

La Roussignole - Geochemische Charakterisierung prähistorischer Abbaue in Cabrières/Hérault

M. Prange

Abstract

The usage of antimony- and silver-rich copper-artefacts in the southern part of France is well known due to the studies by Junghans et al. (1960, 1968). The region around Cabrières/Hérault encloses the oldest fahlore-mines (fig. 1), dated to the beginning of the 3rd millennium BC (Ambert et al. 1984, Ambert 1995).

The aim of this investigation is the creation of a reference-group "copper from Cabrières". Therefore a geochemical and isotopical characterisation of sample material from the whole metallurgy-chain: ores, slags, copper-prills, ingots and artefacts is necessary. This preliminary report describes the geochemical characterisation of ore-samples, taken from the mining-sites at La Roussignole (fig. 2), to get a basis for the above described reference group. In figure 2 the eight mines discovered at La Roussignole are shown. For the first step of the investigation described in this paper we analysed copper-ores from the mines LR 1, LR 2, LR 5 and LR 7. LR 3 was drowned, at LR 4 no copper-ore could be found, LR 6 was collapsed and LR 8 seems to be a quartzite quarry.

The predominant copper-ore in the mines and on the dumps at La Roussignole is tetrahedrite, with high contents of silver, arsenic, antimony and zinc. Malachite and Azurite have also been observed, but in obvious lower amounts. It is shown, that a theoretical metal published by Ambert 1984 could be smelted from this ores. Furthermore the investigations explain that a characterisation of the other mining sites around Cabrières - Pioch Farrus and Vallarade - is absolutely necessary and that in addition to the geochemical characterisation the lead isotope abundance has to be determined.

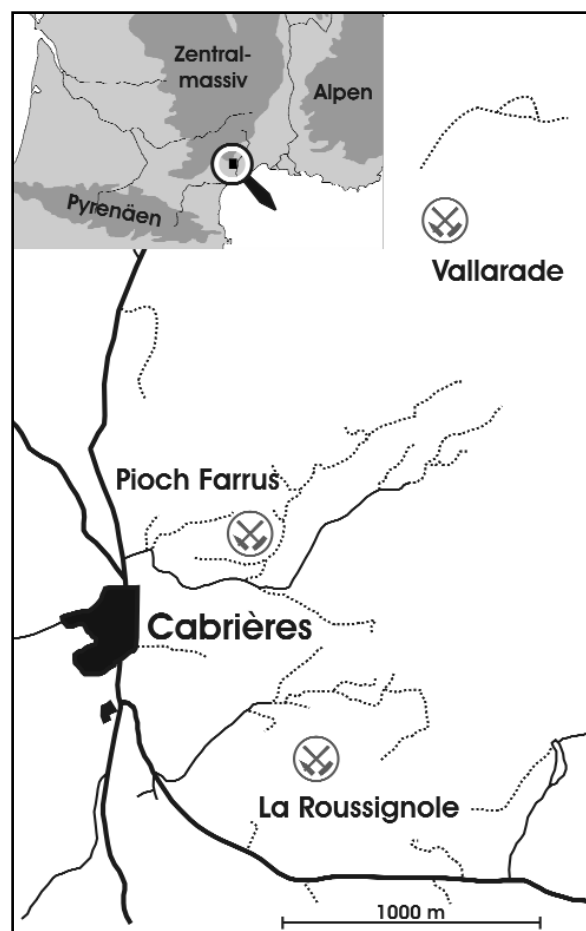
Einleitung

Spätestens seit den Arbeiten von Junghans et al. (1960, 1968) ist bekannt, dass bereits in chalcolithischer Zeit, antimon- und silberreiche Kupferartefakte

im südlichen Frankreich Verwendung gefunden haben. In der Gegend um Cabrières/Hérault ist eine große Zahl von Gruben entdeckt worden (Abb. 1), in denen bereits zu Beginn des 3. Jt. v.Chr. Fahlerze abgebaut worden sind (Ambert et al. 1984, Ambert 1995).

Abb. 1: Geologische Karte von Cabrières, mit den prähistorischen Abbaugebieten Vallarade, Pioch Farrus und La Roussignole.

Fig. 1: Geological map from Cabrières, with the prehistoric mining sites Vallarade, Pioch Farrus and La Roussignole.



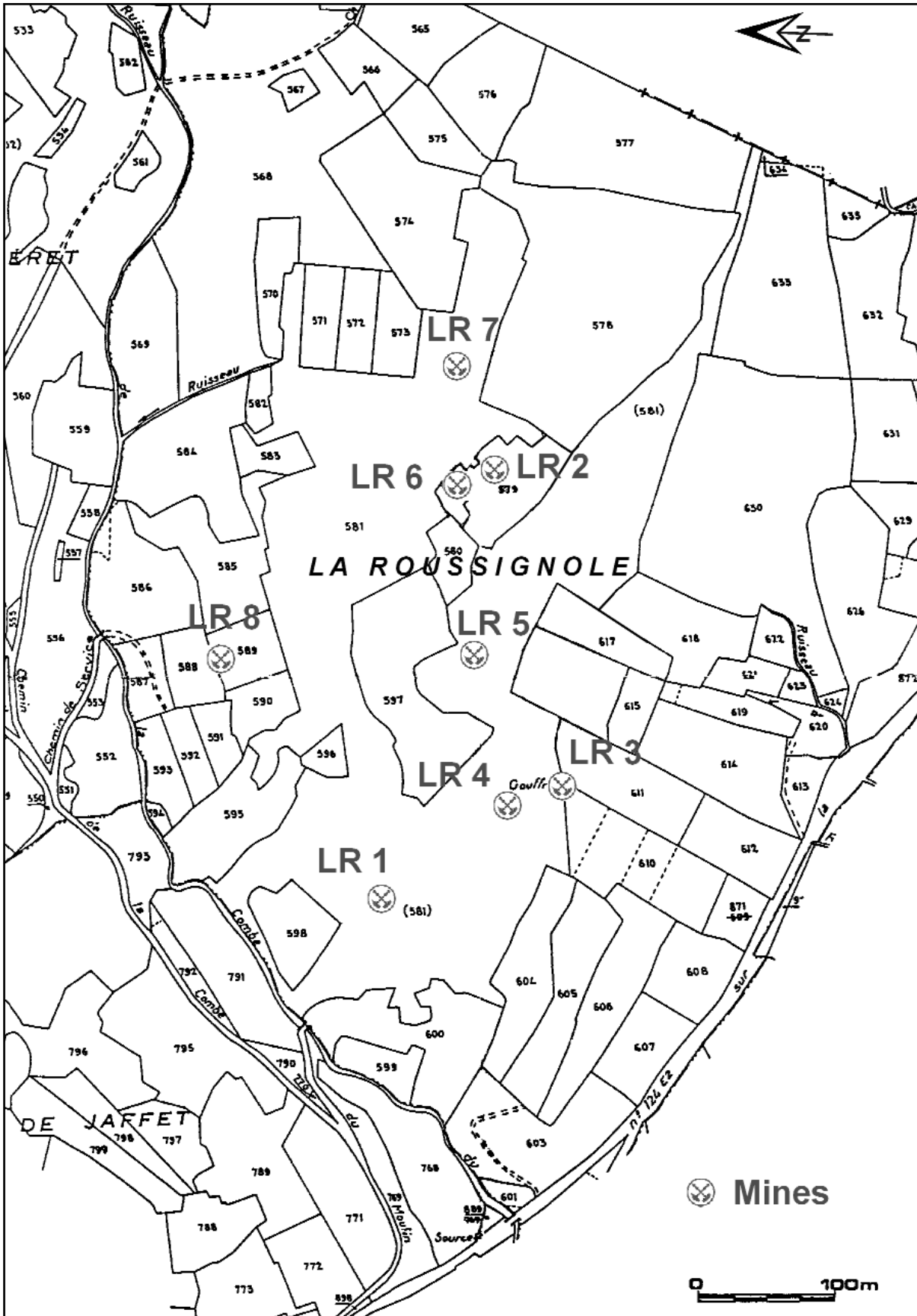


Abb. 2: Geologische Karte der Abbaue im Gebiet von La Roussignol (modifiziert nach Schifer 1999).

Fig. 2: Geological map of the mining sites at La Roussignol (modified from Schifer 1999).

Ziel der gerade begonnenen Untersuchungen, die in Kooperation mit Dr. Paul Ambert, Directeur de Recherche, Centre National de la Recherche Scientifique, Centre d'Anthropologie, Toulouse, und Prof. Dr. Christian Strahm, Institut für Ur- und Frühgeschichte, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg durchgeführt werden, ist die Bildung einer Referenzgruppe "Kupfer aus Cabrieres". Hierzu ist es notwendig, Probenmaterialien aus der gesamten Metallurgiekette, also Erze, Schlacken, Rohkupfer, Kupferbarren und Kupferartefakte geochemisch und isotopisch zu untersuchen und mit Hilfe einer geeigneten multivariaten Statistik zu vergleichen.

Dieser erste Bericht beschreibt die geochemische Charakterisierung von Erzen aus den Abbauen bei La Roussignole (Abb. 2), um eine Basis für die Bildung der o.g. Referenzgruppe zu schaffen.

Probenvorbereitung/Analysemethoden

Die in den Gruben und auf den Abraumhalden genommenen Erzproben lagen in verschiedenen großen Handstücken vor. Nach grober Vorzerkleinerung wurden ca. 4 - 5 g der augenscheinlich kupferreichsten Erzstückchen in einer Achat-Kugelschlagmühle analysenfein gemahlen und anschließend bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Die röntgendiffraktometrischen Untersuchungen zur Bestimmung der Mineralphasen wurden an einem Diffraktometer der Fa. Siemens, Karlsruhe, Typ D 500 durchgeführt. Die Bestimmung der Gehalte der für Herstellung und Herkunft relevanten Elemente Antimon, Arsen, Blei, Eisen, Kobalt, Kupfer, Nickel, Silber, Wismut und Zink erfolgte nach einem Mikrowellenaufschluss der Erzpulver mittels eines ICP-OES der Fa. TJA, Franklin MA., Typ IRIS/AP HR.

Abb. 3: Abraumhalde unterhalb der Grube LR 1.

Fig. 3: Debris dump below mine LR 1.

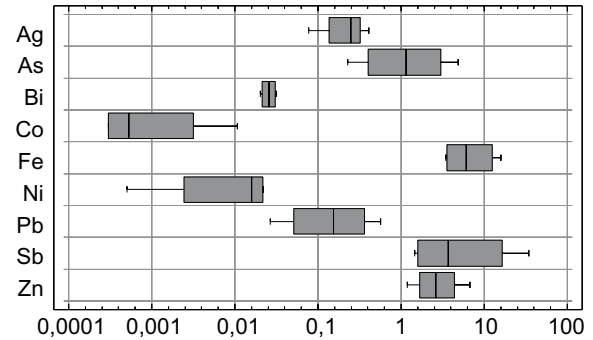


Abb. 4: Elementverteilung in Erzproben aus LR 1 in Form von Box-Whisker-Plots. Die auf Cu = 100 Gew.% normierten Elementkonzentrationen sind logarithmiert aufgetragen. Der schwarze Strich in der Box gibt den Median wieder.

Fig. 4: Element-distribution in ore-samples from LR 1, displayed in Box-Whisker-Plots. The concentrations, in logarithmic scaling, are normalised on 100 wt.% Copper. The black line in the box shows the median.

La Roussignole 1

Im Gebiet von La Roussignole sind acht Abbaue bekannt (Abb. 2). Der Abbau La Roussignole 1 (LR 1) befindet sich im westlichen Teil dieses Gebiets, am Fuß des Hügels. Da ein Abstieg in die Grube nicht möglich war, wurden Erzproben auf der unterhalb gelegenen Abraumhalde genommen (Abb. 3). Als Hauptkupferträger konnte hier Fahlerz (Tetraedrit) sowie die sekundären Minerale Malacht und Azurit festgestellt werden. Als Gangmaterial treten hauptsächlich Quarz und Barit sowie Dolomit und Muscovit auf.

Die Abbildung 4 gibt die Elementverhältnisse in Form von Box-Whisker-Plots wieder. Deutlich zu erkennen sind die aus dem Fahlerz stammenden hohen, normierten Gehalte an Silber (0,2 - 0,3 Gew.%; Median: 0,25 Gew.%), Arsen (0,9 - 3 Gew.%; Median: 1,3 Gew.%), Antimon (3,5 - 19 Gew.%; Median: 4,8 Gew.%) und Zink (2 - 4,5 Gew.%; Median: 2,6 Gew.%).

La Roussignole 2

Der prähistorische Abbau La Roussignole 2 (LR 2) - der Eingang zur Grube ist in Abbildung 5 zu sehen - befindet sich im östlichen Teil des Gebiets, unterhalb des Gipfels. Hier konnten Erzproben direkt aus der Grube entnommen werden. In Abbildung 6 ist ein beprobter Erzgang dargestellt. Die mineralischen Phasen entsprechen denen aus LR 1: Hauptsächlich Tetraedrit, neben Malachit und Azurit; das Nebengestein besteht zum größten Teil aus Quarz, neben geringeren Gehalten an Calcit und Gips. Dement-

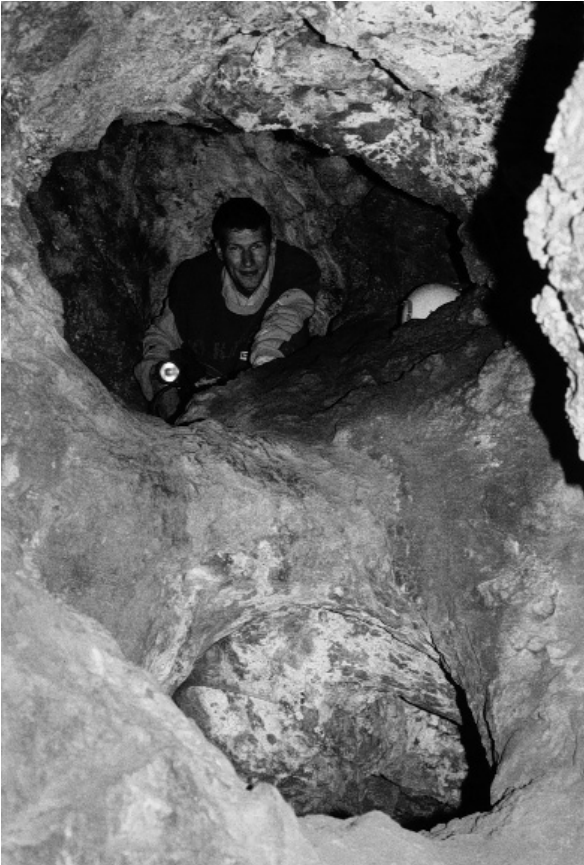


Abb. 5: Eingang zur Grube LR 2.

Fig. 5: Entrance of mine LR 2.

sprechend hoch sind die normierten Gehalte an Silber (0,4 - 0,5 Gew.%; Median: 0,45 Gew.%), Arsen (3 - 4,3 Gew.%; Median: 3,2 Gew.%), Antimon (47 - 60 Gew.%; Median: 56 Gew.%) und Zink (6,8 - 9,5 Gew.%; Median: 7,5 Gew.%).

Abb. 7: Elementverteilung in Erzproben aus LR 2 in Form von Box-Whisker-Plots.

Fig. 7: Element-distribution in ore-samples from LR 2, displayed in Box-Whisker-Plots.

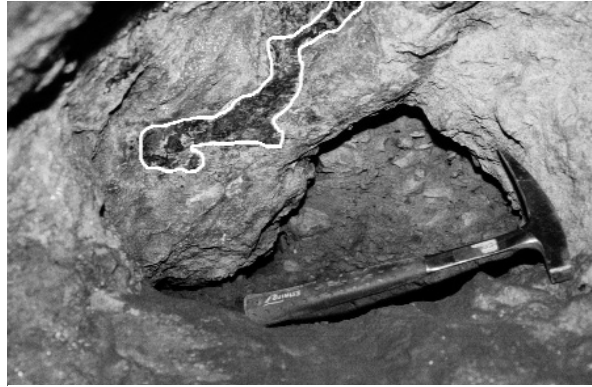
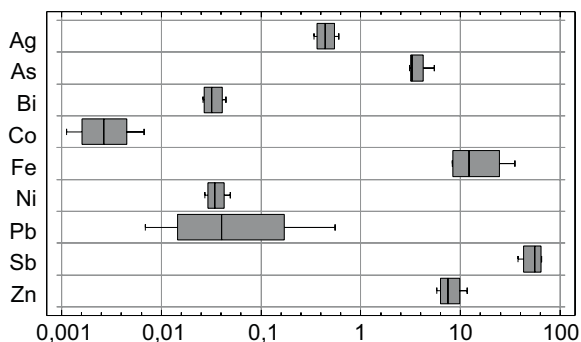


Abb. 6: Fahlerzgang in Grube LR 2.

Fig. 6: Fahlore vein in mine LR 2.

La Roussignole 3 & 4

Die Abbaue La Roussignole 3 und 4 (LR 3 & 4) liegen nahe beieinander im südwestlichen Teil des Areals. LR 3 ist vollständig abgesoffen, so dass eine Probenahme hier nicht möglich war. Außerhalb der Grube wurden keine Kupfererze beobachtet. Bei LR 4 handelt es sich um einen Tagebau, bei dem ebenfalls keine Kupfervererzung festgestellt werden konnte.

La Roussignole 5

Um den Schacht von La Roussignole 5 (LR 5), oberhalb der Abbaue LR 3 und 4 gelegen, wurde im letzten Jahrhundert ein Schutzwall gebaut, der in Abbildung 8 zu sehen ist. Der Eingang zur Mine befindet sich in der unteren rechten Ecke dieser Mauer und führt direkt zum Schacht (Abb. 9). Der prähistorische

Abb. 8: Um den Schacht von LR 5 herum gebaute Schutz-mauer.

Fig. 8: Protection wall around the shaft of mine LR 5.





Abb. 9: Blick hinunter in den Schacht von LR 5.

Fig. 9: View down the shaft of LR 5.



Abb. 11: Verstürzter Eingang des Abbaus LR 6.

Fig. 11: Collapsed entrance of mine LR 6.

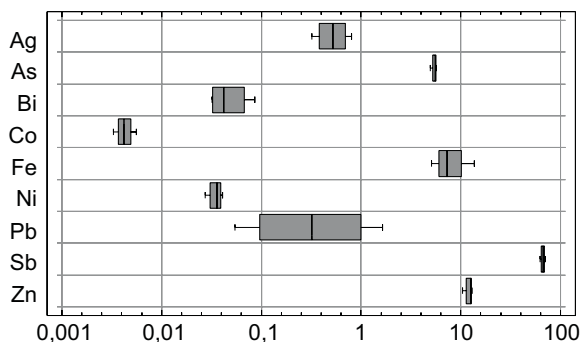
Bergbau ist überprägt, die Mine selbst zu einem großen Teil verstürzt und fast vollständig mit Ruß bedeckt. Es konnten ausschließlich primäre Kupfererze festgestellt werden; hauptsächlich Tetraedrit, daneben Covellin und Bornit, als Gangmaterial tritt Quarz auf. Die normierten Elementgehalte an Silber (Median: 0,53 Gew.%), Arsen (Median: 5,5 Gew.%), Antimon (Median: 67 Gew.%) und Zink (Median: 12 Gew.%) entsprechen denen aus LR 2.

La Roussignole 6

Abbildung 11 zeigt den verstürzten Eingangsbereich von La Roussignole 6 (LR 6), unterhalb der Grube LR 2; ein Einstieg war nicht möglich. Auch in der näheren Umgebung der Grube konnten keine Kupfererze beobachtet werden.

Abb. 10: Elementverteilung in Erzproben aus LR 5 in Form von Box-Whisker-Plots.

Fig. 10: Element-distribution in ore-samples from LR 5, displayed in Box-Whisker Plots.



La Roussignole 7

Direkt auf dem Gipfel von La Roussignole befindet sich der Abbau La Roussignole 7 (LR 7). Die hier gesammelten Erzproben stammen aus der Grube selbst und von der dazugehörigen Abraumhalde. Die Kupfervererzung besteht auch hier zum größten Teil aus Tetraedrit, mit geringeren Gehalten an Malachit und Azurit. LR 7 stellt, im Unterschied zu den anderen untersuchten Gruben, den einzigen Abbau dar, in dem auch Chalkopyrit nachgewiesen werden konnte. Das Gangmaterial besteht hauptsächlich aus Quarz, daneben treten auch Calcit und Gips auf.

Die Elementgehalte in den Kupfererzen aus der Grube entsprechen denen von der Abraumhalde, mit der Einschränkung, dass die durchschnittlichen Gehalte der Grubenerze an Arsen (Median: 3 Gew.%), Antimon (Median: 43 Gew.%) und Zink (Median: 4,9

Abb. 12: Blick hinunter auf den Eingangsbereich von Abbau LR 7.

Fig. 12: View down the entrance of mine LR 7.





Abb. 13: Der Abstieg zur Grube LR 7.

Fig. 13: Decline behind the entrance of LR 7.



Abb. 14: Abraumhalde von LR 7 auf dem Gipfel von La Roussignole.

Fig. 14: Dumped debris from LR 7 on the top of the mountain La Roussignole.

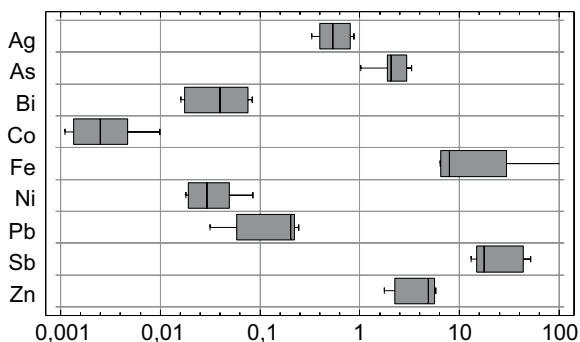
Gew.%) höher sind als die von den Erzen der Abraumhalde: As 1,5 Gew.%, Sb 15 Gew.%, Zn 3,7 Gew.%. Dies liegt nicht zuletzt an der geringeren Korrosionsrate der Grubenerze die dementsprechend weniger Malachit und Azurit aufweisen.

La Roussignole 8

Im Norden von La Roussignole liegt LR 8. Es scheint sich hier um einen Quarzit-Abbau zu handeln; Kupfervererzungen konnten nicht beobachtet werden. Es findet sich jedoch eine große Anzahl an Schlegeln (Abb. 16) auf dem unterhalb liegenden Weinfeld, so dass die Vermutung nahe liegt, dass dieser Abbau als Rohstoffquelle für die Werkzeugherstellung genutzt wurde.

Abb. 15: Elementverteilung in Erzproben aus LR 7 in Form von Box-Whisker-Plots.

Fig. 15: Element-distribution in ore-samples from LR 7, displayed in Box-Whisker-Plots.

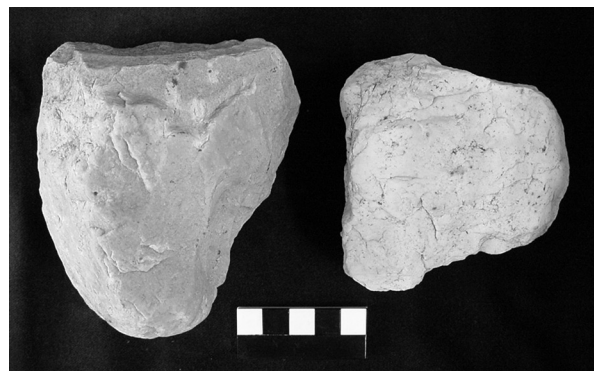


Diskussion/Ausblick

Die durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, dass bei allen erzführenden Gruben Fahlerze (Tetraedrit), neben den Verwitterungsprodukten Azurit und Malachit, als Hauptkupferträger vorherrschen. Nur in einer Grube konnte auch Chalkopyrit nachgewiesen werden. Die Elementverteilungsmuster der Erze aus den unterschiedlichen Abbauen sind relativ homogen. Die angesprochenen Unterschiede in den Gehalten an Silber, Arsen, Antimon und Zink hängen stark vom Korrosionszustand der Erze ab. Je höher die Korrosionsrate und somit die Gehalte an Azurit und Malchit sind, desto geringer sind die Konzentrationen der aus den Fahlerzen stammenden Elemente. Dementsprechend finden sich die geringsten Konzentrationen in den Erzen auf den Abraumhalden, die eine hohe Korrosionsrate aufweisen.

Abb. 16: Schlegel vom Weinfeld unterhalb des Quarzit-Abbaus LR 8.

Fig. 16: Hammerstones, found on the vineyard below LR 8.



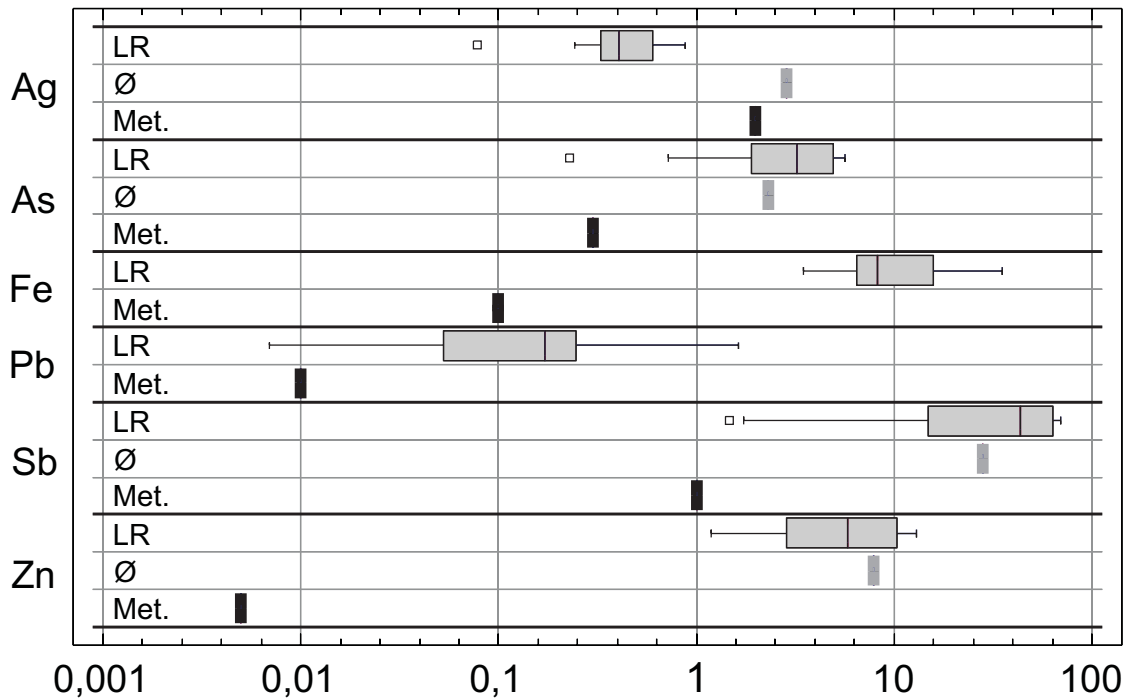


Abb. 17: Vergleich der Elementgehalte zwischen den untersuchten Erzen von La Roussignole (LR), einem durchschnittlichen Erz aus der Region um Cabrières (Ø) und einem "theoretischen" Metall (Met.). Die Elementgehalte des durchschnittlichen Erz und des theoretischen Metalls stammen von Ambert 1984.

Fig. 17: Comparison between ores from La Roussignole (LR), an average ore from the region around Cabrières (Ø) and a theoretical metal (Met.). The element contents of the average ore and the "theoretical" metal are taken from Ambert 1984.

In Abbildung 17 ist ein Vergleich dargestellt zwischen den Erzen von La Roussignole, einem durchschnittlichen Erz aus der gesamten Region um Cabrières/Hérault und einem theoretisch aus diesem Erz gewonnenen Metall.

Bei einer Betrachtung der Erze wird deutlich, dass die Gehalte an Arsen, Antimon und Zink gut miteinander korrelieren. Den einzigen Unterschied weisen die Silbergehalte auf, die bei den Erzen von La Roussignole mit bis zu 1 Gew.% signifikant unter dem Durchschnittswert von 2,8 Gew.% liegen. Hier ist jedoch zu berücksichtigen, dass nur ein Abbaugebiet - La Roussignole - charakterisiert worden ist. Eine Untersuchung der Erze der anderen Abbaugebiete um Cabrières - Vallarade und Pioch Farrus (Abb. 1) - ist unbedingt nötig, um eine Verbesserung dieser Korrelation zu erreichen.

Die Elementgehalte in dem "theoretischen" Metall sind, mit Ausnahme des Silber, geringer als in den Erzen. Dies ist verständlich, da gerade bei den volatilen Elementen Arsen, Blei und Antimon mit einer Verringerung der Konzentrationen während des Verhüttungsprozesses zu rechnen ist. Die lithophilen

Elemente Eisen und Zink reichern sich bei der Verhüttung in der Schlacke an, so dass nur noch Verunreinigungen im Metall zu erwarten sind.

Das Diagramm verdeutlicht zum einen, dass es möglich ist, das angegebene "theoretische" Metall aus den Erzen zu erschmelzen. Zum anderen wird jedoch klar, dass über eine geochemische Analyse allein der Bezug von Erz zum Metall nicht eindeutig zu klären ist. Hier ist eine Analyse der Bleiisotopenverhältnisse unumgänglich.

Um letztendlich eine Referenzgruppe "Kupfer aus Cabrières" zu bilden, muss im nächsten Schritt die geochemische Charakterisierung der übrigen Abbauregionen erfolgen, sowie eine Untersuchung von Probenmaterialien aus der gesamten Metallurgiekette durchgeführt werden. Nach Abschluss der chemischen Untersuchungen müssen, zur Verifizierung der geochemischen Ergebnisse, einige der Proben bleiisotopisch untersucht werden. Im letzten Schritt werden dann die so erhaltenen Daten über eine geeignete multivariate Statistik (Clusteranalyse) miteinander verglichen.

Danksagung

Mein Dank gilt dem Grabungsteam um Herrn Alexander Maass M.A., für die unermüdliche Unterstützung bei der Probennahme und den Herren Dipl.-Min. Dirk Kirchner und Wolfgang Steger für die Mithilfe bei der Durchführung der mineralogisch-chemischen Untersuchungen.

Anschrift des Verfassers

Dr. Michael Prange, Fachbereich Archäometallurgie,
Deutsches Bergbau-Museum, Herner Str. 45,
D-44787 Bochum

Literatur

Junghans, S., Sangmeister, E. & Schröder, M. (1960):
Metallanalysen kupferzeitlicher und frühbronzezeitlicher Bodenfunde aus Europa. Studien zu den Anfängen der Metallurgie, Bd.1, RGZM, Berlin.

Junghans, S., Sangmeister, E. & Schröder, M. (1968):
Kupfer und Bronze in der frühen Metallzeit Europas. Studien zu den Anfängen der Metallurgie, Bd.1-2, RGZM, Berlin.

Ambert, P., Barge, H., Bourhis, J.-R. & Esperou, J.-L. (1984): Mines de cuivre préhistoriques de Cabrières (Hérault): Premières résultats. *Bulletin de la Societe Préhistorique Francaise*, 81/3, 83-89.

Ambert, P. (1995): Le mines préhistoriques de Cabrières (Hérault): Quinze ans de recherches. Etat de la question. *Bulletin de la Societe Préhistorique Francaise*, 92/4, 499-508.

Schifer, Th. (1999): Le minerai de Cabrières. In: P. Ambert (Hrsg.): *Archéologie en Languedoc*, 23.

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

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



DBM

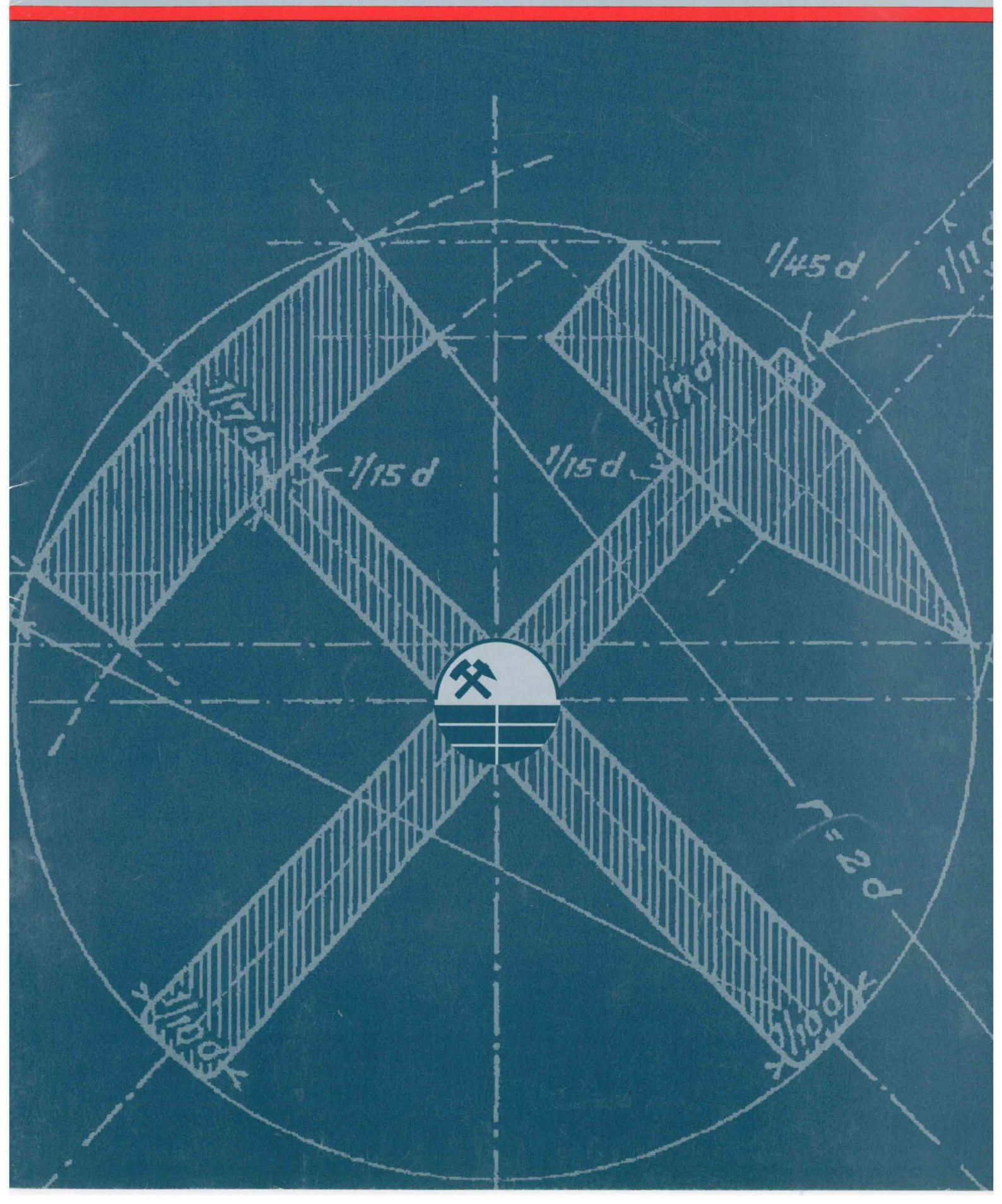
Deutsches Bergbau-Museum
Bochum

Inhalt

Seite

<i>S. Flach & E. Gelfort</i> <i>Pechblende, das für Georg Agricola unbekannte Uran-Mineral im Erzgebirge</i>	37
<i>M. Prange</i> <i>La Roussignole - Geochemische Charakterisierung prähistorischer Abbaue in Cabrières/Hérault</i>	47
<i>Th. Rehren & O. Papakristu</i> <i>Cutting Edge Technology - The Ferghana Process of medieval steel smelting</i>	55

METALLA



METALLA (Bochum)

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
PD Dr. A. Hauptmann, Bochum
Dr. L. Klappauf, Goslar
Prof. Dr. H. Leisen, Köln
Dr. B. Ottaway, Sheffield
PD Dr. G. Schneider, Berlin
PD Dr. Ü. Yalçın, Bochum

Impressum*Herausgeber:*

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

Schriftleiter:

Dr. rer. nat. Michael Prange

Layout: Dr. rer. nat. Michael Prange

Titelgestaltung: Dipl.-Des. Karina Schwunk

Druck und Verarbeitung:

DMT-LB, Bochum

ISSN 0947-6229