

Die Zusammensetzung einiger germanischer und römischer Bleifunde aus Nordrhein-Westfalen

Th. Rehren

Einführung

In den letzten Jahren sind bei Grabungen und Oberflächenbegehungen im Bereich des Westfälischen Museums für Archäologie, Außenstelle Olpe, zwei bemerkenswerte Fundkomplexe von germanischen Bleiobjekten zutage gekommen. Auf Bitten von Herrn Dr. Laumann wurden die Objekte chemisch analysiert. Zum Vergleich wurden außerdem einige etwa zeitgleiche Bleifunde aus der römischen Zivilsiedlung Xanten sowie dem Militärlager Haltern mit herangezogen, um eventuelle systematische Unterschiede in der Zusammensetzung römischen und germanischen Bleis identifizieren zu können. Da chemische Analysen antiker Bleiobjekte in sehr viel geringerer Zahl publiziert sind als etwa Analysen von Kupferlegierungen, sollen die Werte hier vorgestellt werden, auch ohne daß der archäologische Kontext vollständig einbezogen oder diskutiert werden kann.

Das Fundmaterial

Ende der 1980er Jahre wurden bei Garbeck in Westfalen im Bereich einer germanischen Siedlung zahlreiche trapezförmige, an einem Ende gelochte Objekte aus Blei geborgen (Abb. 1), die als Webgewichte interpretiert werden. Zusammen mit den Gewichten wurden Gußabfälle gefunden, die nahelegen, daß die Objekte am Ort gegossen und nicht von außerhalb importiert wurden. Die Funde wurden anhand begleitender Keramik in das 1. Jahrhundert n.Chr. datiert (Kempken 1990).

1998 wurde bei Geländebegehungen durch einen ehrenamtlichen Mitarbeiter der Bodendenkmalpflege in der Nähe von Brilon ein weiterer Fundkomplex von ganz ähnlich geformten Gewichten geborgen (Abb. 2), erneut vergesellschaftet mit Gußabfällen und mehreren kleineren sonstigen Funden aus Blei. Besonders bemerkenswert ist hier ein großer Eingußtrichter, der aus einer äußeren Hülle und einem inneren, massiven Kern besteht, die gegeneinander beweglich sind.

Da in der Literatur nur wenige Spurenelementanalysen römerzeitlicher Bleiobjekte publiziert sind, wurden zum Vergleich einige Gußabfälle aus dem

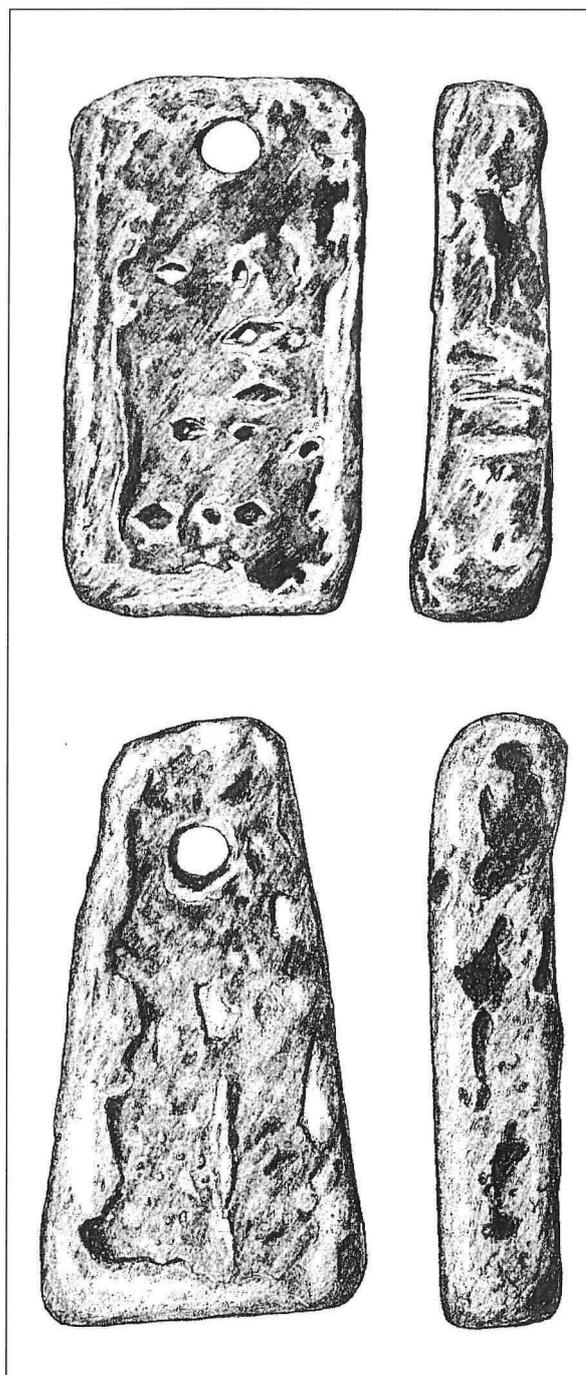


Abb. 1: Zwei der Webgewichte aus Garbeck. Zeichnung WMfA Olpe, Maßstab etwa 1:1.

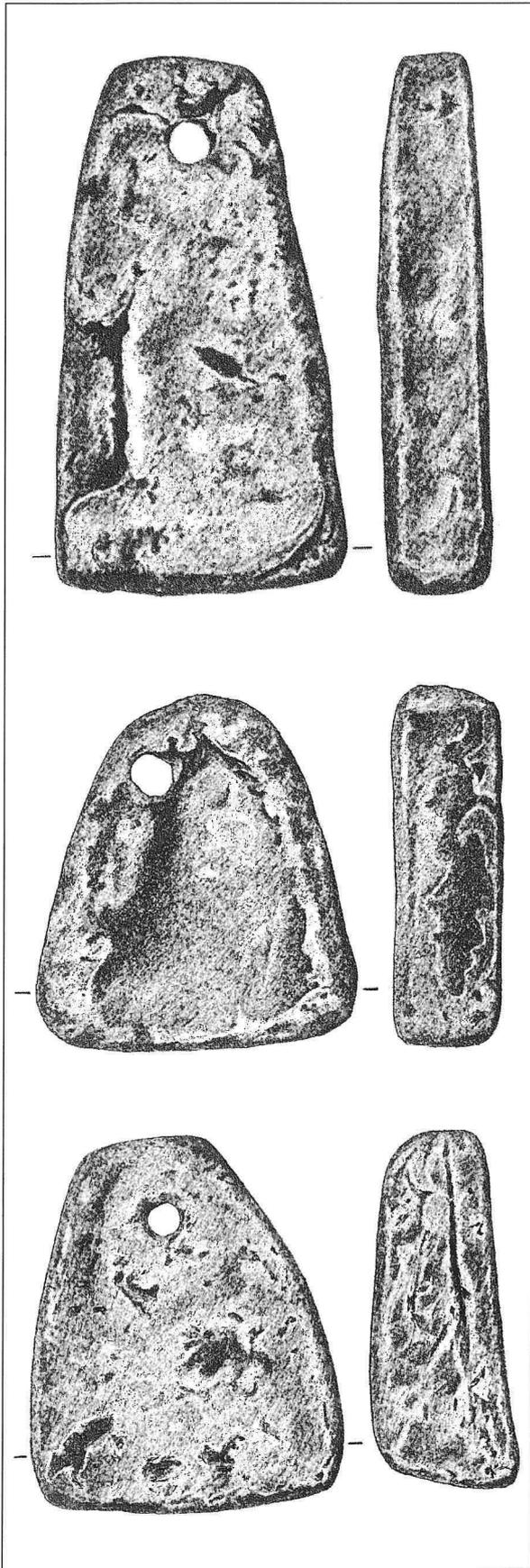


Abb. 2: Drei Webgewichte aus Brilon, Probennummern Bri 01, Bri 02 und Bri 03 (von oben nach unten). Zeichnung WMfA Olpe. Maßstab etwa 1:1.

Römerlager in Haltern sowie aus der Zivilsiedlung in Xanten (Vetera Castra) mitanalysiert. Hinter dieser Untersuchung stand die Frage, ob sich etwa anhand des Silbergehaltes der Bleiprobe ein signifikanter Unterschied zwischen römischem und germanischem Blei feststellen ließe, der Hinweis auf unterschiedliches know-how bezüglich der Gewinnung von Silber aus Bleierzten geben könnte. Da die Gußabfälle, die in beiden Fundkomplexen aus germanischen Siedlungen vertreten sind, eine lokale Produktion nahelegen, wurden zudem noch mehrere westfälische Bleierzproben sowie einige Schlackenfragmente aus der Siedlung bei Garbeck mit untersucht.

Chemische Zusammensetzung

Von den Metallproben wurden jeweils zwischen 50 und 100 mg Bleispäne mit Hilfe von HSS-Bohrern erbohrt, wobei darauf geachtet wurde, möglichst keine Patina mit in die Probe zu bekommen. Die Analyse erfolgte mit einem ICP im Institut für Archäometallurgie durch M. Prange und W. Steger; Details der Aufschluß- und Kalibrierverfahren sind in Rehren und Prange (1998) angegeben. Die Analyse erfolgte für alle Proben auf Eisen, Nickel, Kupfer, Zink, Arsen, Silber, Antimon, Zinn, Wismut und Blei sowie für einige Proben zusätzlich auf Schwefel, Kobalt, Cadmium, Selen, Tellur und Gold. Die Auswahl der zu analysierenden Elemente erfolgte im Hinblick auf die häufigsten Begleitelemente in Bleierzten bzw. in künstlichen Bleilegierungen unter Berücksichtigung des Verhaltens dieser Elemente während der Verhüttung der Erze und gegebenenfalls der Entsilberung des gewonnenen Metalls, wobei die instrumentellen Gegebenheiten im Institut zu berücksichtigen waren. Da es in dieser Untersuchung vornehmlich um technologische Fragen wie der Verhüttung und Entsilberung des Bleis ging und nicht um die Diskussion der Herkunft des Bleis, wurden keine Bestimmung der Bleiisotopenverhältnisse durchgeführt.

Die Ergebnisse

Tabelle 1 stellt die Ergebnisse der Analysen für die vier Gruppen (Garbeck, Brilon, Haltern und Xanten) jeweils in der Reihenfolge abnehmender Antimongehalte dar. Antimon wurde als Ordnungsmerkmal gewählt, da es die größte Variationsbreite sowohl innerhalb der einzelnen Gruppen als auch zwischen den Gruppen zeigte.

Vergleicht man die beiden Gruppen der makroskopisch recht ähnlichen Webgewichte aus Garbeck und Brilon miteinander, so fallen deutliche Unterschiede in ihren Spurenelementgehalten auf. Die Garbecker Proben sind deutlich reicher an Antimon, Arsen und Silber, während die Briloner Proben durch

höhere Gehalte an Nickel, Eisen und Zink auffallen. Lediglich die Kupfergehalte sind für beide Gruppen annähernd gleich. Innerhalb der Garbecker Gruppe ist zudem eine positive Korrelation von Antimon mit Silber erkennbar, wie sie ein Jahrtausend später auch für die Silbererze des Altenberg bei Müsen zum Tragen kommt (Gassmann & Rehren 1999).

Der massive, aus zwei unterschiedlichen Teilen bestehende Gußtrichter aus Brilon (Abb. 3) wurde an insgesamt fünf Stellen beprobt, um einen Überblick über die Homogenität der Zusammensetzung innerhalb einer Probe zu gewinnen. Die Proben Bri 11a-c wurden von dem inneren Trichter entnommen, während die Proben Bri 11d+e aus der äußeren Schale stammen. Die Ergebnisse sind insofern interessant, als sie nicht nur die Homogenität der Objekte bestätigen, sondern einheitlich sehr niedrige Antimon-gehalte um 10 ppm für den inneren Bereich zeigen bei gleichzeitig relativ hohen Silbergehalten von 10 bis 20 ppm, während die beiden äußeren Proben mit 20 bis 50 ppm Antimon und maximal 5 ppm Silber nahtlos zu den übrigen Proben aus Brilon überleiten. Es lassen sich also durchaus unterschiedliche Gußchargen innerhalb des Bestandes erkennen. Die Korrelation von Antimon und Silber in den Briloner Proben ist im Gegensatz zu den Funden aus Garbeck deutlich negativ, allerdings weniger klar ausgeprägt als dort.

Die Probe Bri 04 fällt als einzige durch einen sehr hohen Silber- und gerade quantifizierbaren Zinnge-

Abb. 3: Seitenansicht des massiven Bleitrichters Bri 11. Die Proben Bri 11a und 11b sind von der Oberseite des inneren Trichters entnommen, die Probe 11c von dessen unterem Ende. Die Proben 11d und 11e stammen von dem äußeren Trichter. Innenteil und äußere Schale sind gegeneinander beweglich, aber nicht voneinander zu trennen. Zeichnung WMfA Olpe. Maßstab ca. $1:2$.

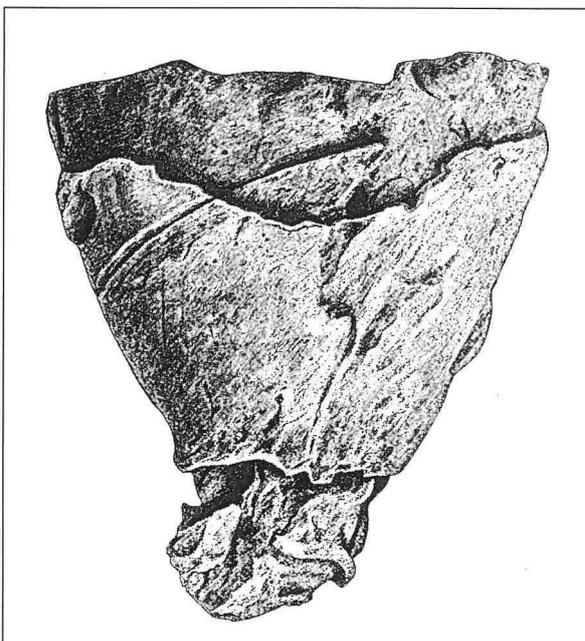


Tabelle 1: Neben- und Spurenelementgehalte der untersuchten Proben aus Nordrhein-Westfalen. Analysen mit AAS (nur Haltern, M. Werding) und ICP (M. Prange, W. Steger). Weitere Angaben in Rehren & Prange (1998).

	Sb	As	Ag	Sn	Cu	Ni	Zn	Fe
Gar 04	1500	160	270	<55	390	<5	<5	20
Gar 12a	750	<50	140	<55	460	<5	<5	5
Gar 11	720	<50	60	<55	590	<5	5	15
Gar 02	640	<50	35	<55	630	<5	<5	5
Gar 05	480	110	40	<55	520	<5	<5	20
Gar 06	430	65	35	<55	1900	<5	<5	5
Gar 07	430	70	35	<55	530	<5	<5	10
Gar 12b	430	<50	40	<55	440	<5	<5	15
Gar 03	420	65	35	<55	490	<5	<5	5
Gar 08	160	<50	15	<55	400	<5	<5	5
Gar 01	150	<50	10	<55	320	<5	10	10
Gar 09	<45	<50	15	<55	430	<5	<5	10
Gar 10	<45	<50	35	<55	240	<5	<5	5

	Sb	As	Ag	Sn	Cu	Ni	Zn	Fe
Bri 05	550	<10	5	<10	410	20	80	20
Bri 13	410	<10	<3	<10	500	10	20	20
Bri 01	390	<10	5	<10	450	200	15	50
Bri 09	290	<10	<3	<10	540	40	25	40
Bri 24a	290	<10	10	<10	540	50	25	40
Bri 06	210	<10	10	<10	530	30	20	30
Bri 15	180	<10	5	<10	320	30	25	20
Bri 04	140	<10	510	10	320	10	35	70
Bri 08	110	<10	5	<10	400	10	25	50
Bri 02	60	<10	10	<10	470	20	25	30
Bri 03	60	<10	3	<10	540	30	25	30
Bri 07	50	<10	7	<10	400	20	25	40
Bri 11e	50	<10	<3	<10	320	20	130	40
Bri 10	30	<10	10	<10	490	40	20	10
Bri 11d	20	<10	5	<10	260	20	25	40
Bri 11b	10	<10	15	<10	540	40	250	70
Bri 11c	10	<10	10	<10	420	40	20	30
Bri 11a	<10	<10	20	<10	520	40	25	30

	Sb	As	Ag	Sn	Cu	Ni	Zn	Fe
Hal 14d	110	<10	100	250	825	—	35	50
Hal 14b	40	<10	30	<50	720	—	30	50
Hal 14c	35	<10	40	<50	250	—	25	25
Hal 14a	15	<10	70	<50	610	—	20	20

	Sb	As	Ag	Sn	Cu	Ni	Zn	Fe
Xan 41a	170	110	120	370	110	<5	<5	20
Xan 42a	100	60	250	1900	200	<5	50	60
Xan 43a	<45	<50	120	1900	300	<5	<5	10

halt auf; es handelt sich dabei um eines der Webgewichte. Alle anderen gemessenen Spurenelemente liegen im Rahmen des Üblichen, sodaß eine deutliche Abgrenzung dieses Objektes nicht gegeben ist (Tab. 1). Der einzige augenfällige Unterschied dieses Fundes gegenüber den anderen Gewichten liegt in

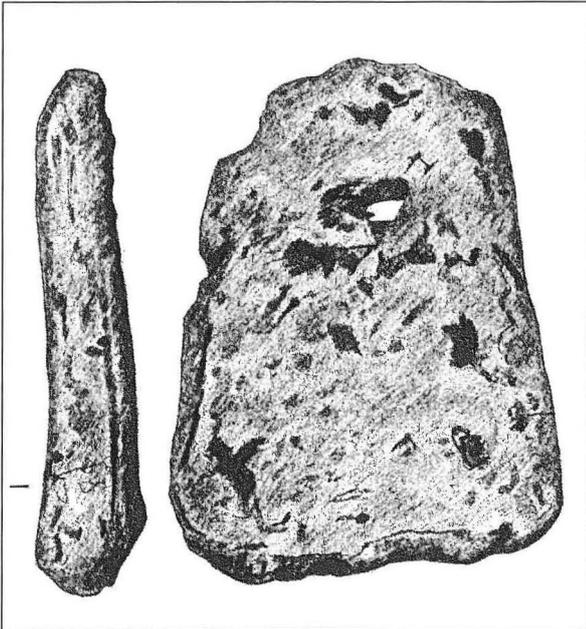


Abb. 4: Webgewicht Bri 04. Die Kantenverläufe und Oberflächen sind hier deutlich unregelmäßiger ausgeformt als bei den meisten anderen Gewichten aus Garbeck und Brilon. Zeichnung WMfA Olpe. Maßstab etwa 1:1.

der schlechteren Qualität des Gusses sowie der etwas eckiger erscheinenden Öffnung (Abb. 4). Da jedoch weder in Garbeck noch in Brilon die Formen und Qualitäten der einzelnen Webgewichte einheitlich sind, lassen sich hieraus vorläufig keine archäologisch verwertbaren Rückschlüsse ziehen.

Die römischen Bleiprobe lassen sich anhand ihres Zinngehaltes in zwei Gruppen teilen, wobei die zinnreichere Gruppe zugleich auch höhere Silbergehalte zeigt. Zinn ist dabei kein Spurenelement, das geologisch an Bleierze gebunden ist, sondern es zeigt vielmehr das Recycling von Blei und Weichlot an, wodurch wechselnde Mengen an Zinn in das umgeschmolzene Blei eingeschleppt werden (Wytttenbach & Schubiger 1973). Von den vier römischen Proben mit Zinngehalten zwischen 250 und 1900 ppm haben drei Silbergehalte von 100 bzw. 120 ppm, eine sogar 250 ppm Silber. Weiterhin zeigen die meisten römischen Bleiprobe ähnlich hohe Gehalte an Eisen und Zink wie die Briloner Gewichte.

Interpretation

Die meisten Bleierze sind von Natur aus mit Silbermineralen verbunden, so daß der Bergbau auf Bleierze oft erst durch den Silbergehalt des erzeugten Werkbleis rentabel wird. Es ist bekannt, daß dies auch für den römischen Bergbau auf Blei gilt. Die Extraktion des Silbers aus dem Werkblei erfordert jedoch einen zusätzlichen Aufwand an Arbeit und Brenn-

material, und auch die Rückgewinnung des Bleis aus dem dabei entstehenden Bleioxid erfordert erneuten Aufwand. Daher lohnt sich die Gewinnung des Silbers erst dann, wenn dessen Gehalt im Werkblei deutlich höher ist als der technisch bedingte Rückstand an nicht extrahierbarem Silber. Für römisches Blei wird allgemein angenommen, daß dieser Restgehalt in entsilbertem Blei bei rund 100 ppm liegt (Wagner & Pernicka 1982; Tylecote 1987; Pernicka 1990; Rehren & Prange 1998), während der Grenzwert für die wirtschaftliche Gewinnung bei etwa 600 ppm vermutet wird (Tylecote 1987). Aus diesen Angaben läßt sich ableiten, daß es mehrere verschiedene charakteristische Silbergehalte in Blei römischer Zeitstellung gibt (Abb. 5). Am markantesten ist Blei mit Silbergehalten zwischen etwa 80 und 120 ppm, für das eine Entsilberung und damit ein ursprünglich sehr viel höherer Silbergehalt vermutet werden kann. Blei mit deutlich niedrigerem Silbergehalt dürfte demnach aus Lagerstätten stammen, die von vornherein keine nennenswerten Gehalte an Silber besessen haben (Armblei). Bleiprobe mit Silbergehalten über etwa 100 ppm, aber unter dem vermuteten Schwellenwert für eine wirtschaftliche Entsilberung dürften ebenfalls nicht entsilbert worden sein, sondern sollten den ursprünglichen Silbergehalt der Lagerstätte widerspiegeln. Funde von Reichblei schließlich, dessen Silbergehalt über dem Schwellenwert liegt, sind aus verständlichen Gründen relativ selten.

Wendet man diese Überlegungen auf die hier vorliegenden Analyseergebnisse an, so wird klar, daß das germanische Blei wohl ganz überwiegend aus silberarmen Lagerstätten kommt. Die drei Analysen, die über 80 ppm liegen, rechtfertigen nicht die Annahme, daß es sich um entsilbertes Werkblei handeln könnte, sondern reflektieren vielmehr die natürliche Schwankungsbreite im Silbergehalt der verwendeten Lagerstätte(n). Daraus wiederum läßt sich ableiten, daß dies Blei vermutlich aus einheimischen germanischen Erzen stammt, die ausschließlich ihres Bleigehaltes wegen abgebaut und verhüttet worden sind. Der deutlich niedrigere Gehalt an Silber in den Objekten aus Brilon deutet darauf hin, daß hier eine andere Lagerstätte genutzt worden ist als zur Herstellung der Garbecker Funde.

Die Bleifunde aus Xanten und Haltern hingegen, soweit sie durch erhöhte Zinngehalte als recycletes römisches Material identifiziert sind, zeigen die für entsilbertes Werkblei charakteristischen Silbergehalte von rund 100 ppm. Auf die Probe Xan 42a mit 250 ppm Silber wird weiter unten noch eingegangen werden. Die übrigen, zinnarmen, Bleifunde aus Xanten und Haltern haben so niedrige Silbergehalte, daß sie wiederum als Armblei einzustufen sind. Ob dies Blei aus dem römischen Imperium oder aus der benachbarten Germania Libera stammt, läßt sich anhand der chemischen Daten nicht erkennen; dank der archäo-

logischen Befunde aus Garbeck und Brilon wissen wir aber, daß dort eine Produktionskapazität für Bleimetall existiert hat, die durchaus von den römischen Nachbarn zur eigenen Versorgung genutzt worden sein kann.

Die Bleiobjekte aus Garbeck und Brilon unterscheiden sich nicht nur anhand ihrer Gehalte an Antimon, Silber und Arsen, sondern auch in den Gehalten an Eisen, Zink und Nickel. Während die ersten drei genannten Elemente bei der Verhüttung auf Blei ebenfalls reduziert werden und dabei überwiegend in das Werkblei gehen (soweit sie nicht wie im Fall von Zink, Arsen und zum Teil Antimon verdampfen), hängt die Reduktion und Aufnahme in das Werkblei von Eisen, Zink und Nickel sehr stark davon ab, wie die Bleiverhüttung durchgeführt wird. Erfolgt sie durch ein einfaches Schmelzen in offenen Haufen (wie es Agricola im 16. Jahrhundert als 'altertümlich' und zugleich typisch für Westfalen beschreibt), so sollte praktisch keines dieser drei Metalle reduziert werden. Bei einer Arbeit im Schachtofen hingegen, wie sie in der klassischen Antike für die Bleigewinnung in Griechenland (Conophagos 1980) und Rom durchaus verbreitet war, könnten auch Eisen, Zink und Nickel zumindest teilweise zum Metall reduziert und entsprechend vom Werkblei aufgenommen worden sein. Da vor allem Eisen und Zink in praktisch allen Bleierzvorkommen allgegenwärtige Begleiter sind, sind die unterschiedlichen Gehalte an diesen Elementen im Blei also nicht ein Hinweis auf die Ausbeutung unterschiedlicher Lagerstätten, sondern auf die Anwendung unterschiedlicher Verhüttungstechniken. Im konkreten Fall läßt dies vermuten, daß die römischen Proben ebenso wie die Briloner Funde aus einem relativ hoch entwickelten Schmelzvorgang stammen, während das Garbecker Blei niedriger reduzierende Bedingungen vermuten läßt. Für die römischen

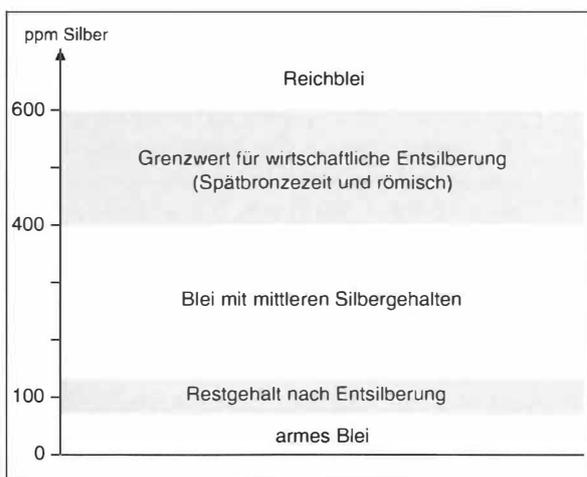
Bleiprobe, für die eine Entsilberung angenommen wird, d.h. für die Proben mit rund 100 ppm Silber, sind hingegen Zink- und Eisengehalte zu erwarten, die wieder niedriger liegen, da bei der Kupellation diese Elemente verloren gehen und daher nicht oder nur zum Teil über die Rückreduktion der Bleiglätte im entsilberten Weichblei erscheinen. Für die Teilgruppe der drei Xantener Proben stimmt diese theoretische Überlegung mit dem Befund überein; die beiden Proben mit 120 ppm Silber haben Zinkgehalte unter 5 ppm und Eisengehalte von 10 bzw. 20 ppm, während die Probe mit 250 ppm Silber, die einem natürlichen, nicht entsilberten Blei entsprechen sollte, rund 50 ppm Zink und 60 ppm Eisen besitzt.

Die Kupfergehalte der verschiedenen Proben liegen im Wesentlichen alle im gleichen Bereich von 400 bis 500 ppm, lediglich die drei Xantener Proben liegen etwas niedriger. Da Kupfer ein allgegenwärtiger Begleiter von Bleierzen ist und bei der Verhüttung auch leicht mitreduziert wird, spiegelt dieser Wert sicher nicht eine typische Eigenschaft der Lagerstätten wieder. Im Gegensatz zu Elementen wie Antimon, Arsen, Wismut, Zinn und Silber ist Kupfer jedoch nur sehr begrenzt in flüssigem Blei löslich und entmischt sich bereits früh bei der Abkühlung der Schmelze. Der hier gefundene Wert entspricht etwa der maximalen Löslichkeit von Kupfer in Blei nahe seinem Schmelzpunkt (Tafel & Wagenmann 1953). Alles darüber hinaus mitreduzierte und bei höheren Temperaturen im Blei gelöste Kupfer wird bei der Abkühlung des Bleibades am Ende der Verhüttung ausgeschieden, als Dross auf dem abkühlenden Metall aufschwimmen und daher nicht mit in die Hauptmasse des Werkbleis eingehen. Der vereinzelte, etwa um den Faktor vier erhöhte Wert in der Probe Gar 06 könnte eventuell auf eine Verunreinigung mit einem solchen Drossteilchen zurückgehen.

Vergleich mit anderen Bleianalysen

Chemische Analysen von Blei römischer Zeitstellung liegen trotz des Reichtums an Bleifunden aus dieser Epoche nur in sehr begrenztem Umfang in der Literatur vor; insbesondere die zahlreichen römischen Bleibarren sind bislang nur ungenügend untersucht. Für diese Studie hier kommt als ehestes ein Vergleich mit den Analysen von Wyttenbach und Schubiger (1973) in Frage, die zahlreiche römische Objekte mittels NAA untersucht haben. Ihre Daten entsprechen hinsichtlich ihrer Gehalte an Kupfer, Silber, Arsen, Antimon und Zinn den wenigen hier untersuchten römischen Funden. Werte für Zink oder Nickel liegen leider nicht vor, so daß keine Aussage hinsichtlich der Generalisierung der Vermutung getroffen werden kann, daß diese Elemente die Anwendung 'moderner' Schmelztechniken in Schachtofen im Gegensatz zum Haufenschmelzen widerspiegeln.

Abb. 5: Schematische Darstellung der unterschiedlichen charakteristischen Silbergehalte in antikem Blei (nach Tylecote 1987, Pernicka 1987 und eigenen Daten).



Analysen von spätbronzezeitlichen Bleifunden aus Ägypten (Rehren & Prange 1998, Tab. 2) belegen die Verwendung von einem sehr viel Spurenelement- und auch silberreicheren Werkblei dort; für die Interpretation der hier vorliegenden Analysen ist dies zwar nicht weiter von Bedeutung, belegt aber, daß sich Bleifunde auch anhand ihrer Spurenelementmuster charakterisieren lassen, wie es mit Kupfer und Kupferlegierungen schon lange praktiziert wird.

Zusammenfassung

Die westfälischen Bleifunde sind in ihrer überwiegenden Mehrzahl durch niedrige bis sehr niedrige Silbergehalte charakterisiert, die weit unter den für die römische Zeit vermuteten Restgehalten der Werkblei-Entsilberung von rund 100 ppm liegen. Daher dürften sie das Produkt einer ausschließlich auf die Erzeugung von Blei gerichteten Verhüttung silberarmer Erze sein, die vermutlich in der näheren Umgebung der Fundplätze anzusiedeln ist. Zwar haben die wenigen Schlackenfunde aus Garbeck keine Bleiverhüttung belegen können, doch gibt es in der weiteren Umgebung etliche Vorkommen von Bleierzen, die bereits zu römischer Zeit ausgebeutet werden konnten. Die Menge an Webgewichten, die in Garbeck bzw. Brilon gefunden wurden, der Mangel an Gebrauchsspuren an ihnen und die Vergesellschaftung mit Gußabfällen legen es nahe anzunehmen, daß sie vor Ort gegossen wurden. Die Spurenelementmuster für Antimon, Silber und Arsen unterscheiden sich für die beiden Fundorte hinsichtlich ihrer Absolutgehalte und der Korrelation zwischen Silber und Antimon so sehr, daß vermutlich zwei unterschiedliche Vorkommen ausgebeutet wurden.

Hinsichtlich der Verhüttungstechniken ist der Unterschied in den Gehalten an Eisen, Nickel und Zink interessant, der für die Briloner Funde eine höher entwickelte, schärfer reduzierende Technik anzunehmen läßt als für die Garbecker Objekte. Um diese Hypothese jedoch weiter zu untermauern, wäre eine Vielzahl von Bleianalysen aus verhüttungstechnisch unterschiedlich hoch entwickelten Kontexten notwendig, die die fraglichen Elemente mit einschließen.

Insgesamt scheint es sich hier um ein eher marginal betriebenes Handwerk zu handeln, das vorwiegend der Eigenversorgung mit Blei diente. Eine Verbindung zu der gleichzeitigen hochentwickelten keltischen Bunt- und Edelmetallurgie (Heinrichs & Rehren 1996; Lehrberger *et al.* 1997) ist jedenfalls nicht festzustellen. Damit widersprechen die neuen Funde auch nicht der Aussage von Meier (1990), der anhand von Texten bei Plinius und Tacitus darlegt, daß Germanien zu der Zeit aus römischer Sicht als ausgesprochen arm an Blei und Silber erschien. Um so interessanter ist es, daß es doch eine eigenständige Bleigewinnung gab, deren Bedeutung für die

außerrömische Welt, aber auch für den Handel mit Rom solange nicht eingeschätzt werden kann, wie keine genügenden Grabungsbefunde für größere Bereiche vorliegen.

Summary

During the last ten years, archaeological surveys identified two settlements rich in Germanic lead objects, namely Garbeck and Brilon. Both assemblages consist mainly of loom weights, but contain also several smaller objects and significant amounts of casting debris. Chemical analyses of these finds, together with several Roman lead samples from near-by Haltern and Xanten, demonstrated the presence of a local lead smelting industry. The low levels of silver in most of the Germanic objects, around 10 to 60 ppm, suggest that it is lead originally poor in silver, and not lead desilvered by cupellation. Roman desilvered lead of that period is known to contain about 100 ppm silver as a residual level, compared to an economically defined threshold for a worthwhile cupellation of about 600 ppm. Differences in antimony, arsenic and silver contents and correlation pattern indicate different ore sources for Garbeck and Brilon, while differences in the iron, zinc and nickel contents of the lead objects are interpreted as due to different smelting technologies. Some Roman lead finds, analysed for comparison, yielded higher levels of tin, indicating the contamination of recycled lead by pewter or solder. Furthermore, about half of the Roman lead samples have close to 100 ppm silver, in accordance with the previously suggested residual silver content in desilvered lead.

Literatur

- Conophagos, C. (1980): *Le Laurium Antique*. Athen.
- Gassmann, G. & Rehren, Th. (1999): Die mittelalterlichen Bleischlacken von der 'Wilden Wiese' bei Müsen. In: C. Dahm, U. Lobbedey & G. Weisgerber (Hrsg.), *Der Altenberg. Bergwerk und Siedlung aus dem 13. Jahrhundert im Siegerland, Teil 2 - Die Funde*, Denkmalpflege und Forschungen in Westfalen **34**, 216-228.
- Heinrichs, J. & Rehren, Th. (1996): Keltische Münzschrötlingsformen aus Bonn. *Metalla* **3**, 83-100.
- Kempken, F. (1990): *Die germanische Siedlung von Balve-Garbeck*. Magisterarbeit Universität Marburg.

Lehrberger, G., Fridrich, J., Gebhard, R. & Hrala, J. (1997): *Das Prähistorische Gold in Bayern, Böhmen und Mähren: Herkunft, Technologie, Funde*. Památky Archeologické Suppl. 7, Prag.

Meier, St. (1990): *Bleibergbau in der Antike – Lagerstätten, Bergbau, Aufbereitung, Verhüttung*. Lizensiatsarbeit Universität Basel.

Pernicka, E. (1987): Erzlagerstätten in der Ägäis und ihre Ausbeutung im Altertum: Geochemische Untersuchungen zur Herkunftsbestimmung archäologischer Metallobjekte. *Jahrb. des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz* 34, 607-714.

Pernicka, E. (1990): Gewinnung und Verbreitung der Metalle in prähistorischer Zeit. *Jahrb. des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz* 37, 21-129.

Rehren, Th. (1991): *Bericht über die Untersuchung römerzeitlicher Bleigegenstände und Bleierze aus Nordrhein-Westfalen*. Unveröffentl. Bericht an das Westfälische Museum für Archäologie, Außenstelle Olpe.

Rehren, Th. & Prange, M. (1998): Lead metal and patina: a comparison. In: Th. Rehren, A. Hauptmann & J. Muhly (Hrsg.), *Metallurgica Antiqua*, Der Anschnitt, Beiheft 8, 183-196.

Tafel, V. & Wagenmann, K. (1953): *Lehrbuch der Metallhüttenkunde*, Bd. II. Leipzig.

Tylecote, R. (1987): *The early history of metallurgy in Europe*. London/New York.

Wagner, G.A. & Pernicka, E. (1982): Blei und Silber im Altertum: Ein Beitrag der Archäometrie. *Chemie in unserer Zeit* 16, 46-56.

Wytenbach, A. & Schubiger, P. (1973): Trace element content of Roman lead by Neutron Activation Analysis. *Archaeometry* 15, 199-207.

Anschrift des Verfassers

Dr.-Ing. habil. Thilo Rehren, Institut für Archäometallurgie, Deutsches Bergbau-Museum, Herener Straße 45, 44787 Bochum (ab September 1999: Institute of Archaeology, University College London, 31-34 Gordon Square, UK-London WC1H 0PY).

metallum, i, n:
Grube, Bergwerk (oft pl.);
Metall, auch Gestein, Mineral

μεταλλον, το:
Grube, Stollen;
bsd. a) Bergwerk (meist pl.)
b) Steinbruch



Inhalt

Seite

G. Gassmann & A. Hauptmann <i>Naturwissenschaftliche Untersuchungen an einem Eisenklotz von Bad Wimpfen, Baden-Württemberg</i>	57
Th. Rehren <i>Die Zusammensetzung einiger germanischer und römischer Bleifunde aus Nordrhein-Westfalen</i>	63
E. Auer, Th. Rehren, A. von Bohlen, D. Kirchner & R. Klockenkämper <i>Über die Herstellung und Zusammensetzung der ersten Platinmünzen in Rußland</i>	71

METALLA

Forschungsberichte des Deutschen Bergbau-Museums



METALLA (Bochum)

Forschungsberichte des Deutschen Bergbau-Museums erscheint in zwei Heften jährlich.

Bezugspreis DM 50,- pro Jahr incl. Porto und Verpackung, Bestellungen formlos an das Deutsche Bergbau-Museum Bochum
Am Bergbaumuseum 28
D-44791 Bochum

Wissenschaftliche Beratung:

Prof. Dr. G. Eggert, Stuttgart
Dr. St. Fritz, Berlin
Dr. L. Klappauf, Goslar
Dr. H. Leisen, Köln
Dr. B. Ottaway, Sheffield
PD Dr. G. Schneider, Berlin

Impressum*Herausgeber:*

Deutsches Bergbau-Museum Bochum
Museumsdirektor: Prof. Dr. Rainer Slotta

Schriftleiter:

Dr.-Ing. habil. Thilo Rehren
Layout: Dipl.-Ing. Angelika Friedrich
Titelgestaltung: Dipl.-Des. Karina Schwunk

Druck und Verarbeitung:

DMT-LB, Bochum

ISSN 0947-6229