechende Fundleere ist nicht nur auf wenige Schmelzplätze beschränkt.

Die zweite, für die damalige Anwendung des Halbpvritschmelzens sprechende Gegebenheit liegt im Vergleich reicher Rammelsberger Kupfererzarten mit auswärtigem Erz, das viel später nach dem Halbpvritschmelzen zugute gemacht worden ist.

Werden die entsprechenden Originalanalysenwerte für Kupfer, Eisen und Schwefel in dieser Dreierkombination jeweils auf 100 % hochgerechnet und die so erhaltenen Prozentzahlen in ein Schaubild eingetragen, so ergibt sich bei allen acht Rammelsberger Kupfererzen der oben genannten Erzgruppe 1 eine so dichte Scharung um pyrithaltiges Kupfererz von Ergani Maden (Türkei), das mehrere Jahrzehnte lang halbpvritisch verhüttet worden ist, daß bei jenen Rammelsberger Erzen die zeitweilige Anwendung des Halbpvritschmelzens ohne Einschränkung möglich gewesen ist.

Die dritte Stütze für die Nutzung des letztgenannten Prozesses auf den damaligen Hütten um Goslar ist einer lange unverständlich gebliebenen Nachricht entnehmbar. Sie findet sich in der 1583 abgeschlossenen Bergchronik des Wildemanner Pastors H. Hake und besagt im Wortlaut: „Daß schmelzen aber von Goßlar... da ist das verdeckte schmelzen noch ein stücke von, aber die rechte Kunst, wie eß der Alte (= die mittelalterlichen Hüttenleute) in der Arbeit gehabt, ist davon verlohren“ (DENKER 1911, 139).

Mit dem „verdeckten Schmelzen“ meint Hake das Jahrhunderte hindurch für die Verhüttung von Rammelsberger Blei- und Blei-Kupfer-Erzen angewendete Verfahren des verdeckten Schmelzens auf leichtem Gestübbe über dem Tiegel im Schachtofen, dessen Zustellung (Ausbildung des Ofenschachtes unterhalb der Düsenzzone) eine allein für die Rammelsberger Hüttenbetriebe typische Kombination von Spur- und Sumpfofen darstellte. Der gedanklichen Verknüpfung wegen wird die Erläuterung gleich hier und nicht erst unten im Abschnitt „Blei“ gegeben.

Bei der vorgenannten Zustellungsart sammelte sich das erschmolzene Werkblei im Ofentiefsten (Sumpf) und verblieb darin bis zum Ende der eintägigen Schmelzreise, während die Schlacke, vom Blei durch die zwischen beiden Phasen befindliche Gestübbeschicht getrennt, den Ofen fortwährend durch das offene Schlackenaugel verließ. Das Gestübbe bestand aus einem Gemenge von Lehm und Holzkohlenklein. Dieses „verdeckte Schmelzen“ war dem Oberharzchronisten Hake und seinen Zeitgenossen deshalb so geläufig, weil seine Anwendung bei der Bleischachtofenarbeit ja niemals eine längere Unterbrechung erfahren hat. Anders war das beim Kupfer. So mußte bereits in der zweiten Phase der Rammelsberger Kupfergewinnung (etwa 1300 bis 1360) wegen sinkender Erzqualität mehr und mehr zur reduzierenden Schachtofenarbeit - also zum alten deutschen Kupferhüttenprozeß - zurückgekehrt werden, und zusätzlich kam es im Verlauf des langwierigen Streites zwischen Herzog Heinrich d. J. von Braunschweig und der Stadt Goslar um den Rammelsberg (1527 - 1552) zu jahrzehntelangen Störungen und zeitweiligen Stillständen des Hüttenbetriebes. Eine der schlimmen Folgen dieser unruhigen Zeit war, daß die schwierige Kunst, das Rammelsberger Kupfererz zugute zu machen, verloren ging. Das läßt sich mit einschlägigen Akten des 16. Jahrhunderts, die sich in den Archiven von Clausthal und Wolfenbüttel befinden, zweifelsfrei belegen (ROSENHALNER 1968, 154/155). Als die Kupfergewinnung schließlich wieder aufgenommen wurde, konnte

man sich, wie ja auch Hake schreibt, nur noch bruchstückhaft an den rund 300 Jahre früher angewendeten Halbpyritschmelzprozeß erinnern, der mit dem noch ausgeübten „verdeckten Schmelzen auf leichtem Gestübbe“ bei der Bleiarbeit Ähnlichkeit hatte. Wirkte nämlich im Bleischachtofen die Gestübbeschicht unterhalb der Düsenebene wie ein Sieb, welches das flüssige, hoch über seinen Schmelzpunkt erhitzte Werkblei in Richtung Ofensumpf durchließ, nicht aber die Schlacke, so ließ beim halbpyritischen Prozeß die Seigerzone mit dem noch festen, siebartigen  $\text{SiO}_2$ -Gerüst die geschmolzenen Sulfide in die darunter liegende Oxidationszone passieren, wo dann, unbeeinflusst vom Reaktionsgeschehen in den beiden oberen Zonen, die Phasentrennung in Kupferstein und die - erst hier in der Oxidationszone entstandene - Schlacke vor sich ging. Bewirkte also bei der Bleischachtofenarbeit die Gestübbeschicht die Trennung von Metall und Schlacke, so übernahm beim Halbpyritschmelzen das siebartige Kieselsäuregerüst zwar nicht die gleiche, aber doch eine ähnliche Funktion. Wie Hakes Erwähnung zeigt, wußte verständlicherweise im späten 16. Jahrhundert niemand mehr Konkretes über jenes alte Halbpyritschmelzen, mit dem man in der ersten Betriebsphase des Unterharzer Kupferhüttenwesens reine und reiche Rammelsberger Kupfererze auf das rote Metall verschmolzen hat.

Der wohl bedeutendste Gelehrte des Mittelalters, Albertus Magnus (\*zwischen 1193 und 1209, † 1280), der um 1240 Goslar aufgesucht und dabei auch das dortige Montanwesen kennengelernt hat, lobt in seinem berühmten „Mineralienbuch“ die zu seiner Zeit erstklassige Qualität Rammelsberger Kupfers mit diesen Worten: „Kupfer wird auch in Gesteinsadern angetroffen, und das in dem Ort Goslar gefundene ist das reinste und beste, ist es doch so in der gesamten Erzmasse gebunden, daß solches Erz goldenem Markasit gleicht, und was davon in größter Tiefe liegt, ist besser, weil es reiner ist“ (WYCKOFF 1967, 181 und 182; LAUB 1984, 36). Dieses hochwertige Kupfer ist jedoch mit dem Kesselkupfer in Werdenhagens Auflistung nicht identisch. Letzteres entstand vielmehr bei der Verhüttung minderwertiger Rammelsberger Erze, wie das schon oben für die zweite Phase der heimischen Kupfergewinnung (etwa 1300 - 1360) angedeutet worden ist. Die damals nicht behebbaren Schwierigkeiten bei der Sumpfung der schon recht tiefen Grubenhäue machten den Rückgriff auf unreinere Erzmittel, die man bis dahin vom Verhieb weitgehend ausgenommen hatte, notwendig, doch nahm auch nach der Lösung des Wasserhebeproblems in der dritten Betriebsphase (1460 - 1525) die Unreinheit der Kupfererze so zu, daß die einfache Röstreduktionsarbeit im Schachtofen allenfalls noch zeitweilig oder punktuell möglich war, in der Regel aber die minderwertigen Kupfer- oder Mischerze der Bleiarbeit zugeführt werden mußten. Das hatte die Aufarbeitung erhöhter Mengen an Bleikupferstein, zweier zusätzlicher Zwischenprodukte (Kupferschlacker und Speise), verbunden mit erschwelter Raffination des daraus gewonnenen Schwarzkupfers zur Folge. Deshalb wurde die gute Qualität des Handelskupfers der ersten Betriebsphase nicht mehr erreicht, sondern im wesentlichen nur noch verunreinigtes Kesselkupfer erhalten. In den letzten Jahrzehnten des 15. Jahrhunderts unternommene Versuche auswärtiger Hüttentechniker, daraus ein für die Ausfuhr zufriedenstellendes Produkt zu gewinnen und zugleich das rote Metall nach dem Seigerverfahren zu entsilbern, blieben ebenfalls erfolglos.

Goslars Kupferexport zur Hansezeit war ebenso umfangreich wie weitverzweigt. Aber der Handel mit Rammelsberger Kupfer ist schon viel früher aufgenommen worden. Nachweisbar ist das schon für das 10. Jahrhundert. Die allgemeinen Angaben im Abschnitt „Goslars Beitritt zur Hanse“ lassen sich durch eine Reihe von urkundlich gesicherten Einzelheiten wie folgt ergänzen.

Seit der ausklingenden Regierungszeit des sächsischen Kaisers Otto I. enthielten die meisten in Norddeutschland (Hildesheim, Braunschweig, Lübeck) gegossenen Gerätschaften als Grundmetall Kupfer aus dem Goslarer Raum, doch waren die Herkunftsorte mit den Weiterverarbeitungsstätten nicht identisch, soweit es den Fernhandel betraf. Hier nun einige konkrete Nachrichten:

1103/04: Händler aus Lüttich und Huy kaufen in Goslar Kupfer auf.

1122: Das in der Utrechter Zollrolle genannte und aus „Sachsen“ stammende „*aes venale*“ (Handelskupfer) dürfte als Goslarer Kupfer zu deuten sein, weil damals im Mansfeldischen

(östl. Harzvorland) und in Obersachsen das rote Metall noch nicht gewonnen wurde. Kupfererze aus dem Raum Obermarsberg (Diemeltal), deren Ausbeutung etwa gleichzeitig mit der Erzgewinnung am Rammelsberg begonnen haben soll, kommen hier wohl nicht in Betracht, weil die entsprechenden Vorkommen im damaligen Herzogtum Westfalen, nicht aber in (Nieder-)Sachsen lagen.

1128: Neueindeckung des Bamberger Domes mit 700 Ztr. Kupfer aus „Sachsen“. Die Erläuterung zu 1122 gilt entsprechend.

1171: Kaufleute aus Dinant erscheinen zum Kupferkauf in Goslar.

1219: Befreiung der Goslarer Bürger vom Zoll durch Privileg Friedrichs II. mit Ausnahme „van unghewarchtene coppere“ (von unbearbeitetem Kupfer).

1290 wird festgelegt, daß Goslarer Bürger nicht am Zwischenhandel mit Kupfer teilnehmen dürfen, das heißt, das Kupfer durfte nur beim Produzenten gekauft werden.

1314, 1333, 1345 und 1396 verlieren Goslarer Kaufleute bei der „großen Flandernfahrt“ auf See ihre aus Kupfer bestehenden Ladungen.

Mitte des 14. Jahrhunderts: Die Qualität Goslarer Kupfers wird beanstandet. Diese Mängelrüge kam nicht durch Nachlässigkeit der Hüttenleute, sondern durch den zwangsläufigen Rückgriff auf minderwertige Erze zustande; sie fällt bezeichnenderweise in die oben genannte zweite Phase der Rammelsberger Kupfergewinnung (ca. 1300 - 1360).

1459 erscheint Kupfer aus Goslar in Hildesheim und fast zeitgleich in Hameln, aber schon in Konkurrenz mit mansfeldischem und schwedischem Kupfer (TREUE 1966, 104 - 106; HILLENBRAND 1969, 36 - 40; STEUER 1993, 79 und 81).



**Abb. 3:**

Bronzene Kirchenglocke vom Loctum (Nordharzvorland. Grundmetall Rammelsberger Kupfer. Zeitstellung: um 1200.

Foto: Sammlung H. G. Griep.

Den Zusammenhängen zwischen dem Hansebund mit dessen Hauptsitz in Lübeck (mit Stadtrechten seit 1226) und dem Goslarer Kupfer unter Verfolgung der Ferntransportwege ist unlängst H. FORSHELL aus skandinavischer Sicht gründlich nachgegangen. Hieraus folgende, das vorliegende Thema betreffende Passagen des englischen Originaltextes:

„Mehrere Umstände mögen zur Entwicklung Lübecks (als Hansestadt) beigetragen haben, und man darf dabei den Metallhandel nicht ausklammern. Damals gab es einen hoch differenzierten Metallmarkt mit Kupfer vom Harz, Zinn aus Cornwall, Messing von der oberen Maas und einen wachsenden Markt für handwerkliche Kupferartikel, vor allem Glocken, in neu christianisierten Gebieten...

Wegen Holzmangels am Harz ist ein Teil des Rammelsberger Kupfers im 12. Jahrhundert in Lübeck raffiniert worden, doch wurden die dortigen Waldbestände dadurch bald so dezimiert, daß man zur Behebung des Mangels Holz von den Küsten der südlichen Ostsee importieren mußte. Mochte das Kupfer nun am Rammelsberg oder in Lübeck raffiniert werden, so war Lübeck auf jeden Fall schon früh einer der wichtigsten Häfen des Nordens für den Kupferhandel. In der Mitte des 13. Jahrhunderts fertigte man zu Lübeck Kessel, Leuchter und Schnallen aus dem roten Metall an. Große Kupfermengen wurden auch zur Herstellung von Glocken für die skandinavischen Länder und den Markt in Nowgorod benötigt...

Im 11. und 12. Jahrhundert verfrachtete man Harzer Kupfer auf dem Landwege nach Köln und von dort in die Städte mit Messingproduktion an der Maas. Erst ab 1350 ist urkundlich belegt, daß Harzer Kupfer auf dem Landwege zur Raffination nach Lübeck gelangt ist. Von hier aus wurde das (Raffinade-)Kupfer durch den Öresund nach Amsterdam verschifft, das sich allmählich zum größten Markt Westeuropas entwickelte.

Hamburg am Unterlauf der Elbe war ein anderer wichtiger Hafen in Westeuropa. Die Anlieferung und Ausfuhr von Metallen, insbesondere von Kesseln, besorgte die Hanse. Der Umfang des handwerklich verarbeiteten Metalls ist von DRESCHER geschätzt worden, doch sind in den rund 600 Jahren der Existenz des hamburgischen „Rotgießeramtes“ (1248 - 1843) nur einige Restexemplare in den Werkstätten erhalten geblieben, weil alles, was zerbrochen oder

### Zahlentafel 1.

#### Zusammensetzung hansezeitlichen Rohkupfers von Falun (Schweden)\* und vom Goslarer Rammelsberg\*\*

Element	Originalbez. der Proben	No 511	Väs	Ena	Plate	No 528	Kellerfund Altstadt Goslar
Cu		90,94	85,10	91,03	–	–	95,26
Sn		0,23	0,02	0	1,0	1,5	0,10
Pb		0,58	0,51	0,60	1,0	1,2	2,95
Zn		0,76	0,30	1,13	7,40	0,1	0,003
Fe		7,16	13,8	6,02	–	1,1	0,048
Ni		0,01	Sp.	0,02	–	–	0,044
Co		0,08	–	–	0,10	–	0,019
Ag		0,12	0,10	0,22	Sp.	0,4	0,1
Au		–	Sp.	Sp.	–	0,1	0,0004
Sb		0,03	Sp.	–	–	0,1	0,25
Bi		0,02	0,01	0,14	–	–	0,025
As		0,08	0,02	–	–	–	0,25
* nach FORSHELL 1992,99					Weitere Komponenten (Spurenelemente) für		
** Nach GRIEP 1972/73, 40, Anm. 155					Goslarer Kupfer in g/t (ppm):		
Zeichenerklärung: – = keine Angabe, Sp. = Spur.					In 120		
Analysewerte, soweit nicht anders angegeben,					TI unter 10		
in Gewichts-%					Se 6		
					Te 6		
					Ga 1		

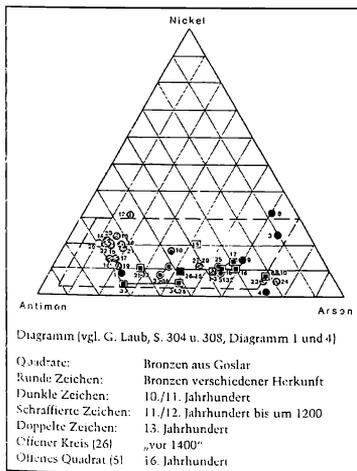
unbrauchbar geworden war, wieder eingeschmolzen und neu gegossen worden ist. So sind von den wahrscheinlich über 10.000 mittelalterlichen Kesseln, die in Norddeutschland angefertigt wurden, nur noch etwa 100 vorhanden" (FORSHELL 1992, 161 - 164).

Die unterschiedliche chemische Zusammensetzung hansezeitlichen Schwarzkupfers (Rohkupfers) verschiedener Provenienz sei hier an einem Beispiel verdeutlicht. Zahlentafel 1 enthält die Analysenergebnisse aus der Untersuchung von vier Stoffproben aus Kupfer von Falun (Schweden), zum Vergleich solche von Rammelsberger Schwarzkupfer vom Ende des 15. Jahrhunderts. Zum Faluner Kupfer heißt es: „Typische Elemente im Rohkupfer scheinen Blei und Zink um 1 % zu sein, ein wesentlicher Gehalt an Eisen, wenig oder kein Nickel, Kobalt um 0,04 %, Silber unter 0,10 %, dazu wenig Antimon und Arsen, beide unter 0,10 %. Das Faluner Schwarzkupfer gibt die beständigen Elementkombinationen, die wahrscheinlich genutzt werden können, um die Verwandtschaft mit anderen Objekten aus Rohkupfer nachzuweisen.“ (FORSHELL 1992, 99).

Die im Vergleich mit dem Goslarer Schwarzkupfer auffällig hohen Eisengehalte beim Faluner Rohkupfer sind wohl auf zu weitgehende Abröstung der Erze zurückzuführen, doch hatte das nicht viel auf sich, weil nach der Feuerraffination, dem Garmachen, die Eisengehalte des Faluner Garkupfers lediglich noch zwischen Spuren und maximal 0,05 % Eisen lagen (FORSHELL 1992, 100, Tab. unter 7.5.1). Das frühneuzeitliche Goslarer Kupfer gemäß Zahlentafel 1 wies vor allem wegen seiner beträchtlichen Gehalte an Blei, Arsen und Antimon in der Tat nicht mehr als Kesselkupferqualität auf.

### Herkunftsnachweis für Goslarer Kupfer

Mittelalterliche Kunst- und Gebrauchsgegenstände auf Kupferbasis, zum Beispiel in Form von Denkmälern, Leuchtern, Glocken, Geschützen, Brunnenschalen und Kesseln, sind sowohl im Inland als auch im europäischen Ausland an vielen Orten erhalten. Bis vor kurzem konnte die Herkunft des Grundmetalls Kupfer in diesen Objekten nur selten zweifelsfrei geklärt werden, obwohl das zumindest für die Montangeschichtsforschung wünschenswert war. Der erste deutsche Metallurge, der sich mit diesem Problem - wenn auch mit etwas anderer Zielsetzung - befaßt hat, war W. WITTER (1938). Ihm folgten 25 Jahre später H. FESSER und U. HORST (1963), die bei der Herkunftsbestimmung einer mittelalterlichen Schlacke aus der Verhüttung von Rammelsberger Erzen u. W. erstmalig ein Konzentrationsdreieck der (hochgerechneten) Spurenelemente Indium, Gallium und Zinn benutzten mit dem Ergebnis, daß die in Rede stehende Schlacke nebst anderen aus Rammelsberger Erzen erschmolzenen Schlacken sowie Erz von



**Abb. 4:**

Konzentrationsdreieck Antimon - Nickel - Arsen für Goslarer Bronzen (quadratische Zeichen) und Gegenstände aus Rammelsberger Kupfer (runde Symbole) in Abhängigkeit von der Erzart und dem Alter. Innerhalb des gestrichelten, rhombischen Konzentrationsfeldes „Rammelsberg“ liegen - beispielhaft - folgende Objekte:

1. Glocke von Haithabu bei Schleswig
  5. Mathildenleuchter von Essen
  17. Rauchfaß von der Pfalz Werla (Nordharzvorland)
  18. Rauchfaß von Neustadt/Weinstraße
  22. Magdeburger Hanseschale
  - 27.-29. Braunschweiger Burglöwe
  - 33.-36. Grabplatte Hildesheim
- Zeichnung: Dr. H. Drescher, Hamburg.

dort sich so im Nahbereich hoher Indium-Konzentrationen häuften, daß andere Westtharzer Kupfererze sowie Kupferschiefer mit Gewißheit als Ofenbeschickungsgut für die Kupfererzverhüttung und den damit verbundenen Schlackenfall am ehemaligen Schmelzplatz auschieden.

Seit der Veröffentlichung der letztgenannten Untersuchungsergebnisse waren aber zahlreiche andere Überreste aus der Verhüttung Rammelsberger Erze (Anfänge der Montantätigkeit bis frühe Neuzeit), hier insbesondere Erze als Streu- oder Depotfunde, Metall, verschiedene Zwischenprodukte sowie Schlacken, analysiert worden, daß in Schaubildern der von FESSER und HORST (1963, 247) benutzten Art Konzentrationsbereiche eingezeichnet werden konnten, denen in Gemäßheit mit Dreierkombinationen von bestimmten Spurenelementen die Herkunft aller innerhalb der Feldesgrenzen anzusetzenden Substanzen mit Einschluß der oben genannten Kunst- und Gebrauchsgegenstände aus Rammelsberger Erz entnehmbar war. Zahlentafel 2 vermittelt einige Beispiele.

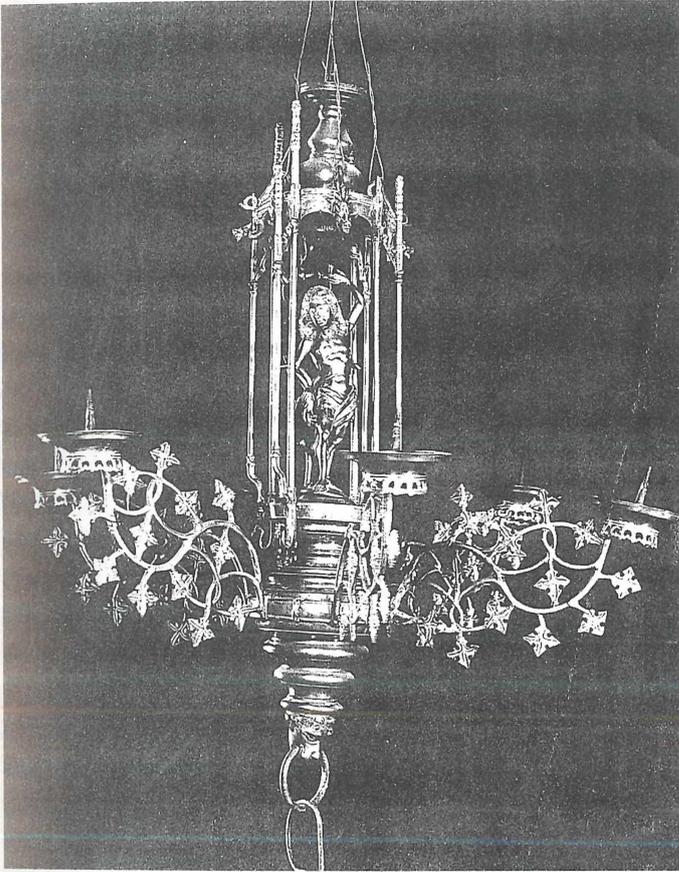
## Zahlentafel 2.

### Mittelalterliche Kunst- und Gebrauchsgegenstände aus Rammelsberger Kupfer als Grundmetall

Gegenstand	Ort	Zeitstellung	Nachweis(e)	Bemerkungen
Glocke und kl. Zimbel	Haithabu bei Schleswig	10. Jh.	STEUER 1993, 89 DRESCHER 1993, 313	Gewicht Glocke 25 kg
Glocke	Lunde Kirke, Telemarken, Südnorwegen	um 1150	FORSHELL 1992, 110 u. 111, Tab. 8-4, hier Nr. 469	jetzt (Museum) Oldsaksamlingen, Oslo
sog. Krodoaltar	Goslar	um 1080	LASKO, 1993, 117 GÄDEKE 1993, 119, DRESCHER 1993, 315	Museum Goslar
Burglöwe	Braunschweig	1166	DRESCHER 1993, 313	Original im Braunschw. Landesmuseum
Marktbrunnen, gr. Becken	Goslar	12. Jh.	MENDE 1993, 219 u. 239	kl. Becken frühes 13. Jh.
„Hanseschale“	Magdeburg	12. Jh.	DRESCHER 1993, 314	
Kästchenbeschlag	Schwarzrheindorf b. Bonn	2. Hälfte 12. Jh.	DRESCHER 1993, 314	
Grabplatte	Hildesheim	1279	DRESCHER, 1993, 313	f. Bischof Otto I.
„Greif“	Goslar, Pfalz	2. Hälfte 13. Jh.	MENDE 1993, 239 DRESCHER 1993, 315	
Lesepultadler	Hildesheim, Dom	um 1220	DRESCHER 1993, 313	

Der Bestimmtheitsgrad des auch bei der Erstellung von Zahlentafel 2 angewendeten Verfahrens zur Herkunftsermittlung wird geringer, wenn das Grundmetall Kupfer in vergleichbaren mittelalterlichen Kunst- und Gebrauchsgegenständen - auf ein Werkstück bezogen - aus Erzen verschiedener Bergreviere und andersartiger Genese erschmolzen worden ist, es sei denn,

daß jedes dieser Erze Spurenelemente aufweist, die in anderen Erzen fehlen oder in klar unterscheidbaren Größenordnungen vorliegen, so daß auch hier entsprechende Dreierkombinationen als Herkunftsweiser benutzt werden können. Allerdings fehlen die dazu benötigten Analysenwerte in den einschlägigen Veröffentlichungen fast immer. So hat der britische Metallurgiegeschichtsforscher R. F. TYLECOTE noch 1986 bedauert: „Während wir recht viel über die spurenelementliche Zusammensetzung der Metalle wissen, ist das bei den Erzen leider nicht der Fall“ (zitiert nach FORSHELL 1992, 18).



**Abb. 5:** In Goslar hergestellter Kronleuchter aus Gußmessing für Kirche in Münnerstadt (Unterfranken). Legierungsgrundmetall Rammelsberger Kupfer. Datierung 1480-1500.  
Foto: Sammlung H.-G. Griep.

Die hier vorgestellte Identifizierungsmethode versagt, wenn - wie gerade in der zweiten Hälfte des Mittelalters geschehen - in den damaligen Buntmetallgießereien Kupferabfälle unterschiedlicher Herkunft, z. B. Gußbruch oder Schrott, im Sinne der Abfallverwertung zur Herstellung eines neuen Werkstückes auf Kupferbasis verwendet worden sind. Auch in solchen Fällen ergeben sich so starke Verzerrungen oder Trübungen im Spurenelementespiegel, daß die zweifelsfreie Herkunft des benutzten Kupfers oder seiner Legierungen nicht mehr möglich ist (LAUB 1993, 304). Inwieweit in Zweifelsfällen die Bleiisotopenanalyse hilfreich sein kann, und welche Unschärfen sowie Anwendungsgrenzen sie besitzt, braucht hier nicht dargelegt zu werden, zumal H. FORSHELL (1992, 155 - 160) sich unlängst hierzu klar geäußert und wesentliche Einzelheiten mitgeteilt hat.

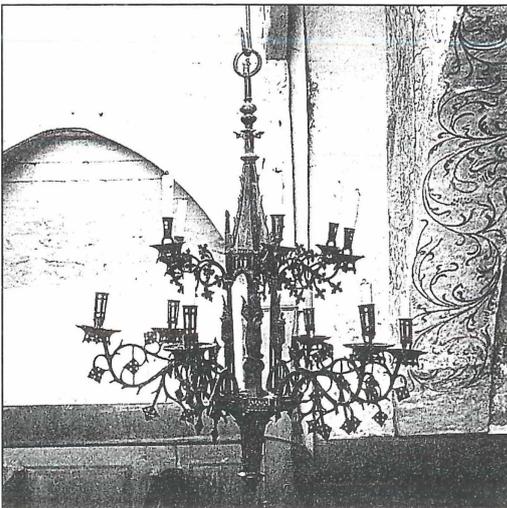
## Messing

Der bereits für die Mitte des 3. vorchristlichen Jahrtausends nachweisbare Werkstoff Messing (PRIOR 1963, 37) ist in Goslar viel früher hergestellt worden, als das bislang angenommen worden ist. Dabei gilt es, die Verwendung zweier Zinkträger zu unterscheiden. Benutzte man zuerst nebst aus Rammelsberger Erzen erschmolzenem, recht reinem Kupfer von auswärts bezogenen (Natur-)Galmei, der oben kurz erwähnt wurde, so ging man in späterer Zeit mehr und mehr auf sogenannten Ofengalmei, ein Abfallprodukt aus der Verhüttung von Rammelsberger Blei- und Kupfererzen, über. Solcher Ofengalmei wurde schließlich sogar zu einem bedeutenden Goslarer Exportgut. Werdenhagen hat ihn im Zuge seiner Auflistung besonders erwähnt; folglich werden die speziellen Erläuterungen erst weiter unten gebracht. Hier geht es zunächst um die bislang unbefriedigend beantworteten Datierungsfragen zur Goslarer Messingproduktion:

- 1.) Wie weit reicht die heimische Messingdarstellung in die Vergangenheit zurück?
- 2.) Wann etwa setzte der Übergang von Naturgalmei auf Ofengalmei als Zinkträger ein?

Bei 1.) helfen wiederholt vorgenommene chemische Analysen des in Zahlentafel 2 vorgestellten Kunstgegenstandes mit dem irreführenden Namen „Krodoaltar“ weiter. Nach gängiger Auffassung stellt dieses Objekt einen ehemals teilweise vergoldeten und mit Edelsteinen verzierten Kastenaltar dar, der zur Aufbewahrung von Reliquienbehältnissen gedient haben dürfte. Er wurde in der Vergangenheit mehrfach als Bronzealtar (so 1707 und 1862) bezeichnet, obwohl der bekannte Apotheker und spätere Ordinarius für anorganische Chemie in Berlin, M. H. KLAPROTH (1743 - 1817) bereits im frühen 19. Jahrhundert das Bruchstück einer der vier Trägerfiguren des Altars analysiert und darin 69 % Kupfer, 18 % Zink und 13 % Blei festgestellt hatte. Der Werkstoff des analysierten Trägers hatte demnach mit (Zinn-)Bronze nichts zu tun. Als 1974 Stoffproben von Trägern, Rahmen und Wandung des Krodoaltars analysiert und dabei auch die Spurenelemente mitbestimmt wurden, ergab sich bei dem Trägermaterial eine gute Übereinstimmung mit Klaproths Werten, doch lagen die nun ebenfalls ermittelten Zinngehalte nur bei 0,05 % (Träger), 0,73 % (Rahmen) und 0,18 % Sn (Wandung), während Zinnbronze im heutigen Sinn mindestens 3 % Zinn (Beispiel Walzbronze) enthält.

Das Trägermaterial kommt deshalb nahezu dem vielbenutzten 67er Messing, einer Gußmessingssorte mit 67 % Cu, 30 % Zn und 3 % Pb, gleich. Man nennt solches Messing auch Halbtombak. Nur der Bleigehalt der mittelalterlichen Legierung mit 12,7 % Pb ist weitaus höher als



**Abb. 6:**

Kronleuchter auf Rügen.

Hauptlegierungsbestandteil im Gußmessing ist Rammelsberger Kupfer. Zeitstellung: Ende 15. Jahrhundert.

Foto: Dr. Gunnar Svahnström, Landeskonservator für Gotland.

Sammlung: H.-G. Griep.

im jetzigen Gußmessing. Anders beschaffen ist nach den Analysen von 1974 die Zusammensetzung des Werkstoffes, aus dem Rahmen und Wandungen des Altars bestehen. Nach seinen Gehalten an Kupfer, Zink und Blei handelt es sich um kupferreiches Messing, das zwischen Gelb- und Hellrottombak liegt. Zugleich ergaben sich auffällig niedrige Bleigehalte (1,35 bzw. 1,23 % Pb). Deshalb liegt hier, also bei dem kunsthistorikerseits in der Zeit um 1080 geschaffenen Altargehäuse, der Gedanke an die Verwendung bleiarmer Naturgalmeis als Zinkträger in der Gußlegierung nahe. Hingegen deutet der etwa 10mal so hohe Bleigehalt der Trägerfiguren an, die nach der Ansicht von Fachleuten nachträglich angebracht worden sind (GÄDEKE 1993, 119; LASKO 1993, 117), daß für diese Figürchen schon hoch bleihaltiger Ofengalmei zur Herstellung des Gußmessings benutzt worden sein kann.

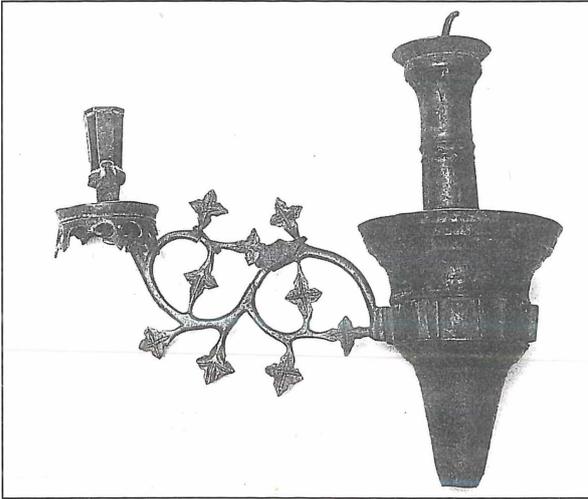
Die oben gestellte Frage 1.) läßt sich demnach so beantworten: Weil das Altargehäuse aus kupferreichem Messing besteht und aus der Zeit um 1080 stammt, ist diese Spanne für die heimische Messingherstellung zumindest als terminus post quem anzunehmen. Zur Beantwortung der Frage 2.) kommt möglicherweise eine zusätzliche Datierungshilfe in Betracht: Sie ist ALBERTUS MAGNUS zu verdanken; er berichtet zur damaligen Messingherstellung, man habe in Paris, Köln „und an anderen Orten, wo ich gewesen bin und das aus eigener Erfahrung bestätigt gesehen“ habe, Kupfer in Messing (*aurichalcum*) verwandelt, „und zwar mit Hilfe eines calamina genannten Steines“ (WYCKHOFF 1967, 224 - 226). Weil Albertus, wie oben ausgeführt, 1240 mit Gewißheit in Goslar gewesen ist (LOOCK 1980, 705) und sich den dortigen Hüttenbetrieb zufolge seiner Aufzeichnungen mit offenen Augen angesehen hat, ist Goslar gewiß den „anderen Orten“ zuzurechnen, an denen nach Albertus Messing erzeugt worden ist. Weil er aber lediglich Naturgalmei, nicht aber die seit dem klassischen Altertum bekannte „cadmia“ (= Ofengalmei) erwähnt, also ein Fachwort, das dem hochgebildeten Gelehrten aus dem einschlägigen Schrifttum der Alten auf jeden Fall bekannt war, so diene zumindest um 1240 wohl auch in Goslar immer noch das aus dem Westen eingeführte Zinkerz Galmei zur Messingbereitung, es sei denn, daß die Goslarer Hüttenleute die Verwendung Rammelsberger Ofengalmeis - z. B. der Geheimhaltung wegen - Albertus gegenüber verschwiegen haben. Dem stehen die Datierungen „um die Mitte des 12. Jahrhunderts, um 1200“ nicht entgegen, weil mit diesen Zeitangaben ja nur die Anbringung der Trägerfiguren am Altar, nicht das wohl höhere Alter der Figuren selber bezeichnet wird. Deshalb hier die wenigstens etwas hypothetische Antwort auf Frage 2.): Der Beginn des Überganges von Naturgalmei auf Goslarer Ofengalmei als Zinkträger bei der Messingherstellung mag ins 12. Jahrhundert fallen, doch wurde 1240, also im Jahr des Goslar-Besuches von Albertus Magnus, offenbar auch noch verunreinigungsarmer Naturgalmei von Lagerstätten zwischen Maas und Rhein eingesetzt. Das war aus heutiger Sicht, vor allem für die Herstellung von Schmiedemessing, von Bedeutung.

Im übrigen mußte möglichst bleifreier Galmei für die Anfertigung und die wohl von Anfang an eingeplante Vergoldung des Altargehäuses schon deshalb benutzt werden, weil nach dem um 1122/23 verfaßten „Leitfaden zu verschiedenen Kunstfertigkeiten“ des Goldschmiedes und Benediktinermönches THEOPHILUS PRESBYTER (Roger von Helmarshausen) zur dauerhaften Vergoldung von Kunstgußgegenständen praktisch bleifreies Edelmessing unabdingbar war (THEOBALD 1984, 124 - 128, 358 und 359).

Gebrauchsgegenstände, aber auch Kunstwerke aus Goslarer Messing und städtischen Werkstätten, sind nicht nur in Orte der näheren Umgebung, wie Hildesheim, Braunschweig und Halberstadt, sondern auch, z. B. in Form von Leuchtern für weltliche und liturgische Zwecke, als Exportwaren in den Fernhandel gelangt. Dahin gehören unter vielen anderen ein Kronleuchter in Münnerstadt (Unterfranken) aus der Zeit zwischen 1480 und 1500 (GRIEP 1961) sowie ein Leuchter von Rügen und ein weiterer aus der Kirche von Alskog, Gotland, beide vom Ende des 15. Jahrhunderts (Mitt. H.-G. GRIEP, Goslar, vom 27.03.1997).

In der Goslarer Waghaus- und Zollordnung von etwa 1400 heißt es unter der Überschrift „van Myssynghē“ wörtlich: „Myssyngh sy (sei es) ghewarcht eder unghewarcht, de Cyntener ghiffit twene penninge to tollē.“ Das entsprach dem Zollsatz für bearbeitetes Kupfer in Form von Kesseln, Pfannen oder anderen Gerätschaften, auch bei kupfernen Töpfen (FRÖLICH 1948, 68).

Über den Verfahrensablauf bei der Herstellung von Messing im hohen Mittelalter geben die Beschreibungen von THEOPHILUS PRESBYTER aus dem frühen 12. Jahrhundert (THEOBALD 1984, 124 und 125) sowie von ALBERTUS MAGNUS um die Mitte des 13. Jahrhunderts, worüber schon kurz berichtet wurde, guten Aufschluß. Nach heutigen Erkenntnissen verlief damals die Messingbereitung wie folgt: Der Galmei wurde zunächst kalziniert (Umwandlung des Karbonats in Oxid durch Erhitzen an der Luft), danach fein gemahlen und mit Holzkohlen vermischte in vorerhitzte Tiegel eingesetzt, bis sie zu etwa 1/6 gefüllt waren. Das restliche Tiegelvolumen wurde nun mit stückigem Kupfer gefüllt und alles mit Holzkohlen abgedeckt. War in den im Messingofen befindlichen Tiegeln die Beschickung eingeschmolzen, rührte man die Schmelze mit einem Eisenstab durch, um Entmischung zu vermeiden. Auf diese Weise erhielt man Rohmessing mit etwa 20 % Zink. Dann setzte man weiteren gerösteten Galmei nach und brachte eine frische Deckschicht aus Holzkohle ein. Das führte zu der erstrebten stärkeren Zink-Anreicherung in der Legierung. Nach Beendigung der Schmelzung wurde der Tiegelinhalt in Sandformen gegossen und erstarrten gelassen. Wie spezielle Untersuchungen ergaben, wurde hauptsächlich sogenanntes alpha-Messing hergestellt, weil es bei gewöhnlicher Temperatur geschmeidig und gut verformbar ist. Deshalb wird auch bei der Kaltverformung der Gegenwart, wie beim Drahtziehen oder Blechwalzen, Messing mit möglichst reinem alpha-Gefüge verwendet.

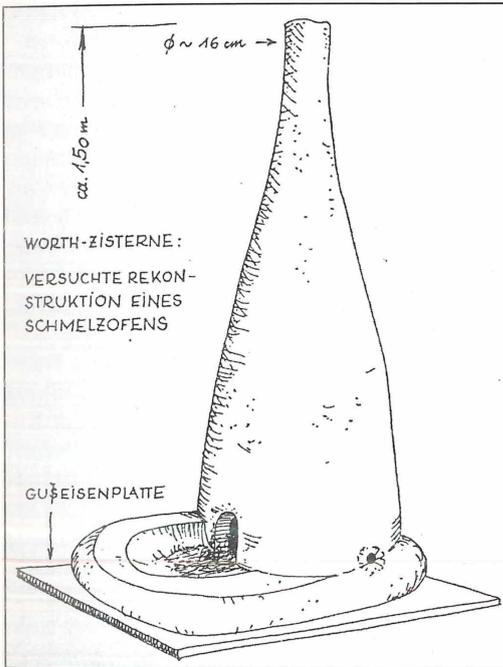


**Abb. 7:** Leuchter aus Gußmessing in der Kirche von Alskog (Gotland, Schweden). Quermaß ca. 40 cm. Hauptmetall Rammelsberger Kupfer. Datierung: Ende 15. Jahrhundert.  
Foto: Raymond Hejdström, Gotlands Fornsal.  
Sammlung: H.-G. Griep.

Wie besondere Berechnungen ergaben, entsprach das hansezeitliche Goslarer Messing etwa dem „63er (Guß-)Messing“ unserer Tage. Darüber hinaus zeichnet sich deutlich die Erkenntnis ab, daß es nicht allzu schwer gewesen sein wird, Messing herzustellen, nachdem man erkannt hatte, daß aus Kupfer und bestimmten (nämlich den das noch unbekannte Zink enthaltenden) „Erden Steinen“ oder auch Nebenprodukten aus dem Hüttenbetrieb nach dem Schmelzen der Beschickung die goldgelbe Legierung entstand. Die Kunst aber, aus den Rohstoffen ein für die Weiterverarbeitung geeignetes Messing darzustellen, wurde gewiß als Geheimnis gehütet, mußte die richtige „Rezeptur“ doch erst durch langwierige Versuche herausgefunden werden. Daher überrascht es nicht, daß die verwendeten Zinkträger, aber auch die Zusammensetzung der Beschickung für die Schmelztiegel, sofern darüber etwas schriftlich festgehalten wurde, manchmal in verschlüsselter Form erscheinen (LAUB 1986, 30 und 32).

## Elektrum

Werdenhagen nennt hiernach Elektrum. Darunter verstand man im klassischen Altertum eine in der Färbung dem Bernstein ähnliche Gold-Silber-Legierung mit Silbergehalten von etwa 25 bis 28 %. Als Naturprodukt kam Elektrum zum Beispiel in Siebenbürgen und im Altai vor (KLOCKMANN 1912, 316). Auch für den Rammelsberg wird Elektrum, oft vollkommen von Pyrit eingeschlossen, beschrieben (MOHR 1993, 142), doch kam es darin in so winzigen Teilchen vor, daß es nur erzmikroskopisch sichtbar wurde (STEINKAMM 1987, 50). Damit scheidet Elektrum als hansezeitliche, dem Rammelsberger Erzvorkommen entstammende Exportware mit Sicherheit aus.



**Abb. 8:**

Ofengefäß aus Lehm, einseitig versintert.  
Scherbenfunde aus der ehemaligen Zisterne  
der Goslarer Worth.

Mögliche Zweckbestimmung:

Herstellung von Elektrum.

Rekonstruktionszeichnung:

H.-G. Griep, Goslar (1978).

Andererseits wurden vor rund 20 Jahren in der Goslarer Worth-Zisterne Reste eines merkwürdigen Ofengefäßes aus alter Zeit entdeckt (GRIEP 1978, 20 und 21 mit Abb. 29). In solchen glockenförmigen Gefäßöfen wurden spätestens seit dem 16. Jahrhundert goldhaltige Münz-Altmetallelegierungen aufgearbeitet, aber auch die Goldgehalte in Münzlegierungen durch ein besonderes Raffinationsverfahren erhöht. Weil man in solchen Öfen auch sog. Hellgold von derselben Zusammensetzung wie Elektrum herstellen konnte, liegt der Gedanke nahe, daß man im hansezeitlichen Goslar aus fremdem Gold oder Altgold und heimischem Silber die erwähnte Edelmetallelegierung erzeugt und an auswärtige Goldschmiede verkauft haben wird. Für Schmucksachen mußte man nämlich das Gold stets mit Silber (oder Kupfer) legieren, weil das gelbe Metall allein zu weich war.

Die künstliche Herstellung von Elektrum hat der römische Naturforscher C. Plinius Secundus d. Ä. (23 - 79 n. Chr.) schon für seine Zeit erwähnt (KÖNIG & WINKLER 1984, 62, 63 und 152/153).

In der damaligen fachmetallurgischen Beurteilung der Ofenreste, nach denen GRIEP eine Rekonstruktionszeichnung angefertigt hat, heißt es: Gegen einen Probierofen spricht die zu große Höhe, gegen einen Ofen zum Brennen von Scheidewasser die Form des oberen Schachttei-

les. In Betracht kommt jedoch ein sog. Zementierofen. Dieser Ofentyp diente - abgesehen von den bereits genannten Zwecken - auch der Kontrolle, ob die Scheidung des Goldes vom Silber im Schmelzfluß mit Hilfe von Schwefelantimon quantitativ verlaufen war. Man erhitze in jedem dieser Fälle das Gold oder die Goldlegierung unter Zusatz von Salzgemischen in verdeckten Tongefäßen, die während des Prozesses in dem mit glühender Holzkohle gefüllten Schacht des Zementierofens standen. Im vorliegenden Fall mag der „Cementtopf“ auf oder etwas oberhalb der Eisenplatte abgestellt, dann der Ofenkörper darüber gestülpt und schließlich der Schacht von oben mit Holzkohle beschickt worden sein. Die Abbildung eines solchen Ofens findet sich z. B. in L. ERCKERS „Großem Probierbuch“ von 1580, dort Bild 27 (vgl. Freiberger Forschungshefte Kultur und Technik D. 34, Berlin 1960, 180).

## Misy

Dem Elektrum folgt ein in der Aufzählung mit „Auripigment“ bezeichneter Stoff. Nach der heutigen Begriffsbestimmung ist das Arsensulfid, das als zitronen- oder organgegelbes Mineral nicht allzu selten vorkommt, im Rammelsberger Erzlager aber nicht vertreten ist. Insoweit ist jedoch seit dem Ende des Mittelalters ein nur aus dem Rammelsberger Grubenbauen bekanntes Mineralgebilde namens Misy nachweisbar, dessen Farbe in allen Berichten als zitronen- oder schwefelgelb angegeben wird. Es war offensichtlich identisch mit dem Mineral Copiapit (s. dazu STEINKAMM 1987, 52) und Bestandteil des Rammelsberger „Kupferrauches“, von dem noch die Rede sein wird.

Solche Misy kam in den Grubenbauen oft auch als Decken- oder Bodenzapfen vor und stellte, in dieser Form gelbes Jöckel- oder Jochelgut genannt, einen hochgeschätzten Ausgangsstoff für die Vitriolgewinnung und deshalb eine wertvolle Handelsware dar. Das damals im Rammelsberg ebenfalls vorkommende „Haarsalz“ (Epsomit, Bittersalz), ein Magnesiumsalz, kommt wegen seiner gelbroten Krusten wohl auch noch als „Auripigment“ in Betracht. Zu der Bezeichnung Auripigment in der Auflistung mag es gekommen sein, weil Werdenhagen offenbar keinen besseren lateinischen Ausdruck für die ausgesprochenen Lokalbezeichnungen der vorgenannten Stoffe gefunden hat.

Im Vorgriff auf den noch zu behandelnden „Kupferrauch“ als Ausgangsstoff für die Gewinnung von Vitriol beweist Werdenhagens Erwähnung der Misy die Richtigkeit der schon von HILLENBRAND (1969, 45) veröffentlichten Erkenntnis, daß in Goslar neben dem Fertigprodukt auch das Rohmaterial gehandelt wurde, weil entweder die Kapazität der hiesigen Vitriolsiedeanlagen zur Verarbeitung nicht ausreichte oder die Käufer das Rohgut aus dem Berg selbst aufbereiten wollten. Daß in der Waghaus- und Zollordnung aus der Zeit um 1400 die Misy namentlich nicht aufgelistet ist, hat nichts weiter auf sich; sie wird gewiß einem der im Abschnitt „von kopperroke“ aufgeführten Stoffe oder dem später erwähnten Sammelbegriff „Atrament“ zu subsumieren sein (FRÖLICH 1948, 72 und 73).

## Eisen

In der gerade erwähnten Waghaus- und Zollordnung werden unterschieden

- Eisen (wohl einfaches Schmiedeeisen)
- Stahleisen (aus manganhaltigen Eisenerzen erzeugtes, teils weißes, teils graues Roheisen zur Herstellung hochwertigen Stahles)
- Stahl für schneidendes Gerät
- Stahl für Pflugscharen
- erstklassiger Stahl von der Osmunder Eisenhütte (Schweden).

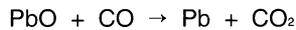
(FRÖLICH 1948, 68 und 69).

Zum Eisen wird nicht allgemein bekannt sein, daß 1962 beim Bau der Goslarer Stadtparkasse und 1964 beim Umbau der Goslarer Worth, hier im Keller, große Stufen von Brauneisenerz zum Vorschein kamen, das insbesondere zufolge seines kennzeichnenden Mangengehaltes, aber auch wegen seiner sonstigen Analysenwerte unzweifelhaft dem Iberger Eisenerzvorkommen beim heutigen Bad Grund entstammt. Im Zusammenhang mit dem hochwertigen, vorzüglich schiedbaren Grundner Eisen wird man die entsprechenden Erzproben in Goslar sozusagen als Muster für Händler aller Art ausgestellt haben (GRIEP 1972/73, 45 und 46).

## Blei

Goslarer Blei wird urkundlich erstmals für das Jahr 1275 erwähnt, als König Rudolf I. dem Domkapitel erlaubte, sein Kirchendach anstelle des bisher verwendeten Kupfers mit Blei zu decken. Gleichwohl muß Blei hier viel früher erzeugt worden sein, weil die Silbergewinnung aus Rammelsberger Erzen ohne die zwangsläufig damit gekoppelte Bleierzeugung nicht möglich war. Nach einer Überschlagsrechnung ergibt sich für das hohe Mittelalter der jährliche Anfall von etwa 70 t Blei, einer für damalige Verhältnisse so großen Menge, daß es schwerfällt, hierfür im Nachhinein Verwendungsmöglichkeiten und aufnahmestarke Absatzgebiete zu finden. Goslarer Handwerker werden nur bescheidene Teilmengen des schweren Nutzmotivs abgenommen haben.

Größere Mengen dürften jedoch in Form von Bleiglätte (PbO) in den Handel gelangt sein. Solche Glätte diente zur Herstellung von Glasuren in der Töpferei. Daß in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts Handel mit Goslarer Blei stattgefunden hat, wird im Kramerrecht von 1281 bestätigt, wonach das Metall nur zentnerweise verkauft werden durfte und die Hüttenherren eine Sonderstellung einnahmen, indem sie offenbar direkt am Handel beteiligt waren. Ob Blei in der älteren Zeit gleich dem Kupfer gen Westen, insbesondere nach Köln, gelangte, ist zu vermuten, denn das Kölner Privileg für den Goslarhandel der Dinanter aus 1203 läßt die Möglichkeit offen, weil nicht allein von Kupfer, sondern auch von anderen Metallen die Rede ist. Eine klärende Nachricht entstammt dem Jahr 1336 und hier der Freiburger Zollrolle. Letzterer ist entnehmbar, daß Lieferanten für das in den erzgebirgischen Hüttenbetrieben erforderliche Blei Polen, Magdeburg, Goslar und Böhmen sind. Man benötigte solches sogenanntes Frischblei, das durch reduzierendes Verschmelzen der beim Treibprozeß entstandenen Bleiglätte (PbO) in metallisches Blei zurückverwandelt wurde, im Erzgebirge bei der Silbergewinnung im Treibofen. Der auch aus chemischer Sicht problemlos verlaufende Prozeß nach der Stoffumsetzung



fand in einem Gebläseschachtofen mit Vorherd statt, in dem sich das erschmolzene Frischblei sammelte und anschließend zu etwa 100 kg schweren Barren vergossen wurde.

Den wenigen Analysen mittelalterlicher Gegenstände aus Rammelsberger Frischblei - auch Moldenblei genannt - ist zu entnehmen, daß dieses noch bestimmte Restgehalte an Silber aufgewiesen hat. So enthielt eine Bleidachplatte der Goslarer Neuwerkkirche aus dem 14. Jahrhundert noch 110 g Ag/t und Blei aus der Verstemmung von Fenstersprossen vom Hohen Chor des Klosters Walkenried (Südharz) aus der Zeit von 1380 ± (20 Jahre) 230 g Ag/t (LAUB 1985, 83, Tab. 5). Nach anderer Angabe konnte der Silbergehalt in Goslarer Frischblei auf maximal 600 g Ag/t ansteigen (HILLEBRAND 1969, 41), ein willkommenes Geschenk für die erzgebirgischen Hütten, weil dadurch das eigene Silberausbringen erhöht wurde, ohne daß man den Silberinhalt im angelieferten Frischblei zu bezahlen brauchte. In der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts hatte die bedeutenste Neuerung in der spätmittelalterlichen Kupferhüttentechnik, das Seigerverfahren zur Entsilberung von Schwarzkupfer mit Hilfe von Blei als Edelmetallsammler, einen starken Anstieg der Bleigewinnung zur Folge. So brach bald eine hohe Blütezeit des Handels mit Goslarer Frischblei z. B. nach Mansfeld, Thüringen, Sachsen und

Böhmen an. Das besonders im thüringisch-sächsisch-böhmischen Bereich engmaschige Netz der entsprechenden Handelswege mit den Haupt- und Zwischenhandelszentren inmitten der Verbrauchsregionen geht aus einer Übersichtskarte von KRASCHEWSKI ebenso klar hervor wie die ausgesprochenen Fernziele, so Prag und Nürnberg im Süden, Amsterdam im Westen und Nyköping oben im Norden (KRASCHEWSKI 1990, 12).

Der langjährige Streit des braunschweigischen Herzogs Heinrich d. J. mit der Reichsstadt Goslar um den Rammelsberg mit dessen Erzvorkommen, aber auch der scharfe Wettbewerb auswärtiger Bleierzeuger und der damit verbundene Preisdruck, z. B. aus Polen und England, in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts, dem das Rammelsberger Blei nur mühsam standzuhalten vermochte, waren die Hauptursachen für den Produktionsrückgang im Umfeld von Goslar.

Zum Goslarer Blei der Hansezeit liegen mehrere Abhandlungen vor, hier vor allem von SCHMID (1914, ungedruckt; s. dazu HILLEBRAND 1969, 41, Anm. 72), von ROSENHAINER (1968), HILLEBRAND (1969) und - für die letzten 100 Jahre des Hansebundes - KRASCHEWSKI (1990). Diese Arbeiten vermitteln verlässlichen Aufschluß auch über Sachzusammenhänge, die oben unberücksichtigt geblieben oder allenfalls gestreift worden sind.

## Zinn

Vollanalysen von Erzresten aus dem Alten Lager, das bis 1859 der einzige Erzlieferant des Rammelsberges war, ergaben, daß die Haupterzarten, nämlich Schwefelerz, Kiesiges Erz, Kupfererz, Braunerz, Bleizink- und Bleierz sowie das BaSO<sub>4</sub>-reiche Grauerz, Zinngehalte aufgewiesen haben, die zwischen 15 und 310 g/t geschwankt haben. Im rechnerischen Mittel betrug der Zinngehalt 105 g/t (SPERLING & WALCHER 1990, 392), ein Wert, der jede Gewinnung von Zinn aus Rammelsberger Erzen im Mittelalter ausschließt. Auch im restlichen Harz gab es Zinnerzlagerstätten nicht. Weitaus bedeutsamer als die harznächsten Vorkommen des Vogtlandes waren die Zinnsteinlagerstätten im Erzgebirge, auf denen entsprechender Bergbau bis ins 13. und 14. Jahrhundert zurückreichte. Denkbar, doch bisher nicht beweisbar ist es, daß Goslarer Fuhrleute, die Rammelsberger Frischblei ins Erzgebirge gefahren hatten, dort erschmolzenes Zinn als Rückfracht nach Goslar mitgenommen haben, wo es zusammen mit heimischem Kupfer auf Geschütz- und Glockenbronze als Goslarer Exportartikel aufgearbeitet worden ist. So werden um 1400 in der Goslarer Waghaus- und Zollordnung namentlich erwähnt

- De Cy (e)ntener te (e)nes ghewarcht eder unghewarcht
- The (e)n ghewarcht an kannen eder an anderem tauwe (Gerät)
- klokken edder bu (o)ssenspise (Glocken- oder Büchsenpise)

(FRÖLICH 1948, 64 und 68).

Zur Zusammensetzung von (Zinn-)Bronzen vergleichbaren Alters sei hier auf FORSHELL (1992), dort Abschnitt 8 (Bells) nebst 8.7.2 (Bells and bell fragments from Germany) und Abschnitt 9 (Cannon), ferner summarisch auf sechs sich ergänzende Beiträge zu mittelalterlichen Goslarer Bronzekunstwerken bei STEIGERWALD (1993) hingewiesen.

Im Mittelalter blühte das Gewerbe der Zinngießer. Die Menge des in einem Haushalt vorhandenen Zinngerätes war geradezu ein Maßstab für bürgerlichen Reichtum. Inwieweit damals, abgesehen von Zinn aus dem sächsischen und böhmischen Erzgebirge, auch Zinn aus dem Königreich England nach Goslar gelangt ist, braucht nicht untersucht zu werden, zumal eine Wirtschaftskarte von Mitteleuropa um 1500 keine Eintragung aufweist (PUTZGER 1926, 76 und 77).

## „Cadmia“ (Ofengalmei)

Dieser Zinkträger ist bereits im Abschnitt „Messing“ kurz vorgestellt worden. Hier nun die speziellen Erläuterungen! Der Ofenbruch, wie er im Unterharz auch genannt wurde, fiel bei der Schachtofenarbeit, also beim reduzierenden Verschmelzen gerösteten Erzes, in Form von hoch zink- und auch bleihaltigen Ansätzen in den Ofenschächten an. Derartige Ansätze waren übrigens schon im klassischen Altertum bekannt. Im griechischen Sprachbereich hießen sie „Kadmia“, bei den Römern „cadmia“ und wurden von den damaligen Hüttenleuten als Abfall behandelt; man stürzte sie, wie später ja auch lange Zeit in Goslar, mit den Schlacken und anderen Rückständen vom Hüttenprozeß weg. Der Metallurge L. ERCKER (1968, 253 und 254) beschreibt den Ofengalmei von den Goslarer Hüttenbetrieben als „graue mit gelb vermengte Materie“, die sich alle Arbeitsschichten eines starken Strohhalms dick im Ofenschacht absetze und sehr schwer sei. Etwa einmal wöchentlich müsse dieser Galmei abgeschlagen werden, weil die lichte Weite der Ofenschächte sonst zu eng geworden wäre und den Schmelzprozeß zu stark beeinträchtigt hätte. Nach ERCKER war es nicht schwer, von diesem Galmei jährlich etliche tausend Zentner zu gewinnen, und man habe davon „innerhalb 7 Jahren bey 9000 Centner... verkauft...“ Ercker hatte auch herausgefunden, daß der Bleigehalt des Ofengalmeis zunahm, wenn letzterer in der Nähe der Düsenzzone entstanden war.

Weshalb es zur Bildung von Ofengalmei mit auf den ersten Blick unerwartet hohem Bleigehalt kommen konnte, soll hier einmal nicht aus theoretischer Sicht, sondern - insbesondere den Fachfremden ohnehin überzeugender - mit Hilfe von Bodenfundgut verdeutlicht werden, das vor knapp zwei Jahrzehnten auf einer Hüttenstätte am Riefenbruch südwestlich von Bad Harzburg angetroffen wurde, wo etwa in der Zeit zwischen 1300 und 1360 Rammelsberger Braunerz verhüttet worden ist.

Hier zunächst Zahlentafel 3, die den Überblick erleichtert.

### Zahlentafel 3:

#### Wesentliche Gehalte von Rammelsberger Braunerz und Ofengalmei als Fundgut von einer Hüttenstätte südwestlich von Bad Harzburg sowie zweier Braunerzproben des Rammelsberger Alten Lagers zum Vergleich

	Braunerz Hüttenplatz* (ca. 6 cm Durchmesser)	Ofengalmei Hüttenplatz**	Braunerz Nr. 13	Braunerz*** Nr. 14
Pb	34,11	21,50	16,3	29,4
Cu	0,22	0,48	0,3	0,3
Zn	20,08	22,00	45,6	34,0
Fe	3,64	16,20	6,1	6,1
SiO <sub>2</sub>	11,00	1,00	0,7	0,9
BaSO <sub>4</sub>	6,15	0,18 (Ba)	0,3	0,4
S	20,32 (als Sulfid-S)	kein	30,0	28,1

\* An.-Ergebnisse gem. frdl. Mitt. Prof. Dr.-Ing. U. Kuxmann, Institut f. Metallhüttenwesen u. Elektrometallurgie der Techn. Universität Clausthal, vom 28.09.1978.

\*\* Schriftl. Mitt. Stadtheimatspfleger H. Schmidt, Bad Harzburg, v. 3.3.1979.\*\*

\*\*\* NachSPERLING & WALCHER 1990, 392.

Alle Angaben in Gewichts-%

++ Nachgewiesene Spurenbestandteile, sämtlich weit unter 1 Gew.-%:

Al, As, Ca, Cd, Cr, In, Mg, Mn, Ni, Sb, Sn, Tl.

Kein Nachweis für Au, B, Bi und P. - Silberwert unter 1 Gew.-%.

Bei dem Ofengalmei aus den Harzburger Bergen fällt auf, daß die Summe der Analysenwerte seiner Hauptbestandteile weit von 100 % entfernt ist. Werden jedoch unter Berücksichtigung des Glühverlustes in Höhe von 37 % die Metallwerte (Pb, Cu, Zn, Fe, Ba) auf Karbonate umgerechnet, erhält man ca. 98 % Karbonate und damit Aufschluß, in welcher chemischen Bindungsform die erwähnten Schwermetalle im Fundgut vorgelegen haben. In welchem Maße freilich die Karbonatisierung bereits im Ofenschacht bzw. als Folge der jahrhundertlangen Lagerung des Ofengalmeis unter dem Einfluß der Atmosphärien im Freien erfolgt ist, bleibt ungeklärt, zumal von der Analysesubstanz Restmaterial nicht mehr vorhanden ist. Daß aber auch in der Natur Zinkblende in Zinkspat oder Zinkblüte (Hydrozinkit) und Bleiglanz in Bleikarbonat (Cerussit,  $\text{PbCO}_3$ ) übergehen können, z. B. an den Ausbissen von Erzgängen mit sulfidischer Mineralführung - man spricht dann von Hutmineralen -, ist recht oft zu beobachten. Beiläufig ist anzumerken, daß die Umrechnung allen Eisens im o. g. Ofengalmei auf Karbonat zu einer Überschreitung der 100%-Grenze in der angestellten Berechnung führt. Wird hier jedoch die von Eisenspatlagerstätten bekannte Erscheinung berücksichtigt, daß dort in oberen Teufen der Siderit ( $\text{FeCO}_3$ ) oft in das beständigere Brauneisen ( $\text{FeOOH}$ ) übergeht, so läßt sich jene Überschreitung ausräumen, weil wohl auch im vorliegenden Fall das Eisen im Galmei teils in karbonatischer, teils in oxidischer Bindungsform vorliegt.

Die neuzeitliche Ausfuhr Goslarer Ofengalmeis, z. B. nach den Messingproduktionsstätten in Ilseburg und Wernigerode (beide Nordharzrand), Kassel und Ilmenau (Thüringen), ist seit der Mitte des 16. Jahrhunderts gut belegbar (TENNER 1934, 83; ders. 1952, 2). Weil aber gleichzeitig die Braunschweiger Herzöge als langerkämpfte Bergherren am Rammelsberg die Messingherstellung aus landeseigenen Zinkträgern, hier Ofengalmei, stark erhöhten, reichten die auf den Unterharzer Metallhütten anfallenden Galmeimengen nicht mehr aus, zumal die gewinnbringende Galmeiausfuhr ja fortbestehen sollte. Deshalb wurden nun auf fürstlichen Befehl alle alten Schlackenhaldden aus der Verhüttung von Rammelsberger Erzen systematisch "gerodet", um die darin noch vorhandenen Galmeivorräte auszubeuten. Das ist der Hauptgrund für die heute auf den ersten Blick schwer erklärliche Fundleere unter mittelalterlichen Schlackenvorkommen in Bezug auf Ofengalmei.

### „Kupferrauch“ (Salsugo)

Im hansezeitlichen Export von Goslarer Montanprodukten nahm der sogenannte Kupferrauch einen wichtigen Platz ein. Das war ein Gemisch aus zurückgelassenem Erzklein, Schieferbrocken und schwefelsauren Salzen in Form von Eisen-, Zink- und Kupfersulfat, wie es sich in den Rammelsberger Weitungsbauen nach der Erzgewinnung mit Hilfe des Feuersetzens in beträchtlichen Mengen auf der Sohle der Grubenbaue vorfand. Solcher Kupferrauch entstand, wenn Erzklein und Schieferbruchstücke aus der Bergart mit niedersickernden Wässern und darin gelösten Schwermetallsulfaten in Berührung kamen. Bestrich der warme Wetterzug mit den Brandgasen vom Feuersetzen dieses Gut, so trocknete es aus und nahm eine beträchtliche Härte an. War der Kupferrauch grau, nannte man ihn „Atrament“, doch kam auch durch Eisenoxid rot gefärbter Atramentstein vor. Beide dienten zum Sieden von (Goslarer) grünem Vitriol ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ ).

Über die Ausfuhr von Rammelsberger Kupferrauch, der auch in der Waghaus- und Zollordnung aus der Zeit um 1400 ausdrücklich genannt und als Faßware bezeichnet wird, ist wiederholt ausführlich berichtet worden (HILLEBRAND 1969, 43 - 45; KRASCHEWSKI 1995, 10 ff, für die frühe Neuzeit). So braucht hier nur kurz erwähnt zu werden, daß der Export solchen Kupferrauches - zuerst nach Flandern, später z. B. auch nach Holland - um die Mitte des 13. Jahrhunderts eingesetzt hat. Eine klare Übersicht der Haupthandelsorte und Messeplätze als Zentren des Handels mit Goslarer Vitriol im 16. Jahrhundert ist KRASCHEWSKI (1995, Karte zwischen 40 und 41) zu verdanken; sie dürfte sinngemäß auch auf den Handel mit Kupferrauch zutreffen.

Im übrigen wird WERDENHAGEN lange gesucht haben, bevor er eine zutreffende lateinische Sammelbezeichnung für dieses rammelsbergtypische Stoffgemenge gefunden hat. Die wörtliche Übersetzung, etwa als „*fumus cupri, vapor aeris*“, wäre nämlich von seinen Lesern gründlich mißverstanden worden. So entschied er sich für den mittellateinischen Ausdruck „*salsugo*“ = das Salzige, die salzige Beschaffenheit, Salzwasser, Salzgehalt“ (HABEL 1959, 349).

An die Abfuhr des Kupferrauches aus dem Niveau der mittelalterlichen Rammelsberger Tageschächte in Höhe des erhaltenen Maltermeisterturmes mit Pferdefuhrwerken erinnert die Bezeichnung „Kupferrauchgasse“. Sie bildete das letzte Stück des nach Norden über die Vorstufe des Rammelsberges führenden Transportweges und setzte, vom Rammelsberg aus gesehen, dort an, wo das Gefälle in Richtung auf das nahe Claustor stark zunahm. Hier, im sogenannten Hainholz, wo seit Jahrhunderten bewirtschaftetes Gartengelände liegt, haben sich mehrere Hohlwege aus alter Zeit tief in den anstehenden Schiefer eingeschnitten, einer davon die Kupferrauchgasse. Durch diese verlief das letzte Stück des Abfuhrweges außerhalb der Stadtmauern. Von hier aus war es nicht mehr weit bis zum Ratsvitriolhof und einem weiteren an der Kötherstraße (BORNHARDT 1935, 56, dazu Karte M. 1 : 8000).

### Zinkoxid (Pompholyx)

Dem Kupferrauch folgt das Hüttenprodukt Zinkoxid. Infolge des hohen Zinkgehaltes der Rammelsberger Erze war der Anfall von Zinkoxid in Form von Flugstaub aus der Schmelzarbeit in den mit heller (flammender) Gicht betriebenen Schachtöfen beträchtlich. Weil aber auch der Bleivorlauf in der Ofenbeschickung erheblich war, enthielt der Flugstaub auch viel Bleioxid, so daß man, modern ausgedrückt, hier von Mischoxid bzw. technischem Zinkoxid sprechen kann. Eigene Versuchsarbeiten zur Entzinkung und Entbleiung alter Rammelsberger Bleischlacken spiegeln das insofern wider, als die rechnerischen Mittelwerte aus 22 gewonnenen Oxiden bei 66 % ZnO und knapp 24 % PbO lagen (LAUB 1952, unveröffentlichte Dipl.-Arbeit, Bergakademie Clausthal, 01.11.1952).

Dieser hoch oxidhaltige Flugstaub erscheint mit der aufschlußreichen Bezeichnung „Nicht“ (= Nihilum album) in der Waghaus- und Zollordnung aus der Zeit um 1400 (FRÖLICH 1948, 73 und 83, Anm. 181).

Es fällt auf, daß ERCKER (1565/1968) diesen Flugstaub als Hüttenprodukt mit keinem Wort erwähnt, wohl aber AGRICOLA, der im Zusammenhang mit der Entsilberung von Kupfer und den dazu benutzten Öfen schreibt: „An der Gebäude- und Ofenwand darüber bildet sich ein Anflug von weißem Hüttenrauch, seitlich an den Öfen von grauem Bleirauch.“ Die zugehörige Erläuterung besagt, daß mit dem weißen Hüttenrauch die in Rede stehende Pompholyx, mit dem grauen sogenannter Spodos gemeint war und beide nur der Farbe nach verschieden waren. Zur Weiterverarbeitung solchen „Hüttenrauches“ äußert Agricola sich an dieser Stelle nicht (AGRICOLA 1961, 436 mit Anm. 26). Hingegen berichtet er anläßlich der Bleierzverhüttung im Schachtöfen von nachgeordneten Flugstaubkammern mit deren Konstruktion und Wirkungsweise. Aber der darin aufgefangene Staub stellte offenbar kein Verkaufsprodukt dar, denn der Autor teilt nur mit, die Kammern würden zweimal jährlich ausgeräumt und die Flugstäube zusammen mit Erz und Bleiglätte zum Vorteil des Hüttenbesitzers verschmolzen (AGRICOLA 1961, 347).

Zu ergänzen wäre, daß dieses hochdisperse Zinkoxid von alters her bekannt war. Einer der alten Namen ist „Tutia“ (von arabisch „*tut*“ = Rauch, so vor allem von den Alchimisten bezeichnet). Es fand sich in dieser Form nicht nur im Zuge der Messingherstellung, sondern auch überall im Flugstaub von Schachtöfen, in denen zinkhaltige Beschickung verhüttet wurde. So hat man im klassischen Altertum, z. B. im Revier von Laurion (Attika, Griechenland) und auf Zypern, Zinkoxid aus Kupfer- und Bleierzschmelzöfen planmäßig wiedergewonnen. Plinius d. Ä. hat es mit dem landesüblichen Namen „Lauriotis“ bezeichnet. Solche Pompholyx diente sowohl pharmazeutischen Zwecken als auch - auf Zypern - der Herstellung von Münzmessing. Schließlich sei noch des venezianischen Kaufmannes Marco Polo (13. Jh.) gedacht, der die

Herstellung von Zinkoxid in der asiatischen Stadt Avinam gesehen und auch die Auffangvorrichtungen für diesen Stoff erwähnt hat (THEOBALD & VON STROMER 1984, 322 - 324). Das damals von Goslar ausgeführte Zinkoxid dürfte, abgesehen von geringen Mengen für die Heilkunde, zur Herstellung von heller Malerfarbe gedient haben. Ob es hier schon zur Hansezeit auch - wie Natur- oder Ofengalmei - als Zinkträger bei der Messingbereitung eingesetzt worden ist, bleibt ungewiß.

## Schwefel

Zum Schwefel als Nebenprodukt des Hüttenbetriebes braucht nicht viel gesagt zu werden. AGRICOLA hat für die Mitte des 16. Jahrhunderts einige damals übliche Verfahren zur Gewinnung von Schwefel aus sulfidischen Erzen und schwefelhaltigen Gemengen anderer Art mitgeteilt (AGRICOLA 1961, 495 - 497), doch fehlt dabei der sogenannte Schwefelfang, wie ihn für die Rammelsberger Erze verarbeitenden Metallhütten um Goslar als erster Autor L. ERCKER (1565) kurz beschrieben hat. Danach drückte man im Zuge der ersten Erzröstung in die Oberfläche des pyramidenstumpfförmig aufgeschichteten Rösthaufens kleine Mulden ein. In ihnen sammelte sich flüssiger Schwefel aus der Zersetzung von Pyrit, der dann mit eisernen Kellen ausgeschöpft und später noch geläutert wurde. Auf diese Weise sind damals auf den Unterharzer Hüttenwerken jährlich „bey 200 Centner (9354 kg) Schwefel“ aus der Erzröstung im Freien gewonnen worden (ERCKER 1565, 246 und 247). Hauptabnehmer solchen Schwefels waren Pulvermühlen. Diese Art der Gewinnung elementaren Schwefels aus der Erzröstung ist auf zwei Unterharzer Hüttenwerken erst im Jahr 1941 eingestellt worden.

## Mauersalpeter (Sal nitri)

Es folgt die mehrdeutige Bezeichnung „*Sal nitri*“. Im klassischen Latein entspricht das einem natürlich entstandenen Laugensalz, z. B. Soda. Die Alchimisten und Probierekünstler des Mittelalters verstanden darunter Salpeter. Im vorliegenden Fall kommt Mauersalpeter in Betracht, der, wenn das zutrifft, jedoch nicht dem Rammelsberg entstammte. Zur Darstellung von Salpeter sei hier die Beschreibung bei AGRICOLA (1961, 480 und 481 mit Anm. 10, weiter bis 484, oben) erwähnt.

## Borax

Als weitere Goslarer Exportware ist Borax aufgelistet. Dieses Mineral, nach der heutigen Begriffsbestimmung wasserhaltiges Borat, ist in hansezeitlichen Goslarer Urkunden nicht nachweisbar. Möglicherweise hat Werdenhagen, dem ja Agricolas mineralogische und bergbaukundliche Schriften bekannt waren, hier die irreführende Namengebung „Agricolas“ übernommen. Letzterer setzt Borax mit der wiederholt von ihm erwähnten „Chrysokolla“ gleich (AGRICOLA 1961, 200 mit Anm. 16, dazu auch 477 mit Anm. 10). Er folgt dabei Plinius d. Ä., der in seiner „Naturkunde“, hier Buch XXXIII (Metallurgie), Chrysokolla mehrdeutig definiert. Die zugehörigen Erläuterungen besagen, daß unter dieser Substanz schieferiger Alaun (= Federalaun mit faserig-strahliger oder haariger Struktur) zu verstehen ist, z. B. Halotrichit,  $\text{FeAl}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 22 \text{H}_2\text{O}$  (KÖNIG & WINKLER 1984, 64 - 69 und 156; STEINKAMM 1987, 47). Dieses Mineral wird für das Rammelsberger Erzvorkommen wie folgt beschrieben: „Halotrichit wurde von den Bergleuten der vergangenen Jahrhunderte von Epsomit nicht unterschieden und ebenfalls als 'Haarsalz' bezeichnet. Das Zink, Eisen und Aluminium enthaltende Salz kommt vor in Form igelförmiger Aggregate von einigen Millimetern Durchmesser, die aus weißen Nadeln aufgebaut sind.“ STEINKAMM (1987, 47) ergänzt diese Mitteilung durch den Zusatz, daß nach Angaben des Mineralogen J. HAUSMANN (1847) früher „Kupfergrün“ (Chrysokoll) im Ram-

melsberg vorgekommen sein soll, doch wird es sich schwerlich um wirtschaftlich relevante Mengen gehandelt haben.

## Aphronitrum

Die dem „Borax“ folgende Substanz Aphronitrum in Werdenhagens Aufzählung gibt ebenfalls Rätsel auf. Vom lateinischen Grundwort nitrum = natürliche Soda, Natron, war schon beim mutmaßlichen Mauersalpeter die Rede. Im mittelalterlichen Latein ist mit „aphronitrum“ ein auswitterndes alkalisches Salz, speziell Soda oder Pottasche, gemeint. Letztere wird im 17. Jahrhundert unter den heimischen Handelswaren erwähnt; sie fiel aber auch schon früher als Nebenerzeugnis bei der Herstellung von ausgelaugter Holzasche an, die man für die Herrichtung von Treibherdsohlen, die Anfertigung von Testherden für das Silberbrennen und von Probiiergefäßen (Kapellen) benötigte. Pottasche wurde ehemals vor allem beim Glasmachen und Seifensieden gebraucht. Auch AGRICOLA (1961, 477 m. Anm. 10 und 478 nebst Anm. 11 mit Angaben zum  $K_2O$ -Gehalt von Holzaschen) versteht unter Nitrum gelegentlich Pottasche, deren Gewinnung aus Holzaschen er kurz beschrieben hat.

## Ocker

Ocker, das auch als Brauneisenocker bekannte Eisenhydroxid, ging aus Verwitterung oder Oxidation der in Rammelsberger Erzen reichlich vorhandenen Eisenträger, insbesondere Pyrit, hervor und fand sich als Schlamm auch im von den Stollen abgeführten Wasser wieder. AGRICOLA (1961, 499) erwähnt die Gewinnung von Ocker aus dem Niederschlag von Stollenwässern „im Harz“, womit er den Rammelsberger Ratstiefstenstollen aus der Mitte des 12. Jahrhunderts meint. Wenig später berichtet ERCKER (1565, 242) ausführlicher über die Gewinnung von Ockergelb aus dem Wasser desselben Stollens, „das die Mahler zu Farben brauchen.“ Nach der Indienstellung des Julius-Fortunatus-Stollens (1585) legte man unterhalb seines Mundloches in der Nähe des Goslarer Breiten Tores Auffangsumpfe für das vom Stollenwasser mitgeführte Ockergelb an. Der Niederschlag wurde bis weit in das laufende Jahrhundert hinein zu Erdfarbe weiterverarbeitet. Die Farbenfabriken in Schleeke unterhalb von Goslar und die Ockersumpfe sind inzwischen verschwunden.

## Vitriol

Werdenhagens namentliche Auflistung endet mit der Goslarer Berghandelsware Vitriol. Das war in alter Zeit eine Sammelbezeichnung für wasserhaltige kristallisierte Schwermetallsulfate, wie sie in alten Rammelsberger Grubenbauen in ungewöhnlich großen Mengen vorkamen. So berichtet AGRICOLA (1958, 78), es handele sich hierbei um das „berühmteste Vitriolbergwerk Deutschlands“. Er bezeichnete die Rammelsberger Vitriole schon damals richtig als Mineralneubildungen, die aus stufenweise sich umwandelndem Kupferkies hervorgingen. Namentlich nennt er die Melanteria (Eisenvitriol), Sory (wohl eine Varietät des Melanterits) in derben und steinharten Stücken, sodann „weißen Vitriol, vornehmlich in Zapfenform... durchsichtig wie Kristall!“ (Zinkvitriol, Goslarit).

Von den im Rammelsberg unter günstigen Wachstumsbedingungen entstandenen Vitriolen waren Melantherit ( $FeSO_4 \cdot 7 H_2O$ ) und Goslarit ( $ZnSO_4 \cdot 7 H_2O$ ) nicht nur mengenmäßig, sondern auch als Berghandelswaren die wichtigsten. Melantherit, zugleich Hauptbestandteil des Kupferrauches, bildete in der Regel derbe, hellblaugrüne Krusten, während Goslarit in traubigen Krusten und tropfsteinartigen Gebilden auftrat (STEINKAMM 1987, 47). Die Entstehung dieser Vitriole ist bereits im Abschnitt „Kupferrauch“ angedeutet worden (s. dazu auch STEINKAMM & SCHNORRER - KÖHLER 1988, 16 - 21 und 31 - 38).

Mit der Bezeichnung Vitriol im Verzeichnis sind aber auch die Produkte aus der Vitriolsiederei gemeint. Auf sie trifft der Nachsatz Werdenhagens zu „*et talibus speciebus, quae ex iis artibus conficiuntur suis...*“, wozu die Übersetzung oben im Abschnitt „Werdenhagens Auflistung“ mitgeteilt worden ist. In Goslar läßt sich die Darstellung von Vitriolen als Handelsgütern urkundlich bis in die Mitte des 14. Jahrhunderts zurückverfolgen. Als Rohstoff kam vor allem der schon besprochene Kupferrauch zum Einsatz.

Zinkvitriol erwähnt neben Agricola auch ERCKER (1565, 242), „lang wie die Eißzapfen, das heißen sie weis Gogkel Gut,“ dazu eine zweite weiße Vitriolart, „Rosen Gut“ genannt, ferner „grün bläulichen Victril,“ auch grünes Gogkelgut oder grüner Galitzenstein geheißten.

Diese Handelsgüter erscheinen neben den schon erwähnten Ausgangsstoffen zur Vitriolsiederei bereits in der Goslarer Waghaus- und Zollordnung aus der Zeit um 1400, worin auch „ghe(ere)gud“ aufgeführt ist. Das war gares, aufbereitetes Gut, also durch Vitriolsiederei gewonnene Handelsware, wobei weißes (Zinkvitriol) und grünes (Gemenge aus viel Eisen- und wenig Kupfervitriol) Gut unterschieden wurden. „Weißes“ und „Grünes iockelen“, entsprechend dem „weis Gogkel Gut“ und „Rosen Gut“ bei ERCKER, werden ihrem besonderen Wert gemäß mit dem höchsten Zollsatz in der Gruppe „Kopperroke“ belastet, nämlich „De tune (Tonne, Holzfaß)... veir penninge“ (FRÖLICH 1948, 72 und 73).

Die Vitriolsiederei, wie sie im 16. Jahrhundert üblich war, hat AGRICOLA (1961, 489 - 494) in Wort und Bild aus überregionaler Sicht geschildert, während ERCKER (1565, 242 - 245, 259 und 260) wenig später die Vitriolgewinnung in Goslar aus eigener Anschauung beschrieben hat. Im übrigen haben sich zwei weitere Autoren mit der damaligen Technologie der Vitriolherstellung gründlich befaßt. Einer von ihnen ist F. ROSENHAINER (1968, 87, 148 - 154), der zweite H.-J. KRASCHEWSKI (1995), dessen jüngst erschienene Abhandlung überraschend reichhaltige und einwandfrei belegte Angaben auch zu den Absatzgebieten und zur Verwendung dieses für die Hansestadt Goslar ehemals so wichtigen Handelsgutes enthält.

Das von KRASCHEWSKI (1995, zwischen 24 und 25) erarbeitete Fließbild von der Vitriolgewinnung auf dem Goslarer Vitriolhof führt jedermann klar vor Augen, daß es bei der Produktion mit einfacher Laugung und dem Auskristallisierenlassen der eingesetzten Stoffe keineswegs getan war.

## Vergleich von Exportgütern mit einer anderen Auflistung

Bei dem Versuch, die Frage zu beantworten, welcher Quelle Werdenhagen die von ihm verzeichneten Ausfuhrgüter entnommen haben mag, liegt der Gedanke an das umfangreiche Warenverzeichnis in der Goslarer Waghaus- und Zollordnung aus der Zeit um 1400 nahe. Werden die in beiden Auflistungen enthaltenen Positionen miteinander verglichen, ergibt sich, daß in Werdenhagens Liste viele Waren der Waghaus- und Zollordnung fehlen, die ihrerseits wieder deutliche Lücken gegenüber dem Werdenhagenschen Verzeichnis aufweist. Einige dieser Unstimmigkeiten lassen sich wohl darauf zurückführen, daß Werdenhagens Zusammenstellung ja nur Goslarer Exportartikel betrifft, während in der Waghaus- und Zollordnung die entsprechenden Ein- und Ausfuhrgüter genannt werden.

In der Tat werden von der erwähnten Vorschrift alle Waren erfaßt, die in Goslar um das Jahr 1400 umgesehen worden sind. Hätte Werdenhagen Kenntnis vom Inhalt des Goslarer Stadtrechtsbuches erlangt, das eine Niederschrift der Waghaus- und Zollordnung enthält (FRÖLICH 1948, 51 und 55), wäre allerdings nicht einzusehen, weshalb der Autor einträgliche Erzeugnisse aus Bodenschätzen, mit denen schon rund 150 Jahre früher seitens der Stadt Goslar gehandelt worden ist, in seinem Verzeichnis weggelassen haben sollte.

## Literaturverzeichnis

- AGRICOLA, G. (1958): De natura fossilium libri X. Die Minerale. Bd. IV der Georgius-Agricola-Gedenkausgabe, Schriften zur Geologie und Mineralogie II, Berlin (VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften).
- AGRICOLA, G. (1961): Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen (Bearb. C. Schiffner u. a.), 564 S., 293 Abb., 3. Aufl., Düsseldorf (VDI-Verlag GmbH).
- BALDAMUS, A., SCHWABE, E., AMBROSIUS, E. (1926): F. W. Putzgers Historischer Schul-Atlas, Gr. Ausg., 168 S., 289 Karten, 47. Aufl., Bielefeld und Leipzig (Velhagen & Klasing).
- BLÖMEKE, K. (1885/1986): Über die Erzlagerstätten des Harzes und die Geschichte des auf demselben geführten Bergbaues. 144 S., 1. Lagerstättenkarte 1 : 300 000, Wien. Lim. Nachdruck, Haltern (Doris Bode Verlag 1986).
- BORCHERS, C. (1939, Bearb.): Goslar am Harz, die tausendjährige Kaiser-, Reichs- und Hansestadt, 112 S., 88 Abb., 3. Aufl., Goslar.
- BORNHARDT, W. (1935): Die Flurnamen des Stadtkreises Goslar. Teil 1, Namen aus dem Bereiche des Rammelsberger Bergbaues. Beiträge zur Geschichte der Stadt Goslar, H. 8, 62 S., 9 Abb., 1 Karte 1 : 8000, Goslar am Harz.
- BRÜNING, K. (1926): Der Bergbau im Harze und im Mansfeldschen. 214 S., 26 Abb., 58 Zahlentafeln. Wirtschaftswiss. Ges. z. Studium Niedersachsens e. V., Reihe B, Forschungen, H. 1, Braunschweig, Hamburg (Verl. v. G. Westermann).
- DENKER, H. (1911): Die Bergchronik des Hardanus Hake, Pastors zu Wildemann, 219 S., Wernigerode (Hrsg. Harzverein f. Geschichte und Altertumskunde. Im Selbstverlag, Forschungen z. Geschichte d. Harzgebietes, Bd. II).
- DRESCHER, H. (1993): Ein Kommentar zu: Gerhard LAUB, Zum Nachweis von Rammelsberger Kupfer in Kunstgegenständen aus Goslar und in anderen Metallarbeiten des Mittelalters, S. 303 - 311. - Weiteres s. STEIGERWALD (1993), 313 - 316.
- ERCKER (1565): = ERCKER (1968).
- ERCKER, L. (1968): Drei Schriften, hier: Vom Rammelsberge und dessen Bergwerk, ein kurzer Bericht von 1565 (Hrsg. H. Winkelmann, Bearb. P. R. Beierlein), 335 S., 62 Abb., Mehrere Tab., Bochum (Vereinigung d. Freunde v. Kunst und Kultur im Bergbau e. V.).
- FESSER, H., HORST, U. (1963): Herkunfts- und Altersbestimmung einer alten Erzschlacke aus dem nordwestdeutschen Harzvorland. - Die Kunde, N. F. 14, 240 - 254, 3 Abb., 3 Tab., Hildesheim (Buchdruckerei August Lax).
- FORSHELL, H. (1992): The inception of copper mining in Falun.-Doctoral Dissertation, Institute of Archaeology, University of Stockholm (Theses and Papers in Archaeology, published by the Archaeological Research Laboratory at the University of Stockholm, New series B: 2), 189 S., 44 Abb., zahlreiche Tab., Stockholm.
- FRÖLICH, K. (1948): Die Goslarer Waghaus- und Zollordnung von etwa 1400. - Harz-Z., 1, 49 - 84 m. 2 Tafeln.
- GÄDEKE, T. (1993): Die Trägerfiguren des Krodoaltars aus dem ehemaligen Goslarer Dom und der oberitalienische Einfluß in Niedersachsen. - Weiteres s. STEIGERWALD (1993), 119 - 127.
- GRIEP, H.-G. (1961): Ein Goslarer Kronleuchter in Münnerstadt. - Harz-Z., 13, 103 - 117, 2 Abb., 5 Tafeln.
- GRIEP, H.-G. (1972/73): Ausgrabungen und Bodenfunde im Stadtgebiet Goslar (III). - Harz-Z., 24 und 25, 21 - 100, 48 Abb., 4 Tafeln.
- GRIEP, H.-G. (1978): Ausgrabungen und Bodenfunde im Stadtgebiet Goslar (IV), Schluß.- Harz-Z., 30, 1 - 28, 13 Abb.
- HABEL, E. (1959): Mittellateinisches Glossar, 2. Aufl., Paderborn.
- HEINECCIUS, J. M. (1707): Antiquitatum Goslariensium et vicinarum regionum libri sex..., 551 S., 8 Abb., mehrere Auflistungen, Francofurti ad Moenum (*Ex officina Christiani Genschii*).

- HILLEBRAND, W. (1969): Der Goslarer Metallhandel im Mittelalter. - Hansische Geschichtsblätter, **87**, 31 - 57, Köln - Wien (Böhlau Verlag).
- KLOCKMANN, F. (1912): Lehrbuch der Mineralogie, 628 S., 562 Textfiguren, 5. u. 6. Aufl., Stuttgart (Ferd. Enke).
- KLOTZ (1866): Handwörterbuch der lateinischen Sprache, **1. u. 2. Bd.**, 4. Aufl., Braunschweig.
- KÖNIG, R., WINKLER, G. (1984): C. Plinius d. Ä. Naturkunde. Lateinisch-Deutsch, Buch **XX-XIII**, Metallurgie, 228 S., 1 Titelvignette, 2. Taf., München und Zürich (Artemis Verlag).
- KRASCHIEWSKI, H.-J. (1990): Quellen zum Goslarer Bleihandel in der frühen Neuzeit (1525 - 1625), 248 S. m. mehreren Abb., Tab. und Schaubildern. Veröffentlichungen d. Histor. Komm. f. Niedersachsen u. Bremen, XXXIV. Quellen u. Unterss. z. Wirtschafts- und Soz.-Geschichte Niedersachsens i. d. Neuzeit, Bd. **13**, Hildesheim (Aug. Lax).
- KRASCHIEWSKI, H.-J. (1995): Quellen zum Goslarer Vitriolhandel in der frühen Neuzeit (16. Jahrhundert), 258 S. m. 6 Abb. u. 8 Tab., St. Katharinen (Scripta Mercaturae Verlag).
- KRAUME, E. (1958): Eröffnung des Bergbaues im Ausbiß der Rammelsberger Lagerstätte und die Otto-Adelheid-Pfennige. - Z. „Erzmetall“, **11**, 29-33.
- LASKO, P. (1993): Der Krodo-Altar und der Kaiserstuhl in Goslar. - Weiteres s. STEIGERWALD (1993), 115 - 117.
- LAUB, G. (1972): Der alte Zinnober-Bergbau in Wieda. - Allg. Harz-Berg-Kalender für das Jahr 1973, **46** und **47**, Clausthal-Zellerfeld (Ed. Piepersche Buchdruckerei u. Verlagsanstalt).
- LAUB, G. (1980): Zur Technologie der Kupfergewinnung aus Rammelsberger Erzen im Mittelalter. - Harz-Z., **32**, 15 - 76, 6. Abb., 2 Tafeln, 5 Anhänge.
- LAUB, G. (1984): Goslars Bergwesen bei Albertus Magnus. - Goslarer Bergkalender, 366. Jg., 35 - 38, Goslar am Harz (Verl. Goslarsche Zeitung Karl Krause).
- LAUB, G. (1985): Die mittelalterliche Verhüttung von silberhaltigen Harzer Bleierzen im Vergleich zur antiken Technologie. - Harz-Z., **37**, 65 - 130, 1 Tafel, 10 Tab., 2 Schaubilder.
- LAUB, G. (1986): Zink, Messing und Zinkoxid im Goslarer Handel und Hüttenwesen bis zur Mitte des 16. Jahrhunderts. - Harz-Z., **38**, 21 - 41, 3 Abb.
- LAUB, G. (1987): Zum Fundgut von mittelalterlichen Hüttenstätten bei Braunlage und Wolfshagen. - Harz-Z., **39**, 7 - 33, 1 Tafel, 1 Schaubild.
- LAUB, G. (1993): Zum Nachweis von Rammelsberger Kupfer in Kunstgegenständen aus Goslar und in anderen Metallarbeiten des Mittelalters. - Weiteres s. STEIGERWALD (1993), 303 - 311.
- LOOCK, E. (1980): Das Buch des Albertus Magnus „De mineralibus“ als bergbaugeschichtliche Quelle für den Bergbau des 13. Jahrhunderts. - Z. Neue Bergbautechnik, **10**, **H. 12**, 704 - 706.
- MENDE, U. (1993): Der Marktbrunnen in Goslar, Formanalyse und Entstehungsgeschichte. Mit einem Beitrag zum Bronze-Vogel vom Kaiserhaus. - Weiteres s. STEIGERWALD (1993), 195 - 249.
- MOHR, K. (1989): Montangeologisches Wörterbuch für den Westharz, 182 S., Stuttgart (E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhdlg.).
- MOHR, K. (1993): Geologie und Minerallagerstätten des Harzes, 497 S., 176 Abb., 37 Tb., 2 Übersichtstafeln, 2. Aufl., Stuttgart (E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhdlg.).
- PRIOR, K. (1963): Kleines Lexikon der Metalle, 128 S., 19 Abb., Hrsg. Norddeutsche Affinerie, Hamburg.
- PUTZGER (1926): Siehe BALDAMUS, SCHWABE & AMBROSIUS (1926).
- ROSENHAINER, F. (1968): Die Geschichte des Unterharzer Hüttenwesens von seinen Anfängen bis zur Gründung der Kommunionverwaltung im Jahre 1635. Beiträge z. Gesch. d. Stadt Goslar, **H. 24**, 197 S., 4 Tafeln, 1 Karte, Goslar (Selbstverlag d. Gesch.- u. Heimatschutzvereins Goslar e. V.).
- SPERLING, H., WALCHER, E. (1990): Die Blei-Zink-Erzlagerstätte Rammelsberg (ausgenommen Neues Lager). - Geol. Jb. Reihe D, **H. 91**, 48 Abb., 4 Tab., 24 Tafeln, Hannover. Hrsg. Bundesanstalt f. Geowissenschaften u. Rohstoffe u. Geol. Landesämter i. d. Bundesrepublik Deutschland, in Komm. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhdlg., Stuttgart.

- STEIGERWALD, F. Hrsg. (1993): Goslar, Bergstadt - Kaiserstadt in Geschichte und Kunst. Bericht über ein wissenschaftliches Symposium in Goslar vom 5. bis 8. Oktober 1989, 354 S. m. 280 Abb. u. histor. Stadtplan. Schriftenreihe der Komm. f. Niedersächs. Bau- und Kunstgeschichte bei der Braunschweig. Wiss. Ges., **Bd. 6**. Göttingen (Verl. E. Goltze GmbH & Co. KG).
- STEINKAMM, U. (1987): Die Mineralien, 35 - 54 in: RIECH, E., STEINKAMM, U., WALCHER, E. (1987): Der Rammelsberg. - Emser Hefte, **8**, Nr. 4, 2 - 54 m. zahlr. Abb., Haltern (Doris Bode Verlag GmbH).
- STEINKAMM, U., SCHNORRER - KÖHLER, G. (1988): Die Oxidationsminerale vom Rammelsberg. - Mineralien-Magazin „Lapis“, **13**, Nr. 6, 16 - 22 u. 31 - 38, 29 Lichtbilder, 3 Zeichnungen, 2 Tab.
- STEUER, H., ZIMMERMANN, U. (Hrsg., 1993): Alter Bergbau in Deutschland, hier: STEUER, H.: Bergbau auf Silber und Kupfer im Mittelalter, **75 - 91**. 127 S. m. 122 Abb., Stuttgart (Konrad Theiss Verlag GmbH & Co.).
- TENNER, F. (1934): Die Fürstlich Braunschweigische Messinghütte zu Bündheim. - Z. Harz-Verein, **67**, 81 - 117.
- TENNER, F. (1952): Geschichte der ehemaligen Nordharzer Messingindustrie. Beiträge z. Gesch. d. Amtes Harzburg, **H. 3**, 43 S., 1 Tafel, Bad Harzburg.
- THEOBALD, W., v. STROMER, W. (1984): Technik des Kunsthandwerks im zwölften Jahrhundert. *Des Theophilus Presbyter Diversarum artium schedula*, Neuausg. (2. Aufl.), erstmal. Faksimile d. Ausg. v. 1933, XLIII + 553 S., 152 Abb., 4 Tafeln, Düsseldorf (VDI-Verlag GmbH).
- THEOPHILUS PRESBYTER: Siehe THEOBALD & v. STROMER (1984).
- TREUE, W. (1966): Kupferhandel von urgeschichtlicher Zeit bis heute. - (Festschrift) Kupfer in Natur, Technik, Kunst und Wirtschaft (Hrsg. Norddeutsche Affinerie, Hamburg), 101 - 112. 176 S., 104 Abb., 20 Zeichnungen u. Zahlentafeln, Hamburg (Werkseigener Verlag).
- UB Goslar = BODE, G. (Bearb., 1896): Urkundenbuch der Stadt Goslar... Zweiter Teil (1251 bis 1300), 700 S., 17 Tafeln. Geschichtsquellen d. Provinz Sachsen u. angrenzender Gebiete, Hist. Comm. d. Provinz Sachsen (Hrsg.), **30. Bd.**, Halle (Druck u. Verlag v. Otto Hendel).
- WERDENHAGEN, J. A. (1631): De REBUS PUBLICIS HANSEATICIS, Pars IV, Lugduni (zu Lyon).
- WITTER, W. (1938): Die Ausbeutung der mitteldeutschen Erzlagerstätten in der frühen Metallzeit. Mannus-Bücherei, **Bd. 60**, Leipzig.
- WYCKOFF, D. (1967): Albertus Magnus. Book of Minerals, Oxford (Clarendon Press).

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Gerhard LAUB, Talstraße 32, D-38642 Goslar

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Dortmunder Beiträge zur Landeskunde](#)

Jahr/Year: 1997

Band/Volume: [31](#)

Autor(en)/Author(s): Laub Gerhard

Artikel/Article: [Montanwirtschaftsgüter der Hansestadt Goslar nach einer wenig bekannten Aufzeichnung 61-93](#)