

# WECHSEL- AUSSTELLUNG

18. Mai 2019 bis 26. April 2020  
verlängert



## 1. EINFÜHRUNG IN DIE BERGBAUGESCHICHTE DES PUIG DE S'ARGENTERA

Die ersten schriftlichen Hinweise auf einen Bergbau rund um den Puig de s'Argentera (lat: Argentum, Silber) stammen aus dem dreizehnten Jahrhundert, das heißt nach der katalanischen Eroberung im Jahre 1235.

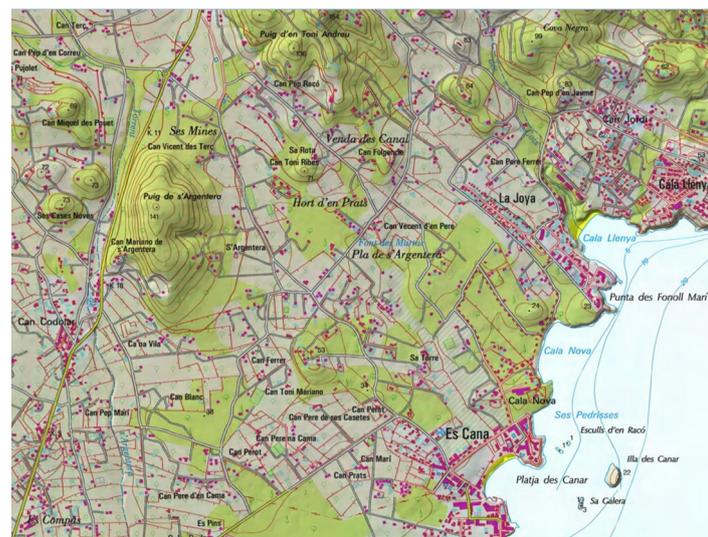
Die bisher älteste dokumentierte Abbauphase, die in phönizischer Zeit zurückreicht, konnte jedoch nicht direkt im Bergbauggebiet nachgewiesen werden. Ihre Existenz ist aufgrund der Bleisotopenuntersuchung der in der Ausgrabung der phönizischen Siedlung von Sa Caleta (ca. 22 Km in Vogelfluglinie vom Bergwerk entfernt) gefundenen Bleiglanzerze im Vergleich mit den Erzproben aus dem Abbauggebiet analytisch belegt. Unklar bleibt, ob es noch eine weitere ältere Abbauphase gegeben haben könnte, die somit in vorgeschichtlicher Zeit anzusetzen wäre. Diverse Bleifunde, die in einigen prähistorischen Fundstellen der Insel gefunden wurden und die mit dem Erz vom Puig de s'Argentera in Verbindung gebracht werden könnten, lassen diese Vermutung zu - eine Hypothese, die jedoch noch überprüft werden muß.

Die erste archäologisch dokumentierte Abbauphase am Puig de s'Argentera reicht in spätpunische Zeit (3.-2. Jahrhundert v.Chr.). Sie ist

## Die Geheimnisse des Puig de s'Argentera:

## Das Bleiglanzerz und seine Ausbeutung im Laufe der Zeit

Museu Monogràfic del Puig des Molins  
Via Romana, 31. 07800 Eivissa



Lage des Puig de s'Argentera, nördlich von Santa Eulària des Riu auf der Insel Ibiza (Ausschnitt aus der topografischen Karte des IGMN)



Organització educativa,  
científica i cultural  
de Nacions Unides



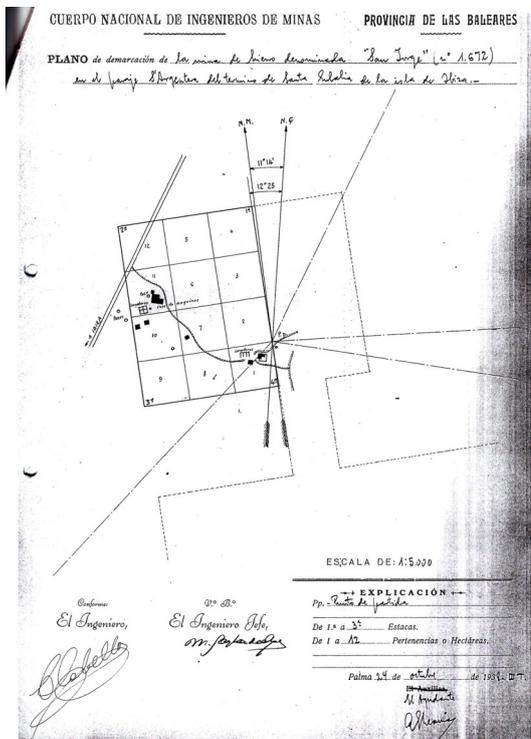
Elvissa.  
Biodiversitat i Cultura  
Inscrit a la Llista del  
Patrimoni Mundial el 1999

**PUIG DES MOLINS**  
museu monogràfic i necròpolis púnica

aufgrund Keramikfragmente, die im Grabungsgebiet am Puig de s'Argentera gefunden wurden, belegt. Sehr gut ist dagegen die nächste Abbauphase archäologisch dokumentiert. Es handelt sich um einen mittelalterlichen Abbau aus islamischer Zeit (12. Jahrhundert). Etliche Keramikfragmente sowie Radiokohlenstoffdatierungen (C14) belegen zu diesem Zeitpunkt den Erzabbau an dieser Stelle.

Für diesen Zeitpunkt konnte eine Überlappung diverser Abbauphasen erkannt werden: Während die engen vorgeschichtlichen Abbaustrecken (Kriechstrecken) unregelmäßig, dem Verlauf des Erzganges folgend angelegt wurden und zudem stark abgerundete Kanten aufweisen, die auf einen Vortrieb durch Feuersetzung hinweisen; so zeigt die zeitlich jüngere überlagernde Phase geradlinige, breitere Strecken mit rechtwinkligen Ausarbeitungen sowie eindeutige Arbeitsspuren, die auf die Verwendung von Eisenwerkzeuge schließen lassen. Letztere Phase konnte durch Radiokohlenstoffanalyse (C14) in das 12. Jahrhundert datiert werden.

Schließlich, die im Gelände sichtbarste Phase ist zweifellos dem modernen Bergbau zugehörig (19. und 20. Jahrhundert). Archivadokumente belegen die Einrichtung von mehr als 140 Gruben.



Marscheiderplan der Grube San Jorge aus dem Jahr 1939 (Arxiu del Regne de Mallorca)



Aktientitel der Grubengesellschaft Nueva Minera Ibicenca aus dem Jahr 1906 (Arxiu Històric d'Eivissa)



Weitungen am Südostabhang des Puig de s'Argentera



*Panoramabild der Ruinen der zur Grube San Jorge gehörigen Infrastruktur*



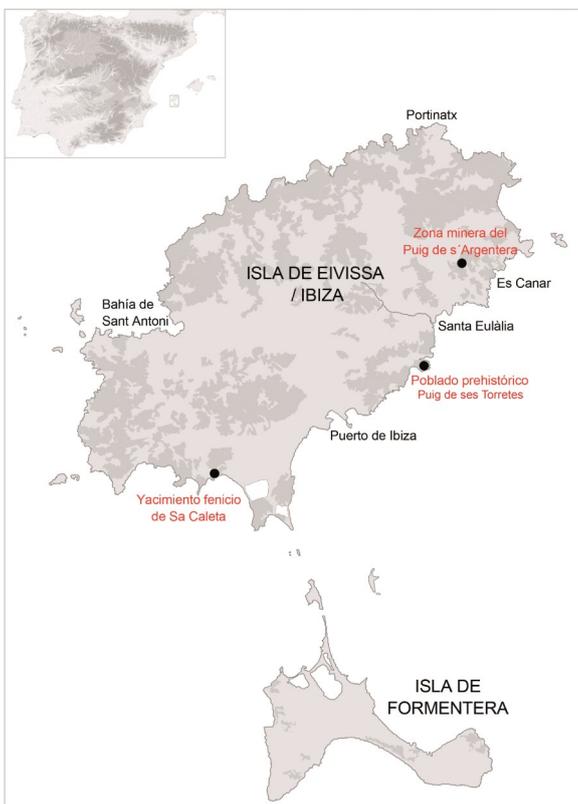
*Infrastrukturreste der Grube San Jorge sowie Pulvermagazin des Bergwerks*

## 2. MONTANARCHÄOLOGIE UND ARCHÄOMETRISCHE UNTERSUCHUNGEN AUF IBIZA

### Montanarchäologie

Diese Disziplin befaßt sich mit der archäologischen Untersuchung alter Bergbaureste. Die Informationsquellen können sowohl Archivadokumente als auch Daten sein, die aufgrund ober- sowie unterirdischer Geländeerkundungen oder archäologischer Ausgrabungen erhoben wurden.

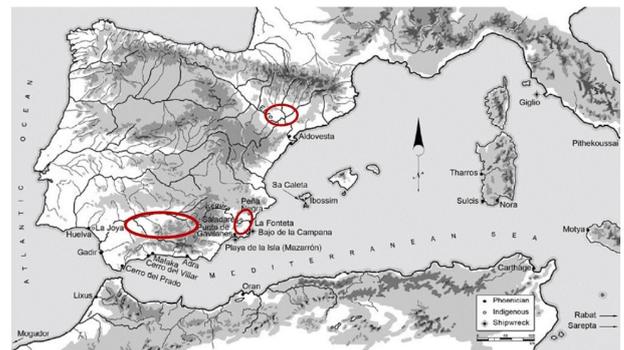
Ein methodisches Problem stellt die Datierung der jeweiligen Bergbaureste dar, etwa Erdspalten, Weitungen, Schächte oder Strecken. In der Regel werden diese durch Analogie, (d.h. durch Vergleiche) mit gut untersuchten Gebieten relativchronologisch eingeordnet sowie durch die stratigrafische Untersuchung (d.h. Schichtabfolge) deren Verfüllungen und Abraumhalden und durch die typologische Untersuchung (d.h. Merkmalsanalyse) der archäologischen Fundstücke datiert. Eine Schlüsselposition nehmen hier analytische Studien ein, etwa die Radiokarbonmethode (C14). In der Regel wird in der Erforschung einer montanarchäologischen Fundstelle eine Kombination dieser Methoden angewendet.



Karte der Insel Ibiza mit Angabe der Fundstellen mit bergbaulichem / metallurgischem Interesse (© DAI, Madrid)

### Archäometrie

Die Archäometrie ist eine wissenschaftliche Disziplin, die physikalische oder chemische Methoden für archäologische Studien anwendet. Dies erfolgt mit unterschiedlichen Zielen: Die Objektdatierung; die Definition bestimmter Merkmale archäologischer Stätten (Bodenuntersuchung); die Charakterisierung der in der Produktion verwendeter Materialien sowie die Bestimmung deren physikalischen und chemischen Eigenschaften; die Untersuchung der in der Herstellung angewandten Technologie; schließlich, die Herkunft der in der Produktion verwendeten Rohstoffe usw.



Karte der Bergbauggebiete auf der Iberischen Halbinsel, deren Metalle in archäologischen Funden auf der Insel Ibiza nachgewiesen werden konnten (Kartenvorlage Polzer-Pinedo 2009)

### Archäometrische Studien auf der Insel Ibiza

Die repräsentativen archäometrischen Methoden, die auch für die analytische Untersuchung der Fundstücke auf Ibiza angewandt wurden, sind:

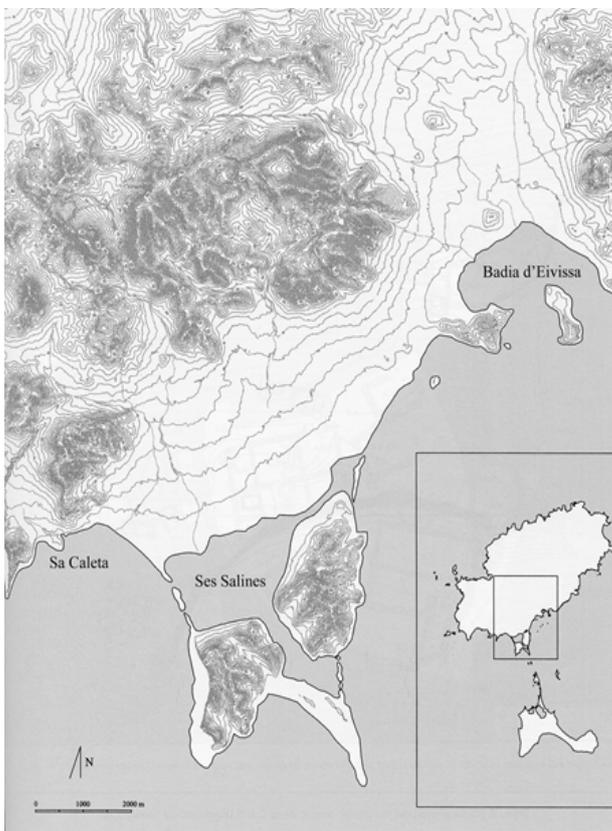
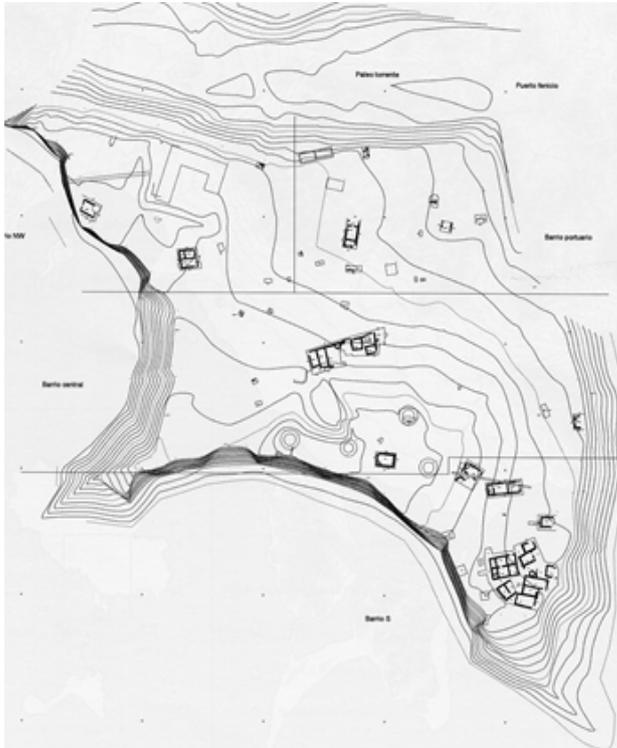
Typologische Studien: Vergleich diverser Fundobjekte anhand der Charakterisierung ihrer unterschiedlichen Formmerkmale.

Physikalisch-chemische Analyse der Zusammensetzung: Quantifizierung der in jedem Objekt vorhandenen chemischen Elemente.

Bleiisotopenanalyse: Bestimmung des Isotopenverhältnisses des für die Herstellung eines bestimmten Objektes verwendeten Metalls, und so die Bestimmung des Herkunftsortes des verwendeten Rohstoffes.

Die beiden letztgenannten Methoden wurden zur Charakterisierung des im Areal um den Puig von s'Argentera abgebauten Bleiglanzerz angewandt. Ebenso, um dieses mit den archäologisch dokumentierten Erzen aus der phönizischen Siedlung von Sa Caleta zu vergleichen. Schließlich auch, zur Untersuchung des in der Herstellung diverser hier im Archäologischen Museum aufbewahrten und zum Teil auch ausgestellten Fundobjekte verwendeten Metalls.

Metallographische Analyse: Diese ermöglicht, die Mikrostruktur des Metalls zu erkennen und liefert somit Hinweise zum Produktionsprozess des untersuchten Objektes.



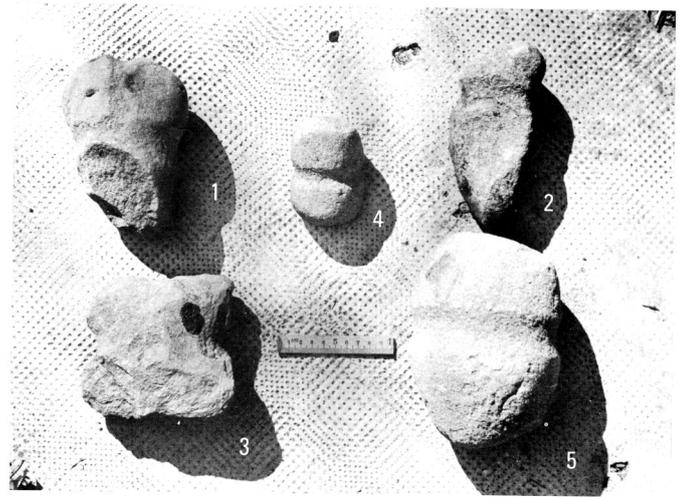
Lage der phönizischen Siedlung von Sa Caleta.  
Übersichtsplan der Siedlung (Ramon 2007)

### 3. BERGBAU UND METALLURGIE: DIE BETRIEBSKETTE

Die Bearbeitung und Aufbereitung des Erzes umfaßt mehrere Arbeitsschritte: die Erzgewinnung (d.h. der eigentliche Bergbau), die Erzaufbereitung und die Metallgewinnung (d.h. die Verhüttung).

- Die Erzgewinnung: Das Bleiglanzerz (Bleisulfid, PbS) wurde entweder durch Oberflächenabbau oder durch Tage- oder Untertagebau gewonnen. Der Vortrieb erfolgte direkt auf mechanischem Wege durch Felsbearbeitung oder durch vorheriges Feuer setzen, wodurch das Gestein geschwächt und der Abbau erleichtert wurde. Der Abtransport des Abraums erfolgte durch Menschenkraft - im Bergbau auf Ibiza gab es keinen Lorenbetrieb.

Die archäologischen Hinterlassenschaften: Stein- und Metallwerkzeuge (Hämmer, Meißel, Keilhäue...), Abbauspuren, Grubeninfrastruktur.

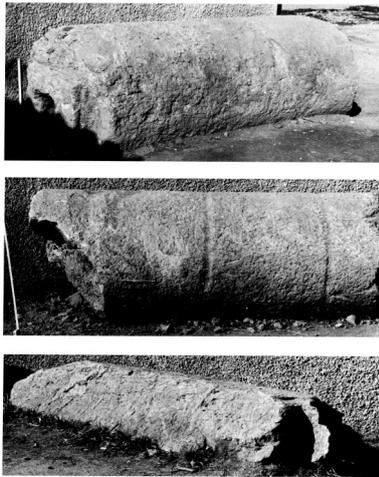


a - Maillots à rainure (n° 1, 2, 4, 5) ou à encoches (n° 3); petit et moyen format. Formes diverses. Date : Age du Bronze. - 1 : Arroyo de los Almadenajos (CO 77). - 2 et 4 : El Piconcillo (CO 60). - 3 : Los Pobos (CO 1). - 5 : Castripicón (CO 43); b - Mine romaine (plomb-argent, cuivre) de La Loba (CO 55); pic de mineur en fer (II<sup>e</sup>-I<sup>er</sup> siècle avant J.-C.) vu de dessus et de côté. L. : 280 mm.

Antike bergbauliche Arbeitsgeräte, gefunden in verschiedenen Bergbauarealen auf der Iberischen Halbinsel (Domergue 1990)

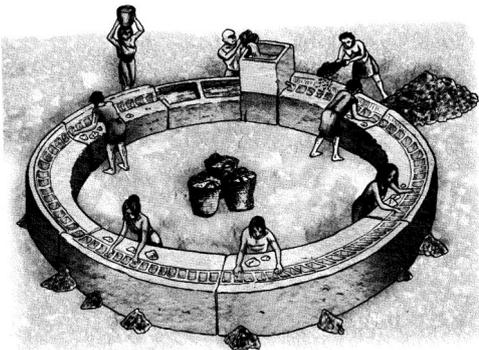
- Die Erzaufbereitung / Erzkonzentrierung: Dieser Arbeitsschritt besteht in der Zerkleinerung des gewonnenen Materials durch Mahlen und Pochen und in der darauffolgenden Trennung des Erzes vom nicht verwendbaren Taubgestein. Schließlich wird das so gewonnene Erz durch Waschen in eigens dafür eingerichteten Waschanlagen (Siebe, Waschbecken) angereichert.

Die archäologischen Hinterlassenschaften: Werkzeuge (Ambosse, Schlegel), Mühlen (Reibmühlen, Steintrommeln, Rotationsmühlen) und Mörser, Waschanlagen.



Mine romaine (plomb-argent) de la Sierra de Cartagena (MU 3): éléments d'un appareil de broyage en pierre (Carrière Emilia. La Unión) voir fig. 403. 1 - Cylindre en calcaire. L. hauteur: 2,21 m; diam.: 0,96 m. On remarquera, à gauche, le massif carré (50 x 51 cm), en saillie de 12,5 cm, percé d'une cavité de section carrée (17,5 cm x 17,5 cm), profonde de 0,31 m, dans laquelle était engagé un axe entouré d'une garniture en plomb (voir planche N° 2346). 2 - Cylindre en calcaire, du même type que le précédent, mais tronqué. L. actuelle: 2,07 m; diam.: 0,905 m. A noter les trois gorges (l.: 4 cm; prof.: 0,5 cm) disposées à intervalles réguliers. 3 - Bloc de calcaire parsemé avant servi d'élément femelle à l'appareil.

Zylinder einer Zerkleinerungsmühle aus römischer Zeit, gefunden im Bergbauegebiet von Cartagena (Murcia) (Domergue 1990)



Rekonstruktion einer in Laurion (Griechenland) ergrabenen antiken runden Waschanlage (Domergue 2008)

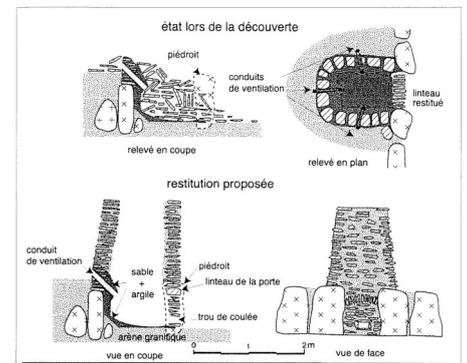


Neuzeitliche runde Waschanlage („rumbo“) im Bergbauegebiet von Puig de s'Argentera .

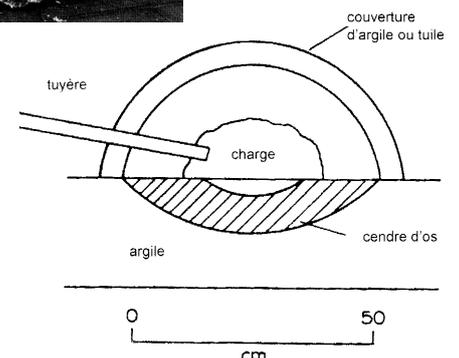
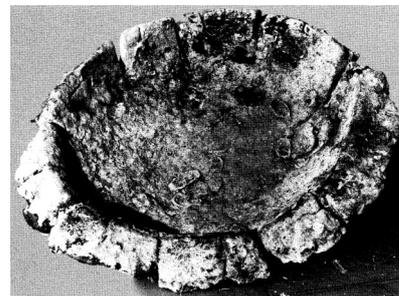
- Die Metallgewinnung (Verhüttung): Diese erfolgt durch eine pyrotechnische Behandlung, d.h. einen chemischen und thermischen Prozess. Das Bleiglanzerz wird zuerst in einem Schmelz- oder Reduktionsofen und dann in einen Kupellationsofen eingeführt, um Blei und Silber als getrennte Metalle zu erhalten.

Die archäologischen Hinterlassenschaften: Schmelz- oder Reduktionsofen, Kupellationsöfen, Kupellen.

Schließlich werden die verschiedenen Formen des erhaltenen Metalls (Pb: Werkblei, PbO: Bleiglätte, Ag: Silber) in Barren gegossen zum weiteren Gebrauch oder Vermarktung bereitgestellt oder versandt.

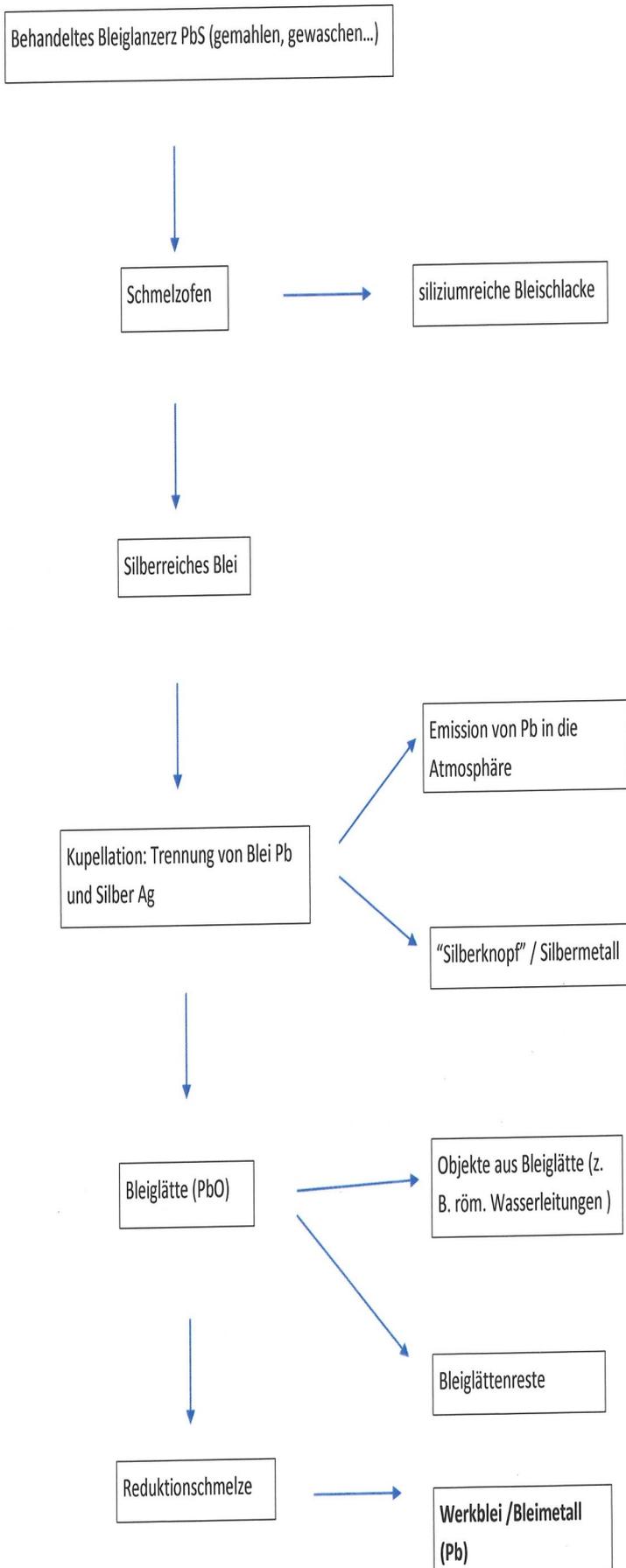


Archäologischer Befund eines Schmelzofens aus römischer Zeit, Martys (Frankreich) und seine Rekonstruktion. Darstellung eines solchen Ofens auf einer römischen Münze (Domergue 2008)



Kupelle. Funktionsschema des Kupellationsprozesses (Domergue 2008)

## Silber- und Bleigewinnung: Schema der Arbeitskette zur Behandlung von Bleiglanzerz



## 4. BERGBAU UND LANDSCHAFT

Bergwerkreste sind Zeugen eines Abbaus metallhaltiger Ressourcen. Neben Metall gibt es auf der Insel Ibiza noch andere abbaufähige Ressourcen: Zum Einen Salz, Salzgewinnung in den Salinen, zum Anderen Stein und Baumaterialien, in Steinbrüchen.

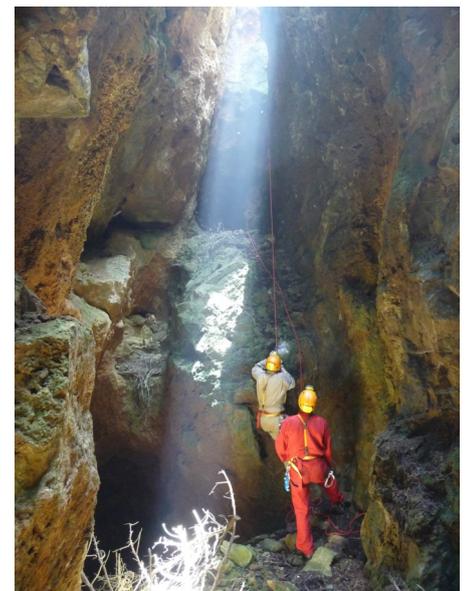
Infolge des Bergbaus gibt es zahlreiche sichtbare Überreste, die der Landschaft oberflächlich ein besonderes Aussehen verleihen: Hier ist das Pinginfeld zu nennen, eine "Mondlandschaft", die typisch für einen oberflächennahen Schachtabbau ist. Weiterhin finden wir unterirdische Strukturen wie Schächte (vertikale Strukturen) sowie Strecken und Abbaukammern (horizontale Strukturen). Erwähnenswert sind auch die linearen Strukturen an der Oberfläche: Abgebaute Erdspalten (Karren), Weitungen (d.h. anthropogen verbreitete Erdspalten) sowie Tagesbrüche.

Schließlich sind auch die verschiedenen Halden im Gelände sehr charakteristisch: Je nach Konsistenz und Größe des jeweils in einem bestimmten Arbeitsschritt angefallenen Materials können diese in Abraum-, Poch-, Wasch- und Schlackenhalde unterschieden werden.

Hinzu kommen die in der Landschaft verstreut anzutreffenden unterschiedlichen Infrastrukturüberreste der jeweiligen Gruben: Dazu zählen Gebäude unterschiedlicher Funktion (Büro, Kaue, Pumpenhaus...), eine erhaltene Waschanlagen, ein Pulvermagazin sowie Maschinenräume, Wasserleitungen usw.



Übersichtskarte des von 2014 bis 2016 archäologisch untersuchten Areals (© DAI, Madrid)



*Verschiedene Ansichten des Untersuchungsgebiets, über- und untertage. Abbauspuren und Bergbaurelikte verschiedener Perioden. (© DAI, Madrid)*

*Ansichten der sowie unter- als auch übertage untersuchten Abbauspuren und Bergbaurelikte verschiedener Zeitperioden (© DAI, Madrid)*

# Der Arbeitsprozess im Bergbau: Die verwendeten Strukturen und Werkzeuge und deren archäologischen Hinterlassenschaften

Sichtbare Strukturen	Archäologische Überreste
<b>3. Metallgewinnung (Metallurgie)</b>	
Reduktive Schmelze	Schmelzofen
	Schmelzofen, Schlackenfund
Kupellation	Tiegel / Kupelle
	Tiegel / Kupelle
	Bleigätte-, Silbermetallfunde
Oxidative Schmelze	Schmelzofen
	Werkblei / Bleimetall

Sichtbare Strukturen	Archäologische Überreste
<b>4. Metallhandel / Transport zur Gießerei</b>	
Diverse Infrastruktur	Unterschiedliche Gebäude und Lagerräume
	Verschiffungsanlagen
Tiegel und Gußformen	Tiegel und Gußformen
	Gußreste
	Bleibaren sowie fertig- und Halbprodukte

Sichtbare Strukturen	Archäologische Überreste
<b>2. Erzaufbereitung, -anreicherung</b>	
Pocharbeit / Mahlarbeit	Maschinengebäude, Pochanlage
	Werkzeuge (Amboß, Schlegel,...)
	Mühlen (Reibmühlen, Rotationsmühlen, Mörser,...)
	morters i maces
	Pochhalden
Wascharbeit	Waschanlage / Siebe
	Siebe, Waschanlagen
	Washalden
	Washalden

Sichtbare Strukturen	Archäologische Überreste
<b>1. Erzgewinnung / Erzabbau</b>	
Tagebau	Abbauspuren an den Stößen (etwa Bohrpfählen, Feuersetzungsspuren....)
	Bergbauwerkzeug aus Stein oder Eisen (Hammer, Meißel, Schlegel, Keilhaue...)
	Abraumhalde
Abbau untertage	Abraumhalde
	Strecken
	Abbaukammern
	Schächte
	Abraumhalden
	Abraumhalden
	Weitungen
	Tagesbrüche

2.

1.

4.

3.

## Bibliographie

Zum Puig de s'Argentera:

Enciclopèdia d'Eivissa i Formentera (EEF) sv. *Argentera i galena*

L. Jordá Bordehore, M. H. Hermanns, R. Jordá Bordehore, Apuntes para el conocimiento histórico de las minas de plomo argentífero de S'Argentera (Ibiza) en los siglos XIX y XX, *De Re Metalica* 73, 2011, 1–12.

M. H. Hermanns, Forschungsperspektiven der Montanarchäologie auf den Balearen: Antike Blei- und Silbergewinnung auf Ibiza, *Madriдер Mitteilungen* 54, 2013 (2014), 243–275.

M. H. Hermanns, M. Prange, Ü. Yalçın, Estudi arqueologicominer de la zona minera de s'Argentera: resultats de la campanya 2010. Consell d'Eivissa (Hrsg.), *Quaderns d'Arqueologia Ebusitana* 3, *Intervencions 2010* (Eivissa 6457) 123–139.

M. H. Hermanns, La zona minera de s'Argentera, Isla de Ibiza (Islas Baleares), in: L. Arboledas Martínez, F. Contreras Cortés, A. Moreno Onorato (Hrsg.), *Los paisajes mineros de la Península Ibérica: La minería metálica en la Antigüedad*, Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada 24, 2014, 301–318.

M. H. Hermanns, Las minas de s'Argentera: explotación de galena de época prerromana en Ibiza. *Phicaria III. Encuentros internacionales del Mediterráneo*. Minería y Metalurgia en el Mediterráneo y su periferia oceánica (Murcia 2015) 266–278.

Zur Bleikiste:

M. H. Hermanns, J. Ramon Torres, Eine Bleikiste aus einem spätrömischen Schiffsfund bei Formentera (Spanien), *Archäologisches Korrespondenzblatt* 94.0, 2008, 551–558.

Zum Bleibarren aus der Cala d'en Ferrer:

M. H. Hermanns, Bleibarrenfund vor der Nordwestküste von Ibiza (Balearen, Spanien). Überlegungen zum Bleihandel in vorrömischer Zeit, *Madriдер Mitteilungen* 51, 2010, 184–221.

M. H. Hermanns, Prospecció arqueològica submarina a la Cala d'en Ferrer (Sant Miquel de Balansat). Consell d'Eivissa (Hrsg.), *Quaderns d'Arqueologia Ebusitana* 1, *Intervencions 2008* (Eivissa 644<sup>3</sup>) 123–127.

## Ausstellungskurator:

**Marcus Heinrich Hermanns**



G CONSELLERIA  
O CULTURA,  
I PARTICIPACIÓ  
B I ESPORTS



### Danksagung:

Das Forschungsprojekt von s'Argentera wurde in Zusammenarbeit des Deutschen Archäologischen Instituts (DAI), Abteilung Madrid und des Deutschen Bergbau-Museums in Bochum, und mit freundlicher Unterstützung der Fritz Thyssen Stiftung, dem DAI, dem Consell d'Eivissa und dem Ajuntament de Santa Eulària des Riu durchgeführt.



Deutsches Archäologisches Institut  
Abteilung Madrid



Fritz Thyssen Stiftung  
für Wissenschaftsförderung

