

Martina Renzi – Michael Bode – Dirce Marzoli
in Zusammenarbeit mit
Pedro Aguayo de Hoyos – César León Martín – Francisco Rodríguez
Vinceiro – Gerardo Sierra de Cózar – José Suárez Padilla – Antonio
Uriarte González

AUSBEUTUNG VON BERGBAURESSOURCEN IM UMLAND VON LOS CASTILLEJOS DE ALCORRÍN (MANILVA, MÁLAGA) (ENDE 9. UND 8. JH. V. CHR.). EIN VORBERICHT

1 Vorspann

Zu den von der Madrider Abteilung des DAI in Kooperation mit dem Centro de Estudios Fenicios y Púnicos (Madrid) geleiteten Forschungen in Los Castillejos de Alcorrín (Manilva, Málaga¹) (Abb. 1), einer über 12 ha großen befestigten Siedlung der einheimischen Elite, die in Zusammenhang mit dem Beginn der phönizischen Kolonisation im Süden der Iberischen Halbinsel, am Ende des 9. Jhs. v. Chr. ex novo gegründet und am Ende des 8. Jhs. v. Chr. verlassen wurde, sind bereits mehrere Aufsätze publiziert worden, so dass hier nicht näher auf die bisherigen Ergebnisse eingegangen, sondern auf die Literatur verwiesen wird². Zu den bisherigen Publikationen gehört auch ein Aufsatz über die erste Phase archäometallurgischer

*** Die Leitung des hier vorgestellten Forschungsprojektes liegt bei D. Marzoli. Die Finanzierung der Prospektion, die im Mai 2013 stattfand, und der naturwissenschaftlichen Materialstudien erfolgte über den wissenschaftlichen Haushalt der Madrider Abteilung des DAI. Für die Förderung sei auch an dieser Stelle der Präsidentin des DAI, Friederike Fless, und der Zentralkommission des DAI gedankt.

Die drei Hauptautoren sind den Koautoren für die Zusammenarbeit bei der Verfassung dieses Aufsatzes verbunden, konkret José Suárez Padilla und César León Martín für die Informationen zu den archäologischen Fundstätten im Umfeld der Minen im Hinterland von Alcorrín, Pedro Aguayo de Hoyos für die Angaben zu den metallurgischen Funden von Ronda und Acinipo und die Übergabe von Proben aus diesen Siedlungen, Gerardo Sierra de Cozar für die Beschreibung der geologischen Gegebenheiten im Arbeitsgebiet, Francisco Rodríguez Vinceiro für die Angaben zu den kupferzeitlichen Bergbau in der Region und Antonio Uriarte González für die Aufarbeitung im GIS der Verbreitung der Fundplätze. José María Tomassetti Guerra (Firma Arqueotectura, Manilva) hat sich durch die Beteiligung an der Prospektion verdient gemacht. Elisa Puch Ramírez (DAI Madrid) ist die Überarbeitung der graphischen Teile des Aufsatzes zu verdanken, María Díaz Teijeiro (DAI Madrid) und Catherina Jones (München) die Übersetzungen der Zusammenfassung. Hanna Schneider (DAI Madrid) sind die AutorInnen für die gute und geduldige redaktionelle Betreuung dieser Publikation zu besonderem Dank verpflichtet.

¹ Im Folgenden wird die abgekürzte Fassung des Namens Alcorrín benutzt.

² Marzoli 2012a; Marzoli u. a. 2009; Marzoli u. a. 2010; Suárez Padilla – Marzoli 2013; Marzoli u. a. 2014; Marzoli u. a. (im Druck a); Marzoli u. a. (im Druck b); Marzoli u. a. (im Druck c); Marzoli u. a. (im Druck d); Marzoli u. a. (im Druck e). s. auch Suárez Padilla 2006.

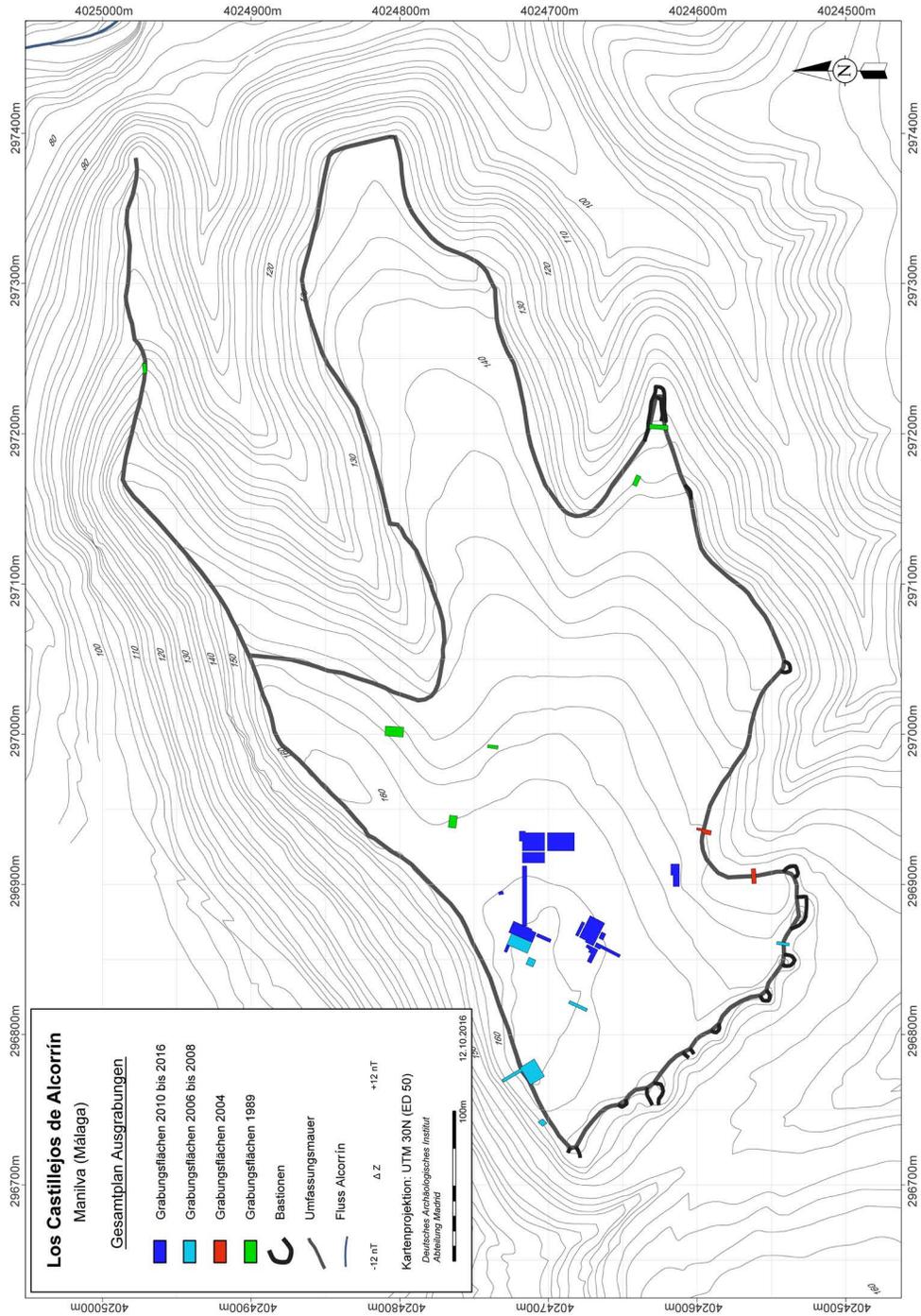


Abb. 1 Endbronze/früheisenzeitliche Festung Los Castillejos de Alcorrín (Manilva, Málaga) mit der Eintragung der bisherigen Ausgrabungen (Stand September 2016).

Untersuchungen, die sich mit den Eisenschlacken beschäftigten, die in Alcorrín in Kontexten des frühen 8. Jhs. v. Chr. gefunden wurden³. Die Ergebnisse jener Untersuchungen waren in mehrfacher Hinsicht bemerkenswert. Sie belegten einen der ältesten Befunde von Eisenverarbeitung Südwesteuropas und stellten technische Besonderheiten fest, die auf phönizische Einflüsse zurückgeführt werden können. Zudem machte die mineralogische Zusammensetzung der Schlacken eine regionale Herkunft des Rohstoffes wahrscheinlich. Damit zeichnete sich die Rolle von Alcorrín bei der Kontrolle der Lagerstätten, der Beschaffung und des Transports von Eisenerzen sowie deren für die Zeit und die Region bahnbrechenden Verarbeitung ab. Auch deutete sich eine aktive Beteiligung der lokalen Elite an den komplexen wirtschaftlichen Prozessen der westphönizischen Kolonisation an. Diese Indizien, die sich durch neue Schlackenfunde bei den Ausgrabungen der Jahre 2014 und 2016 vermehrten (Abb. 2), weiter zu verfolgen und den Versuch der Lokalisierung der ausgebeuteten Lagerstätten zu unternehmen, war das neue Forschungsziel, für das die archäometallurgischen Untersuchungen geographisch und methodisch ausgeweitet wurden. Wir betraten damit ein Neuland, denn vergleichbare Untersuchungen gab es in der Region bisher nicht.

In bewährter Zusammenarbeit mit Martina Renzi (damals CSIC Madrid) wurden im Mai 2013 gemeinsam mit einem Team von Archäologen und Landeskundlern Prospektionen durchgeführt, um Abbaugelände zu lokalisieren und Erzproben zu sammeln⁴. Martina Renzi und Michael Bode (Deutsches Bergbau-Museum Bochum)⁵ führten sodann die archäometallurgische Analysen dieses Materials durch. Die Resultate dieser Unternehmung werden hier dargelegt.

Das Projekt fügt sich in den Forschungsplan der Madrider Abteilung, zu dessen übergreifenden Schwerpunkten die diachronische Untersuchung der Nutzung von Erzressourcen gehört. Tatsächlich nimmt sie einen großen Raum ein, der zeitlich die Spanne vom 3. Jahrtausend v. Chr. bis in das 3. Jh. n. Chr. umfasst, geographisch mit den Grabungen und Forschungen in Zambujal (Torres Vedras, Portugal) und seinem Einzugsgebiet in der portugiesischen Estremadura über Tharsis (Huelva) und Ayamonte (Huelva), Munigua (Sevilla) bis nach Ibiza (Balearn) und Mogador (Essaouira, Marokko) reicht und ältere Projekte wie die bronzezeitlichen Fuente Álamo und El Argar (Almería) sowie Morro de Mezquitilla und Toscanos (Málaga) sowie Tres Minas (Portugal) mit einbezieht⁶. In der abteilungsübergreifenden Forschung finden die Untersuchungen Niederschlag in dem von Ricardo Eichmann, Svend Hansen und Christof Schuler geleitetem DAI-Cluster 2 »Innovation: technisch, sozial«.

³ Renzi u. a. 2014.

⁴ Die Beschreibung des Vorhabens und der erste Arbeitsbericht der Prospektionskampagne ist zu finden bei Marzoli 2012b.

⁵ Zwischen dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum und der Madrider Abteilung des Deutschen Archäologischen Instituts besteht seit vielen Jahren eine enge und erfolgreiche Kooperation. Auch an dieser Stelle möchten wir der Leitung und dem Team des Museums und im besonderen Maße Th. Stöllner und A. Hauptmann für die vielfältige Unterstützung bestens danken. Ebenso hervorzuheben ist die langjährige erfolgreiche Zusammenarbeit der Madrider Abteilung des DAI mit dem Centro de Ciencias Humanas y Sociales des Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) Madrid und der dort von I. Montero, davor von S. Rovira geleiteten archäometallurgischen Abteilung.

⁶ s. Forschungsplan der Abteilung Madrid, s. die laufend aktualisierten DAI-e-Jahresberichte: <<https://www.dainst.org/publikationen/e-publikationen/e-jahresberichte>> (12.10.2016).



Abb. 2 Verteilung der Schlackenfunde in Los Castillejos de Alcorrín. Bestand der Untersuchung dieses Artikels sind die Funde aus den Jahren 2004 und 2014. Die Neufunde der Kampagne des Jahres 2016 sind noch nicht analysiert.

2 Einleitung

Die Analysen der Schlacken, die in Alcorrín in Schichten des 8. Jhs. v. Chr. zum Vorschein kamen, ergaben komplexe Mineralparagenesen, die insbesondere Eisen-Nickel-Arsenid-Einschlüsse mit Anteilen von Kupfer und mitunter zusätzlich Chrom, Kobalt, Mangan sowie Antimon enthalten⁷. Insgesamt zeigt sich die Nutzung einer polymetallischen Vergesellschaftung aus oxidischen und sulfidischen Erzen. Der hohe Anteil an Arsen und Nickel ist für antike ausgebeutete Eisenmineralisierungen sonst nicht üblich. Vorwiegend wurden nämlich Eisenoxide und -hydroxide wie Hämatit, Goethit und Limonit genutzt, also häufige Erzminerale des Eisernen Huts. Das Vorhandensein von Arsen und Nickel zusammen mit kleineren Mengen oder Spuren anderer Elemente, wie Chrom und Kobalt, ist also als ein besonderes Merkmal der Erzressourcen, die in Alcorrín genutzt wurden.

Die Region um Alcorrín im spanischen Hinterland der Meerenge von Gibraltar, hat eine lange Bergbautradition. Etwa 15 km von der Festung entfernt befindet sich die Sierra Bermeja, ein Ausläufer der Serranía de Ronda⁸, die reiche polymetallische Vererzungen aufweist, in denen sowohl Eisen- als auch Kupfer-, Arsen-, Chrom- und Silbererze häufig vorkommen⁹. Auch in der Sierra Molina und der Sierra Crestellina, die im Nordwesten an die Sierra Bermeja anschließen und wie ein Bogen den Nordhorizont von Alcorrín zeichnen, sind – allerdings in deutlich geringerem Ausmaß – Eisen-, Blei- und Kupfermineralisierungen vorhanden. Diese in der Antike durchaus nutzbaren Lagerstätten sind archäologisch noch nicht erforscht. Ihre Erschließung ist erst ab dem Ende des 18. Jhs. und hauptsächlich für das 19. Jh. gut dokumentiert¹⁰.

3 Herangehensweise

Es ging bei dem Forschungsunternehmen vor allem darum, Erkenntnisse über das Ausmaß des Bergbaus auf Eisenerz in der Umgebung von Alcorrín zu gewinnen. Nach Möglichkeit wurden bei den Prospektionen deshalb Erzlagerstätten beprobt, die sowohl wegen ihrer geographischen Lage als auch ihrer geochemischen Charakteristika mit der Metallurgie von Alcorrín in Verbindung gebracht werden können. Der Fokus lag auf der Serranía de Ronda, unter besonderer Berücksichtigung der südlichen Abschnitte mit den Piedmontflächen der Sierra Bermeja und Sierra Blanca am mediterranen Küstenstreifen zwischen den Mündungen des Río Guadiaro¹¹ im Westen und des Río Real im Osten¹².

Das gesamte Gebiet weist ein hohes geologisches und bergmännisches Potential auf. Besonders die Peridotite von Alpujárride können arsen- und nickelreiche Eisenmineralisierungen und außerdem Chrom und Kobalt in signifikanten Mengen aufweisen. Aber auch in anderen Einheiten, die mit den Peridotitgesteinen in Verbindung stehen (Alpujárrides oder

⁷ Renzi u. a. 2014.

⁸ »Sierra« bedeutet Gebirge, »Serranía« bedeutet Bergland.

⁹ Mapa Metalogénico de España (IGME), 1 : 200.000. Blatt Nr. 87, Algeciras (Madrid 1975).

¹⁰ Romero Silva 2003, 57.

¹¹ Marzoli u. a. 2014.

¹² Das Gebiet entspricht im Südosten der spanischen Autonomen Region Andalusien dem westlichen Teil der Provinz Málaga an der Grenze zur Provinz Cádiz.

Rondades), befinden sich Zonen, die reich an chemischen Elementen sind, die für Peridotite charakteristisch sind.

Die Proben wurden innerhalb eines Radius von etwa 55 km um Alcorrín entnommen und zwar im Bereich historischer Erschließungsareale. Die Auswertung von Grundlagenwerken wie die *Estadística Minera de España* (Bergbaustatistik Spaniens) (1861–2008), *Boletín Oficial de Minas* (Gesetzblatt über Bergwerke) (1844/1845, 1917–1937), *Catastro Minero* (Bergbaukataster) und *Mapas Metalogenéticos* des Instituto Geológico Minero (Metallogenetische Karten des Nationalen Bergbauinstituts Spaniens), außerdem der *Catálogo de Cartografía Histórica de la Provincia de Málaga* (Katalog der historischen Kartographie der Provinz Málaga)¹³ und die nationalen Topographischen Karten Spaniens im Maßstab von 1 : 50.000 und 1 : 25.000 dienten der Vorbereitung der Prospektionskampagne. Bedeutende Informationen erbrachten zudem die Werke von Tomás González¹⁴, Pascual Madoz¹⁵, Guillermo Bowles¹⁶ und Moritz Willkomm¹⁷. Für spezifisch regionale Fragestellungen wurde auf die Publikationen von Cristóbal de Medina Conde¹⁸, Simón de Rojas Clemente y Rubio¹⁹, Antonio Álvarez de Linera²⁰, Juan José Moreti²¹, José Bisso²², Juan María de Rivera y Pizarro²³ und Domingo de Orueta y Duarte²⁴ zurückgegriffen. In all diesen Werken stehen die Produktivität und Wirtschaftlichkeit der Bergbaugruben im Mittelpunkt, daher finden kleinere Erzvorkommen, die in frühen Zeiten ausgebeutet worden sein könnten, keinerlei Berücksichtigung. Von uns wurden aber auch solche Vererzungszonen untersucht, die nirgendwo erwähnt sind, jedoch ihrer Zusammensetzung nach mit den Metallfunden von Alcorrín verglichen werden sollten.

Insgesamt wurden für die Untersuchung dreizehn Bergbaureviere ausgewählt, die verteilt auf einer Fläche von ca. 1.370 km² zwischen 10 und 55 km entfernt von Alcorrín liegen (Abb. 3).

Nach Möglichkeit stammen die Erzproben aus dem Innern der Bergwerke. Wenn das entsprechende Bergwerk aber erschöpft war, wurde versucht, die Abraumhalden zu lokalisieren und die Proben von dort oder aus der nächsten Umgebung zu sammeln.

Tab. 1 zeigt eine Zusammenstellung der erforschten Bergwerke (UTM-Abbildung 30 Norden, Europäisches Datum 1950), Höhe (entnommen aus dem digitalen Höhenmodell SRTM)²⁵ und Entfernung zu Alcorrín (berechnet mittels ArcGIS 10 und »Point Distance«).

¹³ *Catálogo de Cartografía Histórica de la Provincia de Málaga*, Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, Concejería de Economía y Conocimiento, Junta de Andalucía, Sevilla.

¹⁴ González 1832. Hier sind die im 16.–18. Jh. königlichen Bergbauzulassungen nach Gemeinden geordnet aufgeführt.

¹⁵ Madoz 1845–1850 enthält eine Zusammenstellung der wichtigsten wirtschaftlichen Ressourcen der verschiedenen Gemeinden der Mitte des 19. Jhs.

¹⁶ Bowles 1789.

¹⁷ Willkomm 1852.

¹⁸ Medina Conde 1981.

¹⁹ De Rojas Clemente y Rubio 2002.

²⁰ Álvarez de Linera 1851; Álvarez de Linera 1852.

²¹ Moreti 1867.

²² Bisso 1869.

²³ Rivera y Pizarro 1873.

²⁴ Orueta 1917; Orueta 1919.

²⁵ Jarvis u. a. 2008.

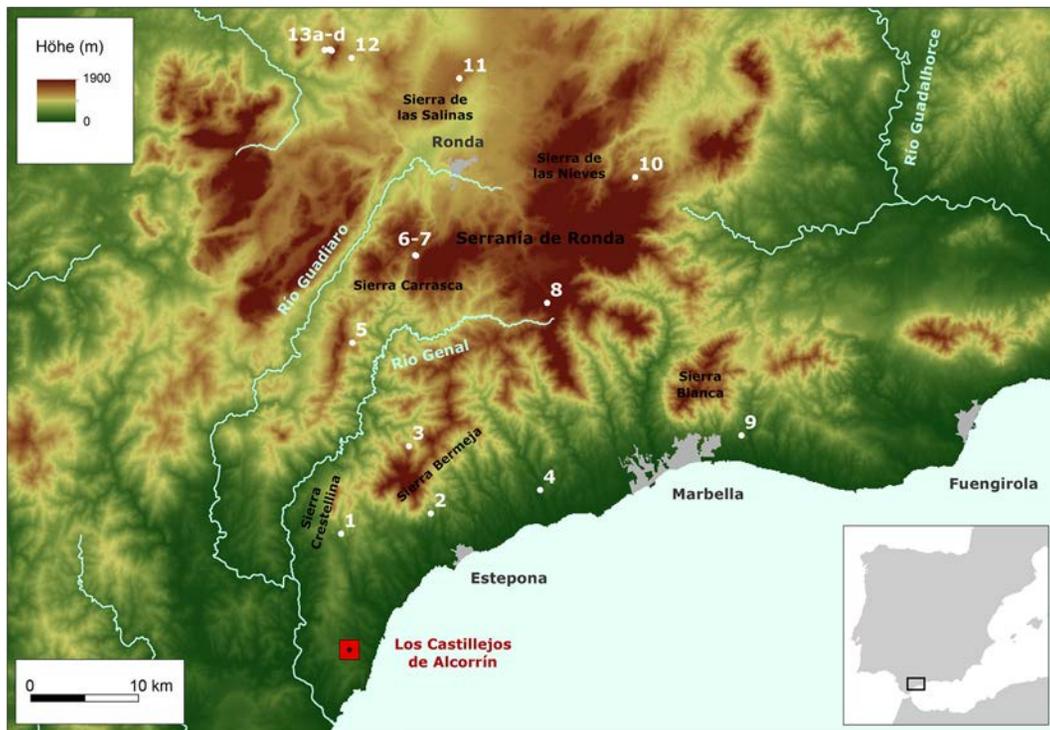


Abb. 3 Arbeitsgebiet mit der Verbreitung der untersuchten Erzlagerstätten und Minen im Umfeld von Los Castillejos de Alcorrín (Manilva, Málaga). 1 Mine von Albarrán; 2 Mine von Cobatillas; 3 Mine von San Pedro; 4 Mine von Cardenillo; 5 Mine von Horadada; 6 Fundplatz Los Perdigones; 7 Fundplatz Encinas Borrachas; 8 Mine von Robledal; 9 Mine von Cerro Torrón; 10 Mine von Los Sauches; 11 Mine des Cerro de la Salinas; 12 Fundplatz Montecortillo; 13 Minen von Las Escaurías a) Areal des Reduktionsofens; b) Mine 1; c) Mine 2; d) Mine 3.

4 Analyseverfahren

Mittels Röntgendiffraktometrie (XRD) wurden die in den Probenmaterialien vorhandenen Erz- bzw. Schlackenminerale sowie Reste des Gang- und Nebengesteins identifiziert (PANalytical Typ X'Pert PRO MPD). Die Analyse und Interpretation führte Dirk Kirchner im Forschungsbereich Materialkunde des Deutschen Bergbau-Museums Bochum durch²⁶. Die Mineralparagenesen der Erzproben sind in Tab. 2 zusammengestellt, die der Schlacken und archäologischen Erzfunde in Tab. 3.

Im selben Labor wurde auch die chemische Zusammensetzung der archäologischen und geologischen Proben bestimmt (Element XR, Thermo Fisher Scientific) (Tab. 4–7). Die Aufbereitung der Proben für die Analyse führte Wolfgang Steger durch, die chemischen Analysen Michael Bode. Für die Bleisotopenbestimmung wurde das Blei von bleiarmeren Proben (< ca. 0,1 % Pb), insbesondere den Eisenerzen, chromatographisch von der Probenmatrix isoliert. Die Aufschlusslösungen der bleireichen Proben konnten direkt verwendet werden. Die Iso-

²⁶ Vgl. Renzi u. a. 2014.

Id.	Bezeichnung	X	Y	Höhe [m]	Entfernung [km]
1	Bergwerk von Albarrán	296,185	4,035,415	267	10,74
2	Bergwerk von Cobatillas	304,587	4,037,283	243	14,71
3	Bergwerk von San Pedro	302,55	4,043,509	801	19,62
4	Bergwerk von Cardenillo	314,809	4,039,464	38	23,16
5	Bergwerk von La Horadada	297,235	4,052,974	707	28,27
6	Fundort Los Perdigones	303,209	4,061,021	1020	36,85
7	Fundort Encinas Borrachas	303,114	4,061,059	1003	36,87
8	Bergwerk von Robledal	315,458	4,056,648	1274	36,91
9	Bergwerk von Cerro Torrón	333,624	4,044,503	208	41,67
10	Bergwerke von Los Sauces	323,689	4,068,279	903	51,12
11	Bergwerk von Cerro de las Salinas	307,245	4,077,409	872	53,70
12	Fundort Montecortillo	297,168	4,079,300	675	54,59
13a	Bergwerk von Escaurías, Ofenzone	294,643	4,080,017	731	55,36
13b	Bergwerke von Escaurías, Bergwerk 1	295,086	4,080,075	825	55,40
13c	Bergwerk von Escaurías, Bergwerk 2	295,229	4,080,038	861	55,36
13d	Bergwerk von Escaurías, Bergwerk 3	295,304	4,079,956	899	55,28

Tab. 1 Zusammenfassung der in dieser Studie eingebundenen Bergbaugruben mit ihren entsprechenden UTM-Koordinaten, Höhe und Entfernung von Los Castillejos de Alcorrín, geordnet von geringe bis große Entfernung.

topenverhältnismessungen wurden von Sabine Klein an der Goethe-Universität Frankfurt am Main, Institut für Geowissenschaften durchgeführt (Neptune, Thermo Fisher Scientific)²⁷.

5 Geologie des Untersuchungsgebietes im Überblick

Die Serranía de Ronda bildet den westlichen Ausläufer der Betischen Kordillere (Cordillera Bética). Man unterscheidet eine äußere von einer inneren Zone. In ersterer treten relativ junge Sedimentgesteine zutage (ab der Trias), in der anderen kommen vor allem ältere sedimentäre oder magmatische Gesteine vor. Die äußere Zone besteht aus Sedimenten, die auf das sogenannte Iberische Gebirge, das das Vorland der Gebirgskette bildet, abgelagert worden sind. Die innere Zone besteht aus Teilen des Mikrokontinentes von Alborán. Die »Falla Genal-Turón« trennt die beiden strukturell, sowie lithologisch und auch in der tektonischen Beanspruchung unterschiedlichen Zonen²⁸.

Zusammenfassend werden im Folgenden die geologischen Einheiten beschrieben, in denen sich die Erzkvorkommen bildeten, die für unsere Untersuchung ausschlaggebend waren (Abb. 4).

²⁷ Für eine ausführlichere Beschreibung der eingesetzten Verfahren s. Klein u. a. 2009.

²⁸ Orueta 1917, 482.

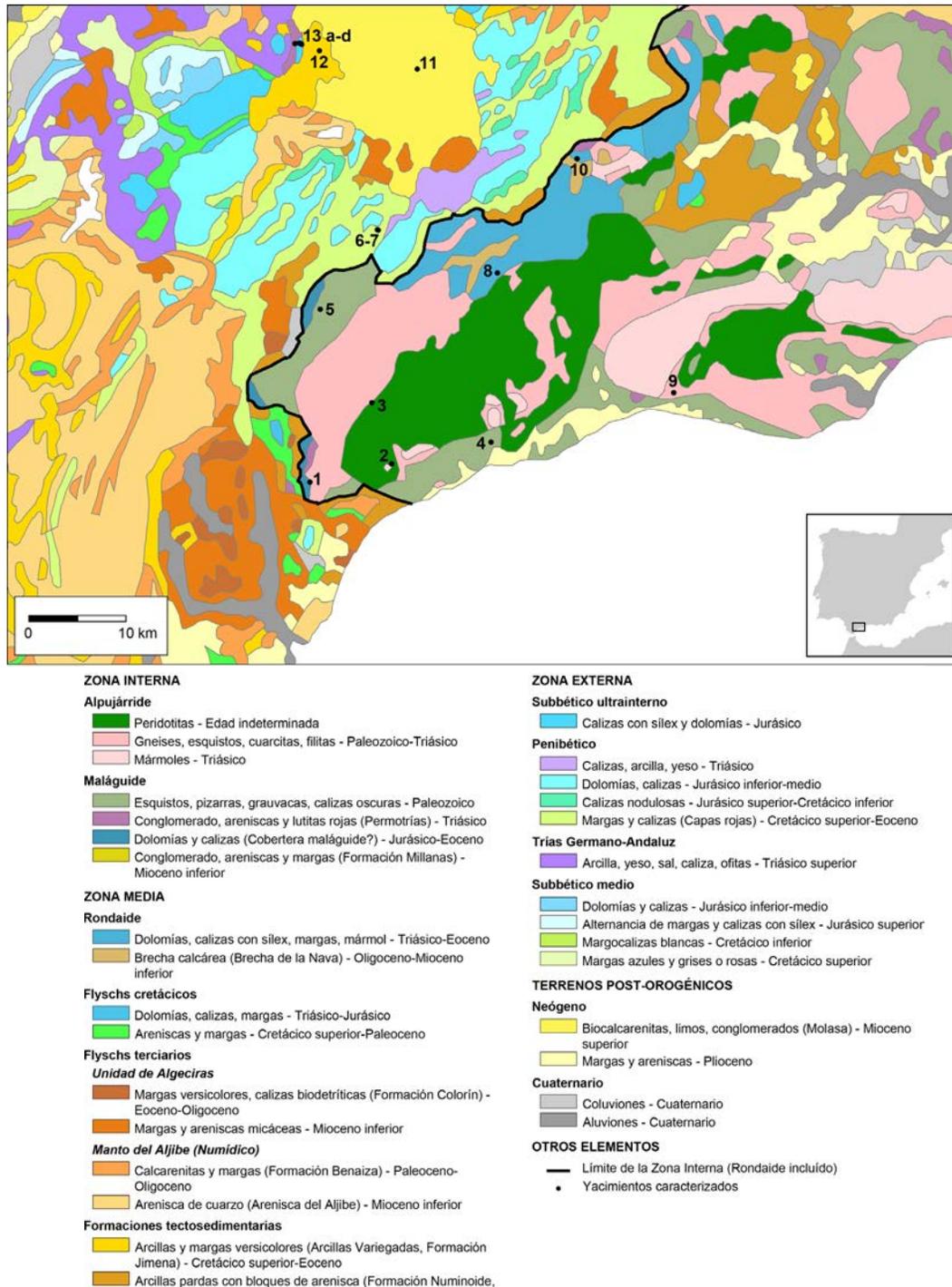


Abb. 4 Geologische Einheiten im Arbeitsgebiet mit Eintragung der behandelten Fundplätze. 1 Mine von Albarrán; 2 Mine von Cobatillas; 3 Mine von San Pedro; 4 Mine von Cardenillo; 5 Mine von Horadada; 6 Fundplatz Los Perdigones; 7 Fundplatz Encinas Borrachas; 8 Mine von Robledal; 9 Mine von Cerro Torrón; 10 Mine von Los Sauches; 11 Mine des Cerro de la Salinas; 12 Fundplatz Montecortillo; 13 Minen von Las Escaurías a) Areal des Reduktionsofen; b) Mine 1; c) Mine 2; d) Mine 3.

Labor-Nr. DBM	Probenbezeichnung	Mineralbestand (XRD)
4643/13	Albarrán 1	Cerussit, Bleiglanz, Anglesit, Hämatit
4324/11	Albarrán 2	Cerussit, Bleiglanz (Dolomit)
4644/13	Albarrán 3	Cerussit, Bleiglanz, Hämatit
4645/13	Albarrán 4	Cerussit, Bleiglanz, Anglesit, Hämatit
4326/11	Los Sauces 1, Oberfläche	Cerussit, Bleiglanz, Smithsonit
4335/11	Los Sauces 2, Oberfläche	Cerussit, Bleiglanz, Goethit
4671/13	San Pedro 1, Stollen	Chalkopyrit, Goethit (Talk, Klinochlor)
4315/11	San Pedro 2, Stollen	Brochantit (Talk, Rhomboklas)
4325/11	San Pedro 3, Oberfläche	Chalkopyrit, Kubanit, Elyit (Talk)
4338/11	Cardenillo 1, Oberfläche	Chalkopyrit, Brochantit (Quarz, Klinochlor)
4339/11	Cardenillo 2, Stollen	Brochantit (Talk, Hornblende, Serpentin, Chlorit)
4677/13	Cardenillo 3, Stollen	Brochantit, Magnetit (Talk, Vermikulit, Klinochrosotil, Quarz)
4651/13	Cerro de las Salinas 2-1	Bleiglanz, Anglesit, Pyrit, Sphalerit (Gips)
4337/11	Montecortillo	Malachit, Atakamit, Brochantit (Quarz, Dolomit)
4321/11	Las Escaurías 3-1, Stollen	Hämatit, Brochantit, Plumbobarit (Quarz, Fluorit)
4340/11	Las Escaurías 3-2, Oberfläche	Azurit, Bornit, Goethit (Quarz, Dolomit)
4333/11	Las Escaurías 1, Ofenzone	Hämatit (Quarz)
4317/11	Cobatillas 1	Hämatit, Magnetit (Kalzit, Dolomit)
4308/11	Cobatillas 2	Magnetit, Hämatit, Greenalit
4309/11	Cobatillas 3	Magnetit, Greenalit (Fe-Forsterit)
4318/11	La Horadada 1, Halde	Hämatit, Goethit (Quarz, Mg-Kalzit)
4334/11	La Horadada 2, Halde	Hämatit, Siderit, Chalkopyrit (Ankerit, Quarz)
4313/11	Los Perdigones 1	Hämatit (Quarz)
4693/13	Los Perdigones 2	Hämatit (Quarz)
4311/11	Encinas Borrachas 1	Pyrit, Goethit (Gips)
4658/13	Encinas Borrachas 2	Pyrit, Goethit
4659/13	Encinas Borrachas 3	Goethit
4314/11	Robledal 1, Halde	Magnetit, Greenalith (Hydrotalkit)
4695/13	Robledal 2-1, Halde	Magnetit, Hämatit (Klinochlor)
4694/13	Robledal 2-2, Halde	Magnetit, Goethit
4316/11	Cerro Torrón 1	Goethit (Quarz)
4320/11	Cerro Torrón 2	Goethit (Quarz)
4655/13	Cerro Torrón 2-2	Goethit (Quarz)
4312/11	Cerro de las Salinas 2-1, Halde	Goethit (Quarz)
4652/13	Cerro de las Salinas 2-2, Halde	Goethit (Quarz)
4653/13	Cerro de las Salinas 2-3, Halde	Goethit (Quarz, Fluorapatit)

Tab. 2 Auflistung der für diese Studie untersuchten Erzproben mit Angabe der Laborinventarnummern des DBM, den Proben- bzw. Lokalisationsbezeichnungen und dem mit XRD ermittelten Mineralbestand. Die Proben sind nach ihrem Typus in drei Gruppen eingeteilt und innerhalb der Gruppen nach der Entfernung der Lokalitäten zu Los Castillejos de Alcorrín. Die Gangart der Erzproben ist in Klammern aufgeführt.

Labor-Nr. DBM	Objektbezeichnung	Herkunft	Typ
4328/11	AC 5000	Acinipo	Schmelzriegelfragment (Pb [Bi])
4344/11	AC 3053	Acinipo	Silberperle
4336/11	140-581/1	Ronda	Bronzeschmelzrest
4341/11	140-581/2	Ronda	Schmelzriegelfragment (Cu [Pb, Sn])
4363/15	Calc 14-P13-004	Los Castillejos de Alcorrín	stabförmiges Objekt (Cu[Sn])
4364/15	Calc 14-P18-010	Los Castillejos de Alcorrín	Schmelztropfen (CuSn)
4365/15	Calc 14-N9-285	Los Castillejos de Alcorrín	Pfriem (CuSn)
4342/11	Calc 10-J25-3	Los Castillejos de Alcorrín	Niete (CuSnPb)
4343/11	Oberflächenfund	Villa Vieja (Casares)	Ärmchenbeil (CuSn)
4306/11	AC 6460-2	Acinipo	Erzstück (Hämatit, Goethit, Quarz)
4307/11	AC 6460-1	Acinipo	Erzstück (Hämatit, Goethit)
4327/11	AC 6428	Acinipo	Erzstück (Hämatit, Kalzit, Magnesit)
4319/11	AC 2696	Acinipo	Erzstück (Pyrit)
4085/14	AC 7362	Acinipo	Hämatitkügelchen ("perdigón")
4086/14	AC 4625	Acinipo	Erzstück (Hämatit, Goethit)
4133/14	Oberflächenfund	Los Castillejos de Alcorrín	Erzstück (Goethit, Quarz, Mikroklin)
4329/11	Calc 12 c-1	Los Castillejos de Alcorrín	Eisenschlacke
4330/11	Calc 12	Los Castillejos de Alcorrín	Eisenschlacke
4331/11	Calc 13 s-1/1	Los Castillejos de Alcorrín	Eisenschlacke
4332/11	Calc 13 s-1/2	Los Castillejos de Alcorrín	Eisenschlacke
4360/15	Calc 14-P13-006	Los Castillejos de Alcorrín	Eisenschlacke
4361/15	Calc 14-P08-012	Los Castillejos de Alcorrín	Eisenschlacke
4362/15	Calc 14-P13-004	Los Castillejos de Alcorrín	spitzer Eisengegenstand

Tab. 3 Auflistung der für diese Studie untersuchten archäologischen Funde mit Angabe der Laborinventarnummern des DBM, den Objektbezeichnungen und der Herkunft sowie dem mit XRD ermittelten Phasenbestand der mineralogischen Proben. Die Proben sind nach ihrem Typus in drei Gruppen eingeteilt. Für die Metallobjekte ist in Klammern die Legierungsart mit angegeben.

Alpujárride-Komplex

Peridotite stellen das herausragende geologische und landschaftliche Merkmal der Serranía de Ronda dar. Ihre Verwitterung führte zu Eisenoxiden, deren Farbe dem wichtigsten Ausbiss den Namen Sierra Bermeja (Rotes Gebirge) verliehen hat²⁹.

Gemäß den petrologischen und geochemischen Eigenschaften handelt es sich um eine Platte oder ein Fragment des subkontinentalen Mantels, der bei seinem Emporsteigen und

²⁹ Tubía u. a. 2005, 19.

Labor-Nr. DBM	Probenbezeichnung/ Herkunft	Na ₂ O	BaO	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	ZnO	K ₂ O	S	Cu	Pb	Summe
4643/13	Albarrán 1	1,84	<0,004	0,06	0,38	2,17	0,08	0,21	0,01	0,005	26,0	0,66	0,21	4,51	Sp.	50,3	86
4324/11	Albarrán 2	0,10	0,04	7,32	0,98	0,32	0,07	10,0	0,05	0,002	10,0	0,54	0,19	1,19	Sp.	50,1	81
4644/13	Albarrán 3	1,79	<0,004	0,05	0,34	1,29	0,06	0,20	0,01	0,001	14,7	0,56	0,19	0,80	Sp.	63,5	84
4645/13	Albarrán 4	1,84	0,01	0,08	0,37	1,50	0,08	0,25	0,02	0,0005	15,1	0,57	0,22	2,80	Sp.	64,3	87
4326/11	Los Sauces 1, Oberfläche	0,07	0,04	0,69	0,05	<0,11	Sp.	0,46	0,002	0,006	9,69	36,5	<0,0005	0,23	Sp.	23,4	71
4335/11	Los Sauces 2, Oberfläche	0,04	0,10	0,03	0,09	<0,11	0,12	0,14	0,003	0,002	21,9	1,95	0,06	0,71	Sp.	60,6	86
4671/13	San Pedro 1, Stollen	0,01	<0,004	13,1	0,41	28,8	Sp.	0,04	0,03	0,01	26,1	Sp.	<0,0005	9,69	10,6	Sp.	89
4315/11	San Pedro 2, Stollen	0,09	0,08	18,6	2,52	46,4	Sp.	0,10	0,02	0,01	15,6	Sp.	0,04	0,39	5,28	Sp.	89
4325/11	San Pedro 3, Oberfläche	0,07	0,08	16,1	0,31	40,6	Sp.	0,04	0,01	0,01	17,5**	0,09	0,05	4,98	10,6	Sp.	73
4338/11	Cardenillo 1, Oberfläche	0,40	0,09	0,57	0,61	13,4	Sp.	0,17	0,03	0,01	15,5**	0,48	0,05	22,2	37,7	Sp.	76
4339/11	Cardenillo 2, Stollen	0,28	0,05	29,8	2,80	42,1	Sp.	1,30	0,14	0,10	8,11	0,24	0,09	<0,013	4,42	Sp.	89
4677/13	Cardenillo 3, Stollen	0,10	0,17	25,8	1,80	41,1	Sp.	1,25	0,11	0,15	7,96	0,78	0,05	0,15	2,55	Sp.	82
4651/13	Cerro de las Salinas 2-1	0,13	0,002	0,10	0,76	7,15	Sp.	1,62	0,04	0,05	13,0	34,7	0,14	27,0	Sp.	5,13	90
4337/11	Montecortillo	0,20	0,10	1,40	0,74	1,34	0,12	3,53	0,03	1,65	0,47	Sp.	0,18	9,41	50,7	Sp.	70
4321/11	Las Escaurías 3-1, Stollen	0,07	3,81	0,03	0,16	6,39	0,13	25,2*	0,004	0,004	39,4	Sp.	0,06	2,57	8,25	1,88	75
4340/11	Las Escaurías 3-2, Oberfläche	13,4	0,15	0,08	1,60	10,2	Sp.	0,11	0,02	0,77	12,4	0,10	0,12	<0,013	32,2	0,40	72
4333/11	Las Escaurías 1, Ofenzone	<0,0015	0,18	0,005	0,29	68,9	0,15	0,09	0,003	0,17	29,5	Sp.	0,06	<0,013	0,06	0,09	100
4317/11	Cobatillas 1	0,17	0,10	2,73	0,25	1,64	Sp.	36,5	0,01	0,11	31,6	Sp.	0,04	<0,013	Sp.	Sp.	73
4308/11	Cobatillas 2	0,06	0,08	2,51	0,47	2,12	Sp.	0,01	0,005	0,06	93,2	Sp.	0,04	<0,013	Sp.	Sp.	99
4309/11	Cobatillas 3	0,10	0,08	17,3	1,11	17,8	Sp.	0,21	0,09	0,23	62,1	Sp.	0,05	<0,013	Sp.	Sp.	99
4318/11	La Horadada 1, Halde	0,55	0,05	0,38	2,10	64,7	Sp.	1,83	0,08	0,76	23,6	Sp.	0,52	<0,013	1,34	Sp.	96

Labor-Nr. DBM	Probenbezeichnung/ Herkunft	Na ₂ O	BaO	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	ZnO	K ₂ O	S	Cu	Pb	Summe
4334/11	La Horadada 2, Halde	0,02	0,04	3,68	0,17	2,04	Sp.	4,67	0,003	1,95	50,9*	Sp.	0,04	0,15	0,64	Sp.	64
4313/11	Los Perdigones 1	0,21	0,02	0,16	2,77	10,2	Sp.	0,21	0,18	0,23	83,8	Sp.	0,22	<0,013	Sp.	Sp.	98
4693/13	Los Perdigones 2	0,01	0,01	0,07	5,00	10,7	Sp.	0,13	0,50	0,13	80,6	Sp.	0,10	<0,013	Sp.	Sp.	97
4311/11	Encinas Borrachas 1	0,14	0,26	0,22	0,29	1,31	Sp.	0,24	0,01	0,002	57,5**	Sp.	0,10	23,8	Sp.	Sp.	84
4658/13	Encinas Borrachas 2	0,02	0,06	0,36	0,06	1,50	Sp.	0,13	0,003	0,01	52,6**	Sp.	<0,0005	20,7	Sp.	Sp.	75
4659/13	Encinas Borrachas 3	0,02	0,01	0,54	2,43	6,71	0,31	0,53	0,08	0,03	75,4	0,10	0,35	<0,013	Sp.	Sp.	87
4314/11	Robledal 1, Halde	0,13	0,02	9,30	0,97	3,22	Sp.	0,21	0,02	0,09	85,6	Sp.	0,03	<0,013	Sp.	Sp.	100
4695/13	Robledal 2-1, Halde	<0,0015	<0,004	1,87	1,78	1,37	0,10	0,06	0,70	0,06	92,2	Sp.	<0,0005	<0,013	Sp.	Sp.	98
4694/13	Robledal 2-2, Halde	<0,0015	<0,004	4,10	1,00	0,90	Sp.	0,03	0,13	0,09	94,1	Sp.	<0,0005	<0,013	Sp.	Sp.	100
4316/11	Cerro Torrón 1	0,16	0,03	0,23	3,36	22,9	Sp.	4,59	0,24	0,03	50,3	Sp.	0,36	<0,013	1,02	Sp.	83
4320/11	Cerro Torrón 2	0,18	0,23	0,75	0,33	50,1	Sp.	0,17	0,01	0,005	42,0	Sp.	0,05	<0,013	Sp.	Sp.	94
4655/13	Cerro Torrón 2-2	0,03	0,04	0,31	0,83	47,2	Sp.	0,11	0,02	0,08	32,7	Sp.	<0,0005	<0,013	Sp.	Sp.	81
4312/11	Cerro de las Salinas 2-1, Halde	<0,0015	0,01	0,06	0,22	4,09	0,38	0,32	0,02	0,86	80,2	1,88	0,12	<0,013	Sp.	Sp.	88
4652/13	Cerro de las Salinas 2-2, Halde	0,22	0,01	0,27	0,47	32,2	0,17	0,61	0,11	8,55	38,2	0,77	0,37	<0,013	Sp.	Sp.	82
4653/13	Cerro de las Salinas 2-3, Halde	0,76	0,05	0,29	1,67	10,3	16,7	20,4	0,14	0,13	24,8	1,41	0,34	0,12	Sp.	0,10	77

Tab. 4 Zusammenstellung der Haupt- und Nebenelementgehalte der für diese Studie untersuchten Erzproben in Gewichtsprozent (Gew.-%) mit Angabe der Laborinventarnummern des DBM. Die Proben wurden je nach Metalltyp in drei Gruppen eingeteilt, innerhalb der Gruppen entsprechend der Entfernung der Lokalitäten von Los Castillejos de Alcorrín. Die mit »*« bezeichneten Werte sind für Ca als CaF₂ umgerechnet, für Fe nicht als Oxidverbindung berechnet. Für die mit »**« bezeichneten Werte wurde Fe als FeO umgerechnet. Für chemische Elemente, die auch in der Spurenelementtabelle 5 aufgeführt sind, wurden Konzentration unterhalb 0,05 Gew.-% als »Sp.« angegeben.

Lab. DBM	Probenbezeichnung/ Herkunft	Sr	Y	Zr	Ag	Au	Pb	Bi	W	U	Nb	Mo	Cu	Cd	Sn	Sb	Te	V	Cr	Co	Ni	Ga	As	Se	Zn	P
4643/13	Albarrán 1	n.a.	n.a.	n.a.	60	n.a.	Hpt.	8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	<20	n.a.	10	80	<1	n.a.	n.a.	1	35	n.a.	1100	25	5300	330
4324/11	Albarrán 2	400	1	10	60	4	Hpt.	6	1	10	1	15	25	9	<2	50	<1	240	20	0,7	25	8	690	<5	4300	300
4644/13	Albarrán 3	n.a.	n.a.	n.a.	180	n.a.	Hpt.	10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	<20	n.a.	6	60	<1	n.a.	n.a.	0,6	25	n.a.	820	15	4500	240
4645/13	Albarrán 4	n.a.	n.a.	n.a.	70	n.a.	Hpt.	10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	<20	n.a.	25	70	<1	n.a.	n.a.	1	25	n.a.	940	20	4600	360
4326/11	Los Sauces 1, Oberfläche	30	0,2	<1	15	<2	Hpt.	3	1	2	<0,3	10	<20	870	3	8	<1	7	7	0,2	<1	35	1300	<5	Hpt.	160
4335/11	Los Sauces 2, Oberfläche	10	0,3	<1	6	<2	Hpt.	9	<0,5	6	<0,3	15	40	25	<2	15	<1	30	20	0,2	1	55	2500	<5	Hpt.	510
4671/13	San Pedro 1, Stollen	<1	0,7	1	5	3	20	75	<0,5	0,1	<0,3	1	Hpt.	1	65	7	3	15	480	110	430	3	600	140	290	45
4315/11	San Pedro 2, Stollen	1	0,5	<1	30	9	7	0,7	<0,5	0,1	<0,3	<1	Hpt.	1	<2	5	<1	20	940	300	840	2	290	<5	290	30
4325/11	San Pedro 3, Oberfläche	<1	0,1	<1	9	<2	4	2	<0,5	0,1	<0,3	<1	Hpt.	0,8	20	3	<1	3	110	80	220	0,5	180	<5	740	<2
4338/11	Cardenillo 1, Oberfläche	<1	0,6	<1	9	<2	120	1	<0,5	7	<0,3	<1	Hpt.	8	160	4	<1	2	1	30	10	0,5	130	<5	3800	130
4339/11	Cardenillo 2, Stollen	3	3	6	15	3	55	0,2	3	1	<0,3	<1	Hpt.	3	4	5	<1	55	2200	100	1700	3	100	<5	1900	25
4677/13	Cardenillo 3, Stollen	20	3	4	<1	<2	55	<0,2	2	0,6	<0,3	2	Hpt.	15	20	15	5	55	3100	200	2100	3	180	9	6200	95
4651/13	Cerro de las Salinas 2-1	8	0,9	10	<1	<2	Hpt.	2	35	0,4	6	1	<20	10	40	<2	<1	6	10	1	45	1	<5	<5	Hpt.	50
4337/11	Montecortillo	1200	50	6	25	6	210	15	<0,5	5	0,7	230	Hpt.	0,4	2	2	130	40	6	110	30	1	270	<5	65	510
4321/11	Las Escaurías 3-1, Stollen	80	8	<1	10	<2	Hpt.	20	20	4	<0,3	4	Hpt.	0,1	5	560	<1	9	1	<0,04	<1	2	460	<5	300	580
4340/11	Las Escaurías 3-2, Oberfläche	6	55	3	15	6	4000	60	40	5	0,4	10	Hpt.	5	5	55	<1	6	5	3	7	2	75	<5	820	210
4333/11	Las Escaurías 1, Ofenzone	15	5	1	55	20	890	15	190	2	<0,3	5	Hpt.	0,3	20	120	<1	45	8	2	25	3	110	55	150	670
4317/11	Cobaitillas 1	140	3	2	30	5	4	<0,2	1	0,4	<0,3	<1	110	<0,1	20	<2	<1	15	5	200	10	0,7	6	6	210	<2
4308/11	Cobaitillas 2	1	0,3	2	45	45	10	<0,2	85	0,6	0,5	2	25	<0,1	20	2	<1	10	10	210	95	7	6	10	60	<2
4309/11	Cobaitillas 3	7	4	15	25	7	5	<0,2	2	1	2	<1	<20	<0,1	6	<2	<1	30	15	310	135	20	7	170	95	65
4318/11	La Horadada 1, Halde	650	110	200	15	3	15	<0,2	1	1	9	15	Hpt.	0,3	<2	<2	<1	330	140	300	95	3	7	<5	15	30
4334/11	La Horadada 2, Halde	55	10	<1	10	2	8	<0,2	<0,5	0,1	<0,3	<1	Hpt.	<0,1	8	2	<1	8	1	4	20	0,2	25	<5	100	<2

Lab. DBM	Probenbezeichnung/ Herkunft	Sr	Y	Zr	Ag	Au	Pb	Bi	W	U	Nb	Mo	Cu	Cd	Sn	Sb	Te	V	Cr	Co	Ni	Ga	As	Sc	Zn	P
4313/11	Los Perdigos 1	15	40	75	50	25	200	1	20	15	6	25	20	0,2	<2	15	<1	550	30	35	50	8	45	170	70	180
4693/13	Los Perdigos 2	20	50	130	<1	<2	310	0,5	4	15	10	15	<20	0,4	2	35	3	1000	190	20	25	20	100	<5	20	70
4311/11	Encinas Borrachas 1	10	5	3	10	5	25	<0,2	<0,5	1	0,4	30	50	0,6	<2	15	<1	50	20	60	910	2	65	30	350	210
4658/13	Encinas Borrachas 2	8	0,2	<1	15	<2	50	<0,2	<0,5	0,4	<0,3	40	<20	0,8	<2	35	4	25	20	130	1500	0,7	130	9	45	130
4659/13	Encinas Borrachas 3	10	20	15	<1	<2	15	<0,2	<0,5	8	<0,3	15	140	3	<2	15	3	220	20	35	560	6	45	6	790	1400
4314/11	Robledal 1, Halde	6	0,3	6	40	9	4	<0,2	2	1	0,7	2	120	<0,1	320	<2	<1	9	6	190	900	9	20	65	85	35
4695/13	Robledal 2-1, Halde	15	6	30	<1	<2	35	<0,2	<0,5	1	3	1	200	0,2	60	<2	2	720	65	100	680	55	6	5	70	430
4694/13	Robledal 2-2, Halde	<1	25	40	<1	<2	20	<0,2	4	2	5	<1	70	0,2	1000	<2	2	190	15	250	1500	15	<5	<5	75	70
4316/11	Cerro Torrón 1	70	20	50	25	6	10	6	0,5	1	5	2	Hpt.	0,1	20	<2	2	750	65	760	65	25	20	<5	40	160
4320/11	Cerro Torrón 2	20	0,4	<1	25	5	7	<0,2	0,6	0,5	<0,3	<1	<20	<0,1	<2	9	<1	85	1400	90	5100	0,4	95	50	40	100
4655/13	Cerro Torrón 2-2	15	1	<1	<1	<2	45	<0,2	3	0,1	<0,3	<1	<20	<0,1	2	260	3	20	2000	45	3000	1	830	<5	90	20
4312/11	Cerro de las Salinas 2-1, Halde	100	3	2	25	6	180	<0,2	<0,5	2	0,3	65	<20	2	<2	3	<1	20	25	10	45	1	85	<5	Hpt. 1600	
4652/13	Cerro de las Salinas 2-2, Halde	650	6	15	2	<2	500	0,3	5	0,5	4	10	<20	2	2	10	6	15	25	25	30	2	5	<5	6200	740
4653/13	Cerro de las Salinas 2-3, Halde	1500	25	75	<1	<2	1000	<0,2	4	10	5	1	<20	1	<2	5	3	45	25	2	20	3	6	7	Hpt.	Hpt.

Tab. 5 Zusammenstellung der Spurenelementgehalte der für diese Studie untersuchten Erzproben in ppm (µg/g) mit Angabe der Laborinventarnummern des DBM. Die Proben wurden je nach Metalltyp in drei Gruppen eingeteilt, innerhalb der Gruppen entsprechend der Entfernung der Lokalitäten von Los Castillejos de Alcorrín. Für chemische Elemente, die auch in der Haupt- und Nebenelementtabelle 4 aufgeführt sind, wurden Konzentration oberhalb 0,05 Gew.-% als »Hpt.« angegeben.

Labor-Nr. DBM	Herkunft	Objekt	Na ₂ O	BaO	MgO	Al ₂ O ₃	K ₂ O	SiO ₂	P ₂ O ₅	CaO	TiO ₂	ZnO	MnO	Fe ₂ O ₃	S	Pb	Cu	Sn	Summe
4328/11	Acinipo	Schmelztiegel (Pb [Bi])	0,80	0,07	1,54	14,1	2,16	59,5	0,84	2,63	0,78	Sp.	0,28	5,87	Sp.	7,14	0,07	Sp.	96
4344/11	Acinipo	Silberperle	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
4336/11	Ronda	Bronzeschmelzrest	0,14	0,02	0,14	1,04	0,16	8,32	0,44	1,04	0,05	Sp.	0,07	3,63	Sp.	0,41	59,9*	10,4	86
4341/11	Ronda	Schmelztiegel (Cu [Pb, Sn])	0,52	0,14	1,08	4,79	1,41	50,0	0,84	4,64	0,27	0,10	0,38	6,01	Sp.	0,77	23,9*	0,20	95
4363/15	Alcorrín	stabförmiges Objekt (Cu[Sn])	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	Sp.	n.a.	n.a.	Sp.	n.a.	0,66**	Sp.	0,07	94,4	1,21	96
4364/15	Alcorrín	Schmelztropfen (CuSn)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,13	n.a.	n.a.	Sp.	n.a.	0,01**	Sp.	6,08	64,4	12,8	83
4365/15	Alcorrín	Pfriem (CuSn)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,39	n.a.	n.a.	Sp.	n.a.	0,18**	0,21	0,09	29,5	11,5	42
4342/11	Alcorrín	Niete (CuSnPb)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	Sp.	n.a.	n.a.	Sp.	n.a.	0,04**	0,52	1,50	84,3	6,04	92
4343/11	Villa Vicja	Ärmchenbeil (CuSn)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	Sp.	n.a.	n.a.	Sp.	n.a.	0,25**	0,20	Sp.	90,3	8,65	99
4306/11	Acinipo	Erzstück (Hämatit, Goethit)	0,14	0,17	0,26	1,36	0,33	6,32	0,36	1,25	0,09	2,49	5,47	76,4	Sp.	1,30	Sp.	Sp.	96
4307/11	Acinipo	Erzstück (Hämatit, Goethit)	0,11	0,35	0,31	0,53	0,13	2,24	0,66	1,34	0,02	2,64	6,26	79,2	Sp.	0,52	Sp.	Sp.	94
4327/11	Acinipo	Erzstück (Hämatit)	<0,0015	<0,003	0,55	0,38	0,12	<0,11	Sp.	0,43	0,01	Sp.	0,02	95,6	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	97
4319/11	Acinipo	Erzstück (Pyrit)	0,16	0,06	0,04	0,22	0,10	0,70	Sp.	0,17	0,01	Sp.	0,002	46,4**	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	97
4085/14	Acinipo	Hämatitkügelchen ("perdigón")	0,04	0,004	0,13	2,62	0,07	3,58	Sp.	0,18	0,10	Sp.	0,18	92,6*	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	100
4086/14	Acinipo	Erzstück (Hämatit, Goethit)	0,04	0,02	0,25	1,39	0,14	2,20	0,37	0,49	0,06	0,49	0,07	88,4*	Sp.	0,12	Sp.	Sp.	94
4133/14	Alcorrín	Erzstück (Goethit)	0,06	0,01	0,31	4,12	0,48	40,8	0,06	0,24	0,25	Sp.	0,13	43,4*	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	90
4329/11	Alcorrín	Eisenschlacke	0,35	0,12	0,75	2,97	0,85	39,4	0,25	6,08	0,20	Sp.	0,22	46,4*	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	98
4330/11	Alcorrín	Eisenschlacke	0,70	0,13	0,96	6,59	1,84	61,8	0,32	4,32	0,42	Sp.	0,13	21,5*	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	99
4331/11	Alcorrín	Eisenschlacke	0,62	0,13	0,54	4,02	0,58	44,1	0,95	11,4	0,25	Sp.	0,08	32,2*	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	95
4332/11	Alcorrín	Eisenschlacke	0,26	0,09	0,33	1,63	0,48	20,8	0,16	3,06	0,11	Sp.	0,08	68,2*	Sp.	Sp.	0,07	Sp.	100
4360/15	Alcorrín	Eisenschlacke	0,10	0,01	0,57	1,98	0,42	30,9	0,20	2,92	0,13	Sp.	0,07	54,8*	Sp.	Sp.	0,06	Sp.	92
4361/15	Alcorrín	Eisenschlacke	0,29	0,02	0,95	4,34	0,71	50,3	0,41	6,42	0,29	Sp.	0,06	27,4*	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	91
4362/15	Alcorrín	spitzer Eisengegenstand	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,11	n.a.	n.a.	Sp.	0,05	53,9**	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	54

Tab. 6 Zusammenstellung der Haupt- und Nebenelementgehalte der für diese Studie untersuchten archäologischen Funde in Gew.-% mit Angabe der Laborinventarnummern des DBM. Die Proben wurden je nach Metalltyp in drei Gruppen eingeteilt. Des Weiteren ist die Herkunft und Art der Funde angegeben: bei den Metallen mit dem Legierungstyp, bei dem Erzen mit Angabe der Mineralvergesellschaftung. Die mit »**« bezeichneten Werte für Fe sind nicht als Oxidverbindung berechnet. Für die mit »*« bezeichneten Werte wurde Fe als FeO umgerechnet. Für chemische Elemente, die auch in der Spurenelementtabelle 7 aufgeführt sind, wurden Konzentration unterhalb 0,05 Gew.-% als »Sp.« angegeben, »n.a.« entspricht »nicht analysiert«.

Lab. DBM	Herkunft	Objekt	Sr	Y	Zr	Pb	Nb	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Te	W	Au	Bi	V	Cr	Co	Ni	Cu	Ga	As	Se	U	S	P	Zn
4328/11	Acinipo	Schmelztiegel (Pb [Btl])	180	25	120	Hpt.	20	2	480	0,1	5	1	0,1	2	4	6200	120	100	15	60	750	20	20	<5	n.a.	<130	3700	160
4344/11	Acinipo	Silberperle	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.							
4336/11	Ronda	Bronzeschmelzrest	150	8	45	4100	4	10	720	0,2	Hpt.	1300	13	2	53	90	20	20	25	300	Hpt.	1	10900	680	1	<130	1900	35
4341/11	Ronda	Schmelztieg. (Cu [Pb, Sn])	35	2	25	7700	2	1	20	<0,02	2000	50	0,1	1	<0,4	6	15	20	55	600	Hpt.	2	45	<5	n.a.	<130	3700	430
4363/15	Alcorrín	stabförm. Objekt (Cu[Sn])	n.a.	n.a.	n.a.	700	n.a.	n.a.	370	n.a.	Hpt.	960	36	n.a.	11	45	n.a.	n.a.	7	420	Hpt.	n.a.	860	30	n.a.	120	120	10
4364/15	Alcorrín	Schmelztropfen (CuSn)	n.a.	n.a.	n.a.	Hpt.	n.a.	n.a.	1100	n.a.	Hpt.	770	27	n.a.	14	70	n.a.	n.a.	4	290	Hpt.	n.a.	440	7	n.a.	470	550	8
4365/15	Alcorrín	Pfriem (CuSn)	n.a.	n.a.	n.a.	910	n.a.	n.a.	260	n.a.	Hpt.	210	25	n.a.	2	45	n.a.	n.a.	8	530	Hpt.	n.a.	2700	15	n.a.	2100	1700	75
4342/11	Alcorrín	Niete (CuSnPb)	<0,2	n.a.	n.a.	Hpt.	n.a.	n.a.	580	n.a.	Hpt.	240	4	n.a.	8	65	n.a.	n.a.	3	350	Hpt.	n.a.	1100	<5	n.a.	5200	40	15
4343/11	Villa Vieja	Ärmchenbeil (CuSn)	5	n.a.	n.a.	240	n.a.	n.a.	110	n.a.	Hpt.	1400	5	n.a.	9	7	n.a.	n.a.	1	60	Hpt.	n.a.	100	<5	n.a.	2000	3	15
4306/11	Acinipo	Erzstück (Häm., Goet.)	85	4	10	Hpt.	1	15	15	70	2	45	0,2	20	13	0,4	75	30	5	35	45	2	40	<5	3	<130	1600	Hpt.
4307/11	Acinipo	Erzstück (Häm., Goet.)	280	3	4	5200	1	50	10	25	<0,6	80	0,4	3	3	0,4	230	4	3	35	35	1	130	<5	3	<130	2900	Hpt.
4327/11	Acinipo	Erzstück (Hämatit)	10	1	4	460	0,3	10	35	0,3	<0,6	4	<0,03	1	26	<0,2	5	3	1	10	<20	2	15	230	1	<130	<2	100
4319/11	Acinipo	Erzstück (Pyrit)	30	1	2	7	0,3	85	25	2	1	50	<0,03	<0,5	5	<0,2	60	30	2	170	35	0,4	650	20	0,4	Hpt.	60	120
4085/14	Acinipo	Hämatitkügelchen	20	25	70	320	3	25	1	0,5	3	45	10	20	n.a.	190	1500	95	30	75	170	7	65	7	25	150	180	25
4086/14	Acinipo	Erzstück (Häm., Goet.)	25	7	10	1200	1	35	<1	0,3	1	450	10	75	n.a.	3	160	20	1	30	<20	2	210	<5	3	220	1600	3900
4133/14	Alcorrín	Erzstück (Goethit)	10	50	40	50	5	2	<1	1	1	5	15	1	n.a.	<0,2	120	410	130	190	<20	6	110	<5	1	140	250	40
4329/11	Alcorrín	Eisenschlacke	100	10	170	4	5	5	20	0,04	11	2	<0,03	1	5	<0,2	35	210	10	90	55	4	40	50	1	<130	1100	4
4330/11	Alcorrín	Eisenschlacke	110	17	240	10	10	3	20	0,1	2	2	<0,03	1	4	<0,2	70	340	15	150	35	8	15	20	1	<130	1400	25
4331/11	Alcorrín	Eisenschlacke	95	11	150	6	5	9	20	0,1	10	2	<0,03	16	4	<0,2	70	210	50	180	170	7	20	20	1	<130	4100	15
4332/11	Alcorrín	Eisenschlacke	30	5	75	3	2	25	15	0,04	5	240	<0,03	17	5	<0,2	20	80	1100	40600	730	4	3000	45	0,4	<130	700	7
4360/15	Alcorrín	Eisenschlacke	50	5	n.a.	9	4	9	4	0,2	30	30	6	3	n.a.	<0,2	20	80	40	340	630	3	630	<5	0,5	<130	870	8
4361/15	Alcorrín	Eisenschlacke	95	10	n.a.	9	7	8	4	0,2	210	9	5	5	n.a.	<0,2	45	180	30	200	150	5	65	<5	1	150	1800	20
4362/15	Alcorrín	spitzer Eisengegenstand	10	1	n.a.	15	<0,1	25	15	0,2	4	60	3	1	n.a.	<0,2	4	8	15	75	340	5	60	<5	n.a.	270	460	30

Tab. 7 Zusammenstellung der Spurenelementgehalte der für diese Studie untersuchten archäologischen Funde in ppm ($\mu\text{g/g}$) mit Angabe der Laborinventarnummern des DBM. Die Proben wurden je nach Metalltyp in drei Gruppen eingeteilt. Des Weiteren ist die Herkunft und Art der Funde angegeben: bei den Metallen mit dem Legierungstyp, bei dem Erzen mit Angabe der Mineralvergesellschaftung. Für chemische Elemente, die auch in der Haupt- und Nebenelementtabelle 6 aufgeführt sind, wurden Konzentration oberhalb 0,05 Gew.-% als »Hpt.« angegeben, »n.a.« entspricht »nicht analysiert«.

seiner Einlagerung in die Erdkruste metamorphisiert wurde. Die tektonische Beanspruchung dieses Tiefengesteins könnte eine begrenzte Teilschmelzung ausgelöst und damit Elemente wie Eisen, Chrom, Nickel, Kupfer und andere Metalle mobilisiert haben.

Man unterscheidet bis zu vier Arten von Erzablagerungen bei den Peridotiten: a) Chromit, b) Chromit und Nickelarsenide, c) Eisen-Nickel-Kupfer-Sulfide mit Graphit und Chromit und d) kupferreiche Sulfide (wobei der letzte Vererzungstyp den Bergwerken von Genalguacil/San Pedro und vielleicht dem von Benahavís/Cardenillo entspricht).

Die Magnetitlagerstätten von Robledal, Cerro Torrón und Cobatillas (Bergwerk von San Manuel) lagern in triassischen Marmoren und Gneisen (Blanca-Einheit). Sie gehören dem sog. Skarn-Typ an und generierten im Zuge einer intensiven Kontaktmetamorphose zwischen ultramafischen Peridotiten und karbonatreichen Ablagerungen³⁰. In den Marmoren der Trias der Blanca-Einheit gibt es aber auch beträchtliche Galenit-Ablagerungen (s. Ojén, Sierra de Mijas).

Maláguide-Komplex

Der Maláguide-Komplex besteht aus einem paläozoischen Grundgebirge aus Schiefen, Grauwacken, Phylliten, Turbiditen und Konglomeraten mit auflagernden mesozoischen und tertiären Sand-, Ton-, Kalk- und Mergelgesteinen, die mit detritischem Material als tertiäre Decke abschließen. Innerhalb der Schiefer, Grauwacken und Turbidite befinden sich Kupfer-, Eisen- und Bleierze (s. Benalauría, Benadalid, Montes de Málaga) sowie Bleierze in triassischen Dolomitgesteinen (s. Casares, Porticati-Yunquera).

Rondaide (Nieves-Einheit)

Die Nieves-Einheit ist die größte und charakteristische Einheit von Ronda. Sie umfasst triassische bis tertiäre Ablagerungen, die sich aus Dolomit, Mergelkalkstein, Kalkstein, Schiefermergel und Radiolarit aufbauen. Der innere Rand der Nieves-Einheit ist am Kontakt mit den Peridotiten metamorph überprägt und die Kalksteine und Dolomite haben sich zu Marmor umkristallisiert³¹. Die in dieser Einheit vorkommenden Bleivererzungen sind mit triassischen Dolomiten vergesellschaftet (s. Los Sauces, Cerro del Alcohol).

Penibetikum (Ronda-Einheit)

Die stratigraphische Säule des Penibetikum reicht von der Trias bis zum Miozän und baut sich aus Kalksteinen, Dolomiten sowie mergeligen und tonigen Ablagerungen auf. Eisenhaltige Pisolithlagen finden sich in einer Wechselfolge des Keuper, den Lifa-Schichten. Diese sog. Schrottkörner rühren wahrscheinlich von der Erosion von Lateritböden her³². Andererseits gibt es Pyritknollen (oder Markasit), die in den Jura-Kalksteinen sporadisch und in den kreidezeitlichen der sog. Weißen Schichten lokal reichlich vorhanden sind.

³⁰ Blumenthal 1949, 135; Mollat 1968, 508.

³¹ Dürr 1967, 37.

³² Dürr 1967, 11; Martín Algarra 1987, 69.

Tektonisch-sedimentäre Formationen

In den sogenannten Bunten Lehmen oder kurz AV (*Argille Variegata* oder *Varicolori*), deren Alter nicht bestimmt ist, finden sich bei Montecortillo verstreut Malachit-Granulate oder -Knollen von der Größe der im folgenden Text näher beschriebenen sog. Schrottkörner.

Zwei Blöcke, die als Teil der AV beschrieben werden, sind die Montecorto-Einheit und die Gesteine der Sierra de Malaver. Die Montecorto-Einheit baut sich aus Lehmen und Sandsteinen auf, wohingegen die Sierra de Malaver eine Kalkplatte mit Dolomiten und Kalksteinen des Mesozoikums darstellt. Die kupfer- und eisenreichen Erzvorkommen der Escurias entwickelten sich in einer Kluftzone an der Westseite der Sierra de Malaver, am Kontakt mit der Permotrias der Montecorto-Einheit³³.

Oberes Miozän von Ronda (Molasse)

Die Molasse besteht aus einer Wechselfolge von Konglomeraten, Sandsteinen (*Biokalkareniten*), Mergeln und Schluffen, die mit einer travertinischen Formation abschließt, auf der eine endbronzezeitliche Festung und das römische Acinipo (Ronda la Vieja) gegründet wurden.

Cerro de las Salinas ist Teil dieser Abfolge und befindet sich in der Nähe eines Diapir-Ausbisses aus triassischen Salzablagerungen³⁴.

6 Die begangenen Bergbaugebiete

Im Folgenden werden die wichtigsten Merkmale und historische Quellen zu den dreizehn Bergwerken angeführt, die für diese Studie untersucht wurden. Dazu kommen kurze Kommentare zu den Ergebnissen der chemischen und röntgendiffraktometrischen Laboranalysen. In keinem der Bergwerke wurden Spuren einer vorgeschichtlichen Nutzung entdeckt, doch sind hier – wenn überhaupt vorhanden – Informationen zu archäologischen Hinterlassenschaften in der jeweiligen Umgebung angeführt.

Die Abfolge der Lokalitäten ist nach der Entfernung von Alcorrín geordnet und zwar in zunehmendem Abstand von ca. 10 bis ca. 55 Kilometer.

Die Lage der Bergbaugruben wird auf dem Mapa Topográfico Nacional 1 : 25.000 (MTN25) im Digitalraster-Format dargestellt³⁵.

6.1 Bergwerk von Albarrán (Casares) – Bleierz

UTM-Koordinaten: X 296,185; Y 4,035,415; Höhe: 267 m

Entfernung von Alcorrín: 10,7 km

Geologische Einheit: Maláguide-Karbonat-Decke

Nebengestein und dessen Alter: Dolomit, triassisch

Entstehung: gangförmig

³³ Martín Algarra 1987, 360; Hoppe 1968, 288.

³⁴ Serrano 1979, 33.

³⁵ Centro Nacional de Información Geográfica, s. <<http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>> (06.09.2016)

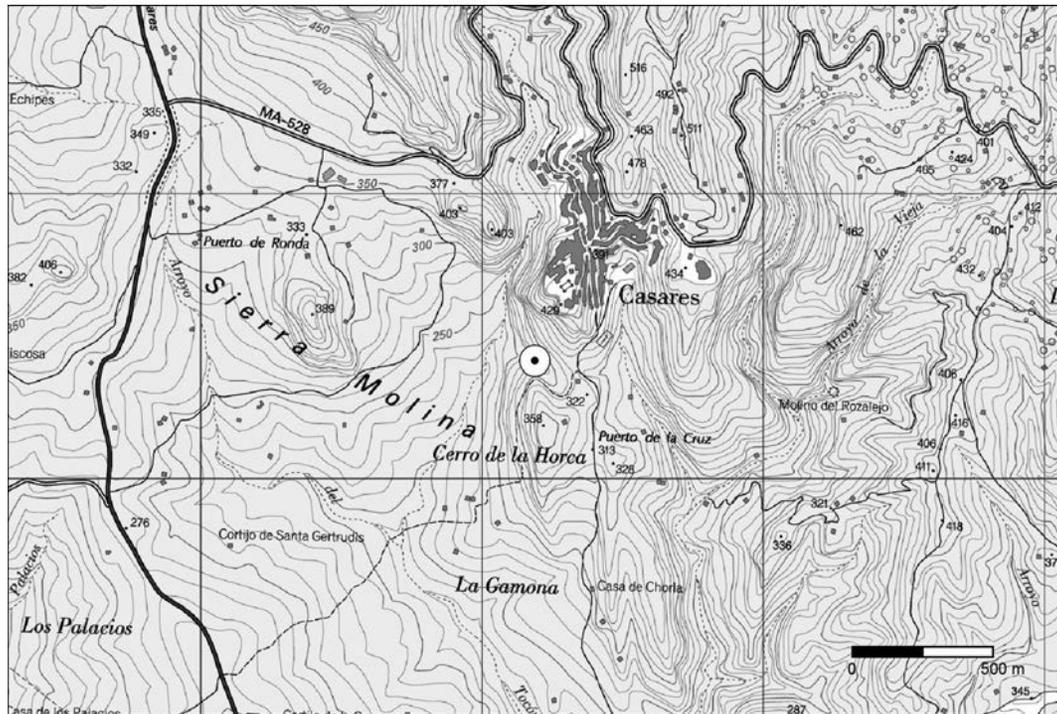


Abb. 5 Lage der Mine von Albarrán (Casares, Málaga).

Metall/Erz: Pb/Galenit, Cerussit

Dieses Bergwerk liegt an den südwestlichen Ausläufern der Sierra Crestellina (Abb. 5), in der Nähe des Baches Albarrán, am Fuß des Felsens, auf dem sich die mittelalterliche Burg von Casares befindet. Der Eingang zum Bergwerk ist in das Dolomitgestein gehauen und gibt den Weg in einen etwa 15 m langen Stollen frei, der in eine breitere Kammer mündet (Abb. 6). Der Hauptstollen besitzt seinerseits mehrere Seitenstollen, Lüftungsschächte und Blindschächte.

Das Bergwerk ist erschöpft, weshalb nur wenige Erzreste an den Wänden der Stollen gefunden wurden. Die entsprechende Abraumhalde wurde nicht lokalisiert.

Erste Daten über den Bleibergbau im Bezirk Casares gehen auf das Ende des 17. Jhs. zurück. Sie stammen von Tomás González, der eine Konzession des Jahres 1688 für die Erschließung von drei Bergwerken erwähnt³⁶. Bezugnahmen auf die Bleigewinnung bei Casares finden sich auch im Gesetzblatt über Bergwerke der Jahre 1844/1845. Hier wird auf eine Bergbautätigkeit verwiesen und zehn Bergwerke sind angeführt. Allerdings ist nicht sicher, ob sie tatsächlich erschlossen wurden, denn es könnte sich um einfache Testgruben gehandelt haben. Álvarez de Linera³⁷ stellt nämlich fest, dass um das Jahr 1850 keines der Bleibergwerke von Casares aktiv war, während in der »Estadística Minera de España« die bergmännische Erschließung in dieser Gegend angeführt wird, wonach die Ausbeutung der Bleibergwerke von

³⁶ González 1832, 245 Zitat: »[...] que habian descubierto, una de cobre y hierro al sitio del Rosalejo, [...]: otra de cobre al sitio de los Banaderos, [...] y la otra de plomo al sitio del puerto de las Terrazas; [...]. Übersetzt: »[...] die sie entdeckt hatten, eines aus Kupfer und Eisen bei Rosalejo, [...]: eines aus Kupfer bei Banaderos, [...] und ein weiteres aus Blei bei Puerto de las Terrazas; [...].«

³⁷ Álvarez de Linera 1852, 120–124.



Abb. 6 Albarrán (Casares, Málaga), Eingang zur Mine.

Casares mindestens bis Ende des 19. Jhs. angedauert hat³⁸. Gegenwärtig ist es nicht festzustellen, ob das von uns aufgesuchte Bergwerk einem von jenen entspricht, die in diesen Quellen erwähnt werden, da detaillierte geographische Beschreibungen der Gegenden, in denen sich diese Bergwerke befinden, fehlen. Auf jeden Fall deuten das Stollennetz und die Größe des Bergwerkes darauf hin, dass es ziemlich produktiv gewesen sein muss. Darüber hinaus sind seine Merkmale mit all denen vereinbar, die in den Texten genannt werden.

Circa 2 km westlich des Bergwerkes sind auf dem am Zusammenfluss des Genal und des Guadiaro strategisch gelegenen Cerro Pelliscoso auf der Geländeoberfläche kupferzeitliche Keramik und Steingeräte gefunden worden³⁹. Im 1. Jh. v. Chr. entstand hier, möglicherweise in Weiterentwicklung einer Vorgängersiedlung das römische Lacipo⁴⁰. Aus spätantiker Zeit sind Gräber belegt. Hinterlassenschaften metallurgischer Aktivitäten sind für keine Epoche belegt.

³⁸ Estadística Minera de España 1868, 52 Zitat: »Málaga. La minería de esta provincia se reduce á la explotacion, aunque en pequeña escala, de los abundantes criaderos del hierro, del término de Ojén, y á la de los de plomo enclavados en las formaciones calizas de los términos de Nerja, Alhaurin de la Torre, Marbella, Ojén y Casares.« Übersetzt: »Málaga. Der Bergbau in dieser Provinz beschränkt sich auf die Erschließung, wenn auch im kleineren Maßstab, der reichhaltigen Eisenlagerstätten im Bezirk Ojén und der Bleiadern, die in den Kalksteinformationen der Bezirke Nerja, Alhaurin de la Torre, Marbella, Ojén und Casares eingefügt sind.«

³⁹ Suárez Padilla u. a. (im Druck).

⁴⁰ Puertas Tricas 1982, 13.

XRD-Analyse

Es wurden vier aus dem Innern des Bergwerks entnommene Erzproben untersucht (Tab. 2), die hauptsächlich aus Galenit, Cerussit und Anglesit und untergeordnet aus Hämatit sowie Dolomit aufgebaut sind.

ICP-MS-Analyse

Bei 0,006 bis 0,018 % Ag in den vor Ort genommenen Erzproben war die Silberausbeute für diese Bleimine eher gering. In allen Proben wurden signifikante Gehalte an Arsen (0,069–0,11 %) und für Probe 2 (4324/11) auch Vanadium (0,024 %) detektiert (vgl. Tab. 5), die im Kontext zu den 10 bis 26 Gew.-% Fe_2O_3 stehen dürften (Tab. 4), so dass eine Verunreinigung des primär gebildeten Galenits mit beispielsweise Arsenopyrit vorstellbar ist.

6.2 Bergwerk von Cobatillas (Estepona) – Eisenerz

UTM-Koordinaten: X 304,587; Y 4,037,283; Höhe: 243 m

Entfernung von Alcorrín: 14,7 km

Geologische Einheit: Alpujárride/Blanca-Einheit – Reales-Einheit

Nebengestein und dessen Alter: Dolomitmarmor, Peridotit/unbekannt

Entstehung: metasomatisch (Skarn-Typ)

Metall/Erz: Fe/Magnetit, Hämatit

Das Bergwerk von Cobatillas ist auch unter dem Namen San Manuel oder Monterroso geführt. Es liegt im Einzugsgebiet des Guadalobón-Flusses in der Nähe des Camino del Monterroso (Abb. 7). Es besteht aus einem komplexen System zahlreicher Stollen mit mehreren Bewetterungen (Abb. 8). Die Erzvorkommen sind anscheinend erschöpft, eine Abraumhalde konnte nicht lokalisiert werden.

Proben wurden von der Stollendecke am Eingang des Bergwerks entnommen; einige Erzknollen fanden sich auf dem Weg zum Bergwerk, andere in der Nähe eines ausgemauerten Schachtes.

Gemäß der *Estadística Minera de España* begann die Förderungstätigkeit vor Ort um 1860⁴¹: Tatsächlich wird auch im »Catálogo de Cartografía Histórica de la Provincia de Málaga« eine Bergbaukonzession vom Mai 1863 für ein »Eisenbergwerk namens San Manuel, das in Las Cobatillas im Bezirk von Estepona liegt« angegeben. Bereits am Ende des 19. Jhs. kam es zu einer Unterbrechung der Magnetitgewinnung in Cobatillas. Dieser Einschnitt ist in der Bergbaustatistik der Jahre 1891/1892 dokumentiert⁴².

In der »*Estadística Minera de España*« findet sich eine Beschreibung der charakteristischen Mineralisierungen des Platzes und die Begründung der Errichtung eines komplexen

⁴¹ *Estadística Minera de España* 1908, 493 Zitat: »Grupo de las ›Cobatillas‹, del término de Estepona. – El criadero consiste en masas lenticulares de hierro magnético, uno de cuyos respaldos lo forman calizas, y el otro, serpentinas. Dista este grupo unos 5 kilómetros de la playa de Estepona [...]. Übersetzt: »Gruppe der ›Cobatillas‹, Bezirk Estepona. – Die Lagerstätte setzt sich aus linsenförmigen Massen von magnetischem Eisen zusammen, wobei eines der Salbänder aus Kalkstein und das andere aus Serpentin besteht. Diese Gruppe ist etwa 5 km vom Strand von Estepona entfernt [...].«

⁴² *Estadística Minera de España* 1896, 103.

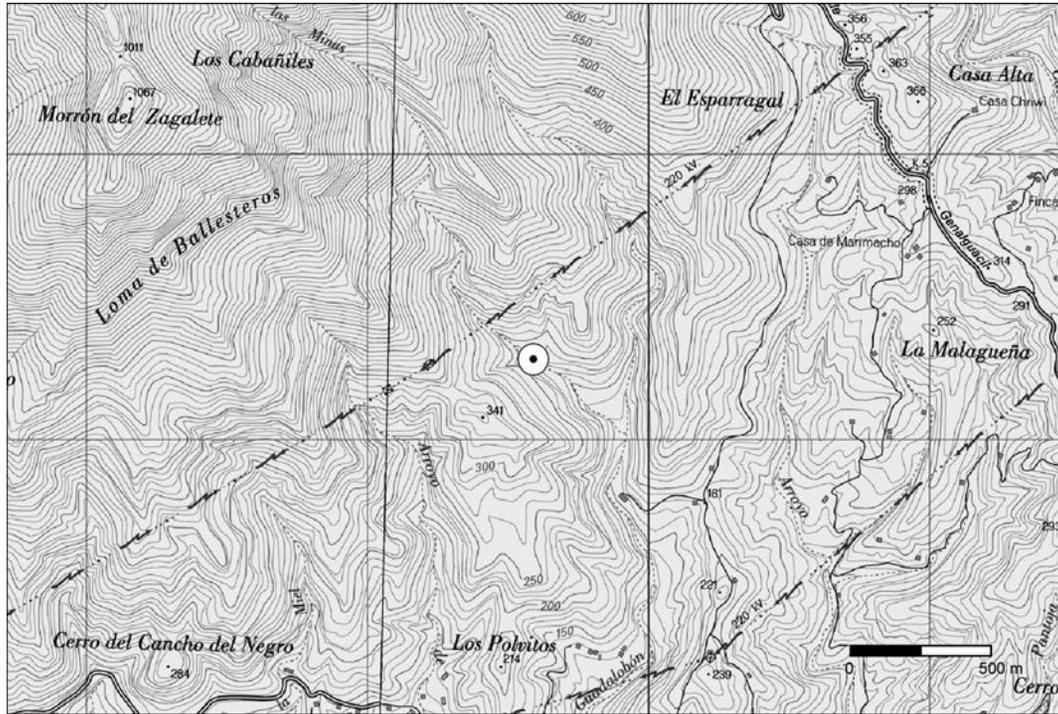


Abb. 7 Lage der Mine Cobatillas (Estepona, Málaga).



Abb. 8 Cobatillas (Estepona, Málaga), Eingang zur Mine.

Stollensystems⁴³. Der Ingenieur und Petrologe Orueta y Duarte zählt das Magnetitbergwerk von Cobatillas zu den wichtigsten Bergwerken der Region⁴⁴.

Die Cobatillas-Mine entspricht dem Fundort Nr. 76 der Metallogenetischen Karte Spaniens des IGME zur Eisenoxidgewinnung⁴⁵.

Mit Ausnahme einer ca. 1 km entfernten, bisher unpublizierten hochmittelalterlichen Siedlung in Los Polvitos, zu deren Oberflächenfunden auch Schlacken gehören, sind aus der Umgebung keine frühen Fundplätze bekannt.

XRD-Analyse

Es wurden drei Proben von diesem Bergwerk untersucht, die sich aus Magnetit bzw. Magnetit und Hämatit zusammensetzen (Tab. 2). Auch Greenalit wurde gefunden, ein Eisenmineral der Gruppe des Serpentin und wichtiger Bestandteil von Eisenvererzungen. Die Gangart ist kalzitisch/dolomitisch. Das Auffinden von Forsterit (4309/11) zeigt, dass Olivin noch nicht vollständig in Serpentin umgewandelt wurde.

Probe 1 (4317/11): Hämatit, Magnetit (Kalzit, Dolomit),

Probe 2 (4308/11): Magnetit, Greenalit, Hämatit,

Probe 3 (4309/11): Magnetit, Greenalit (eisenhaltiger Forsterit).

ICP-MS-Analyse

Die Hauptelementzusammensetzungen in den drei Proben bestätigen die Ergebnisse der XRD-Analyse. Die auffälligen Ni-Gehalte der Proben Cobatillas 2 und 3 (4308/11, 4309/11) sollten dem diadochen Einbau von Ni für Fe geschuldet sein. Die deutlichen Co-Gehalte sind ebenfalls typisch für Eisenmineralisationen (vgl. Tab. 5).

6.3 Bergwerk von San Pedro (Genalguacil) – Kupfer, Eisen

UTM-Koordinaten: X 302,550; Y 4,043,509; Höhe: 801 m

Entfernung von Alcorrín: 19,6 km

Geologische Einheit: Alpujárride, Reales-Einheit

Nebengestein und dessen Alter: Peridotit/unbekannt

Entstehung: gangförmig

Metall/Erz: Cu, Fe/Brochantit, Chalkopyrit, Kubanit, Rhomboklas, Elyit

⁴³ Estadística Minera de España 1913, 271: Zitat: »El criadero está formado por unas bolsas ó masas filonianas de hierro magnético en el contacto de las serpentinas, con las calizas estratocristalinas unas veces, y otras con las cuarcitas; siguen la estratificación de las calizas, y su cruzamiento es muy variable, cambiando continuamente no sólo su sentido, sino también su amplitud; [...]. El carácter especial de este criadero hace que las labores se reduzcan á seguir el mineral, lo que da por resultado un sistema complicado y tortuoso de galerías.« Übersetzt: »Die Lagerstätten bestehen aus Taschen oder gangförmigen Massen aus Magnetit an der Kontaktlinie zu den Serpentiniten, teils mit den schichtgebundenen Kalksteinen und teils mit den Quarziten; danach kommt die Schichtung der Kalksteine, und ihre Kreuzung ist sehr variabel, wobei sich nicht nur ständig ihre Richtung, sondern auch ihre Ausdehnung verändert [...]. Der besondere Charakter dieser Lagerstätte führt dazu, dass die Arbeiten sich auf die Verfolgung des Erzes beschränken, was ein kompliziertes und gewundenes Stollensystem zur Folge hat.«

⁴⁴ Orueta 1917, 531.

⁴⁵ IGME, Mapa Metalogenético de España. E. 1 : 200.000. Blatt Nr. 87 – Algeciras (Madrid 1975).

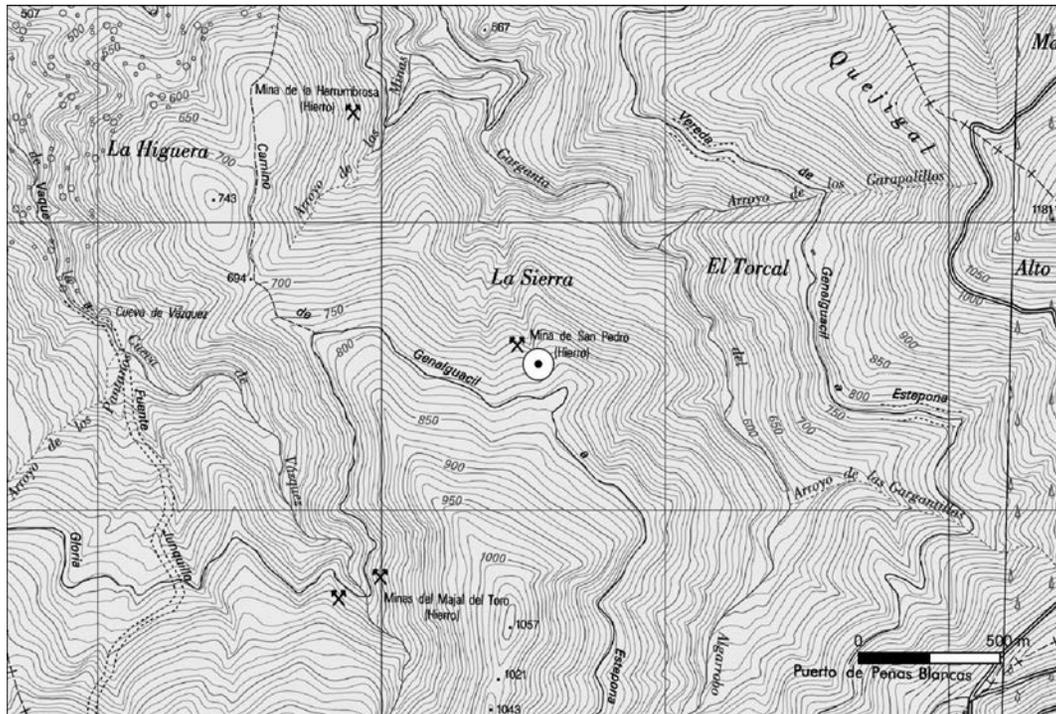


Abb. 9 Lage der Mine von San Pedro (Genalguacil, Málaga).

Der Eingang zum Bergwerk ist ausgemauert, mit einem zugespitzten Bogen abgeschlossen und aus mit Lehm gebundenen Peridotitblöcken aufgebaut. Möglicherweise ist er neueren Datums (Abb. 9. 10). Wenn man durch den Bogen hindurchgeht, gelangt man in einen halbverfallenen Stollen, der sich über etwa 5 m erstreckt, wonach ein Richtungswechsel in einen weiteren, 3 m langen Stollen nach rechts zu erkennen ist. Von hier aus gelangt man in einen sehr tiefen Abschnitt, dessen Wände mit Malachit- und Azuritausschwitzungen bedeckt sind und in den wir aus Sicherheitsgründen nur einige Meter vordrangen. Auch im Umfeld des Bergwerks wurden neben dem Flussbett der Klamm mehrere Erzausbisse entdeckt, die anscheinend von der gleichen Beschaffenheit sind wie die im Innern des Bergwerks.

Es wurden Proben sowohl von den inneren Wänden des Bergwerks als auch vom eigentlichen Flussbett der Klamm entnommen.

Es liegen nur wenige historische Daten über die Erschließung dieses Bergwerks vor. In seiner Studie über die Erze und Gesteine der Provinz Málaga weist Juan Carlos Romero Silva das Bergwerk von San Pedro der Gruppe »Macizo de Ronda. Arroyo de la Cueva« zu⁴⁶, die durch reiche metallhaltige Gänge aus Eisen und Kupfer gekennzeichnet ist, und erwähnt gemäß den Angaben von Moreti⁴⁷, dass diese Ablagerungen schon im 18. Jh. bekannt waren. Er hebt hervor, dass die Erschließung der Bergwerke der Gegend, zu denen er das von San Pedro zählt, um 1750 erfolgreich war und dass bei Genalguacil ein Kupferschmelzofen er-

⁴⁶ Romero Silva 2003, 81.

⁴⁷ Moreti 1867.



Abb. 10 San Pedro (Genalguacil, Málaga). Gemauerter Eingang zur Mine.

richtet wurde. Ende des 18. Jhs. wurde am Almarchal-Fluss eine Fabrik gebaut, die die Erze der Gegend aufbereitete⁴⁸.

Eine andere mögliche Bezugnahme auf diese Mineralisierungen, wenn auch nicht auf dieses bestimmte Bergwerk, ist die Erwähnung von Kupferbergwerken bei Genalguacil durch Medina Conde⁴⁹. Auch in der Chronik von José Bisso finden sich Hinweise auf den Reichtum an Metallen in der Umgebung von Genalguacil⁵⁰. Seinerseits beschreibt Álvarez de Linera, dass die Erze dieser Gegend nicht nur die am Almarchal gelegene Fabrik versorgten, sondern auch eine andere Fabrik am linken Ufer des Guadalmanza, die der heutigen Fabrik »Las Casas del Molinillo« im Bezirk Benahavís entspricht⁵¹. Jedoch wird in keinem Bericht der Name dieses Bergwerks angeführt.

Auf der metallogenetischen Karte Spaniens des IGME⁵² könnte der Fundort Nr. 6 – neben den Fundorten Nr. 4 und Nr. 5, die allgemein den Bergwerken von Genalguacil entsprechen – wegen seiner geographischen Lage das Bergwerk von San Pedro sein. Gemäß dieser Karte wurden in den drei Bergwerken Kupferkarbonate und -sulfide, Pyrit und untergeordnet Arsen- und Silbererz abgebaut.

⁴⁸ Romero Silva 2003, 82.

⁴⁹ Medina Conde 1981, 82 Zitat: »En Pugerra la hay de cobre, á distancia de una legua; Marbella la tiene muy cerca, en la falda de Sierra Bermeja, término de Casares, junto à Genalguacil, de la que no ha mucho sacaron sus vecinos mucha porcion de cobre, que sirvió en la fundicion de las campanas de su Iglesia«. Übersetzt: »Bei Pugerra besteht, eine Meile entfernt, eines aus Kupfer; eines liegt ganz in der Nähe von Marbella, an den Ausläufern der Sierra Bermeja, Bezirk Casares, bei Genalguacil, aus dem die Einwohner vor nicht langer Zeit große Mengen Kupfer herausholten, das sie zum Gießen der Glocken ihrer Kirche verwendeten«.

⁵⁰ Bisso 1869, 20.

⁵¹ Álvarez de Linera 1851, 174.

⁵² IGME, Mapa Metalogenético de España. E. 1 : 200.000. Blatt Nr. 87 – Algeciras (Madrid 1975).

Das Bergwerk befindet sich im Einzugsbereich des iberorömischen Lacipo⁵³. Die Besiedlung des Platzes reicht von der frühen Eisenzeit bis ins Mittelalter⁵⁴. Hinweise auf metallurgische Werkstätten fehlen.

XRD-Analyse

Es wurden mittels XRD drei Proben untersucht (Tab. 2), zwei aus dem Innern des Bergwerks (Probe 1 und 2) und eine von einem außerhalb gelegenen Ausbiss (Probe 3). In allen Proben wurde das Vorhandensein von kupfer- und eisenhaltigen Mineralen nachgewiesen, zusammen mit ebenfalls hydrothermal gebildetem Talk.

Probe 1 (4671/13): Chalkopyrit, Goethit (Talk, Klinochlor),

Probe 2 (4315/11): Brochantit (Talk, Rhomboklas),

Probe 3 (4325/11): Chalkopyrit, Kubanit, Elyit (Talk).

ICP-MS-Analyse

Die chemische Zusammensetzung der Proben ist mit den mittels XRD identifizierten kristallinen Phasen vereinbar (vgl. Tab. 4 und 5). Es wurde Kupfer, Eisen und Schwefel nachgewiesen. Außerdem bestätigen die hohen Gehalte an Siliziumdioxid und Magnesium die Anwesenheit von Talk.

Die chemische Analyse der Proben zeigt signifikante Spurengehalte an Co, Ni, Zn, As und Cr (Tab. 5), die z. B. im Chalkopyrit Kupfer, Eisen und/oder Schwefel ersetzen können. Spurenelemente wie Cr, Ni, Co oder V sollten eng mit dem Chemismus des peridotitischen Nebengesteins im Zusammenhang stehen.

6.4 Bergwerk von Cardenillo (Benahavís) – Kupfer, Eisen

UTM-Koordinaten: X 314,809; Y 4,039,464; Höhe: 38 m

Entfernung von Alcorrín: 23,1 km

Geologische Einheit: Alpujárride/Blanca-Einheit (Guadaíza)

Nebengestein und dessen Alter: Dolomitbrekzie/Trias?

Entstehung: gangartig?

Metall/Erz: Cu, Fe/Chalkopyrit, Brochantit, Magnetit

Das Bergwerk von Cardenillo liegt am rechten Ufer des Guadalmanza in einer Bergbauzone, die hauptsächlich wegen der Erschließung von Graphit, Talk und Marmor bekannt ist (Abb. 11). Es handelt sich um ein Bergwerk mit waagerechten und senkrechten Stollen mit Bewetterungsschächten. Die äußeren und inneren Wände des Bergwerks sind vollkommen mit Kupferoxid- und -karbonatausschwitzungen bedeckt, in denen man Malachit und Azurit mit feinen, eingelagerten Adern aus Eisenoxiden in einer Dolomitbrekzie eingebettet erkennt (Abb. 12). In dem äußeren Bereich des Bergwerks gibt es oberflächliche Erzausbisse guter Qualität. Der ganze Boden ist mit grünlichen Kupfersalzen übersät und weist eine brüchige

⁵³ Puertas Tricas 1982.

⁵⁴ Puertas Tricas 1982, 108. 271.

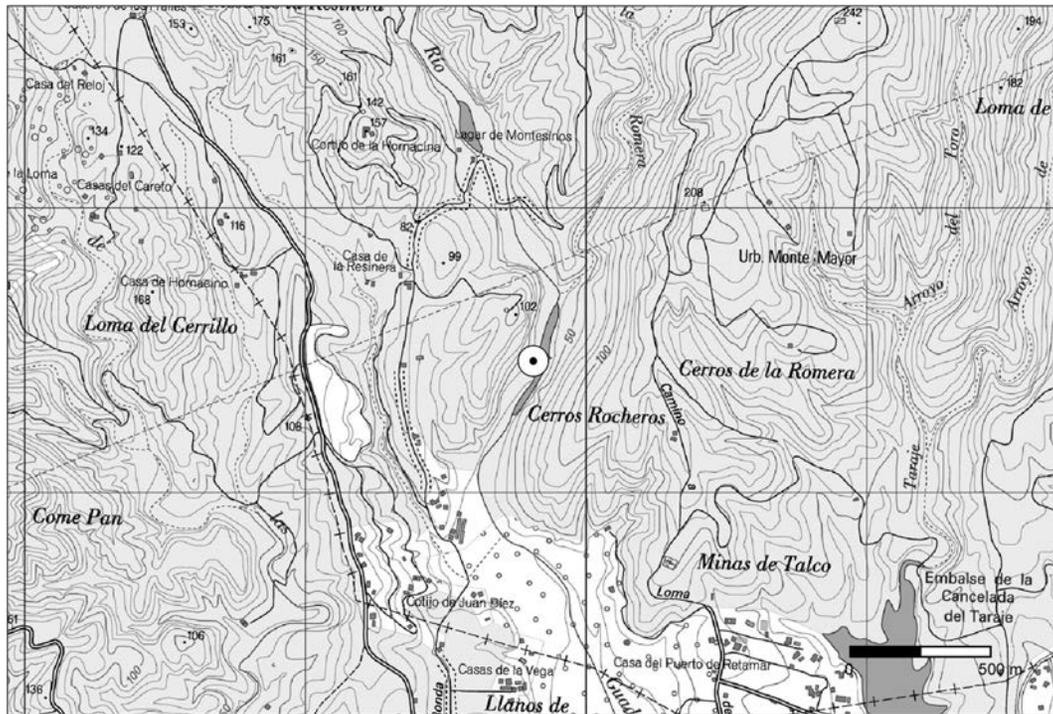


Abb. 11 Lage der Mine del Cardenillo (Benahavís, Málaga).

Textur auf, so dass man Erzknollen direkt mit der Hand auflesen kann. Hier wurden große Chalkopyritknollen gefunden, während im Innern des Bergwerks hauptsächlich Proben von Kupferoxiden und -karbonaten gesammelt wurden.

Die historischen Daten über die Kupfererschließung im Guadalmanzatal sind spärlich, da diese Gegend seit mehreren Jahrhunderten hauptsächlich wegen des Abbaus von Graphit bekannt war. González erwähnt eine Erschließungsgenehmigung aus dem Jahr 1688⁵⁵. Einen Hinweis auf das Bergwerk liefern auch Cecilio García de la Leña bzw. Cristóbal Conde de Medin⁵⁶ de Rojas Clemente y Rubio⁵⁷ und später Orueta y Duarte⁵⁸.

⁵⁵ González 1832, 204.

⁵⁶ Medina Conde 1981, 93 Zitat: »En Marbella, a la orilla de Gualmaza hay tres cuevas muy abundantes de Cardenillo, y los naturales no se aprovechan de él, sino de sus aguas para curar la sarna: Y siendo este flor de cobre, es muy regular lo haya en las aguas inmediatas a las minas referidas de cobre«. Übersetzt: »In Marbella befinden sich am Ufer des Gualmaza drei Höhlen, die reich an Grünspan sind, und die Einwohner nutzen ihn nicht, sondern das Gewässer, um die Krätze zu heilen: Und da es Kupferblüte ist, ist es sehr normal, dass sie in den umliegenden Gewässern der genannten Kupferbergwerke vorkommt.«

⁵⁷ De Rojas Clemente y Rubio 2002, 133 Zitat: »A la izquierda del Guadalmarza, a una hora de camino del mar hay sobre un cerro calizo dos excavaciones, la una más profunda y llena de agua parece que tiene un pozo en el fondo, la otra tiene una claraboya en el techo, las llaman el cardenillo; esta substancia y el vitriolo de cobre incrustan ligeramente las paredes. Muy poco más allá hay otra excavación semejante a éstas en todo.« Übersetzt: »Links vom Guadalmanza, eine Wegstunde vom Meer entfernt, befinden sich auf einem kalkhaltigen Hügel zwei Ausgrabungen; die eine ist tiefer und mit Wasser gefüllt und scheint am Boden einen Schacht aufzuweisen, die andere hat ein Oberlicht an der Decke, sie werden Grünspan genannt; diese Substanz und das Kupfervitriol verkrusten leicht die Wände. Nicht weit weg befindet sich eine weitere Ausgrabung, die genauso ist wie die anderen.«

⁵⁸ Orueta 1919, 95 Zitat: »Arroyo de la Romera. En el terreno estratocristalino de su cuenca afloran areniscas y pizarras cargadas de carbonato de cobre asociado a piritas ferrocobrizas.« Übersetzt: »Romera-Bach. Auf dem



Abb. 12 Mine von Cardenillo (Benahavís, Málaga).

Auf der Metallogenetischen Karte Spaniens des IGME⁵⁹ ist der Fundort Nr. 24 ein Bergwerk in der Gegend von Romera (Benahavís) nahe dem von Cardenillo. Gemäß dieser Karte werden dort Kupfersulfide und -karbonate genutzt, was mit dem hier beschriebenen übereinstimmt.

Auf der Kuppe des Cerro del Cardenillo, also in der Nähe des Bergwerkes, sind neben möglicherweise antiken Mauern Oberflächenfunde des 2. und 1. Jhs. v. Chr. belegt⁶⁰, darunter auch Reste metallurgischer Aktivitäten.

In Sichtverbindung zum Bergwerk liegt die bronzezeitliche Höhensiedlung Montemayor (Benahavís), die allerdings nur durch Oberflächenfunde bekannt ist, unter denen ein Bergmannshammer hervorzuheben ist⁶¹. Weniger als 1 km entfernt und ebenfalls in Sichtverbindung befindet sich auf dem Torreón eine Niederlassung, die vom 6. Jh. v. Chr. bis in die römische Kaiserzeit bestand⁶².

stratokrystallinen Gelände seines Einzugsgebiets treten Sandsteine und Schiefer zutage, die mit Kupferkarbonat, vereinigt mit eisen- und kupferhaltigem Pyrit, beladen sind.

⁵⁹ IGME, Mapa Metalogenético de España. E. 1 : 200.000. Blatt Nr. 87 – Algeciras (Madrid 1975).

⁶⁰ Romero Silva u. a. 2013.

⁶¹ Marzoli u. a. 2014, 173.

⁶² Unsicher ist die Gleichstellung der Siedlung mit dem römischen Salduba, s. dazu López Pardo – Suárez Padilla 2010, 801.

XRD-Analyse

Aus diesem Bergwerk wurden drei Proben gesammelt, zwei aus dem Innern des Bergwerks (Probe 2 und 3) und eine von den oberflächlichen Ausbissen direkt außerhalb (Probe 1). Im ersten Fall wurden die Kupferminerale Brochantit und Malachit identifiziert (vgl. Tab. 2).

In der Probe 1 wurde Brochantit zusammen mit Chalkopyrit nachgewiesen.

Probe 1 (4338/11): Chalkopyrit, Brochantit (eisenhaltiger Klinochlor, Quarz),

Probe 2 (4339/11): Brochantit (Talk, Mg-Hornblende, Serpentin, Chlorit),

Probe 3 (4677/13): Brochantit, Magnetit (Talk, Klinochrysoil, Vermikulit, Quarz).

ICP-MS-Analyse

Trotz der mit der XRD-Analyse erhaltenen Ergebnisse, die die Anwesenheit von verschiedenen Kupfererzen anzeigen, sind die Kupfergehalte in den Proben 2 und 3 nicht besonders hoch. Die hohen Anteile an Silizium und Magnesium zeigen den deutlichen Anteil an Begleitmineralen in den Handstücken (Tab. 4).

Probe 1 ist reichhaltiger. Die chemische Zusammensetzung stimmt mit der mittels XRD identifizierten Anwesenheit von Chalkopyrit und Brochantit überein.

Im Spurenbereich findet man die für Chalkopyrit und seine Verwitterungsprodukte bekannten Substituenten wie Co und As (s. Proben 2 und 3; Tab. 5). Die herausstechenden Ni- und Cr-Werte der Proben 2 und 3 sind dem ultramafischen Nebengesteinschemismus geschuldet. Eine direkte Zuordnung dieser Elemente zu den einzelnen Mineralphasen der Proben 2 und 3 ist schwierig.

6.5 Bergwerk von La Horadada (Benalauría) – Eisen (Kupfer)

UTM-Koordinaten: X 297,235; Y 4,052,974; Höhe: 707 m

Entfernung von Alcorrín: 28,2 km

Geologische Einheit: Maláguide/paläozoisches Grundgebirge

Nebengestein und dessen Alter: Schiefer, Grauwacke/Karbon

Entstehung: gangartig

Metall/Erz: Fe (Cu)/Hämatit, Goethit, Siderit (Chalkopyrit)

Das Bergwerk (Abb. 13) wurde Anfang des 20. Jhs. erschlossen. Es weist einen abfallenden Stollen mit Mauerwerkverstärkung auf zwei Ebenen auf. Um den Zugang zum Bergwerk zu schützen, wurde eine Konstruktion aus Stein errichtet, von der noch eine Mauer erhalten ist, welche die Neigung ausgleicht und eine Plattform bildet. Der Eingang zum Bergwerk ist aufgefüllt und hinter Vegetation verborgen. Unweit wurde die Abraumhalde entdeckt, aus der mehrere Proben eisenhaltiger Erzstücke entnommen wurden.

Quellen über die Nutzung der Erzvorkommen dieser Gegend sind spärlich und es hat den Anschein, dass ihre Erschließung erst zu Beginn des 20. Jhs. einsetzte⁶³.

⁶³ Estadística Minera de España, 1908, 493 Zitat: »Sinaí« (núm. 3.994) y »San Rafael« (núm. 2.404), del término de Benalauría. – Las labores de investigación practi[ca]das son de muy corto desarrollo, y el mineral de ellas extraído es una pirita de muy buena ley de cobre.« Übersetzt: »Bergwerke »Sinaí« (Nr. 3.994) und »San Rafael« (Nr. 2.404) im Bezirk Benalauría. Die durchgeführten Förderarbeiten sind von sehr kurzem Verlauf, und das daraus gewonnene Erz ist ein Pyrit mit einer sehr guten Kupferqualität.« s. auch Catálogo digital de Cartografía Histórica. Provincia de Málaga. DVD. Junta de Andalucía. Übersetzt von M. Bode: »Bergwerk namens Sinaí, gelegen in der Gegend von La Rata und El Moril, Bezirk Benalauría/Bergbaudistrikt Málaga, [...]«.



Abb. 13 Lage der Mine La Hordadara (Benalauría, Málaga).

Der Fundort Nr. 1 der Metallogenetischen Karte Spaniens des IGME⁶⁴ könnte dem hier beschriebenen Bergwerk entsprechen; die Fördererze wären Kupferkarbonat und -sulfid sowie Eisenkarbonat und -oxid.

In der Umgebung des Bergwerkes befindet sich auf dem Cerro Gordo das römische Vesci⁶⁵, deren Besiedlungsgeschichte möglicherweise bis in die Frühe Eisenzeit zurückgeht und bis in arabische Zeit andauert⁶⁶.

XRD-Analyse

Es wurden zwei Proben aus der Abraumhalde des Bergwerkes La Horadada untersucht, die aus verschiedenen Eisenerzmineralen sowie Quarz und Kalzit als Gangarten zusammengesetzt sind (Tab. 2).

Probe 1 (4318/11): Hämatit, Goethit, ([Mg-]Kalzit, Quarz),

Probe 2 (4334/11): Siderit, Hämatit, Chalkopyrit (Ankerit, Quarz).

ICP-MS-Analyse

Die Zusammensetzung der Probe 1 spiegelt die mittels XRD erhaltenen Ergebnisse wider (Tab. 4 und 5). Trotz höherer Kupferanteile als in Probe 2 ließ sich hier nicht Chalkopyrit oder ein anderes Kupfererzmineral erkennen. Quarz als Gangart dominiert.

⁶⁴ IGME, Mapa Metalogenético de España. E. 1 : 200.000. Blatt Nr. 87 – Algeciras (Madrid 1975).

⁶⁵ Gozalbes 1990, 3–5.

⁶⁶ Ordóñez 2010, 171–177.

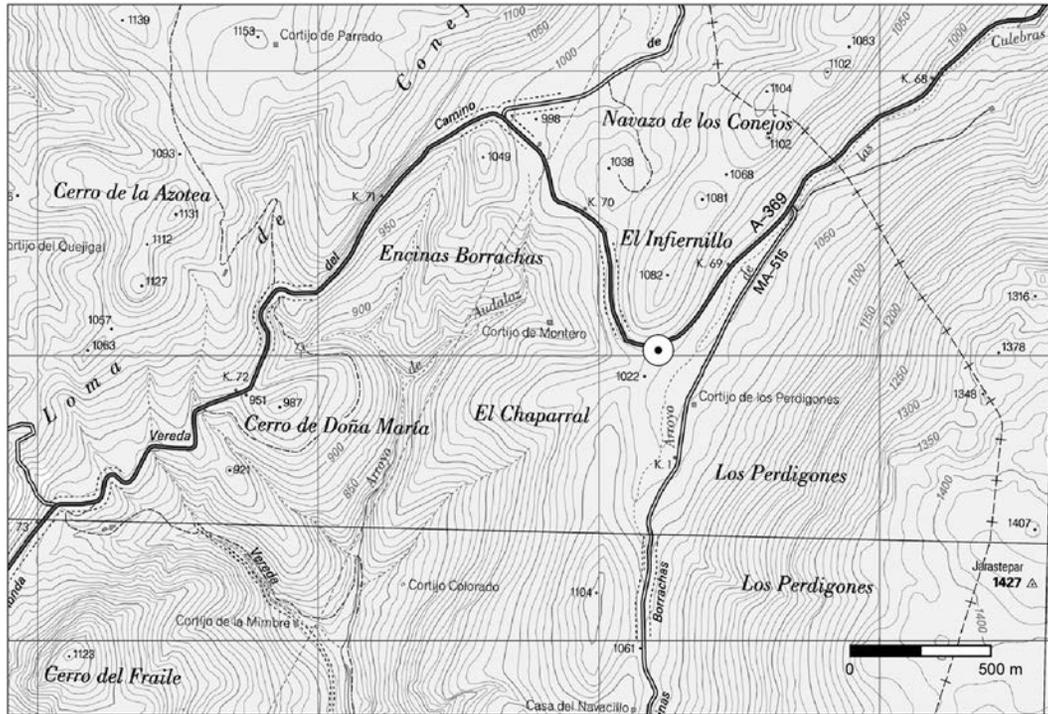


Abb. 14 Lage des Fundplatzes Los Perdigos (Alpendeire, Málaga).

Die zweite Probe besteht hauptsächlich aus Eisenerzmineralen (50,9 Gew.-% FeO) (Tab. 2). Kupfer ist nur akzessorisch vertreten (Tab. 4).

Probe 1 zeigt signifikante Spurengehalte an Sr, Y, Zr, V, Cr, Co und Ni. Strontium gilt als typische Verunreinigung in Karbonaten. Die Elemente V, Cr, Co und Ni sind in Eisen-(Kupfer-)mineralen nicht ungewöhnlich (Tab. 5). Die Ti-Gehalte könnten das Vorhandensein von Titanit anzeigen und damit auch die Spurengehalte an Y erklären (Tab. 4). Die Feldprobe 2 ist weitaus reicher an Eisen und gleichzeitig ärmer an Spuren.

6.6 Los Perdigos (Alpendeire) – Eisen

UTM-Koordinaten: X 303,209; Y 4,061,021; Höhe: 1.020 m

Entfernung von Alcorrín: 36,8 km

Geologische Einheit: Penibetischer Komplex/Lifa-Schichten

Nebengestein: Dolomit (Karneole), Ton/Trias (Keuper)

Entstehung: sedimentär

Metall/Erz: Fe/Hämatit

Dieser und der unten angeführte Fundort Encinas Borrachas liegen an der Wasserscheide zwischen dem Genal und der Ronda-Senke (Abb. 14). Am Perdigos-Pass befinden sich reichlich Pisolithen aus Eisenerz (Abb. 15).

Der Namen dieses Fundortes (Perdigones = Schrottkörner) hängt mit dem eigentümlichen Aussehen dieser Erze zusammen, die normalerweise von braun-schwarzer Farbe und abgerundet sind, unterschiedliche Größen und eine hohe Dichte aufweisen können.



Abb. 15 Los Perdigos (Alpandeire, Málaga) Eisenpisolithen.

Diese Eisenformationen findet man auf der gesamten Oberfläche der Zone, wobei zwischen den einzelnen »Schrottkörnern« keine signifikanten Unterschiede zu erkennen sind. Es wurden Proben aus dem gesamten Areal entnommen.

Informationen über die Erschließung von Los Perdigos sind wegen der Besonderheit dieser Erze, die die Aufmerksamkeit vieler Geologen, Gelehrter und Bergarbeiter im Laufe der Jahrhunderte erregte, mannigfaltig. Beispiele dafür sind die Überlieferungen von Medina Conde⁶⁷, Guillermo Bowles⁶⁸ de Rojas Clemente y Rubio⁶⁹, Álvarez de Linera⁷⁰ und schließlich Orueta y Duarte⁷¹.

⁶⁷ Medina Conde 1981, 83 Zitat: »En Benaoján, en la Serranía de Ronda, en uno de los sitios de la sierra de Líbar, nombrado la Encina ladeada hay un mineral de hierro muy abundante; hállanse en sus alrededores muchas pelotillas de hierro, como balas, y tan pesadas como el plomo. [...] A legua y cuarto de Ronda, cerca del lugar de Alpandeire, camino de Gibraltar, en el sitio llamado de los Perdigos, y Rayuelas hay abundantes minas de hierro, que se benefician.« Übersetzt: »In Benaoján, in der Serranía de Ronda, an einem der Orte der Sierra de Líbar namens La Encina Ladeada, gibt es ein sehr reichhaltiges Eisenerz; in seiner Umgebung befanden sich viele Eisenklumpen, die wie Geschosse aussahen und so schwer wie Blei waren. [...] Einundeinviertel Meilen von Ronda entfernt, in der Nähe des Ortes Alpandeire, auf dem Weg nach Gibraltar, an der Los Perdigos genannten Stelle, und bei Rayuelas befinden sich reichlich Eisenerze, die aufbereitet werden.«

⁶⁸ Bowles 1789, 74.

⁶⁹ De Rojas Clemente y Rubio 2002, 842 Zitat: »Nunca he visto minas más tontas, se ve el mineral sembrado en aquel trecho y donde abunda más se abre un hoyo como un pozo, sin sacar ni ver más que cantos de calizo común astilloso envueltos en tierra roja [...]. Se profundiza así verticalmente hasta diez varas cuando más; [...] Todos ellos y toda la muestra del mineral se hallan en un trecho bien corto y pegados o hasta dos tiros de bala del camino por uno y otro lado.« Übersetzt: »Ich habe noch nie so dumme Bergwerke gesehen, man sieht jene Strecke mit Erz übersät, und wo es am üppigsten vorkommt, öffnet sich eine Grube wie ein Schacht, ohne dass es etwas anderes zu entnehmen oder zu sehen gibt, als gewöhnliche, splittrige Kalksteinblöcke, die von roter Erde umgeben sind [...]. So geht man senkrecht zehn Ellen oder mehr weit hinein; [...] All diese und alle Erzproben liegen auf einer recht kurzen Strecke dicht aneinander oder bis zu zwei Schüssen vom Weg entfernt nach beiden Seiten hin.«

⁷⁰ Álvarez de Linera 1852, 193 Zitat: »El hierro aparece también con una abundancia extraordinaria en la Sierra Bermeja [...]. En el puerto de los Perdigos vienen capas de hierro pardo en granos (que ha dado nombre a este sitio) con que se surtía el martinete establecido en término de Cartagima, sacándolo también de las Rainelas cerca de Alpaundeire, de las Navetas (término de Ronda) y de la Encina ladeada en término de Benaoján [...].« Übersetzt: »Das Eisen kommt auch mit einer außerordentlichen Üppigkeit in der Sierra Bermeja vor [...]. Am Puerto de los Perdigos gibt es Schichten aus braunem körnigem Eisen (das diesem Ort den Namen gegeben hat), mit dem die im Bezirk Cartagima eingerichtete Ramme versorgt wurde, wobei es auch aus Rainelas nahe bei Alpandeire, aus Navetas (Bezirk Ronda) und Encina Ladeada im Bezirk Benaoján entnommen wurde; [...].«

⁷¹ Orueta 1919, 92 Zitat: »En el Puerto de los Perdigos y sus alrededores, cerca de los términos de Alpandeire, Ronda y Juzcar, aparece un mineral de hierro en forma de concreciones esféricas, que es una hematites muy rica en hierro. Arma en las calizas. Parece ser que en el siglo XVIII fué explotado y beneficiado este mineral en una fábrica instalada a orillas del río Genal, en el término de Juzcar.« Übersetzt: »Am Puerto (= Pass) de los Perdigos und in

Auf der Metallogenetischen Karte Spaniens des IGME⁷² entspricht Los Perdigosones dem Fundort Nr. 33 (Eisenoxide).

In den benachbarten Atajate und Alpandeiore sind neolithische Fundstellen zu verzeichnen. Endbronzezeitliche Funde sind in La Alcludía (Juzcar) dokumentiert⁷³, Belege für eine Besiedlung in römischer Zeit liefern Fuente de la Piedra, Vasija und Las Amarillas (Alpandeiore)⁷⁴. Römische Freilandsiedlungen befinden sich in Cueva de los Huertos und La Vasija (Alpandeiore)⁷⁵. Der Spätantike gehören im oberen Gebaltal die Nekropolen von El Montecillo (Atajate)⁷⁶ und El Puerto de Jimera (Atajate)⁷⁷ an. Von besonderer Intensität ist im Oberen Ganaltal aber die islamische Besiedlung⁷⁸. Von keinem der erwähnten Plätze gibt es Anhaltspunkte für metallurgische Aktivitäten.

XRD-Analyse

Die XRD-Analysen beider aufgesammelten Pisolithe Los Perdigosones 1 (4313/11) und 2 (4393/13) zeigen, dass es sich jeweils um nahezu reinen Hämatit handelt (Tab. 2).

ICP-MS-Analyse

Die chemische Zusammensetzung bestätigt, dass für Hämatit geringe Gehalte an Ti und Mn charakteristisch sein können (Tab. 4). Wie in den zuvor beschriebenen Eisenerzen sind signifikante V-Gehalte nicht ungewöhnlich (Tab. 5).

6.7 Encinas Borrachas (Alpandeiore) – Eisen

UTM-Koordinaten: X 303,114; Y 4,061,059; Höhe: 1.003 m
 Entfernung von Los Castillejos de Alcorrín: 36,8 km
 Geologische Einheit: Penibetischer Komplex/Weiße Schichten
 Nebengestein und dessen Alter: Mergelkalkstein/Kreide
 Entstehung: sedimentär
 Metall/Erz: Fe/Pyrit, Markasit, Goethit

Neben der Ebene von Los Perdigosones befindet sich der Puerto (= Pass) de Encinas Borrachas (Abb. 16). Dort erkennt man kreidezeitliche Mergelformationen mit Feuerstein, die zusammen mit Eisenoxiden hauptsächlich Markasit und Pyrit aufweisen (Abb. 17). Wie in Los Perdigosones befinden sich diese Erze zum größten Teil auf der Geländeoberfläche verstreut, wenn auch weniger zahlreich. Sie besitzen meist abgerundete Formen und unterschiedliche Größen, haben in der Regel eine hellere Farbe als die ›Schrotkörner‹ und weisen eine radiale,

seiner Umgebung, in der Nähe der Bezirke Alpandeiore, Ronda und Juzcar, kommt ein Eisenerz in Form von sphärischen Konkretionen vor, die aus sehr eisenreichem Hämatit sind. Es armiert in den Kalksteinen. Im 18. Jh. scheint dieses Erz erschlossen und in einer an den Ufern vom Genal-Fluss erbauten Fabrik im Bezirk Juzcar aufbereitet worden zu sein.

⁷² IGME, Mapa Metalogenético de España, 1 : 200.000. Blatt Nr. 82 – Morón de la Frontera (Madrid 1974).

⁷³ Castaño 2003, 56.

⁷⁴ Vilaseca 1984, 142.

⁷⁵ Díaz Morant 1998, 7.

⁷⁶ Reyes – Meléndez 1986, 259–277.

⁷⁷ Téllez 2001, 25.

⁷⁸ Ordóñez 2010, 60–64.

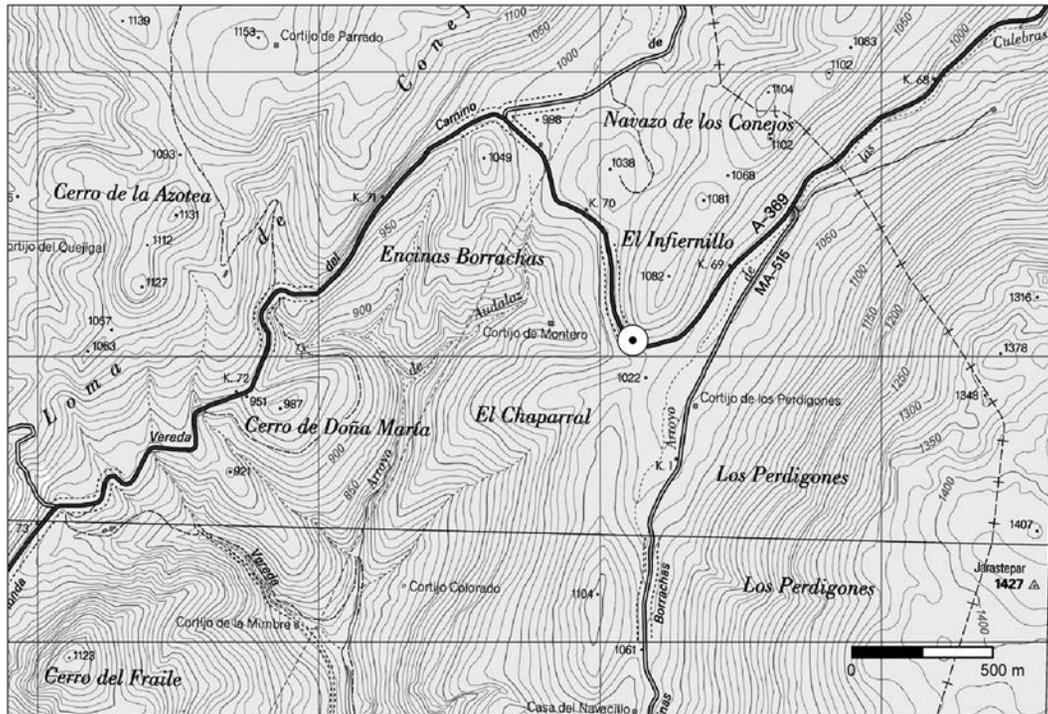


Abb. 16 Lage des Fundplatzes Encinas Borrachas (Alpendeire, Málaga).

nicht konzentrische Struktur auf. Es wurden mehrere Erzknollen entnommen, die alle ein ähnliches Aussehen haben.

Es gibt keine schriftliche Überlieferung zu diesen Lagerstätten, jedoch erwähnt Medina Conde die benachbarte Lagerstätte mit ähnlicher Geologie im Coto (= Jagdrevier) de Cijuela⁷⁹, deren Pyrite auch von de Rojas Clemente y Rubio hervorgehoben werden⁸⁰.

⁷⁹ Medina Conde 1981, 88.

⁸⁰ De Rojas Clemente y Rubio 2002, 870 Zitat: »De Benaoján a Ronda se va más comúnmente por el río arriba que dicen camino algo más llano y aún más corto para el Mercadillo. Yo preferí el del Coto, por serme enteramente nuevo y por ver las piritas y el azufre de Conde. [...] Se descubrieron según dicen no ha muchísimos años corriéndose una terrera y desde entonces se encuentran siempre bastantes en el arroyo, es éste pequeño y seco. Descúbrense sin embargo en sus orillas bancos areniscos y de arcilla endurecida, casi verticales y de poco grosor con otros de arcilla térrea; los primeros y [los] segundos son los que llevan las piritas, desde el tamaño de una cabeza de alfiler hasta el de una nuez, globosas y de textura radiada, muy brillantes cuando no las ha atacado aún la descomposición y de un efecto bellissimo cuando se hallan bien distribuidas sobre una superficie un gran número de las pequeñas«. Übersetzt: »Von Benaoján nach Ronda geht man gewöhnlich flussaufwärts entlang, denn man sagt, dass dieser Weg etwas ebener und kürzer zum Markt ist. Ich zog den vom Revier vor, da er mir völlig neu war und ich die Pyrite und den Schwefel von Conde sehen wollte. [...] Man sagt, dass sie vor nicht vielen Jahren bei einem Erdbeben entdeckt wurden, und seitdem findet man immer viele im Bach, der klein und trocken ist. An seinen Ufern entdeckt man jedoch Bänke aus Sandstein und gehärtetem Ton, die fast senkrecht und nicht sehr dick sind, zusammen mit anderen aus erdartigem Ton; die ersten und [die] zweiten sind diejenigen, die die Pyrite enthalten, deren Größe von der eines Nadelkopfes bis zu der einer Nuss reicht und die kugelförmig mit Strahlentextur und sehr glänzend sind, wenn sie noch nicht von der Zersetzung befallen wurden, und einen wunderschönen Effekt zeigen, wenn eine große Anzahl von den kleinen gut auf einer Oberfläche verteilt sind«.



Abb. 17 Encinas Borrachas (Alpandeire, Málaga) mit Markasit und Pyrit.

Hervorzuheben ist hier die Nähe zu Arunda, dem römischen Ronda. Die Besiedlung des strategisch gelegenen Platzes reicht in das Neolithikum zurück⁸¹. Metallurgische Werkstätten sind für den Übergang von der Endbronze- zur Eisenzeit belegt⁸².

XRD-Analyse

Die Erzknollen 1 (4311/11) und 2 (4658/13) setzen sich aus Pyrit und Goethit zusammen, wobei ca. die Hälfte des Eisens als Pyrit gebunden ist. Der Gehalt an Gips in der Probe 1 ist zu vernachlässigen. Die Probe 3 (4659/13) ist vollständig in Goethit umgewandelt (vgl. Tab. 2).

ICP-MS-Analyse

Die chemische Zusammensetzung folgt dem Ergebnis der Röntgenanalyse (Tab. 4 und 5). Die deutlichen Ni-Gehalte sind typisch für Pyrite, auch das Vorhandensein von geringen Mengen an Co und As (Tab. 5). Vanadium ist ebenfalls ein typischer Vertreter in Eisenerzen.

6.8 Bergwerk von Robledal (Igualeja) – Eisen

UTM-Koordinaten: X 315,458; Y 4,056,648; Höhe: 1.274 m

Entfernung von Alcorrín: 36,9 km

Geologische Einheit: Alpujárride/Yunqueira-Einheit

Nebengestein und dessen Alter: Marmor, Gneis, Peridotit/unbekannt

Entstehung: metasomatisch (Skarn-Typ)

Metall/Erz: Fe/Magnetit

⁸¹ Aguayo u. a. 2004, 772–788.

⁸² Aguayo 2001, 83–86; Aguayo (im Druck).

Dieses Tagebau-Bergwerk befindet sich in einem großen Erschließungsgebiet, dem Puerto del Robledal im Bezirk El Cañuelo (Abb. 18). Es wurde bis vor wenigen Jahrzehnten befahren. Die vorhandenen Eisenmineralisierungen sind aus mehr oder weniger verändertem Magnetit, der in zu den Karbonatgesteinen parallelen Lagen vorkommt⁸³.

Es wurden reichhaltige Proben aus der Abraumhalde genommen.

Das Bergwerk ist in zahlreichen historischen Quellen erfasst. Medina Conde zum Beispiel bezieht sich auf die Blechfabrik von Júcar, die u. a. mit dem Erz aus dem Robledal versorgt worden sein dürfte⁸⁴. De Rojas Clemente y Rubio beschreibt den Zustand des Bergwerks zu seiner Zeit⁸⁵.

Es besteht kein Zweifel an der industriellen Bedeutung dieser Mineralisierungen. Tatsächlich listete Orueta y Duarte die wichtigsten Eisenbergwerke auf, und neben dem Bergwerk von Cobatillas bei Estepona erwähnte er das von Puerto del Robledal, das infolge des Ersten Weltkriegs stillgelegt wurde⁸⁶. In der Bergbaustatistik findet man Berichte über Förderungsarbeiten, die in diesen Bergwerken seit 1909 bis mindestens 1959 stattfanden. Auch auf der Metallogenetischen Karte Spaniens des IGME⁸⁷ ist das Bergwerk von Robledal, das dem Fundort Nr. 7 entspricht, für die Erschließung von Eisenoxiden angegeben.

⁸³ Dürr 1967, 45 Zitat: »SW des Puerto del Robledal findet sich eine etwa 2 km lange, breite Scholle, die von einigen kleineren Schollen begleitet wird. [...] Die stillgelegte Grube E des Cascajares (NW pkt. 1370 m), ein kleiner Tagebau, hat besonders schöne Handstücke geliefert. Der Marmor ist durch anscheinend eisenhaltigen, in Schliff wechselnd bräunlichen Brucit [...] dunkel gesprenkelt und von grünlichen, grossenteils serpentinisierten Olivinen [...] durchsetzt; in Schliff finden sich auch kleine Spinelle; dazu treten in unregelmässigen Massen Magnetit [...], stark kataklastisch, der Olivin umschliessen kann, und feinfaseriger, matt grünlich-schwarz glänzender Ludwigit ($(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{O}_2\text{Fe}_3\text{BO}_3$) [...], der möglicherweise Magnetit verdrängt hat; im Anschliff zeigt er winzige, dendritische Reste von Magnetit«.

⁸⁴ Medina Conde 1981, 83 Zitat: »En el Puerto del Roblear hay también minas de hierro. De este, y del sacado de todas estas minas se proveía con abundancia el martinete, o fábrica de hierro, que había inmediata a Cartagima, de la que se han extraído copiosas sumas de este metal.« Übersetzt: »Am Puerto del Roblear gibt es auch Eisenbergwerke. Mit diesem und dem aus all diesen Bergwerken gewonnenen Eisen wurden die Ramme oder die Eisenfabrik reichlich versorgt, die unmittelbar bei Cartagima lag und aus der große Mengen dieses Metalls gewonnen wurden«.

⁸⁵ De Rojas Clemente y Rubio 2002, 845 Zitat: »Poco más arriba de ella [Fuenfría] está un terreno blanco de tierra y piedra ya casi térrea por la descomposición (vulgo castillón entre los mineros), que es el de la famosa mina de hierro. [...] Así no se presta aquí la mina al examen, se supone que por bajo la tierra blanca va un tajo grandísimo de hierro puro como en las casi horizontales y esto a poca profundidad. Así los trabajos que se hicieron a este hierro fueron todos al aire libre y luz del día. [...] Magnético es todo el hierro, pero los pedazos que están al aire han perdido toda o casi toda su virtud atractiva quedándoles la de ser atraídos. Cuando más hondo se halla el mineral, con tanta más fuerza dicen que atrae.« Übersetzt: »Etwas höher über ihr [Fuenfría] liegt ein weißes Gelände aus Erde und durch die Zersetzung schon beinahe erdigen Steinen (gewöhnliches »Castillón« für die Bergarbeiter), dass es das des berühmten Eisenbergwerks ist. [...] So eignet sich das Bergwerk hier nicht zur Untersuchung; es wird angenommen, dass sich unter der weißen Erde eine sehr große, nicht tiefliegende Grube aus reinem Eisen in nahezu waagerechten Platten befindet. So wurden die Arbeiten mit diesem Eisen alle unter freiem Himmel und bei Tageslicht durchgeführt. [...] Das ganze Eisen ist magnetisch, aber die Stücke, die an der Luft liegen, haben all oder beinahe all ihre Anziehungseigenschaft verloren, so dass sie nur noch angezogen werden können. Je tiefer das Erz liegt, umso stärker ist, so sagt man, die Anziehungskraft«.

⁸⁶ Orueta 1917, 532 Zitat: »La impresión que a primera vista producen los criaderos de magnetita del Robledal es de estupefacción ante aquella riqueza. Pocas minas habrá cuyos crestones den una idea tan favorable como la que dan éstos. Imagínese el lector un dique de magnetita pura que corre de Este a Oeste en una longitud quizás de medio kilómetro, con 20 a 25 metros de anchura, de color negro intenso, y que se eleva sobre el terreno circundante de uno a cuatro metros.« Übersetzt: »Den Eindruck, den die Magnetitlagerstätten von Robledal auf den ersten Blick machen, ist Verblüffung über jenen Reichtum. Es mag wenige Bergwerke geben, deren Kämme ein so gutes Bild abgeben wie diese. Stelle sich der Leser einen Deich aus reinem Magnetit mit einer kräftigen schwarzen Farbe vor, der von Osten nach Westen vielleicht einen halben Kilometer lang verläuft und 20 bis 25 Meter breit ist, und der ein bis vier Meter aus dem umliegenden Gelände herausragt«.

⁸⁷ IGME, Mapa Metallogénico de España 1 : 200.000. Blatt Nr. 87 – Algeciras (Madrid 1975).

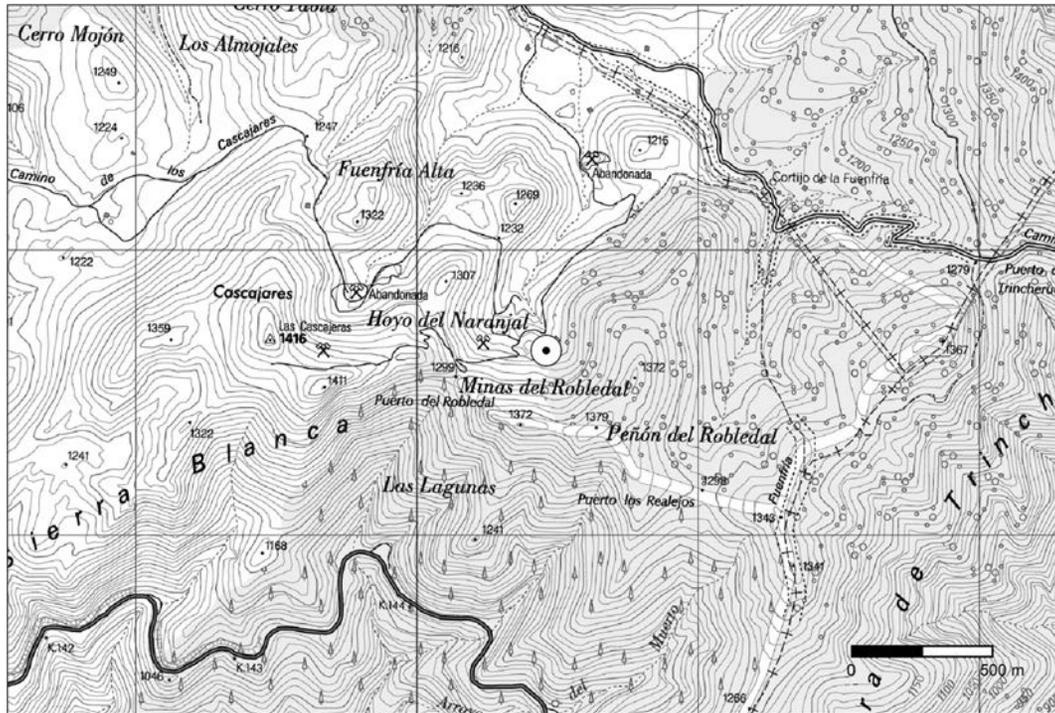


Abb. 18 Lage der Mine El Robledal (Igualeja, Málaga).

Antike Fundplätze sind in dieser Gegend nicht bekannt. Erst in islamischer Zeit nimmt die Besiedlung nennenswerte Ausmaße an⁸⁸.

XRD-Analyse

Die Geländeproben 1 (4314/11), 2-1 (4695/13) und 2-2 (4694/13) bestehen aus Magnetit, Goethit und akzessorisch Greenalith, einem Serpentin-Mineral (s. Tab. 2). Begleitmineral ist nach Analyse Hydrotalkit.

ICP-MS-Analyse

Die Mg-Gehalte und Al-Gehalte in den drei Proben dürften das Vorhandensein von Hydrotalkit anzeigen (Tab. 4). Nickel und Co sind typische Substituenten im Magnetit, Vanadium generell in Eisenerz vertreten. Kupfer liegt im Spurenbereich vor (Tab. 5).

6.9 Bergwerk von Cerro Torrón (Marbella) – Eisen

UTM-Koordinaten: X 333,624; Y 4,044,503; Höhe: 208 m

Entfernung von Alcorrín: 41,6 km

Geologische Einheit: Alpujárride/Blanca-Einheit

⁸⁸ Castaño 2003, 56.

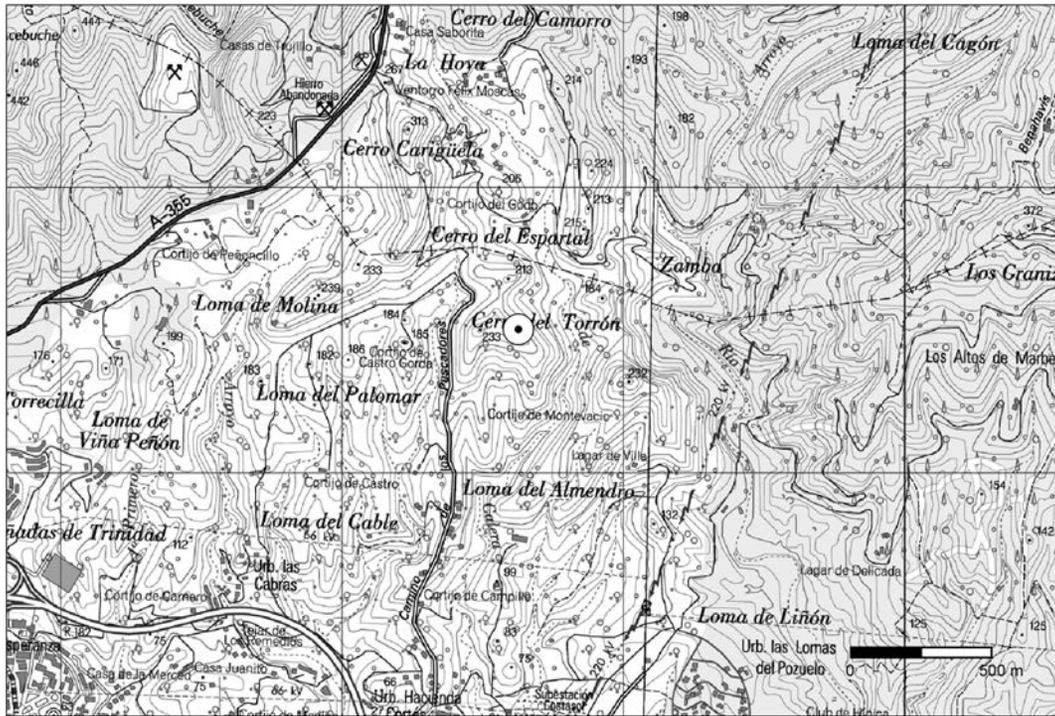


Abb. 19 Lage der Mine Cerro Torrón (Marbella, Málaga).

Nebengestein und dessen Alter: Marmor, Gneis, Peridotit/unbekannt

Entstehung: metasomatisch (Skarn-Typ)

Metall/Erz: Fe/Goethit

Auf dem Cerro del Torrón (Abb. 19) finden sich Ausbisse reichhaltiger Eisenmineralisierungen. Auf dem höchsten Kamm einer der verzerrten Bereiche, von dem Proben entnommen wurden, erkennt man starke Limonitisierungserscheinungen und scheinbar hämatitreiche Zonen. An manchen Stellen wurden grünliche Zonen beobachtet, die auf die Anwesenheit von kupferhaltigem Erz hindeuten.

Es wurden auch Proben von der Umgebung des Fundortes entnommen, insbesondere vom Hang, der zu den erzeichen Stellen hinaufführt, und vom unteren Graben.

Die hohe Qualität und Reinheit des Erzes, die Beschaffenheit des oberflächlichen Erzausbisses und die relative Nähe zur Küste sind Umstände, die die Erschließung im Altertum nahelegen.

In den historischen Quellen sind keine eindeutigen Bezugnahmen auf dieses Bergwerk gefunden worden, wohl aber auf die der Gruppe von Peñoncillo (Marbella-Ojén), zu der das Bergwerk von Cerro Torrón gehört. So beschreibt z. B. Álvarez de Linera⁸⁹ die Mineralisierung

⁸⁹ Álvarez de Linera 1851, 170 Zitat: »El hierro se presenta con mucha abundancia en toda la formación que describimos, pero aún más en la falda de la sierra, como sucede en el camino de Mijas á Benalmadena, donde se presentan poderosos bancos de hierro oxidado hidratado pasando á ocre en la superficie acompañado de cristales de cuarzo y drusas de óxido negro. [...] El [hierro] arcilloso-hidratado, se beneficia tambien como fundente [...] y acompaña á los grandes bancos del magnético ó peroxidado, que vienen al pie de la sierra de Marbella ó Blanca.« Übersetzt: »Das Eisen ist sehr reichlich in der ganzen beschriebenen Formation vorhanden, aber noch reichlicher an den Ausläufern des Gebirges, wie es auf dem Weg von Mijas nach Benalmadena der Fall ist, wo mächtige Bänke aus Eisenoxid-Hydrat vorliegen, die an der Oberfläche in Ocker übergehen, zusammen mit Quarzkristallen und Drusen aus

gen von Marbella (Sierra Blanca) und von Sierra Bermeja. Auch im Boletín Oficial de Minas werden mehrere Eisenbergwerke der Gegend sowie die Ferrería de Marbella und die Qualität des dort genutzten Erzes hervorgehoben⁹⁰.

Unmittelbar neben dem Bergwerk liegt über dem Tal des Río Real die Siedlung Cerro Torrón⁹¹, deren Besiedlung vom 6. Jh. v. Chr. bis in islamische Zeit reicht⁹². An der Oberfläche finden sich zahlreiche Schlacken.

Im Mündungsgebiet des Río Real liegt eine Siedlung, die im späten 8. oder frühen 7. Jh. v. Chr. von Phöniziern gegründet wurde und bis ins 1. Jh. v. Chr. fort dauerte⁹³. Bei den Ausgrabungen wurden u. a. Reste metallurgischer Aktivitäten dokumentiert⁹⁴.

XRD-Analyse

In den drei Proben von Cerro Torrón (4316/11, 4320/11, 4655/13) wurden Goethit und Quarz identifiziert (Tab. 2).

ICP-MS-Analyse

Die Proben weisen relativ viel Quarz auf (Tab. 4). Da Goethit bei der Bildung Verunreinigungen wie z. B. Si, P, Mn oder V aufnimmt, kann ein Teil der Neben- oder Spurenelemente im Goethit eingebaut worden sein. Für die Eisenerze dieser Region typisch erhöhte Gehalte an Cr, Co, Ni und V liegen auch hier vor (Tab. 5).

6.10 Bergwerke von Los Sauces (Yunquera) – Blei, Eisen

UTM-Koordinaten: X 323,689; Y 4,068,279; Höhe: 903 m

Entfernung von Alcorrín: 51,1 km

Geologische Einheit: Rondaide/Nieves-Einheit

Nebengestein und dessen Alter: Dolomit/Obere Trias

Entstehung: sedimentär?

Metall/Erz: Pb, Fe/Galenit, Cerussit, Goethit

schwarzem Oxid. [...] Das lehmige [Eisen]-Hydrat wird auch als Flussmittel aufbereitet [...] und begleitet die großen Bänke des magnetischen oder peroxidierten, die am Fuß der Sierra de Marbella oder Blanca vorkommen.

⁹⁰ Boletín Oficial de Minas 1844/1845, 26 Zitat: »Las minas de hierro magnético u oxidulado que se explotan a cielo abierto por los particulares en Sierra Blanca, término de Ojén, distrito de Marbella, arman en roca caliza sacaroidea, a veces un tanto dolomítica, bordeando el límite meridional de la estensa formación porfírica de Sierra Bermeja: [...]. Los minerales de estos interesantes criaderos, que parece no reconocen hasta ahora más rival en Europa, respecto a su abundancia y buena calidad, que los de la isla de Elba, [...]. Übersetzt: »Die Bergwerke aus magnetischem oder oxidiertem Eisen, die durch Privatpersonen im Tagebau in Sierra Blanca, Bezirk Ojén, Distrikt Marbella, erschlossen werden, sind mit sacharoiden, manchmal auch dolomitischen Kalkstein vergesellschaftet und umgeben die südliche Grenze der ausgedehnten porphyrischen Formation der Sierra Bermeja: [...]. Die Erze dieser interessanten Lagerstätten, die in Bezug auf ihren Reichtum und ihre gute Qualität bisher anscheinend keine anderen Rivalen in Europa kennen als die der Insel Elba, [...].«

⁹¹ López Pardo – Suárez Padilla 2010, 801.

⁹² Navarro Luengo u. a. 1998, 436.

⁹³ Sánchez Bandera u. a. 1999.

⁹⁴ Für die beigetragenen Informationen danken wir den Grabungsleitern der phönizischen Siedlung von Río Real, P. Sánchez und A. Cumpián, sie wiesen uns auf die häufig auftretenden, beim Metallguss entstehenden Schlacken in den Fundstätten hin.

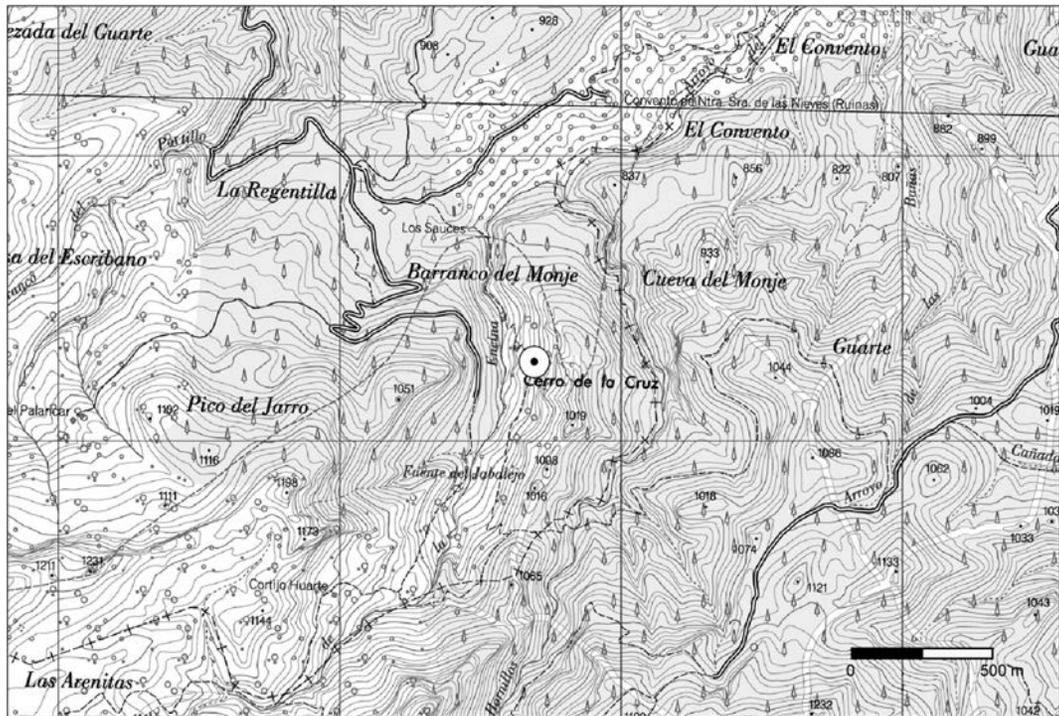


Abb. 20 Lage der Mines Los Sauces (Yunquera, Málaga).

Diese Bergbaugegend befindet sich unweit von Yunquera, in der Nähe von Los Sauces in der Sierra de las Nieves, wo sie als »Cañada de la Encina« bekannt ist (Abb. 20).

In diesem Areal wurden mehrere Schachteingänge mit waagerechten, nicht sehr tiefen und breiten Stollen gefunden. Es besteht die Möglichkeit, dass es sich dabei um Bodenforschungsgruben und nicht um Bergwerke handelt, da in keinem der Stollen Erzmineralreste gefunden wurden. In der Umgebung des größten Bergwerks des Ortes jedoch (Abb. 21), das dem hier beschriebenen entspricht, gibt es mehrere Erzausbisse, die von guter Qualität sind. Hier wurden Proben entnommen, hauptsächlich Knollen aus Eisenerz, in denen kleine Galenitadern zu erkennen sind.

Eine mögliche Erwähnung des Bergwerkes findet sich bei Medina Conde⁹⁵. Auf seiner Reise nach Junquera besichtigt de Rojas Clemente y Rubio am 23. September 1809 diese Bergwerke aus »Alkohol«, das heißt aus Galenit, und beschreibt die Art der dort vorliegenden Mineralisierung⁹⁶. Auch Álvarez de Linera bezieht sich auf diese Bleibergwerke⁹⁷.

⁹⁵ Medina Conde 1981, 88 Zitat: »Camino de Jubrique, y las Nieves hay minas de plomo que no se han beneficiado«. Übersetzt: »Auf dem Weg nach Jubrique und Las Nieves befinden sich Bleibergwerke, die nicht aufbereitet worden sind.«

⁹⁶ De Rojas Clemente y Rubio 2002, 833 Zitat: »Está en la roca caliza común o compacta y forma como una zanja con sus excavaciones más profundas en trechos, nunca mucho, al parecer, pues están aterradas. En ella y principalmente en la reciente se ve algo de hierro compacto y ocre amarillo, a veces fino como el de Carratraca, y mezclado más o menos con uno y otro el alcohol compacto y acerado de color, a veces, muy azulado«. Übersetzt: »Es befindet sich in gewöhnlichem oder kompaktem Kalkstein und bildet eine Art Graben mit seinen streckenweise tiefsten Ausgrabungen, anscheinend nie sehr tief, denn sie sind mit Erde bedeckt. In ihm, und hauptsächlich in dem neueren, erkennt man ein wenig kompaktes Eisen und gelben Ocker, manchmal fein wie der von Carratraca, wobei das eine oder der andere mehr oder weniger mit dem kompakten und stählernen, manchmal sehr bläulichen Alkohol gemengt ist.«

⁹⁷ Álvarez de Linera 1851, 204; Álvarez de Linera 1852, 123 f.



Abb. 21 Eingang einer der Minen von Los Sauces (Yunquera, Málaga).

Auf der Metallogenetischen Karte Spaniens⁹⁸ des IGME entspricht Los Sauces dem Bergwerk Nr. 34, in dem Bleisulfide und Antimon (mit Silber) erschlossen wurden.

An dem bedeutenden Knotenpunkt der Flüsse Guadalhorce, Turón und Guadalteba ist die Besiedlung vor allem ab der frühen Eisenzeit von Bedeutung⁹⁹, s. z. B. Atabacales¹⁰⁰ und Cerro del Algibe (Coín)¹⁰¹.

XRD-Analyse

Es wurden zwei Erzproben analysiert, die aus einem in der Nähe eines der Bergwerke gelegenen Ausbisses stammen. In der Probe 1 assoziieren Cerussit und Galenit mit dem Zinkkarbonat Smithsonit, in der Probe 2 mit Goethit (Tab. 2).

Probe 1 (4326/11): Cerussit, Smithsonit, Galenit.

Probe 2 (4335/11): Cerussit, Goethit, Galenit.

ICP-MS-Analyse

Die niedrigen Schwefel-Gehalte in beiden Erzstücken weisen darauf hin, dass Galenit nur noch akzessorisch an der Probe beteiligt ist. Cerussit und Smithsonit sind die Hauptkomponenten der Probe 1 und Cerussit und Goethit der Probe 2 (vgl. Tab. 4). Probe 1 zeigt mit 0,087 Gew.-% Cd ein typisches Spurenelement im Smithsonit an (Tab. 5). Die markanten As-Gehalte können beispielweise aus mit primärem Galenit verwachsenen As-Fahlerzen entstammen. In dem sekundären Erzgemenge sind Ag und Sb nur in geringen Spuren vertreten.

⁹⁸ IGME, Mapa Metalogenético de España 1 : 200.000. Blatt Nr. 82 – Morón de la Frontera (Madrid 1974).

⁹⁹ García Alfonso 2007, 201.

¹⁰⁰ Recio u. a. 1991, 351.

¹⁰¹ Martín Ruiz 1999, 312.

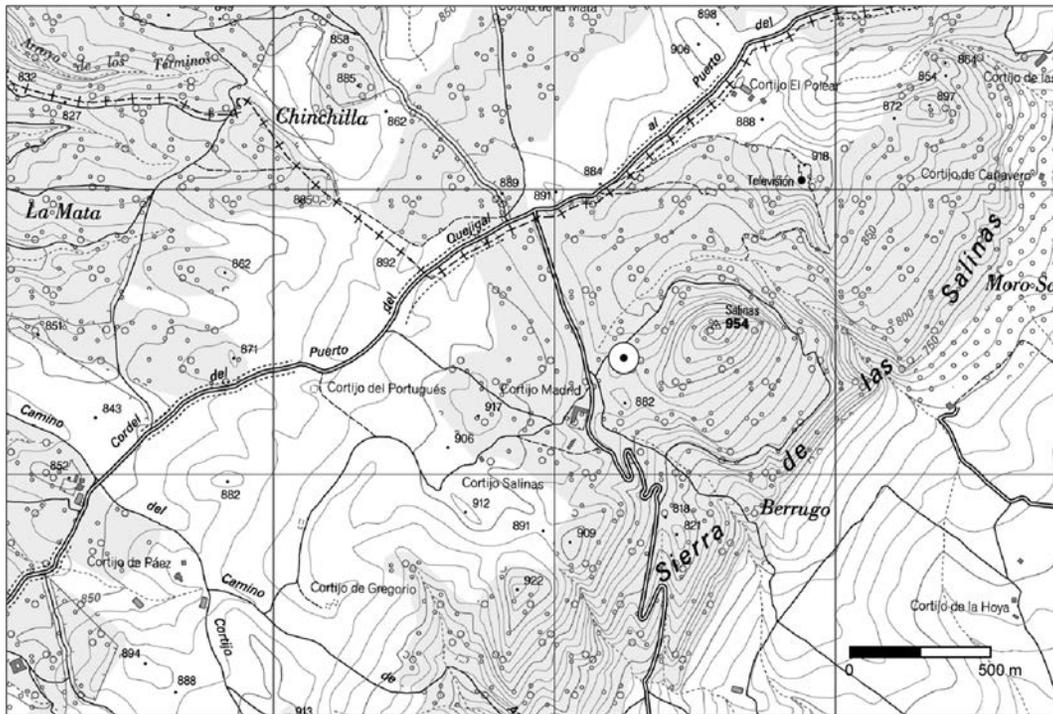


Abb. 22 Lokalisierung der Mine vom Cerro de las Salinas (Ronda, Málaga).

In den Proben konnte kein Sb oder Ag detektiert werden, welche in den historischen Quellen oder auch in der IGME-Karte für die anstehenden Erze erwähnt werden.

6.11 Bergwerk von Cerro de Las Salinas (Ronda) – Eisen (Blei)

UTM-Koordinaten: X 307,245; Y 4,077,409; Höhe: 872 m

Entfernung von Alcorrín: 53,7 km

Geologische Einheit: post-orogene Formation/Molasse von Ronda

Nebengestein und dessen Alter: Kalkarenit/Oberes Miozän

Entstehung: gangförmig

Metall/Erz: Fe/Goethit, Hämatit

Dieser Fundort liegt nicht weit entfernt von Ronda (etwa 7,5 km) in der Sierra de las Salinas auf einem prominenten Hügel (Abb. 22. 23).

In dieser Gegend ist es nicht gelungen, das eigentliche Bergwerk zu lokalisieren, aber es fanden sich eine Abraumhalde und auf den Hängen des Hügels mehrere Eisenerzknoten.

Es wurden Erzproben vom Fuß des Vorgebirges und entlang des Weges zwischen der Saline und dem sie umgebenden Flachland entnommen.

Es gibt kaum historische Notizen zu diesem Bergwerk, da in den meisten Texten nur die Salzgewinnung und selten die Nutzung des Erzes der Gegend erwähnt wird¹⁰².

¹⁰² s. z. B. Medina Conde 1981, 96 Zitat: »En Ronda, Partido de los Frontones, a una legua de la Capital, hay una abundantísima salina con la particularidad de ser de color rubio y pardo; pero de tanta virtud y fuerza, que una fanega de esta sal equivale por quatro de la blanca«. Übersetzt: »In Ronda, Partido de los Frontones, eine Meile von der



Abb. 23 Cerro de las Salinas (Ronda, Málaga). Quelle mit Salz und kolloidalem Eisen.

Im Katalog der Historischen Kartographie der Provinz Málaga und im Historischen Archiv von Málaga werden jedoch einige Eisenbergwerke auf dem Cerro de Las Salinas angeführt: San Cristóbal (1903), La Tercia (1955) und La Pilarica (ohne Datum); ferner werden das Manganbergwerk Emilia (1943) und das Bleibergwerk Eskarrिकासco (1951) erwähnt.

Auf der Metallogenetischen Karte Spaniens¹⁰⁵ des IGME entspricht Las Salinas dem Bergwerk Nr. 40 für die Erschließung von Eisenoxiden.

Die Nutzung dieses Hügels geht in das Epipaläolithikum zurück¹⁰⁴, der Platz war aber auch in der Endbronzezeit, in iberischer, römischer und islamischer Zeit besiedelt. An den Hängen finden sich Reste metallurgischer Aktivitäten.

XRD-Analyse

Für die Mineralphasenbestimmung wurden vier repräsentative Erzproben ausgewählt. Die drei Eisenerze (4312/11, 4652/13, 4653/13) bestehen aus Goethit und Quarz, Probe 2-2 (4652/13) führt auch Fluorapatit. Die Probe 2-1 (4651/13) ist ein Mischerz aus Bleiglanz, Anglesit, Sphalerit und Pyrit.

ICP-MS-Analyse

Es handelt sich bei Probe 2-1 (Halde, 4312/11) um eine Eisenerzknotte hoher Reinheit. Anteile von SiO_2 im Goethit sind in Form von Verunreinigungen aber nicht ungewöhnlich, wie

Hauptstadt entfernt, liegt eine äußerst reiche Saline, die die Eigentümlichkeit besitzt, dass sie eine goldgelbe und braune Farbe hat; ihre Eigenschaften und Kraft sind aber derartig, dass eine Fanega dieses Salzes vier der weißen entspricht«.

¹⁰⁵ IGME, Mapa Metalogénico de España 1 : 200.000. Blatt Nr. 82 – Morón de la Frontera (Madrid 1974).

¹⁰⁴ Aguayo u. a. 1990, 65.

auch die Proben 2-2 und 2-3 (4653/13) belegen (Tab. 4). Mangan ist als typischer Substituent ebenfalls anwesend, in einem Fall mit fast 9 Gew.-%. Wie das Bergwerk Emilia (s. o.) zeigt, waren die Mangan-Gehalte in den hiesigen Erzvorkommen auch wirtschaftlich bedeutsam. In allen drei Probenstücken gibt es signifikante Sr-Werte zu verzeichnen, in der fluorapatitreichen sind es 0,15 Gew.-% (Tab. 5). Zumindest in diesem Fall wird der Großteil des Sr das Ca des Fluorapatits ersetzt haben. Die übrigen Spurenelemente sind unauffällig.

6.12 Montecortillo (Montecorto, Ronda) – Kupfer

UTM-Koordinaten: X 297,168; Y 4,079,300; Höhe: 675 m

Entfernung von Alcorrín: 54,6 km

Geologische Einheit: Tektonisch-sedimentäre Formation/Lehme mit Blöcken

Nebengestein und dessen Alter: buntfarbiger Lehm/Tertiär

Entstehung: sedimentär

Metall/Erz: Cu/Malachit, Brochantit, Atacamit

Dieser Fundort liegt im Cortijo (= Landgut) de Almagro in der Nähe vom Peñón de Montecorto oder Montecortillo (Abb. 24). Trotz des Ortsnamens (Almagro bezieht sich auf Almagre, was Ocker bedeutet), der auf der auffallenden Farbe des Lehmbodens beruht (Abb. 25), überwiegen hier kupferhaltige Erze und nicht Eisenoxide. Tatsächlich liegen auf der gesamten Oberfläche kleine, rundliche (schrotkörnerartige) Kügelchen aus Kupfererz (Abb. 26), die sich besonders an den durch rote und grünliche Lehme gekennzeichneten

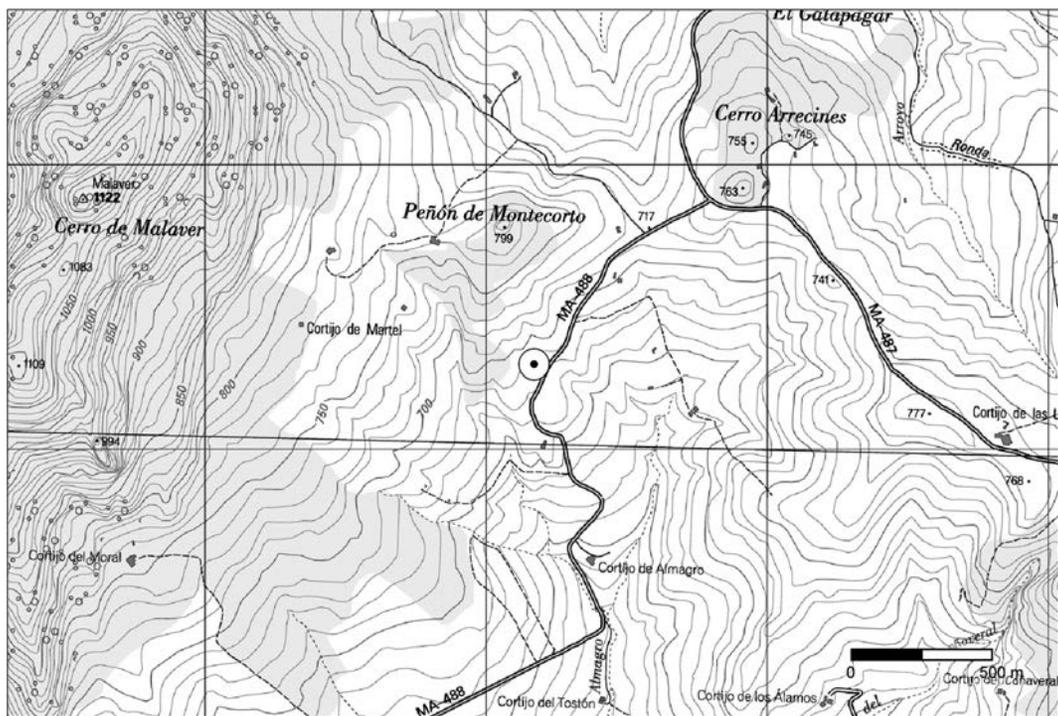


Abb. 24 Lage des Fundplatzes Montecortillo (Montecorto, Ronda, Málaga).



Abb. 25 Montecortillo (Montecorto, Ronda, Málaga), Hervortreten der sog. Arcillas Variegatas in denen Malachitknollen vorkommen. Im Hintergrund das Plateau von Acinipo.

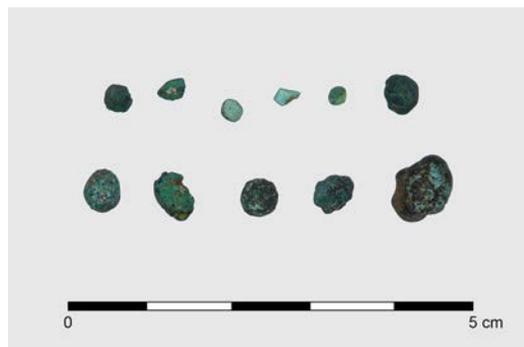


Abb. 26 Montecortillo (Montecorto, Ronda, Málaga), Malachitknollen.

Stellen ansammeln. Diese Erze können unterschiedliche Größen aufweisen, dennoch sind sie in den meisten Fällen nicht größer als 1 cm.

Es wurden mehrere, aber sehr ähnliche Proben von verschiedenen Stellen des Fundorts entnommen.

Es konnten keine historischen Daten über eine einstige Erschließung dieser Lagerstätte gefunden werden.

Von der unmittelbaren Umgebung sind kupferzeitliche und endbronzezeitliche Oberflächenfunde bekannt, in der weiteren Umgebung liegen früheisenzeitliche und iberische befestigte Siedlungen¹⁰⁵. Auch die spätmittelalterliche und die islamische Besiedlung Montecortillos können mit den Erzvorkommen von Escaurías in Verbindung gebracht werden¹⁰⁶.

XRD-Analyse

In der ausgewählten Geländeprobe (4337/11) wurden die oxidischen Kupfererze Brochantit, Atacamit und Malachit, zusammen mit Quarz und Dolomit, identifiziert (Tab. 2).

ICP-MS-Analyse

Bei der Probe handelt sich um ein Cu-reiches Erzgemenge der Oxidationszone. Die erhöhten Sr-Gehalte sollten dem Einbau in den Dolomit geschuldet sein, der mit einigen Gew.-% an dem Handstück beteiligt ist (Tab. 4. 5). Die signifikanten Mengen an Y, Mo oder auch Te wurden eventuell über die Lehme des Nebengesteins in die Probe eingetragen.

6.13 Bergwerke von Escaurías (Montecorto, Ronda) – Eisen, Kupfer

a) Bereich der Reduktionsöfen

UTM-Koordinaten: X 294,643; Y 4,080,017; Höhe: 731 m

Entfernung von Alcorrín: 55,3 km

b) Bergwerk 1

UTM-Koordinaten: X 295,086; Y 4,080,075; Höhe: 825 m

Entfernung von Alcorrín: 55,4 km

c) Bergwerk 2

UTM-Koordinaten: X 295,229; Y 4,080,038; Höhe: 861 m

Entfernung von Alcorrín: 55,3 km

d) Bergwerk 3

UTM-Koordinaten: X 295,304; Y 4,079,956; Höhe: 899 m

Entfernung von Alcorrín: 55,2 km

Geologische Einheit: tektonisch-sedimentäre Formation/Malaver-Formation

Nebengestein und dessen Alter: Dolomitbrekzie/unbekannt

Entstehung: sedimentär?

Metall/Erz: Fe, Cu, Pb, Ag?/Hämatit, Goethit, Brochantit, Malachit, Azurit, Bornit, usw.

Dieses Bergbaugebiet liegt an den westlichen Ausläufern des Cerro de Malaver zwischen Montecorto (Ronda, Málaga) und El Gastor (Cádiz). Hier wurden mehrere Bergwerke zwischen den Landgütern Donaira und Malaver im Norden, Martel im Osten und Ahorcado im Süden entdeckt (Abb. 27). Im gesamten Areal gibt es reichhaltige Vererzungszonen.

¹⁰⁵ Aguayo u. a. 1993, 331.

¹⁰⁶ Lozano u. a. 2010, 437.

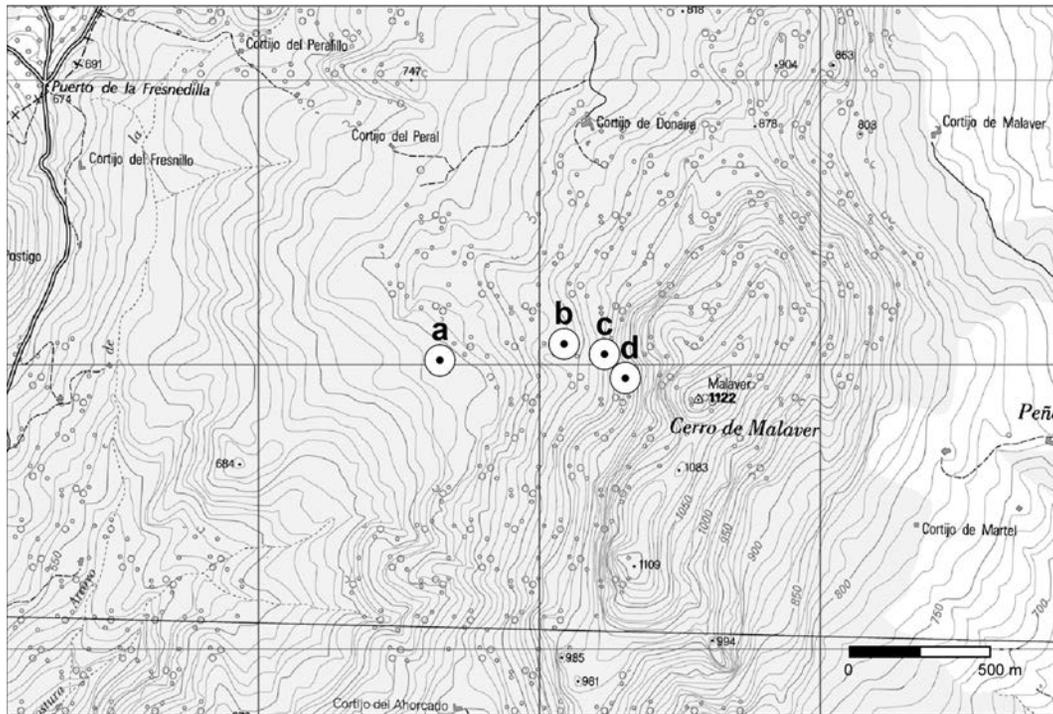


Abb. 27 Las Escaurías (Montecorto, Ronda) mit Positionen der a Reduktionsöfen; b Mine 1; c Mine 2; d) Mine 3.

Die Mineralisierung in der als »Reduktionsöfen« bezeichneten Zone besteht hauptsächlich aus Eisenerz und wird von Ockern und anderen Eisenoxiden und -hydroxiden mit sehr auffallenden Farben gebildet; es handelt sich um oberflächliche Ausbisse mit offensichtlich hohen Metallgehalten. Zwar ist kein konkretes Bergwerk identifiziert worden, aber es gibt eindeutige Hinweise auf eine Erschließung, wie es die üppigen, in der ganzen Gegend verstreuten Eisenschlacken sowie die Reste mehrerer, mit Ziegelsteinen errichteten Reduktionsöfen beweisen.

Andererseits wurden in den Escaurías – mitunter als Bergwerke des Cortijo de la Alcauría bekannt¹⁰⁷ – auch einige Bergwerke lokalisiert, in denen zusammen mit Eisenerz auch kupferreiche Bereiche identifiziert wurden, in denen Karbonate wie Azurit und Malachit vorherrschen.

Das Bergwerk 1 (Abb. 28) ist eine kleine Grube mit einem waagerechten, scheinbar erschöpften Stollen, in dem ursprünglich Eisenerz erschlossen wurde. Die Proben stammen aus der entsprechenden Abraumhalde.

Das Bergwerk 2 ist ebenfalls von geringer Größe und weist einen waagerechten Stollen auf, in dem Reste von Kupfermineralisierungen identifiziert wurden. Hier wurden Proben feiner Erzbänder von der Decke des Eingangsstollens entnommen sowie Azuritproben aus der unmittelbaren Umgebung.

Das Bergwerk 3 (Abb. 29) ist das größte und weist ein komplexes Netz aus Stollen und Schächten mit mehreren Bewetterungen auf. Einige der Schächte können eine beträchtliche Tiefe erreichen, die in dem größten etwa 75 m beträgt.

¹⁰⁷ Lozano u. a. 2010, 438–439.



Abb. 28 Las Escaurías (Montecorto, Ronda). Eingang zur Mine 1.



Abb. 29 Las Escaurías (Montecorto, Ronda). Gallerie der Mine 3.

In diesem Bergwerk wurden Eisenmineralisierungen guter Qualität und bedeutende Zonen von Kupfererzen, vor allem von Malachit und Azurit, entdeckt.

Es wurden mehrere, hauptsächlich kupferhaltige Erzproben gesammelt.

Peter Hoppe beschreibt die Geologie und Mineralisierungen dieser Gegend¹⁰⁸.

Die Gegend von Escaurías (oder Escauría) spielte für die Metallgewinnung in verschiedenen Epochen eine wichtige Rolle, dementsprechend ausgiebig ist ihre Überlieferung. Die erste Erwähnung der Erschließung dieser Bergwerke geht auf die zweite Hälfte des 16. Jhs. zurück¹⁰⁹, Diego de Maraver hebt die Silbererschließung hervor¹¹⁰, ebenso Rivera y Pizarro, der sogar eine Verbindung des Abbaus mit den Phöniziern in Erwägung zieht¹¹¹. Madoz¹¹² und Willkommen¹¹³ gehen ebenfalls auf die antike Nutzung dieser Lagestätten ein. Auch Álvarez de Linera beschreibt die Bergbaugegend, aber im Gegensatz zu den oben erwähnten Autoren geht er nicht nur auf die Erschließung von Silber und Ocker ein, sondern auch von Kupfer- und Bleierzen. Außerdem nimmt er auf Schmelzöfen Bezug, die in der Umgebung der reichen, oben genannten Eisenoxid- und -hydroxidausbisse noch teilweise erhalten sind¹¹⁴. Er erwähnt auch die Erschließung von antimonreichem Bleisulfid und wiederholt die Information von Willkomm über eine intensive Nutzung dieser Ressourcen im 14. und 15. Jh.¹¹⁵.

¹⁰⁸ Hoppe 1968, 297 Zitat: »Die Scholle des Malaver liegt tektonisch isoliert teilweise permotriadischen Sandsteinen, teilweise Schiefertonen der Paterna-Einheit auf. In die Überschiebungsfläche sind an der W-Seite stellenweise bunte Letten der Trias eingeschmiert worden. Nördlich davon ist eine bis zwei Meter dicke Erzzone von Roteisenstein und Limonit, vereinzelt auch Malachit, eingeschaltet«.

¹⁰⁹ González 1832, 597 f. Zitat: »[...] de cualquier metal que fuese en término de Ronda, junto al puerto del Escauría, á la mano izquierda del camino que va desde dicha ciudad al puerto, en el Montecorto, [...]«. Und im selben Text nennt er auch das Vorhandensein von »dos minas de plata y plomo en término de Ronda y sitios que llaman Montecorto y Montecortillo, [...]«. Übersetzt: »[...] aus jeglichem Metall, das im Bezirk Ronda am Puerto del Escauría auf der linken Seite des Weges, der von besagter Stadt zum Pass führt, in Montecorto, liegt, [...]« und »zwei Silber- und Bleibergwerken im Bezirk Ronda und Orte, die Montecorto und Montecortillo genannt werden, [...]«.

¹¹⁰ Lozano u. a. 2010, 436.

¹¹¹ Rivera y Pizarro 1873, 93 Zitat: »En nuestro término hay minas de oro, plata y otros metales: hallanse en Sierra Bermeja y en Monte Corto, donde hay una muy profunda mina y en sus bocas y entradas montes de escorias, que han dado nombre de Escauria á aquel partido: y estoy en la aprehensión de los Fenicios fueron los primeros que en ella trabajaron y de la que hoy día sacan plata.« Übersetzt: »In unserem Bezirk befinden sich Gold-, Silber- und andere Metallbergwerke: sie liegen in der Sierra Bermeja und in Monte Corto, wo es ein sehr tiefes Bergwerk mit Schlackenhaufen an seinen Ein- und Zugängen gibt, die jenem Bezirk den Namen Escauría gegeben haben: und ich bin der Auffassung, dass die Phönizier die ersten waren, die in ihm gearbeitet haben und aus dem heutzutage Silber gewonnen wird«. Vgl. Medina Conde 1981, 79.

¹¹² Madoz 1845–1850, 194.

¹¹³ Willkomm 1852.

¹¹⁴ Álvarez de Linera 1851, 201–202 Zitat: »En ella [la Serranía] se han calicatado en diferentes épocas varias minas de cobre, plomo, plata y lignito que no han dado resultado alguno; pero en el cerro de Montecorto, a tres leguas N.E. de Ronda, se encuentran muchos escoriales que hacen presumir que en tiempos antiguos se explotaron allí minerales de cobre. – Una sociedad de Ronda beneficia uno de estos y algunas minas antiguas, que presentan bancos muy potentes de hidrosido de hierro con manchas de malaquita y óxido rojo de cobre, cuyo mineral, si continúa en profundidad, es muy probable que degenera en piritita cobriza y ferruginosa«. Übersetzt: »In ihr [der Serranía] wurden in verschiedenen Epochen Schürfungen in mehreren Kupfer-, Blei-, Silber- und Lignitbergwerken vorgenommen, die ergebnislos waren; aber auf dem Cerro de Montecorto, drei Meilen nordöstlich von Ronda entfernt, befinden sich viele Schlackenhalde, die annehmen lassen, dass in früheren Zeiten dort Kupfererze gefördert wurden. Eine Gesellschaft aus Ronda bereitet eine davon und einige alte Bergwerke auf, die sehr mächtige Bänke aus Eisenhydroxid mit Flecken aus Malachit und rotem Kupferoxid aufweisen, deren Erz, wenn es noch weiter tiefer vorkommt, sehr wahrscheinlich in kupfer- und eisenhaltigen Pyrit übergeht«.

¹¹⁵ Álvarez de Linera 1852, 120–124.

Des Weiteren informiert die »Estadística Minera de España« und die »Cartografía Histórica de la provincia de Málaga« über Förderungsarbeiten in der Gegend von Escaurías während der letzten Jahrzehnte des 19. Jhs. und der ersten Hälfte des 20. Jhs., wobei es in diesem Zeitraum mehrere Unterbrechungen der Bergbautätigkeit gab.

Gemäß dem »Archivo Histórico de Málaga« wurden zwischen 1875 und 1903 in der Tat sechzehn Bergbauzulassungen für Eisen, sieben für Kupfer und nur eine für Blei erteilt. Ab diesem Datum und bis 1940 ist nur die Nutzung der Eisenerzlagertstätten erfasst.

Auf der Metallogenetischen Karte Spaniens des IGME¹¹⁶ entsprechen die Fundorte Nr. 31 und 32 den Bergwerken des Cerro de Malaver, in denen Eisenoxide mit Kupfer- und Bleikarbonat gefördert wurden.

In engem Zusammenhang zu diesen Erzvorkommen sind die bedeutenden endbronzezeitlichen Siedlungen Ronda la Vieja (Acinipo)¹¹⁷ und La Silla del Moro¹¹⁸ zu sehen. Metallurgische Aktivitäten sind hier auch für die iberische und römische Zeit belegt¹¹⁹.

XRD-Analyse

Für Escaurías wurden drei repräsentative Handstücke ausgewählt, und zwar eine Probe aus der Zone der Reduktionsöfen (4333/11) und zwei aus dem Bergwerk 3 (4321/11, 4340/11).

Im ersten Fall ist das Erzgestein hämatitisch mit reichlich taubem Gestein (Quarz) (Tab. 2). Die anderen beiden Stücke – innerhalb bzw. außerhalb des Bergwerks 3 entnommen – sind gemischte Proben aus Eisen- und Kupfermineralen. Probe 2 (4321/11) enthält neben dem Hauptanteil Hämatit das Kupfermineral Brochantit und Reste der gemischten Gangart (Quarz, Fluorit und Baryt). Probe 3 (4340/11) ist ein Gemenge aus Azurit (Hauptphase), Goethit und Bornit mit Quarz als Gang und Dolomitresten des Nebengesteins.

Bemerkenswert ist in Probe 2 vor allem das gemeinsame Auftreten von Baryt-, Fluorit- und Quarzgangart.

Probe 1 (4333/11, Zone der Reduktionsöfen): Hämatit (Quarz);

Probe 2 (4321/11, Bergwerk 3, innerhalb): Hämatit, Brochantit, (Quarz, Fluorit, Plumbo-Baryt);

Probe 3 (4340/11, Bergwerk 3, außerhalb): Azurit, Goethit, Bornit (Quarz, Dolomit).

ICP-MS-Analyse

Das hämatitische Erzgestein der Zone der Reduktionsöfen ist quarzreich, was für die Eisengewinnung nicht nachteilig ist (Tab. 4). Die aus dem Spurenelementmuster hervorstechenden Gehalte an Pb, Sb, W, As und Ag sind keine typischen Spuren des Hämatits, sondern unspezifische Verunreinigungen der Gangart (Tab. 5).

In Probe 2 ist Kalziumfluorit der bestimmende Erzbegleiter. Die deutlichen Pb-Gehalte sind laut XRD dem Plumbo-Baryt geschuldet. Hämatit als Eisenerz macht den Hauptanteil

¹¹⁶ IGME, Mapa Metalogénico de España, 1 : 200.000. Blatt Nr. 82 – Morón de la Frontera (Madrid 1974).

¹¹⁷ Carrilero u. a. 2002, 82 f.

¹¹⁸ Aguayo (im Druck).

¹¹⁹ Lozano u. a. 2010, 438.

aus. Dagegen besteht Probe 3 hauptsächlich aus Kupfererz in Form von Azurit und primär gebildetem Bornit. Goethit ist eher ein Nebengemengteil. Quarz als die bestimmende Gangart ist mit ca. 10 Gew.-% vertreten. Das ebenfalls mit mehreren Gew.-% vertretende Natrium lässt sich durch das Resultat der Röntgenanalyse nicht erklären.

7 Ergebnisse der Bleiisotopenuntersuchungen

Es wurden nicht nur die oben angeführten, bei der Geländeprospektion gesammelten Erzproben, sondern auch metallene und metallurgische Funde von Alcorrín sowie aus vergleichbarem Kontext aus Acinipo (Ronda) und außerdem ein älteres Ärmchenbeil aus Villa Vieja (Casares) auf ihre Bleiisotopenzusammensetzung hin untersucht (Abb. 30). Die Analyseergebnisse der insgesamt 23 Fundstücke und 36 Erzproben aus dem Arbeitsgebiet sind in den Tab. 8 und 9 aufgeführt.

Das untersuchte archäologische Material besteht aus:

- 11 Proben aus Alcorrín: sechs Eisenschlacken, der Oberflächenfund eines Eisenerzstückes, ein Eisenobjekt, drei Bronzeartefakte und ein bronzener Schmelztropfen,
- der Oberflächenfund eines Ärmchenbeils von Villa Vieja (Casares),
- ein Fragment eines verschlackten metallurgischen Tiegels sowie ein Bronzeschmelzrest aus den Ausgrabungen in der Altstadt von Ronda und
- acht Proben von Acinipo: sechs Eisenerze (Hämatit, Pyrit und Goethit), eine Silberperle und ein Tiegelbruchstück, dass in Zusammenhang mit der Gewinnung/Veredlung von Silber zu stellen ist.

Alle archäologischen Funde datieren in das 8. Jh v. Chr. Eine Ausnahme bildet das etwa ein Jahrhundert ältere Ärmchenbeil von Villa Vieja¹²⁰.

Das Spektrum an Erzmineralen umfasst verschiedene Bleierze (Galenit, Cerussit), Eisenerze (Magnetit, Hämatit, Goethit, Pyrit), Kupfererze (Malachit, Azurit, Atakamit, Brochantit) sowie recht vielfältig zusammengesetzte Buntmetallerze. Die archäologisch kontextualisierten Erze sind aber ohne Ausnahme Eisenerzmineralisationen (Hämatit, Goethit oder Pyrit).

Obwohl die Provenienzuntersuchung mittels Bleiisotopenvergleich seit einigen Jahrzehnten fester Bestandteil in der Archäometallurgie ist, gibt es bis heute nur wenige vergleichbare Studien zur Nutzung von (in der Regel regionalen) Ressourcen für die Eisenherstellung¹²¹. Das Ausgangsproblem liegt im Wesentlichen einfach darin, dass reine Eisenerze nur geringste Spuren an Blei enthalten, die durch äußere Einflüsse kontaminiert werden können (z. B. durch Blei aus dem Nebengestein oder Zuschlägen bei der Verhüttung). Auch von analytischer Seite her gerät man bei sehr geringen Bleigehalten in den Untersuchungsobjekten in den Grenzbe- reich der Bleiisotopenmethode. Da die Bleigehalte in den Eisenerzen und Eisenschlacken in der vorliegenden Studie aber zumeist akzeptabel waren, wurde die Bleiisotopenanalytik bei aller Vorsicht auch für die Frage nach der Lieferquelle der Eisenerze durchgeführt und ausgewertet.

Ein zweites Werkzeug bei der Provenienzuntersuchung ist der Spurenelementvergleich, der auch in Kombination mit der Bleiisotopie genutzt wird. Für die Eisenmetallurgie liegen einige Studien vor¹²². Die Kombination beider Methoden ist vor allem dann hilfreich, wenn

¹²⁰ Marzoli u. a. 2014.

¹²¹ z. B. Schwab u. a. 2006; Degryse u. a. 2007.

¹²² z. B. Coustures u. a. 2003; Schwab u. a. 2006; Desautly u. a. 2008.

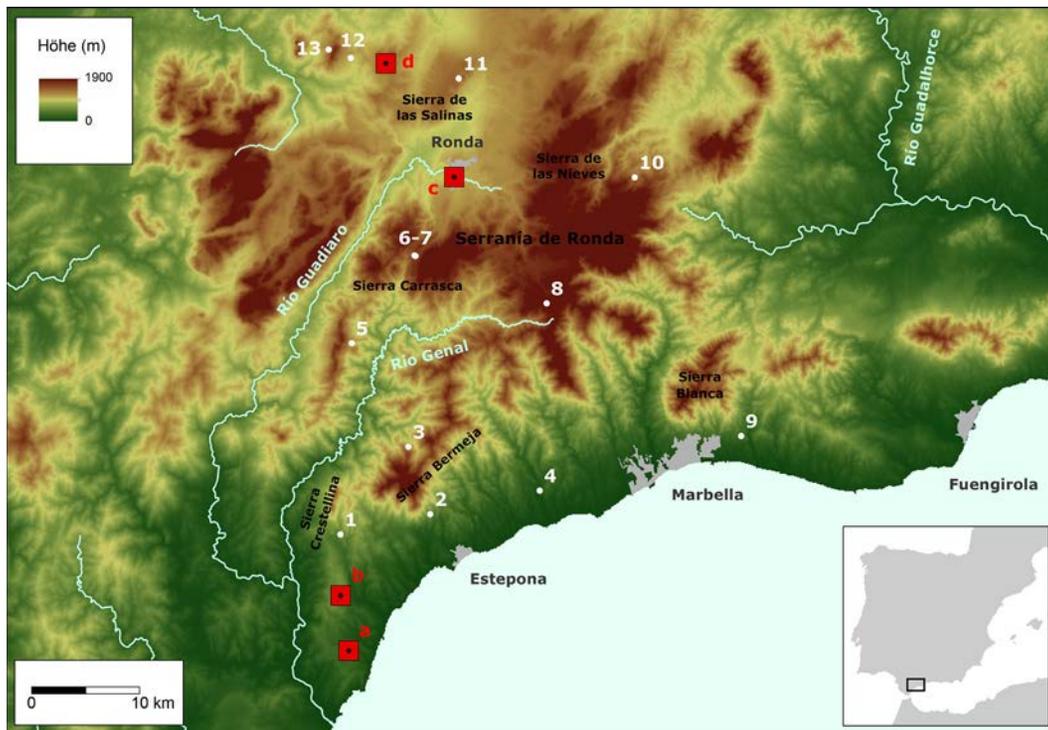


Abb. 30 Lage der endbronze-früheisenzeitlichen Siedlungen: a Los Castillejos de Alcorrín (Manilva), b Villa Vieja (Casares), c Ronda, d Acinipo (Ronda) und der Minen und Fundplätze: 1 Mine von Albarrán; 2 Mine von Cobatillas; 3 Mine von San Pedro; 4 Mine von Cardenillo; 5 Mine von La Horadada; 6 Fundplatz Los Perdigones; 7 Fundplatz Encinas Borrachas; 8 Mine von Robledal; 9 Mine von Cerro Torrón; 10 Minen von Los Sauces; 11 Mine von Cerro Salinas; 12 Fundplatz Montecortillo; 13 Minen von Las Escurias.

in einem der beiden Fälle eine Differenzierung zwischen verschiedenen Lagerstätten kaum oder gar nicht möglich ist. Der Anspruch dieses Vorberichts soll nicht in einer abdeckenden Provenienzstudie über phönizisch-zeitliche Eisengewinnung in Málaga liegen, sondern vordergründig in der allgemeinen historischen und geowissenschaftlichen Vorstellung der verschiedenen Bergbaureviere mit der Präsentation erster geochemischer und bleiisotopischer Datensätze und der Auslotung des Potentials der lokalen Erze als Metalllieferant. Es wurden mittlerweile weitere Proben in den Minen gesammelt und deren Bearbeitung begonnen.

Die Herkunftsanalyse wird auf Basis der Bleiisotope herausgearbeitet und die Spurenelementcharakteristika der einzelnen Vergleichsproben zusätzlich diskutiert. Festzuhalten bleibt, dass schon mit dieser Pilotstudie eine gute Beschreibung der einzelnen Buntmetall- und Eisenlagerstätten gelang und erste Erkenntnisse aus dem Vergleich mit dem archäologisch kontextualisierten Material aus Siedlungen, die gleichzeitig mit Alcorrín bestanden und von dort aus gut erreichbar waren¹²³. Besonders spannend dürfte hier die Einbindung der Eisenerzfunde aus Acinipo sein. Aber auch die hier vorgestellten Metall- und Tiegefunde, die bis auf eine Ausnahme (4362/15, Tab. 3) der Kupfer- und Bleimetallurgie zugeordnet werden, sind für die Einstufung der eisenzeitlichen Metallwirtschaft in der Region von essentieller Bedeutung,

¹²³ Zu den Entfernungen zwischen Alcorrín und Ronda und/oder Villa Vieja s. o.

Lab.-Nr. DBM	Probenbezeichnung/ Herkunft	206Pb/ 204Pb	2SD (abs)	207Pb/ 204Pb	2SD (abs)	208Pb/ 204Pb	2SD (abs)	207Pb/ 206Pb	2SD (abs)	208Pb/ 206Pb	2SD (abs)	Pb [%]
4643/13	Albarrán 1	18,342	0,020	15,666	0,017	38,487	0,047	0,85408	0,00025	2,0982	0,0009	50,3
4324/11	Albarrán 2	18,352	0,007	15,663	0,006	38,491	0,017	0,85343	0,00012	2,0974	0,0003	50,1
4644/13	Albarrán 3	18,342	0,016	15,666	0,014	38,489	0,040	0,85410	0,00022	2,0983	0,0009	63,5
4645/13	Albarrán 4	18,342	0,020	15,667	0,018	38,492	0,049	0,85416	0,00021	2,0985	0,0009	64,3
4326/11	Los Sauces 1, Oberfläche	18,349	0,003	15,668	0,003	38,493	0,010	0,85389	0,00004	2,0979	0,0002	23,4
4335/11	Los Sauces 2, Oberfläche	18,347	0,002	15,668	0,003	38,489	0,007	0,85397	0,00009	2,0979	0,0002	60,6
4671/13	San Pedro 1, Stollen	18,519	0,048	15,656	0,042	38,449	0,110	0,84540	0,00048	2,0762	0,0015	0,002
4315/11	San Pedro 2, Stollen	18,788	0,004	15,687	0,003	38,771	0,008	0,83496	0,00005	2,0636	0,0001	0,0007
4325/11	San Pedro 3, Oberfläche	18,644	0,008	15,660	0,007	38,647	0,017	0,83995	0,00010	2,0729	0,0003	0,0004
4338/11	Cardenillo 1, Oberfläche	18,889	0,004	15,691	0,004	38,909	0,011	0,83069	0,00010	2,0599	0,0002	0,012
4339/11	Cardenillo 2, Stollen	18,810	0,006	15,684	0,006	38,849	0,017	0,83385	0,00011	2,0654	0,0004	0,006
4677/13	Cardenillo 3, Stollen	18,752	0,017	15,687	0,016	38,807	0,043	0,83652	0,00022	2,0695	0,0009	0,006
4651/13	Cerro de las Salinas 2-1	18,728	0,023	15,667	0,019	38,870	0,053	0,83653	0,00026	2,0754	0,0010	5,13
4337/11	Montecortillo	18,706	0,004	15,661	0,004	38,770	0,012	0,83720	0,00012	2,0726	0,0003	0,02
4321/11	Las Escaurías 3-1, Stollen	18,401	0,004	15,657	0,005	38,584	0,012	0,85088	0,00006	2,0968	0,0003	1,88
4340/11	Las Escaurías 3-2, Oberfläche	18,406	0,002	15,660	0,004	38,591	0,008	0,85079	0,00019	2,0967	0,0002	0,40
4333/11	Las Escaurías 1, Ofenzone	18,405	0,007	15,654	0,006	38,582	0,015	0,85055	0,00009	2,0963	0,0002	0,09
4317/11	Cobatillas 1	18,459	0,003	15,649	0,003	38,452	0,007	0,84774	0,00005	2,0831	0,0002	0,0004
4308/11	Cobatillas 2	18,420	0,007	15,656	0,007	38,520	0,018	0,84996	0,00009	2,0912	0,0002	0,001
4309/11	Cobatillas 3	18,429	0,009	15,651	0,007	38,503	0,019	0,84929	0,00009	2,0893	0,0003	0,0005
4318/11	La Horadada 1, Halde	18,530	0,005	15,656	0,004	38,578	0,011	0,84493	0,00006	2,0820	0,0002	0,002
4334/11	La Horadada 2, Halde	18,573	0,003	15,669	0,004	38,652	0,011	0,84366	0,00012	2,0811	0,0002	0,0008
4313/11	Los Perdigos 1	18,782	0,003	15,685	0,003	38,739	0,008	0,83512	0,00005	2,0626	0,0002	0,02
4693/13	Los Perdigos 2	18,723	0,021	15,680	0,018	38,761	0,050	0,83747	0,00030	2,0702	0,0010	0,03
4311/11	Encinas Borrachas 1	18,945	0,005	15,676	0,004	38,735	0,011	0,82747	0,00007	2,0446	0,0002	0,003
4658/13	Encinas Borrachas 2	18,677	0,014	15,655	0,014	38,629	0,040	0,83816	0,00021	2,0682	0,0010	0,005

Labo- DBM	Probenbezeichnung/ Herkunft	206Pb/ 204Pb	2SD (abs)	207Pb/ 204Pb	2SD (abs)	208Pb/ 204Pb	2SD (abs)	207Pb/ 206Pb	2SD (abs)	208Pb/ 206Pb	2SD (abs)	Pb [%]
4659/13	Encinas Borrachas 3	18,715	0,018	15,672	0,018	38,600	0,055	0,83738	0,00028	2,0625	0,0012	0,002
4314/11	Robledal 1, Halde	18,454	0,015	15,658	0,013	38,434	0,031	0,84850	0,00009	2,0827	0,0004	0,0004
4695/13	Robledal 2-1, Halde	19,007	0,017	15,693	0,015	38,558	0,044	0,82562	0,00020	2,0286	0,0008	0,004
4694/13	Robledal 2-2, Halde	18,334	0,023	15,661	0,020	38,464	0,058	0,85419	0,00034	2,0979	0,0011	0,002
4316/11	Cerro Torrón 1	18,551	0,003	15,663	0,002	38,594	0,007	0,84435	0,00004	2,0805	0,0002	0,001
4320/11	Cerro Torrón 2	18,632	0,003	15,656	0,003	38,539	0,007	0,84027	0,00006	2,0684	0,0001	0,0007
4655/13	Cerro Torrón 2-2	18,813	0,017	15,684	0,016	38,719	0,048	0,83364	0,00021	2,0580	0,0010	0,005
4312/11	Cerro de las Salinas 2-1, Halde	18,725	0,003	15,669	0,003	38,868	0,008	0,83678	0,00006	2,0757	0,0002	0,02
4652/13	Cerro de las Salinas 2-2, Halde	18,719	0,024	15,663	0,019	38,851	0,049	0,83673	0,00034	2,0755	0,0008	0,05
4653/13	Cerro de las Salinas 2-3, Halde	18,728	0,025	15,669	0,021	38,867	0,058	0,83665	0,00032	2,0754	0,0010	0,10

Tab. 8 Zusammenstellung der Bleisotopenverhältnisbestimmung für die in dieser Studie untersuchten Erzproben mit Angabe der Laborinventarnummern des DBM und den Proben- bzw. Lokalitätsbezeichnungen sowie den Pb-Gehalten in Gew.-%. Die Proben sind nach ihrem Typus in drei Gruppe eingeteilt und innerhalb der Gruppen nach der Entfernung der Lokalitäten zu Alcorrín. Den verschiedenen Bleisotopenverhältnissen sind die 2-fachen absoluten Standardabweichungen zugefügt.

Labor-Nr. DBM	Herkunft	Typ	206Pb/204Pb		207Pb/204Pb		208Pb/204Pb		207Pb/206Pb		208Pb/206Pb		Pb [%]
			(abs)	2SD									
4328/11	Acinipo	Schmelztiegelfragment (Pb [Bi])	18,164	0,002	15,607	0,002	38,350	0,002	0,85920	0,007	2,1113	0,0002	7,14
4344/11	Acinipo	Silberperle	18,279	0,008	15,630	0,008	38,405	0,019	0,85509	0,019	2,1011	0,0002	n.a.
4336/11	Ronda	Bronzeschmelzrest	18,297	0,002	15,647	0,004	38,460	0,008	0,85519	0,008	2,1020	0,0002	0,41
4341/11	Ronda	Schmelztiegelfragment (Cu [Pb, Sn])	18,476	0,005	15,651	0,006	38,641	0,012	0,84711	0,012	2,0914	0,0003	0,77
4363/15	Alcorrín	stabförmiges Objekt (Cu[Sn])	18,492	0,029	15,662	0,027	38,629	0,073	0,84697	0,073	2,0889	0,0013	0,07
4364/15	Alcorrín	Schmelztropfen (CuSn)	18,339	0,029	15,673	0,028	38,530	0,070	0,85468	0,070	2,1011	0,0012	6,08
4365/15	Alcorrín	Pfriem (CuSn)	18,467	0,024	15,664	0,022	38,651	0,063	0,84817	0,063	2,0930	0,0011	0,09
4342/11	Alcorrín	Niete (CuSnPb)	18,269	0,006	15,629	0,005	38,412	0,014	0,85552	0,014	2,1026	0,0002	1,50
4343/11	Villa Vicja	Ärmchenbeil (CuSn)	18,549	0,003	15,641	0,004	38,569	0,010	0,84322	0,010	2,0793	0,0002	0,02
4306/11	Acinipo	Erzstück (Hämatit, Goethit, Quarz)	18,402	0,003	15,656	0,003	38,582	0,009	0,85077	0,009	2,0965	0,0002	1,30
4307/11	Acinipo	Erzstück (Hämatit, Goethit)	18,409	0,004	15,657	0,003	38,585	0,010	0,85051	0,010	2,0960	0,0002	0,52
4327/11	Acinipo	Erzstück (Hämatit, Kalzit, Magnetit)	18,379	0,004	15,659	0,004	38,482	0,012	0,85203	0,012	2,0938	0,0002	0,05
4319/11	Acinipo	Erzstück (Pyrit)	18,749	0,002	15,663	0,002	38,722	0,007	0,83542	0,007	2,0653	0,0002	0,001
4085/14	Acinipo	Hämatikügelchen ("perdigón")	18,778	0,037	15,693	0,038	38,664	0,113	0,83583	0,113	2,0593	0,0023	0,03
4086/14	Acinipo	Erzstück (Hämatit, Goethit)	18,412	0,025	15,665	0,027	38,602	0,068	0,85078	0,068	2,0966	0,0013	0,12
4133/14	Alcorrín	Erzstück (Goethit, Quarz, Mikroklin)	18,741	0,010	15,678	0,010	38,650	0,027	0,83653	0,027	2,0623	0,0007	0,01
4329/11	Alcorrín	Eisenschlacke	18,539	0,010	15,667	0,007	38,656	0,020	0,84509	0,020	2,0850	0,0003	0,0004
4330/11	Alcorrín	Eisenschlacke	18,696	0,004	15,674	0,003	38,795	0,009	0,83835	0,009	2,0751	0,0001	0,001
4331/11	Alcorrín	Eisenschlacke	18,524	0,017	15,670	0,014	38,660	0,036	0,84591	0,036	2,0870	0,0003	0,0006
4332/11	Alcorrín	Eisenschlacke	18,512	0,013	15,661	0,010	38,632	0,025	0,84600	0,025	2,0869	0,0003	0,0003
4360/15	Alcorrín	Eisenschlacke	18,520	0,012	15,673	0,010	38,587	0,035	0,84621	0,035	2,0834	0,0007	0,001
4361/15	Alcorrín	Eisenschlacke	18,626	0,013	15,676	0,012	38,703	0,036	0,84160	0,036	2,0780	0,0006	0,001
4362/15	Alcorrín	spitzer Eisengegenstand	18,587	0,015	15,677	0,013	38,816	0,039	0,84339	0,039	2,0882	0,0009	0,002

Tab. 9 Zusammenstellung der Bleisotopenverhältnisbestimmung für die in dieser Studie untersuchten archäologischen Funde mit Angabe der Laborinventarnummern des DBM, der Herkunft und Objektbeschreibungen sowie den Pb-Gehalten in Gew.-%. Die Funde sind nach ihrem Typus in drei Gruppen eingeteilt. Den verschiedenen Bleisotopenverhältnissen sind die 2-fachen absoluten Standardabweichungen zugefügt.

da sie ein Bindeglied zu altem Bergbau darstellen können, wo moderne Ausbeutung jegliche älteren Spuren verwischt hat.

Aus den Tab. 5 und 7 sind die Pb-Gehalte der Erze, Schlacken und des Eisenobjekts Alcorrín-4362/15 ersichtlich. Wenn für solche bleiarmeren Proben das Blei aus der Eisenmatrix chromatographisch isoliert werden soll, muss die Einwaage so hoch angesetzt werden, dass eventuelle Kontaminationseffekte im Labor möglichst kompensiert werden und die Bleikonzentration für die Bleiisotopenmessung ausreichend ist.

Für den Bleiisotopenvergleich werden typischerweise Verhältniswerte der vier stabilen Bleiisotope gegeneinander aufgetragen. In den Abb. 29 und 30 sind stellvertretend zwei Auftragsvarianten vorgestellt. Die nachfolgende Diskussion über die Herkunft der archäologischen Funde bezieht sich aber auch auf die Varianten $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ vs. $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ und $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs. $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, die hier nicht präsentiert werden.

Die oben angeführte geologische Beschreibung der Lagerstätten zeigt, dass das Alter der Vererzungen nicht immer bekannt ist. Mit Hilfe der neuen Bleiisotopen-Datensätze für die 13 berücksichtigten Lagerstätten kann nun in Annäherung das absolute Alter der einzelnen Erzkörper abgelesen werden. Dafür wurde in die Abb. 29 und 30 innerhalb der $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ -vs. $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ -Darstellungen die zeitabhängige Entwicklung von terrestrischem Blei nach John S. Stacey und Jan D. Kramers¹²⁴ eingearbeitet. Den Isochronen entsprechend (600 Ma, 400 Ma, 200 Ma, 0 Ma) kann man das absolute Alter der Erze ablesen. Für Erzlagerstätten, deren Bleiisotopensignatur nur wenig variiert (z. B. Albarrán und Cobatillas), sollte dieses Alter dem tatsächlichen Bildungsalter sehr nahekommen. Für Erzlagerstätten, deren Daten eine größere Streuung von »jung« nach »alt« zeigen, muss ein signifikanter Einfluss des radioaktiven Elements Uran auf das Bleiisotopensystem auch nach Bildung der Lagerstätte angenommen werden. Da Uran stetig zu ^{206}Pb zerfällt, verändert sich damit auch fortlaufend die Bleizusammensetzung in den Erzmineralen. Dieser Effekt ist besonders gut sichtbar in den Eisenerzen von Robledal, Encinas Borrachas oder San Pedro.

8 Eisenerze und die Eisenmetallurgie im Arbeitsgebiet (Abb. 31)

Die Funde von Alcorrín bilden einerseits eine Gruppe aus vier Schlackenproben (schwarze Kreuze) ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18,512\text{--}18,539$ in Abb. 29). Die übrigen vier Proben – zwei Schlacken, ein Eisenerzfund (gelbes Kreuz) und ein Eisenobjekt (rotes Kreuz) – liegen abseits dieser Gruppe und zeigen in erster Annäherung keine direkte Übereinstimmung mit einem der lokalen Erzvorkommen.

Die Bleiisotopie der Gruppe der vier Schlacken (Alcorrín-4329/11, Alcorrín-4331-32/11 und Alcorrín-4360/11) ist vergleichbar mit den Analysen der Eisenerze von La Horadada. Diese Lagerstätte liegt 28 km nordöstlich von Alcorrín (Tab. 1) und setzt sich aus kupfer- und eisenreichen Erzgesteinen zusammen. Zumindest bisher sind keine klaren Hinweise auf eine antike Nutzung dieser Lokalitäten bekannt. Tatsächlich lässt der Chemismus der Erze von La Horadada zumindest mit den zwei vorgestellten Analysen keinen echten Bezug zu den Schlacken von Alcorrín zu. Die Eiseneinschlüsse in den Schlacken zeichnen sich durch

¹²⁴ Stacey – Kramers 1975.

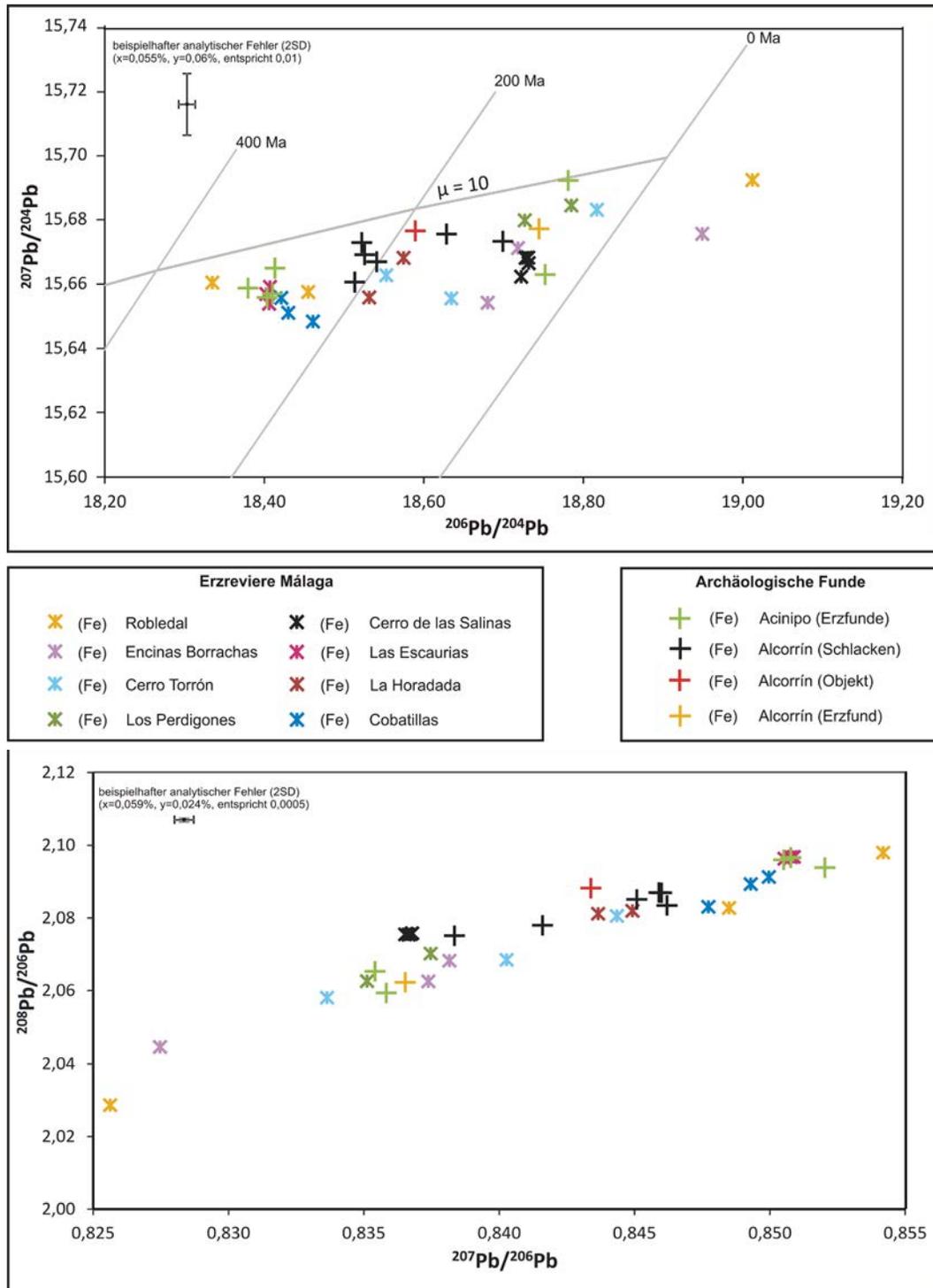


Abb. 31 Typische Auftragsvarianten der Bleisotopenverhältnisse aller in dieser Studie vorgestellten Erze und archäologischen Objekte aus der Eisenmetallurgie. In die obere Darstellung wurde die bleisisotopische Entwicklung terrestrischen Bleis nach Stacey und Kramers eingearbeitet (μ entspricht $238\text{U}/204\text{Pb}$). Die Fehlerbalken in den Abbildungen sind nur beispielhaft (vgl. 2SD [abs] in Tab. 8 und 9).

signifikante Gehalte an Ni, As, Co und Cr aus¹²⁵, die in den Erzproben in relativ geringen Konzentrationen vorkommen (Tab. 5).

Bei aller Vorsicht zeigt zumindest eine von drei Analysen der Erze von Cerro Torrón eine gute isotopische Übereinstimmung mit der Vierergruppe der Alcorrín-Schlacken. Und hier folgt das Spurenelementmuster in den Erzen der polymetallischen Charakteristik der Schlacken. Die Mine befindet sich ungefähr 40 km von Alcorrín entfernt in Küstennähe (Tab. 1), d. h. die Bedingungen für den Transport von Rohstoffen waren geradezu ideal¹²⁶. Festzuhalten bleibt somit, dass wir mit dieser Mine den im Moment wahrscheinlichsten Kandidaten für die Belieferung Alcorrín mit Eisenerz fassen können.

Selbiger Schluss kann auch bezüglich des Eisenobjektes 4362/15 von Alcorrín (rotes Kreuz) gezogen werden. Obwohl die Zuordnung ebenfalls nicht eindeutig ist, sollte eine Herkunft des Eisens des Objektes aus Cerro Torrón nicht ausgeschlossen werden, zumal der Gegenstand einer intensiven Korrosion unterlag und ein gewisser Einfluss auf die Bleizusammensetzung bei der Lagerung vorstellbar ist.

Mit Blick auf die restlichen zwei Schlackenanalysen (Alcorrín-4330/11, Alcorrín-4361/15) ist die Zuordnung ebenfalls nicht klar. Eine der beiden (Alcorrín-4330/11, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18,696$ in Abb. 29) liegt in der Nähe der Isotopenfelder von Encinas Borrachas-Los Perdigos bzw. Cerro de las Salinas. Was eine mögliche Herkunft aus den Minen von Encinas Borrachas-Los Perdigos angeht, so deuten auch archäologische Funde aus Acinipo auf die Ausbeutung dieses Bergbaugesbietes im 8. und 7. Jh. v. Chr. Dieser Lagerstättenkomplex ist weniger als 40 km von Alcorrín (Tab. 1) entfernt und zeichnet sich durch leicht abbaubare Erze von hoher Qualität aus. Die chemische Analyse deutet zumindest variable Gehalte an solchen Elementen an, die auch für die Alcorrín-Schlacken symptomatisch sind, besonders Ni, Cr, As und Co. Im Gegensatz dazu ist das Spurenelementmuster in den Erzproben von Cerro de las Salinas weit weniger kompatibel. Cerro de las Salinas ist mehr als 50 km von Alcorrín (Tab. 1) entfernt und könnte in der Vorgeschichte ausgebeutet worden sein. Direkte Hinweise gibt es zwar nicht, doch befinden sich in diesem Revier Siedlungsreste aus der Kupferzeit¹²⁷. Es überrascht, dass die archäologischen Eisenerzfunde von dem nahen Acinipo mit Blick auf das untere Diagramm der Abb. 29 nicht den Erzen von Cerro de las Salinas zugeordnet werden können.

Kein klarer Rückschluss auf ihre Herkunft liegt für die andere Schlackenprobe vor (Alcorrín-4361/15, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18,626$ in der oberen Abb. 29). Ihre isolierte Position in den Plots legt nahe, dass sie das Ergebnis einer Mischung von Erzen unterschiedlicher Lagerstätten darstellt. Momentan lässt sich nur mutmaßen, welcher Mischung diese Schlacke unterlag, aber die Beteiligung von Cerro Torrón und Encinas Borrachas-Los Perdigos scheint wohl die plausibelste Auflösung.

Das Goethit-Erzfragment von Alcorrín (Alcorrín-4133/14) ist ein Oberflächenfund. Seine Bleiisotopie steht klar in Zusammenhang mit den isotopischen Signaturen der Erze von Encinas Borrachas-Los Perdigos. Eine Bestätigung findet sich auch im Spurenelementmuster.

¹²⁵ Renzi u. a. 2014.

¹²⁶ Navarro Luengo u. a. 1998; López Pardo – Suárez Padilla 2010

¹²⁷ Aguayo u. a. 1990.

In vergleichender Gegenüberstellung zu Alcorrín wurde Acinipo (Ronda) mit sechs Erzstücken (Hämatit, Goethit, Pyrit) in die Untersuchung mit einbezogen (grüne Kreuze). In den Bleisotopendiagrammen bilden sie zwei Gruppen. Die eine Gruppe setzt sich aus vier Proben mit Hämatit und Goethit zusammen ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18,379\text{--}18,412$ in der oberen Abb. 29) und fällt mit dem Isotopenfeld von Las Escourias zusammen. Dieses Bergbauggebiet liegt im Malaver-Gebirge (Montecorto), ungefähr 10 km von Acinipo entfernt gelegen.

Obwohl nur eine der gesammelten Proben in Las Escourias einem reinen Eisenerz entspricht, zeigen alle drei Erzstücke nahezu identische Isotopenwerte und bilden dementsprechend eine enge Gruppierung. Die mineralogische Ansprache und der Chemismus der Vererzungen von Las Escourias, allen voran die vergleichbaren Pb- und Mn-Gehalte, zeigen ebenfalls auf eine wirtschaftliche Bindung von Acinipo zu diesen Minen¹²⁸.

Dem Bleisotopenvergleich nach kann eine Herkunft der Acinipo-Erzfunde von Robledal nicht ausgeschlossen werden, es liegt aber fast 40 km entfernt. Hinzu kommt, dass in Robledal Magnetit vorherrscht und alter Bergbau soweit nicht bekannt ist. Das Fehlen von Pb und Mn als gemeinsames Merkmal ist hier ebenfalls anzumerken.

Die zweite Gruppe aus einer Pyrit-Knolle (4319/11) und einem Hämatit-Kügelchen (4085/14) fällt ins das Isotopenfeld von Encinas Borrachas-Los Perdigos, in Alpandeire gelegen und ca. 20 km von Acinipo entfernt. Mineralogie und Chemismus fügen sich ebenso ins Bild. Der Pyrit von Acinipo und auch von Encinas Borrachas besitzt wenig Pb und keine auffälligen Ti- oder Mn-Gehalte. Die Hämatitproben von Los Perdigos und Acinipo haben ihrerseits vergleichbare Mn-Anteile, Ti und Pb.

Festzuhalten bleibt, dass sowohl für die in Alcorrín wie auch für die in Acinipo genutzten Eisenerze eine lokale Lieferquelle in Frage kommt. Zwar kann im Falle von Alcorrín ein eindeutiges Bezugsgebiet der Erze noch nicht herausgearbeitet werden, für Acinipo ergibt sich jedoch eindeutig, dass die nahegelegenen Ressourcen von Las Escourias sowie Encinas Borrachas-Los Perdigos genutzt wurden.

9 Die Buntmetallerze und Buntmetallurgie im Arbeitsgebiet (Abb. 32)

Von Acinipo wurden eine Silberperle (4344/11) und ein Schmelztiegelfragment (4328/11) untersucht (blaue Kreuze). Silbereinschlüsse in einer Pb-reichen Glasmatrix im Tiegelmateriale weisen auf einen Bezug zur Silbermetallurgie hin. Dementsprechend muss das Ergebnis der chemischen Pauschalanalyse, in der Silber nur in relativ geringer Menge vorlag (480 ppm Ag), als nicht repräsentativ für den metallurgischen Prozess angesehen werden. Der Tiegelfund immerhin zeigt, dass in Acinipo bleireiches Silber bearbeitet wurde, wahrscheinlich in Form eines Veredlungsprozesses. Interessanterweise enthielt das untersuchte Tiegelstück 6200 ppm Bi. Es war aber leider nicht möglich, diesen Wert in Relation zu setzen mit dem Bi-Gehalt in der Silberperle, da diese während der Lagerung vollständig in AgCl umgewandelt wurde. Für die Perle liegt deshalb lediglich eine Bleisotopenanalyse vor, die jedoch nicht mit der des Tiegelfragmentes übereinstimmt. Beide Funde sind deshalb nicht direkt miteinander in Verbindung zu bringen.

¹²⁸ Carrilero u. a. 2002; Aguayo (im Druck).

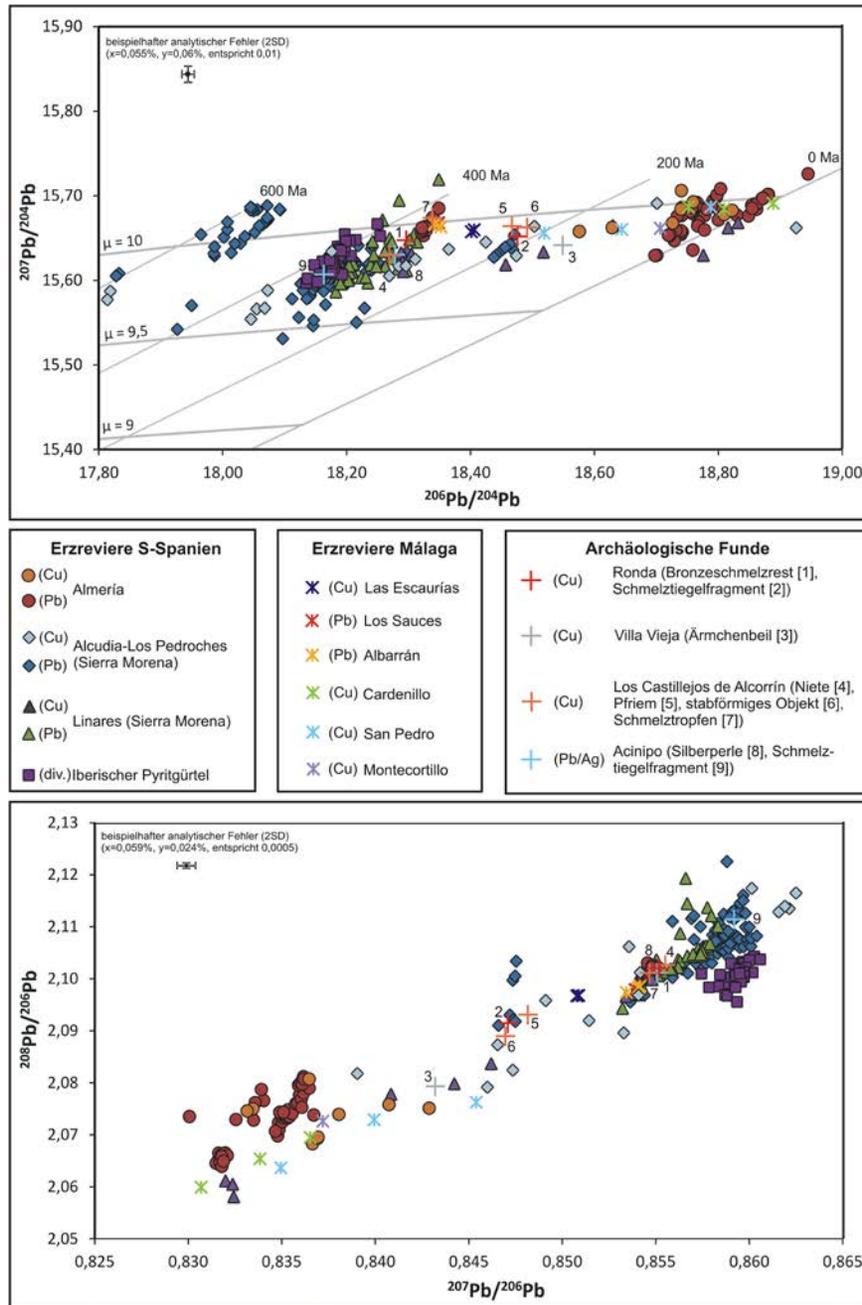


Abb. 32 Typische Auftragsvarianten der Bleisotopenverhältnisse aller in dieser Studie vorgestellten Erze und archäologischen Objekte aus der Blei-/Silber- und Kupfermetallurgie sowie von publizierten Blei- und Kupfererzanalysen von Almería*, Alcudia-Los Pedroches, Linares und verschiedenen Erztypen des Iberischen Pyritgürtels**. In die obere Darstellung wurde die bleisotopische Entwicklung terrestrischen Bleis nach Stacey und Kramers eingearbeitet (μ entspricht $238\text{U}/204\text{Pb}$). Die Fehlerbalken in den Abbildungen sind nur beispielhaft (vgl. 2SD [abs] in Tab. 8 und 9).

* Stos-Gale u. a. 1995.

** Marcoux 1998; Hunt 2003.

Der Bleisotopenvergleich deutet nicht auf eine Herkunft des Silbers aus den lokalen Rohstoffquellen in Los Sauces oder Albarrán. Gleiches lässt sich der chemischen Analyse entnehmen, die die dortigen Bleierze als silberarm beschreibt. Las Escaurias kann mit Hilfe der Bleisotopenmethode ebenso als Edelmetalllieferant ausgeschlossen werden. Für das Silber der Perle kommt die über 70 km entferntere Sierra Morena als Herkunftsgebiet in Frage. Die Blei-Silber-Einschlüsse im Tiegelfragment sind mit großer Wahrscheinlichkeit Alcudia-Los Pedroches zuzuweisen. Auch der hohe Bi-Gehalt in den metallischen Rückständen deutet auf diese Bergbauregion¹²⁹.

Die Bronzen von Alcorrín und Ronda sowie der Schmelztiegel von Ronda teilen sich in den Isotopenabbildungen in zwei Gruppen.

Für die erste Gruppe, dem Bronzeschmelzrest von Ronda (4336/11) sowie der Niete (4342/11) und dem Schmelztropfen von Alcorrín (4364/15), können mehrere Metalllieferquellen in Betracht kommen. Da der Bleigehalt in allen Artefakten deutlich ist (0,4–6 % Pb), vor allem im Schmelztropfen, ist das Blei vornehmlich als Legierungsbestandteil oder Verunreinigung einzustufen. Der Bleisotopenvergleich gibt deshalb wohl eher Aufschluss über die Herkunft des Bleis in diesen Objekten. Für den Bronzeschmelzrest von Ronda und dem Niet von Alcorrín sind sowohl Alcudia-Los Pedroches als auch Linares potentielle Lieferquellen. Da beide Bergbauggebiete eine herausragende Stellung als Metallproduzenten in der Vorgeschichte innehatten¹³⁰, lässt sich hier keine Präferenz herausarbeiten.

Das Blei des Schmelztropfens von Alcorrín besitzt drei mögliche Herkunftsgebiete, die eine sehr gute Überdeckung mit dessen Datensymbol zeigen: Almería, Albarrán und Los Sauces. Eine tiefer gehende Unterscheidung kann hier nicht getroffen werden. Dass Alcorrín und Albarrán nur etwa 10 km voneinander trennen, macht Albarrán zu einer potentiellen Lieferquelle für das Blei in dem Objekt. Beweise für eine vorgeschichtliche Ausbeutung der dortigen Erze gibt es bislang aber nicht.

Zur zweiten Gruppe gehören der Pfriem (4365/15) und das stabförmige Objekt von Alcorrín (4363/15) sowie das Schmelztiegelfragment von Ronda (4341/11). Für diese Funde lässt sich eine gute Übereinstimmung mit Analysen von Kupfer- und Bleierzen aus Alcudia-Los Pedroches feststellen. Die Bleigehalte sind hier geringer (0,1–0,8 % Pb), so dass sie nicht unbedingt als Zulegierung bzw. Kontamination eingestuft werden müssen.

Bei aller Vorsicht ergäbe sich zusammenfassend folgender Schluss für die Metallversorgung im Arbeitsgebiet in jener Zeit: Das in Ronda und Alcorrín verwendete Kupfer wurde aus der Region Alcudia-Los Pedroches herangebracht, wohingegen das »zulegierte« Blei für die erste Gruppe aus Linares oder Almería/Albarrán/Los Sauces stammt. Möchte man für beide Gruppen nur ein gemeinsames Liefergebiet für das Blei und auch das Kupfer benennen, so wäre dies, mit Ausnahme des Schmelztropfens von Alcorrín, das Bergbaurevier von Alcudia-Los Pedroches.

Für das Ärmchenbeil von Villa Vieja (4343/11) lässt sich laut Isotopenvergleich keine lokale Abbauregion als Kupferquelle favorisieren¹³¹. Die Erzlagerstätten von San Pedro, ungefähr 20 km von Villa Vieja entfernt, könnten als einzige in Frage kommen, zeigen aber

¹²⁹ Vgl. Tornos – Chiaradia 2004.

¹³⁰ Vgl. z. B. Domergue 1987, zusammengefasst in Meier 1995.

¹³¹ Vgl. Marzoli u. a. 2014, 179 f.

im vorliegenden Datenvergleich keine überzeugende Koinzidenz. Die hier vorgestellten chemischen Analysen der Erze von San Pedro ermöglichen auch keine Rückschlüsse auf eine Herkunft des Kupfers des Beils von dort. Vor allem fehlen in den Erzproben die im Beil vorgefundenen signifikanten Sb-Gehalte.

Die einzige Kupfererzlagerstätte, die eine ähnliche Bleiisotopensignatur wie das Ärmchenbeil besitzt, ist Cerro Minado (Almería).¹³² Erstaunlicherweise ist Sb ein relativ häufiger Bestandteil der dortigen Erze¹³³. Es bleibt trotzdem fraglich, ob eine Herkunft von der Iberischen Halbinsel realistisch ist, da dieser Beiltyp eher dem ostmediterranen Raum zuzuordnen ist¹³⁴. Vergleicht man das Isotopenmuster mit denen aller bisher publizierten vorgeschichtlichen Kupferartefakte der Iberischen Halbinsel, so ergibt sich keine überzeugende Einordnung in eines der Cluster, die die zahlreichen Objekte aufbauen. Wahrscheinlich also handelt es sich bei dem Beil von Villa Vieja um einen Import. Dehnt man die Studie auf die bekannten antiken Kupferreviere des Mittelmeerraums und der Levante aus, trifft die Analyse des Beils mit einigen Messungen der sulfidischen Erze von Zypern und Kreta zusammen¹³⁵.

10 Schlussfolgerungen

Mit dieser Studie rückt ein bis dahin als antikes Bergbaurevier kaum beachtetes Gebiet erstmals in den Fokus: der Raum, der heute dem westlichen Teil der Provinz Málaga entspricht. Die Entdeckung von Eisenschlackenresten in Alcorrín mit ihrer komplexen chemischen Zusammensetzung war das Initial für eine Untersuchung der Mineralogie, des Chemismus und der Bleiisotopenzusammensetzung einiger Erzlagerstätten im Umfeld des Fundplatzes. Diese Studie trägt aber auch zur Ergänzung der sich im Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC, Madrid) im Aufbau befindlichen Bleiisotopen-Datenbank für die Iberische Halbinsel bei.

Es zeigte sich, dass der Bleiisotopenvergleich zwischen den geologischen und archäologischen Proben, also die untersuchten Eisenschlacken, Erz- und Tiegelreste sowie einige Metallfunde, nicht immer eindeutige Antworten zur Frage der Herkunft liefern konnten. Erstaunlicherweise scheint z. B. die geographische Nähe zwischen den Siedlungen Acinipo und Alcorrín und den Eisenerzvorkommen nicht immer das ausschlaggebende Kriterium für die Beschaffung der Metallressourcen gewesen zu sein. Der Bleiisotopenvergleich deutet in der Tat darauf hin, dass die nächstgelegenen Lagerstätten, wie im Falle von Alcorrín z. B. Cobatillas, nicht für die Eisenherstellung genutzt wurden, sondern über größere Distanzen herantransportiert wurden.

Festzuhalten bleibt aber auch, dass es für die meisten hier berücksichtigten Bergbaureviere keine archäologische Evidenz für deren Nutzung in der Vorgeschichte (mehr) gibt.

Grundsätzlich bestätigen die mineralogische und chemische Zusammensetzung der gesammelten Erzproben den polymetallischen Charakter der Erzvorkommen im Bearbeitungsgebiet und entsprechen damit dem Chemismus der Alcorrín-Schlacken. Eine Studie von Skage R.

¹³² s. Stos-Gale u. a. 1995 ; Stos-Gale u. a. 1999.

¹³³ Montero Ruiz 1991.

¹³⁴ Marzoli u. a. 2014.

¹³⁵ Gale u. a. 1997; Gale – Stos-Gale 1986.

Hem u. a.¹³⁶ über die Peridotite der Serranía de Ronda ergab für die Bergwerke von San Pedro die Anwesenheit von Erzmineralen wie Pyrrhotin, Chalkopyrit und Cubanit, die durch Anreicherungen an Kobalt, Nickel, Arsen usw. gekennzeichnet sind. Diese Anreicherung würde zum Beispiel auch zur Bildung von Arsenopyrit und Löllingit führen, von denen angenommen wird, dass sie in Alcorrín als Ressourcen zur Eisenproduktion verwendet worden sein könnten¹³⁷. Gleiches kann auch für andere Erzkörper mit ähnlichem Chemismus angenommen werden, wie beispielsweise für die Bergwerke von Majal del Toro oder auch La Herrumbrosa, die in dieser Pilotstudie noch nicht vorgestellt werden konnten.

Nicht nur, dass die Erzvorkommen im Untersuchungsgebiet mineralogisch und chemisch mannigfaltig zusammengesetzt sind und die Zuordnung zu archäologischen Materialien unter Umständen erschweren, der teilweise schwierige Vergleich liegt auch darin begründet, dass die intensiven Bergbauaktivitäten, die in der Region in moderner Zeit und besonders zwischen dem 18. und 19. Jh. stattfanden, das Bergbaupanorama erheblich verändert haben müssen. Das Vortreiben von häufig sehr tiefen Stollenbergwerken erreichte Zonen, deren Mineralisierungen nicht unbedingt die gleichen Vergesellschaftungen der oberflächlichen Schichten aufweisen müssen, die, da sie normalerweise oxidiertes und verwittertes sind, Anreicherungen an gewissen Metallen aufweisen könnten (insbesondere Nickel, Arsen, Kobalt, Edelmetalle usw.). Es ist also anzunehmen, dass der Eingriff des Menschen im Laufe von fast 3.000 Jahren das Bergbaupanorama der Region so stark verändert hat, dass die Feststellung eindeutiger Zusammenhänge zwischen den untersuchten archäometallurgischen Materialien und den möglicherweise für ihre Produktion verwendeten Bergbauressourcen auch bei detaillierteren Untersuchungen nicht einfach sein wird.

Ebendies bewog uns, die normalerweise relativ homogene Bleiisotopenzusammensetzung innerhalb eines Erzkörpers als Werkzeug für die Herkunftsanalyse zu gebrauchen. Da aber vor allem für die Eisenmineralisationen eine größere Streuung der Bleiisotopenwerte verzeichnet werden musste, war es auch hier nicht immer möglich, endgültige Schlüsse bezüglich des Ursprungs der archäologischen Funde zu ziehen. Es konnte aber zumindest die Nutzung lokaler Eisenerzvorkommen für die endbronze-/früheisenzeitliche Festung Alcorrín wahrscheinlich gemacht werden. Ein goethitisches Erzstück (4133/14) stammt nämlich mit großer Wahrscheinlichkeit aus Encinas Borrachas-Los Perdigones.

Ein überzeugendes Bild ergab sich für die Erzfundstücke von Acinipo, für die sowohl der Chemismus, der Mineraltyp und auch die Bleiisotopenwerte auf die Nutzung benachbarter Ressourcen hinwiesen, namentlich Las Escurias und ebenfalls Encinas Borrachas-Los Perdigones.

Bezüglich der Buntmetallfunde von Alcorrín, Ronda und Acinipo sowie der Silberperle von Ronda deuten die Ergebnisse auf die Nutzung überregionaler Liefergebiete wie Alcudia-Los Pedroches und Linares. Beide Bergbauregionen wurden in der Vorgeschichte intensiv ausgebeutet, aber um festzustellen, zu welcher unsere Objekte gehören, müssten mehr Metallfunde aus dem Arbeitsgebiet untersucht werden. So könnte z. B. das Blei (6,08 Gew.-%) von einem kupfernen Schmelztropfen (4364/15) aus Almería importiert worden sein, aber unter Umständen auch aus Albarrán oder Los Sauces. Albarrán liefert keine Anhaltspunkte für frühen Bergbau, in Los Sauces hingegen sind früheisenzeitliche Siedlungsreste vorhanden,

¹³⁶ Hem u. a. 2001, 832.

¹³⁷ Renzi u. a. 2014.

die auf eine Nutzung der dortigen Erze schließen lassen. Rückstände einer Metallgewinnung wurden vor Ort allerdings noch nicht entdeckt.

Die vorgelegten Ergebnisse sind im Grunde ein erstes Herantasten an die Struktur der Metallversorgung im 8. Jh. v. Chr. im spanischen Hinterland der Meerenge von Gibraltar. Weitere Probennahmen in den Bergbaugebieten sind nötig, um tiefer gehende Erkenntnisse über die Nutzung der lokalen Rohstoffe zu gewinnen. Es muss aber betont werden, dass die hier vorgelegte Studie eine Pionierarbeit darstellt und bestenfalls erste wichtige Anhaltspunkte für das bisher in der archäologischen Forschung nicht berücksichtigte Erschließungspotential der regionalen Erzressourcen liefert. Sie stellt eine Grundlage für weitere Forschungen zu den regionalen Bergbauressourcen und für Herkunftsbestimmungen archäometallurgischer Funde dar.

Auch für die Deutung der phönizischen Kolonisation und der Festung Alcorrín im Besonderen liefern die Ergebnisse der interdisziplinären Untersuchung wichtige Anhaltspunkte. Sie belegen nämlich die bisher ungeahnte wirtschaftliche Relevanz der Region bezüglich der lokalen Ressourcen bzw. des Vorkommens, der Zugänglichkeit und der rentablen Nutzbarkeit von Erzlagerstätten. Kupfer, Silber und Blei sind hier möglicherweise schon in älterer Zeit abgebaut worden, in engem Zusammenhang mit der phönizischen Kolonisation aber ist die erstmalige Nutzung der regionalen Eisenerzvorkommen ab dem Ende des 9. oder dem Beginn des 8. Jhs. v. Chr. zu sehen. Aus Entfernungen von bis zu ca. 40 Kilometern wurde das Rohmaterial nach Alcorrín transportiert, um hier mit der Anwendung neuartiger, phönizisch bzw. ostmediterran beeinflusster Techniken verarbeitet und schließlich wohl verhandelt zu werden. Deutlich zeichnet sich das Zusammenspiel von Einheimischem und Fremden bei den profitbringenden Pionierunternehmungen der Eisenmetallurgie ab. Die Kontrolle der Ausbeutung, des Transports und der Verarbeitung der Erze, vor allem des wertvollen um 800 v. Chr. bahnbrechenden Rohstoffes Eisen, scheint von den einheimischen Zentralorten wie Alcorrín und Acinipo ausgegangen zu sein. Die für den Wirtschaftszweig entscheidenden technologischen Innovationen gelangten über den Kontakt mit den Phöniziern ins Land, wo sie im lokalen Milieu schnell übernommen und weiter entwickelt wurden. Der erstmalige Anschluss an den geregelten transmediterranen phönizischen Seehandel bedeutete für die beteiligten einheimischen Gesellschaftsgruppen eine beträchtliche Erweiterung und neuartige Gestaltung der Wirtschaftssphären. Für die Phönizier gewährleistete die Verbindung mit der lokalen Elite eine gewinnbringende Verknüpfung mit bereits ausgebauten Handelsnetzwerken und die Zugänglichkeit begehrtter Rohstoffquellen. Die am Ende des 9. Jhs. v. Chr. errichtete mächtige Befestigung von Alcorrín¹³⁸, die Verteidigung und Schutz gewährte und gleichsam Drohung und Macht manifestierte, zeugt von der Macht der autochthonen Elite, gleichsam aber auch von Unruhen und Gefahren zur Zeit der frühen westphönizischen Kolonisation. Die Kontrolle der wertvollen Erzlagerstätten und der damit verbundenen Werkketten, die von der Ausbeutung über die spezialisierte Verarbeitung bis hin zum lukrativen Handel reichten, haben dabei mit großer Wahrscheinlichkeit eine bedeutende Rolle gespielt. Weitere interdisziplinäre Untersuchungen sind notwendig, um nähere Aussagen treffen zu können. Das Ziel unseres Pionierprojektes und dieses Aufsatzes ist, dafür eine erste Basis zu liefern und den Dialog zu eröffnen¹³⁹.

¹³⁸ s. o. Anm. 2.

¹³⁹ Von Interesse für künftige Untersuchungen wäre nicht nur eine Vertiefung der Untersuchungen im Umland von Alcorrín und Ronda, sondern auch eine vergleichende Gegenüberstellung mit der Ausbeutung der Erzressourcen in anderen Räumen der phönizischen Expansion zur selben Zeit. Besonders gut für derartige Vergleichsstudien würden

BIBLIOGRAPHIE

- Aguayo 2001: P. Aguayo de Hoyos, Estructuras indígenas, comercio y comerciantes en la época de la colonización fenicia en Málaga (VIII–VI a. C.), in: Comercio y comerciantes en la Historia Antigua de Málaga (siglo VIII a. C. – año 711 a. C.). II Congreso de Historia Antigua de Málaga 1998 (Málaga 2001) 69–97
- Aguayo (im Druck): P. Aguayo de Hoyos, La problemática de la transición tecnológica: el caso de la metalurgia protohistórica en el extremo occidente mediterráneo. Implicaciones desde el registro arqueológico de algunos asentamientos del interior de los sistemas béticos (Andalucía, España), in: VIII Congresso Internazionale di Studi Fenici e Punici, Sant'Antioco/Carboneras 21.-26. 10. 2013 (im Druck)
- Aguayo u. a. 1990: P. Aguayo de Hoyos – F. Moreno Jiménez – O. Garrido Vilchez – B. Padial Robles, Prospección superficial de la depresión Natural de Ronda. 3ª Fase. Zona Sur, AnArqAnd 1987, Band II, 62–65
- Aguayo u. a. 1993: P. Aguayo – J. A. Afonso – N. Cabello – B. Nieto – L. Sanz, Prospección arqueológica superficial en la Sierra de Malaver-Lagarín (Ronda, Málaga), AnArqAnd 1991, Band II, 325–332
- Aguayo u. a. 2004: P. Aguayo de Hoyos – J. M. Castaño Aguilar – B. Padial Robles, Análisis arqueológico y urbanístico de una manzana. Intervenciones de urgencia en el casco antiguo de Ronda, 1994–2000, AnArqAnd 2001, Band III 2, 772–788
- Álvarez de Linera 1851: A. Álvarez de Linera, Reseña geognóstica y minera de la provincia de Málaga, Revista Minera 2 (Madrid 1851)
- Álvarez de Linera 1852: A. Álvarez de Linera, Resumen de la Minería en la provincia de Málaga, Revista Minera 4 (Madrid 1852)
- Blumenthal 1949: M. Blumenthal, Estudio geológico de las cadenas costeras al Oeste de Málaga entre el río Guadalhorce y el río Verde, Boletín del Instituto Geológico y Minero de España 62, 1949, 11–203
- Bisso 1869: J. Bisso, Crónica de la Provincia de Málaga (Madrid 1869)
- Bowles 1789: G. Bowles, Introducción á la historia natural y á la geografía física de España (Madrid 1789)
- Carrilero u. a. 2002: M. Carrilero Millán – P. Aguayo de Hoyos – O. Garrido Vilchez – B. Padial Robles, Autóctonos y fenicios en la Andalucía mediterránea, Treballs del Museu Arqueològic d'Eivissa i Formentera 50, 2002, 69–125
- Castaño 2003: J. M. Castaño Aguilar, Poblamiento medieval en la Serranía de Ronda. Campaña de 2001. Prospección arqueológica superficial en el Valle del Genal, AnArqAnd 2001, Band II, 49–59
- De Rojas Clemente y Rubio 2002: S. de Rojas Clemente y Rubio, Viaje a Andalucía: historia natural del Reino de Granada (1804–1809). Manuskript abgeschrieben und herausgegeben von A. Gil Albarracín (Madrid 2002)
- Coustures u. a. 2003: M. P. Coustures – D. Béziat – F. Tollon – C. Domergue – L. Long – A. Rebiscoul, The Use of Trace Element Analysis of Entrapped Slag Inclusions to Establish Ore – Bar Iron Links. Examples from two Gallo-Roman Iron-Making Sites in France (Les Martyrs, Montagne Noir, and Les Ferrys, Loiret), Archaeometry 45, 4, 2003, 599–613
- Degryse u. a. 2007: P. Degryse – J. Schneider – N. Kellens – M. Waelkens – Ph. Muchez, Tracing the Resources of Iron Working at Ancient Sagalassos (South-West Turkey). A Combined Lead and Strontium Isotope Study on Iron Artefacts and Ores, Archaeometry 49, 1, 2007, 75–86
- Desaulty u. a. 2008: A. M. Desaulty – C. Mariet – Ph. Dillmann – J. L. Joron – Ph. Fluzin, A Provenance Study of Iron Archaeological Artefacts by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry Multi-Elemental Analysis, Spectrochimica Acta Part B 63, 2008, 1253–1262
- Díaz Morant 1998: A. Díaz Morant, Fortificaciones altomedievales en el Havaral de Ronda, in: I Congreso Internacional de fortificaciones en el-Andalus Algeciras noviembre – diciembre 1996 (Algeciras 1998) 5–11
- Domergue 1987: C. Domergue, Catalogue de mines et de fonderies antiques de la Péninsule Ibérique 1, Publications de la Casa de Velázquez. Série Archéologie VIII (Madrid 1987)
- Dürr 1967: S. H. Dürr, Geologie der Serrania de Ronda und ihrer südwestlichen Ausläufer (Andalusien), Geologica Romana 6, 1967, 1–73
- Gale – Stos-Gale 1986: N. H. Gale – Z. A. Stos-Gale, Oxhide Ingots in Crete and Cyprus and the Bronze Age Metals Trade, BSA 81, 1986, 81–100
- Gale u. a. 1997: N. H. Gale – Z. A. Stos-Gale – G. Maliotis – N. Annetts, Lead Isotope Data from the Isotracer Laboratory, Oxford: Archaeometry database 4: Ores from Cyprus, Archaeometry 39, 1, 1997, 237–246

sich auf der Iberischen Halbinsel Huelva am Atlantik und Almería am Mittelmeer bis hin zu Linares im Landesinneren anbieten, wo überall bereits intensive Forschungen durchgeführt wurden (s. Zusammenstellung bei Renzi 2013), aber auch andere Regionen, wie das rezent von der Madrider Abteilung untersuchte Tarsis im Hinterland von Ayamonte (Huelva), s. Pérez Macías – Schattner (im Druck).

- García Alfonso 2007: E. García Alfonso, En la orilla de Tartessos. Indígenas y fenicios en las tierras malagueñas. Siglos XI–VI a. C. (Málaga 2007)
- González 1832: T. González, Registro general de Minas de la Corona de Castilla (Madrid 1832)
- Gozalbes 1990: C. Gozalbes Cravioto, De nuevo sobre la localización de Vesci, *Miliario Extravagante* 25, 1990, 3–5
- Hem u. a. 2001: S. R. Hem – E. Makovicky – F. Gervilla, Compositional Trends in Fe, Co and Ni Sulfarsenides and their Crystal-Chemical Implications. Results from the Arroyo de la Cueva Deposits, Ronda Peridotite, Southern Spain, *The Canadian Mineralogist* 39, 2001, 831–853
- Hoppe 1968: P. Hoppe, Stratigraphie und Tektonik der Berge um Grazalema (SW-Spanien), *Geologisches Jahrbuch* 86, 1968, 267–337
- Hunt Ortiz 2003: M. A. Hunt Ortiz, Prehistoric Mining and Metallurgy in South West Iberian Peninsula, *BARIntSer* 1188 (Oxford 2003)
- Jarvis u. a. 2008: A. Jarvis – H. I. Reuter – A. Nelson – E. Guevara, Hole-Filled Seamless SRTM Data V4, International Centre for Tropical Agriculture (CIAT), 2008, verfügbar unter SRTM 90m Digital Elevation Data, <<http://srtm.csi.cgiar.org/>> (27.06.2016)
- Klein u. a. 2009: S. Klein – C. Domergue – Y. Lahaye – G. P. Brey – H. M. von Kaenel, The Lead and Copper Isotopic Composition of Copper Ores from the Sierra Morena (Spain). Análisis de los isótopos de plomo y de cobre de los minerales de cobre de Sierra Morena (España), *Journal of Iberian Geology* 35, 1, 2009, 59–68
- López Pardo – Suárez Padilla 2010: F. López Pardo – J. Suárez Padilla, La organización y la explotación del territorio del litoral occidental de Málaga entre los siglos VI–V a. C., in: De las evidencias literarias a los nuevos datos arqueológicos, *Mainake* 32, 2010, 781–811
- Lozano u. a. 2010: J. A. Lozano – A. Morgado – A. Martín-Algarra – P. Aguayo – D. García – F. Moreno – J. Terroba, La explotación prehistórica e histórica de la montaña de Malaver (Ronda, España). Un patrimonio minero singular, in: E. M. Romero Macías (Coord.), *Patrimonio Geológico y Minero. Una apuesta por el desarrollo local sostenible. XI Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero Huelva 22 a 26-9-2010 (Huelva 2010)* 431–442
- Madoz 1845–1850: P. Madoz, *Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España y sus posesiones de Ultramar (Málaga 1845–1850)*. Getreue Ausgabe unter der Verantwortung von Ámbito Ediciones, S.A. (Valladolid 1986)
- Marcoux 1998: E. Marcoux, Lead Isotope Systematics in the Giant Massive Sulphide Deposits in the Iberian Pyrite Belt, *Mineralium Deposita* 33, 1–2, 1998, 45–58
- Martín Algarra 1987: A. Martín Algarra, Evolución geológica alpina del contacto entre las Zonas Internas y las Zonas Externas de la Cordillera Bética (Granada 1987)
- Martín Ruiz 1999: J. A. Martín Ruiz, Materiales de época orientalizante de Coín (Málaga), *Spal* 8, 1999, 311–315
- Marzoli 2012a: D. Marzoli, Neugründungen im phönizischen Westen. Los Castillejos de Alcorrín, Morro de Mezquitilla und Mogador, *AA* 2012, 2, 2013, 29–64
- Marzoli 2012b: D. Marzoli, Jahresbericht 2011 des Deutschen Archäologischen Instituts, *AA* 2012/1 Beih., 227 f. <https://www.dainst.org/documents/10180/140873/e-Jahresbericht+2012_2013/cd8fd5ff-80e7-4fab-9bd2-339787352914> (04.10.2016)
- Marzoli u. a. 2009: D. Marzoli – C. G. Wagner – J. Suárez – D. P. Mielke – F. López Pardo – C. León – H. Thiemeyer – M. Torres, Vorbericht zu den deutsch-spanischen Ausgrabungen in der endbronzezeitlichen Siedlung von Los Castillejos de Alcorrín, Manilva (Prov. Málaga) 2006 und 2007, *MM* 50, 2009, 118–148
- Marzoli u. a. 2010: D. Marzoli – C. G. Wagner – J. Suárez – F. López Pardo – C. León – H. Thiemeyer – M. Torres, Los inicios del urbanismo en las sociedades autóctonas localizadas en el entorno del Estrecho de Gibraltar: investigaciones en Los Castillejos de Alcorrín y su territorio. *Manilva, Málaga, Menga* 1, 2010, 153–182
- Marzoli u. a. 2014: D. Marzoli – J. Suárez Padilla – M. Torres Ortiz, Die Meerenge östlich von Gibraltar am Übergang von der Bronze- zur Eisenzeit (9.–8. Jh. v. Chr.). Zum Forschungsstand, *MM* 55, 2014, 167–211
- Marzoli u. a. (im Druck a): D. Marzoli – F. López Pardo – J. Suárez Padilla – C. G. Wagner – D. P. Mielke – C. León Martín – H. Thiemeyer – M. Torres Ortiz, *Actividad Arqueológica Puntual. Prospección superficial geofísica con sondeos estratigráficos en el yacimiento de Los Castillejos de Alcorrín (Manilva, Málaga) 2005/2006*, *AnArqAnd* (im Druck)
- Marzoli u. a. (im Druck b): D. Marzoli – F. López Pardo – J. Suárez Padilla – C. G. Wagner – D. P. Mielke – C. León Martín – M. Torres Ortiz, *Actividad Arqueológica Puntual. Prospección superficial geofísica con sondeos estratigráficos en el yacimiento de Los Castillejos de Alcorrín (Manilva, Málaga) 2007*, *AnArqAnd* (im Druck)

- Marzoli u. a. (im Druck c): D. Marzoli – F. López Pardo – J. Suárez Padilla – C. G. Wagner – D. P. Mielke – C. León Martín – M. Torres Ortiz, Proyecto General de Investigación. Los inicios del urbanismo en las sociedades autóctonas localizadas en el entorno del Estrecho de Gibraltar. Investigaciones en Los Castillejos de Alcorrín y su territorio. Manilva, Málaga. I Fase del P.G.I. 2008, AnArqAnd (im Druck)
- Marzoli u. a. (im Druck d): D. Marzoli – F. López Pardo – J. Suárez Padilla – C. G. Wagner – C. León Martín – M. Torres Ortiz, Proyecto General de Investigación. Los inicios del urbanismo en las sociedades autóctonas localizadas en el entorno del Estrecho de Gibraltar. Investigaciones en Los Castillejos de Alcorrín y su territorio. Manilva, Málaga. I Fase del P.G.I. 2010, AnArqAnd (im Druck)
- Marzoli u. a. (im Druck e): D. Marzoli – J. Suárez Padilla – C. León Martín – H. Thiemeyer – M. Torres Ortiz, Proyecto General de Investigación. Los inicios del urbanismo en las sociedades autóctonas localizadas en el entorno del Estrecho de Gibraltar. Investigaciones en Los Castillejos de Alcorrín y su territorio. Manilva, Málaga. I Fase del P.G.I. 2012, AnArqAnd (im Druck)
- Medina Conde 1981: C. de Medina Conde, Conversaciones históricas malagueñas, getreue Nachbildung der Auflage von 1789–1793 (Málaga 1981)
- Meier 1995: S. W. Meier, Blei in der Antike. Bergbau, Verhüttung, Fernhandel (Diss. Universität Zürich 1995)
- Mollat 1968: H. Mollat, Schichtenfolge und tektonischer Bau der Sierra Blanca und ihrer Umgebung (Betsische Kordilleren, Südspeanien), Geologisches Jahrbuch 86, 1968, 471–732
- Montero Ruiz 1991: I. Montero Ruiz, Estudio arqueometalúrgico en el Sudeste de la Península Ibérica (Diss. Universidad Complutense de Madrid 1991), <<http://eprints.ucm.es/1835/1/AH0000301.pdf>> (27.06.2016)
- Moreti 1867: J. J. Moreti, Historia de Ronda (Ronda 1867)
- Navarro Luengo u. a. 1998: I. Navarro Luego – S. Bravo Jiménez – J. Suárez Padilla – L. E. Fernández Rodríguez, Turrusú Juşayn y Munt nis. Una propuesta de identificación de dos fortificaciones hafşúnies en la costa occidental malagueña, in: I Congreso Internacional de fortificaciones en al-Andalus Algeciras noviembre – diciembre 1996 (Algeciras 1998) 433–440
- Orueta 1917: D. de Orueta y Duarte, Estudio geológico y petrográfico de la Serranía de Ronda, Memorias del Instituto Geológico y Minero de España 32 (Madrid 1917)
- Orueta 1919: D. de Orueta y Duarte, Informe sobre el reconocimiento de la Serranía de Ronda, Boletín del Instituto Geológico de España (Madrid 1919)
- Ordóñez 2010: P. Ordóñez Vergara, El inventario de Patrimonio Cultural del Valle del Genal, CEDER Serranía de Ronda (Ronda 2010)
- Pérez Macías – Schattner (im Druck): J. A. Pérez Macías – Th. G. Schattner, Wege zur Küste. Werkkette, Metallgewinnung und Infrastruktur in den südwesthispanischen Minendisktrikten von Tharsis und Riotino in orientalisierender Zeit. Ein Vorbericht des Tharsis-Projektes des DAI, in: D. Marzoli (Hrsg.), Die phönizische Nekropole von Ayamonte (Huelva, Andalusien, Spanien). Bericht zur Ausgrabung im Jahre 2013, ihren Vor- und Begleituntersuchungen, MB 37 (im Druck)
- Puertas Tricas 1982: R. Puertas Tricas, Excavaciones arqueológicas en Lacipo (Casares, Málaga). Campañas de 1975 y 1976, EAE 125 (Madrid 1982)
- Recio u. a. 1991: A. Recio Ruiz – E. Martín Córdoba – J. Ramos Millán, Prospección arqueológica superficial ibéricos de la cuenca vertiente del río Guadalhorce (Málaga), AnArqAnd 1991, Band II, 350–355
- Renzi 2013: M. Renzi, La metalurgia del yacimiento fenicio de la Fonteta (Guardamar del Segura, Alicante). Bibliotheca Praehistorica Hispana XXIX, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Madrid 2013)
- Renzi u. a. 2014: M. Renzi – M. Bode – D. Marzoli – J. Suárez Padilla, Estudio analítico de los materiales arqueometalúrgicos procedentes del yacimiento del Bronce Final de Los Castillejos de Alcorrín (Manilva, Málaga), MM 55, 2014, 121–166
- Reyes – Meléndez 1986: F. Reyes Téllez – M. L. Meléndez Robles, La necrópolis de «El Montecillo» (Atajate, Málaga), in: Actas del I Congreso de Arqueología Medieval Española Huesca 17, 18, 19 abril 1985, Band II (Huesca 1986) 259–277
- Rivera y Pizarro 1873: J. M. Rivera y Pizarro, Diálogos de Memorias eruditas para la Historia de la nobilísima ciudad de Ronda, Impresión y Librería de la Señora viuda de Gutiérrez (Ronda 1873)
- Romero Silva 2003: J. C. Romero Silva, Minerales y rocas de la provincia de Málaga (Málaga 2003)
- Romero Silva u. a. 2013: J. C. Romero Silva – J. Martos Martín – J. M. Navarro García – J. Suárez Padilla – I. Navarro Luengo, Las minas de cobre y el yacimiento de época romano-republicana del cerro del Cardenillo, río Guadalmanza (Benahavís, Málaga), Takurunna 3, 2013, 9–56
- Sánchez Bandera u. a. 1999: P. Sánchez Bandera – A. Cumpián – A. Soto, Río Real. Acerca de un yacimiento arqueológico en la costa de Marbella, Cilniana 12, 1999, 50–58

- Schwab u. a. 2006: R. Schwab – D. Heger – B. Höppner – E. Pernicka, The Provenance of Iron Artefacts from Manching: a Multi-Technique Approach, *Archaeometry* 48, 3, 2006, 433–452
- Serrano 1979: F. Serrano, Los foraminíferos planctónicos del Mioceno superior de la cuenca de Ronda y su comparación con los de otras áreas de las Cordilleras Béticas (Málaga 1979)
- Stacey – Kramers 1975: J. S. Stacey – J. D. Kramers, Approximation of Terrestrial Lead Isotope Evolution by a Two-Stage Model, *Earth and Planetary Science Letters* 26, 1975, 207–221
- Stos-Gale u. a. 1995: Z. A. Stos-Gale – N. H. Gale – J. Houghton – R. Speakman, Lead Isotope Data from the Isotrache Laboratory, Oxford. *Archaeometry Database 1. Ores from the Western Mediterranean*, *Archaeometry* 37, 1995, 407–415
- Stos-Gale u. a. 1999: Z. A. Stos-Gale – M. Hunt – N. H. Gale, Análisis elemental de isótopos de plomo de objetos metálicos de Gatas, in: P. Castro – R. Chapman – S. Gili – V. Lull – R. Micó – C. Rihuete – R. Risch – M^a. E. Sanahuja (Hrsg.), *Proyecto Gatas 2. La dinámica arqueocológica de la ocupación prehistórica*, *Arqueología Monografías 4* (Sevilla 1999) 347–358
- Suárez Padilla 2006: J. Suárez Padilla, Indígenas y fenicios en el extremo occidental de la costa de Málaga. Siglos IX–VI a. C., *Mainake* 18, 2006, 361–382
- Suárez Padilla – Marzoli 2013: J. Suárez Padilla – D. Marzoli, La primera presencia fenicia y su relación con las comunidades indígena a las puertas del Estrecho de Gibraltar. Investigaciones en Los Castillejos de Alcorrín (Manilva, Málaga) y la Plaza de la Catedral (Ceuta), in: *Arqueología en la Columnas de Hércules. Novedades y nuevas perspectivas de la investigación arqueológica en el Estrecho de Gibraltar. XV Jornadas de Historia de Ceuta 25–28 de septiembre de 2012* (Ceuta 2013) 171–193
- Suárez Padilla u. a. (im Druck): J. Suárez Padilla – J. M. Tomassetti Guerra – J. Martos Martín, Prospección arqueológica superficial del término municipal de Casares (Málaga), *AnArqAnd 2010* (im Druck)
- Téllez 2001: V. Téllez Sánchez, Al Sur de Ronda. Historia, descripción e inventario del patrimonio histórico-artístico de los valles del Genal y Guadiaro (Málaga 2001)
- Tornos – Chiaradia 2004: F. Tornos – M. Chiaradia, Plumbotectonic Evolution of the Ossa Morena Zone, Iberian Peninsula. Tracing of Mantle-Crust Interaction in Ore-Forming Processes, *Economic Geology* 99, 2004, 965–985
- Tubía u. a. 2005: J. M. Tubía – J. J. Esteban – J. Cuevas, Diapirismo del manto inducido por delaminación en las peridotitas de Ronda (Cordilleras Béticas), *Geogaceta* 37, 2005, 19–22
- Vilaseca 1984: F. Vilaseca Díaz, Patrones de asentamiento en la cuenca del arroyo de Audalaza (Málaga), *Arqueología Espacial* 2, 1984, 131–146
- Willkomm 1852: M. Willkomm, Bosquejo orográfico de la Península Ibérica, *Boletín Oficial del Ministerio de Fomento* 14 (Madrid 1852) 353–378

Nachweis der Abbildungsvorlagen: Abb. 1: A. Kai-Browne (DAI Madrid) überarbeitet von O. Reinecke (DAI Madrid). – Abb. 2: O. Reinecke (DAI Madrid) auf Grundlage von A. Kai-Browne (DAI Madrid). – Abb. 3: Grundlage Digitaler Atlas von Andalusien 1 : 100.000 überarbeitet von den Autoren und A. Uriate. – Abb. 4: Grundlage: Mapa Geológico Nacional 1 : 1.000.000 überarbeitet von G. Sierra de Cózar – A. Urriate González – F. Rodríguez Vinceiro. – Abb. 7. 9. 11. 13. 14. 16. 18–20. 22. 24. 27. 30: Grundlage Mapa Topográfico Nacional de España 1 : 25.000 überarbeitet von A. Uriate. – Abb. 6. 8. 10. 21. 28: Foto J. M. Tomassetti. – Abb. 12: Foto C. León Martín. – Abb. 15: Foto M. Renzi. – Abb. 17. 23. 25. 26. 29: Foto G. Sierra. Abb. 31. 32: M. Renzi/M. Bode.

Adressen: Dr. Martina Renzi, UCL Qatar, Georgetown Building, P.O. Box 25256, Education City, Doha, Katar, E-Mail: martina.renzi@ucl.ac.uk – Dr. Michael Bode, Forschungsbereich Materialkunde, Deutsches Bergbau-Museum Bochum, Herner Straße 45, 44787 Bochum, Deutschland, E-Mail: michael.bode@bergbaumuseum.de – Prof. Dr. Dirce Marzoli, Deutsches Archäologisches Institut, c/ Serrano 159, 28002 Madrid, Spanien, E-Mail: dirce.marzoli@dainst.de – Prof. Dr. Pedro Aguayo, Dpto. de Prehistoria y Arqueología, Universidad de Granada, Campus Universitario de Cartuja s/n, 18071 Granada, Spanien, E-Mail: paguayo@ugr.es – César León Martín, Urb. Paraiso de la Bahía, 10B, 29690 Casares (Málaga), Spanien, E-Mail: cesarleonmartin@yahoo.es – Francisco Rodríguez Vinceiro, Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía. Delegación Provincial de Málaga, c/ Larios 9, 29071 Málaga, Spanien, E-Mail: fvinceiro@gmail.com – Dr. Gerardo Sierra de Cózar, Asociación de Estudios de la Serranía de Ronda (Mandrágora), Plaza de Portugal 20, 29400 Ronda (Málaga), Spanien, E-Mail: mandragora@gmail.com – José Suárez Padilla, c/ Flaubert, N^o 6, Portal 4, 3^o B, 29010 Málaga, Spanien, E-Mail: psuarezarqueo@gmail.com – Antonio Uriarte González, Instituto de Historia, IH-CCHS, CSIC, c/ Albasanz, 26–28, 28037, Madrid, Spanien, E-Mail: antonio.uriarte@cchs.csic.es.

ZUSAMMENFASSUNG – RESUMEN – SUMMARY

Zum Programm der vom Deutschen Archäologischen Institut Madrid in Kooperation mit dem Centro de Estudios Fenicios y Púnicos (Madrid) geleiteten Forschungen in Los Castillejos de Alcorrín (Manilva, Málaga) gehören Untersuchungen zur Rolle der einheimischen Gesellschaft bei den Prozessen der frühen phönizischen Kolonisation im Raum von Gibraltar. Wirtschaftliche, kommerzielle und technologische Fragen nehmen dabei einen wichtigen Stellenwert ein. Funde von Eisenschlacken in Kontexten aus der Zeit um 800 v. Chr. haben dazu bewogen, umfassende Untersuchungen zu starten mit dem Ziel, die Technologie der lokalen Eisenverarbeitung zu erfassen und ausgebeutete Erzlagerstätten zu lokalisieren.

Die Zusammensetzung der Schlacken von Alcorrín deutet auf die Ausbeutung lokaler Erzlagerstätten mit komplex aufgebauten Eisenmineralisationen, die reich an Arsen und Nickel sein können und einen starken Polymetallismus aufweisen. Solcherart Chemismus ist für verschiedene Lagerstätten im Raum zwischen der Bucht von Málaga, der Bucht von Algeciras und der Serranía de Ronda dokumentiert. Dementsprechend wurde die Ausdehnung der Prospektion geplant.

Es wurden Prospektionen in einem Radius von 55 km um Alcorrín unternommen und 13 Erzbaugebiete aufgenommen. Martina Renzi und Michael Bode untersuchten dort aufgesammelte Proben sowie Metallfunde aus Alcorrín und zeitgleichen Kontexten benachbarter Siedlungen mit naturwissenschaftlichen Methoden.

Für 36 Erzproben wurde der Mineralbestand mittels Röntgendiffraktometrie beschrieben und mit induktiv gekoppelter Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) deren Gesamtchemismus bestimmt. Die Ergebnisse bezeugten den polymetallischen Charakter der lokalen Vererzungen, ermöglichten aber keine sicheren Aussagen über die Bezugsquellen von Alcorrín mit Eisenerz. Mit der Bleiisotopenmethode sollten deshalb weitere Informationen bzw. Zuordnungsmöglichkeiten für die Erzproben und Eisenschlackenfunde bereitgestellt werden. Die chemische und bleiisotopische Analytik wurde auch auf weitere Buntmetall-, Silber- und Eisenobjekte sowie Schmelz- und Tiegelreste erweitert, und zwar nicht nur aus dem Fundspektrum von Alcorrín, sondern ebenso von Acinipo, Ronda und Villa Vieja. Insgesamt wurden 23 archäologisch kontextualisierte Objekte chemisch und bleiisotopisch untersucht. Die Ausbeutung lokaler Erzvorkommen für die Eisenproduktion konnte für Alcorrín wahrscheinlich gemacht werden. Die Ergebnisse bezüglich der möglichen Herkunft der Kupferbasis- und Blei/Silberobjekte weisen auf ein komplexes und großräumiges Wirtschaftsgeflecht im 8. Jh. v. Chr.

Die Pionierstudie liefert Hinweise auf die Dynamiken der Ausbeutung und Verarbeitung lokaler Erzressourcen und auf die Zirkulation von Metall im Hinterland der Meerenge von Gibraltar (Málaga), wobei sich die wirtschaftliche Macht der einheimischen Elite und ihre Verbindung mit der phönizischen Kolonisation am Ende des 9./Beginn des 8. Jhs. v. Chr. abzeichnet.

Schlagworte: Phönizier – Endbronzezeit – Frühe Eisenzeit – Bergbauressourcen – Eisen – Archäometallurgie – XRD – ICP-MS – LIA

Recursos mineros potenciales en el entorno de Los Castillejos de Alcorrín (Manilva, Málaga, España) (Finales del siglo IX y siglo VIII a. C.). Estudio preliminar

Dentro del programa de investigaciones, dirigidas por el Instituto Arqueológico Alemán de Madrid en cooperación con el Centro de Estudios Fenicios y Púnicos (Madrid), en Los

Castillejos de Alcorrín se encuadran los estudios sobre el papel de la sociedad autóctona en los procesos iniciales de la colonización fenicia en la zona de Gibraltar. Las cuestiones económicas, comerciales y tecnológicas adquieren una especial relevancia en este contexto. Hallazgos como las escorias de hierro en contextos de un periodo en torno al 800 a. C. han llevado a iniciar estudios más amplios con el fin de conocer la tecnología local para la elaboración del hierro y localizar los yacimientos de mineral explotados.

La composición de las escorias de Alcorrín apunta a la explotación de yacimientos de mineral locales, con mineralizaciones complejas de hierro que pueden ser ricas en arsénico y níquel, presentando un fuerte polimetalismo. Una química parecida se ha documentado en diversos yacimientos localizados en la zona entre la bahía de Málaga, la de Algeciras y la Serranía de Ronda, zona para la que se planificaron las prospecciones. Éstas se llevaron a cabo en un radio de 55 km en torno a Alcorrín. Se registraron 13 zonas de explotación minera. Las muestras allí recogidas, así como los hallazgos metalíferos de Alcorrín y de contextos parecidos de poblados vecinos, fueron analizados con métodos complejos por Martina Renzi y Michael Bode.

La composición del mineral de 36 muestras se analizó mediante difracción de rayos X (XRD) y se ha utilizado espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) para analizar su composición química. Los resultados confirmaron el carácter polimetálico de las mineralizaciones locales, pero no permitieron determinar con claridad cuáles fueron las fuentes de suministro del mineral de hierro de Alcorrín. Con el método de análisis de isótopos del plomo se pudo disponer de otras informaciones como la asignación de las muestras de mineral y de los hallazgos de escorias. Las analíticas químicas y de isótopos de plomo se realizaron también en otros objetos de metales no ferrosos, de plata y de hierro, así como a restos de fundición y de crisoles, y no solo a hallazgos del ámbito de Alcorrín, sino también de Acinipo, Ronda y Villa Vieja. En total se realizaron análisis químicos y de isótopos de plomo a 23 objetos con un contexto arqueológico. La explotación de recursos locales para la producción de hierro quizás se hizo para Alcorrín. Con respecto a la posible procedencia de los objetos con base de cobre y plomo/plata, los resultados apuntan a una compleja y extensa red económica en el siglo VIII a. C.

Este estudio pionero proporciona indicios sobre las dinámicas de explotación y elaboración de los recursos metalíferos locales, así como sobre la circulación del metal de la zona interior del Estrecho de Gibraltar (Málaga), perfilándose así el poder económico de las élites autóctonas y su relación con la colonización fenicia a finales del siglos IX–VIII a. C.

Palabras clave: fenicios – finales de la Edad del Bronce – comienzos de la Edad del Hierro – recursos mineros – hierro – arqueometalurgia – XRD – ICP-MS – LIA

Exploitation of mining resources in the surrounding area of Los Castillejos de Alcorrín (Manilva, Málaga) (end 9th and 8th c. BC). A preliminary study¹⁴⁰

As part of the research program conducted by the German Archaeological Institute Madrid in cooperation with the Centro de Estudios Fenicios y Púnicos (Madrid) in Los Castillejos de Alcorrín (Manilva, Málaga), studies have been undertaken on the role of the native society during the process of early Phoenician colonization in the region of Gibraltar. Ques-

140 Die Übersetzung wurde von Catherine Jones (München) durchgeführt.

tions related to the economy, commerce and technology are central to these studies. Finds of iron slag in contexts dating around 800 BC prompted extensive investigations with the aim of recording the technology of local ironworking and localizing exploited ore deposits.

The composition of the slag found in Alcorrín indicates the exploitation of local ore deposits with complexly structured iron mineralization that can be rich in arsenic and nickel and exhibit a high level of polymetallism. Comparable chemical compositions have been documented for various deposits in the area extending between the bay of Málaga, the bay of Algeciras and the Serranía de Ronda. The area of the survey was planned according to this background information.

A prospection was undertaken in a radius of 55 km around Alcorrín. 13 ore exploitation sites were recorded. Samples collected at these sites as well as metal finds from Alcorrín and from contemporary contexts of neighbouring settlements (see below) were analyzed by Martina Renzi and Michael Bode using complex scientific methods.

The mineral composition of 36 ore samples was described by means of x-ray diffraction (XRD), and their overall chemical composition was established by using the inductively coupled plasma mass spectrometry technique (ICP-MS). The results proved the polymetallic character of the local ore mineralisations but did not make it possible to identify the supply source of Alcorrín iron ore. Therefore, tests were made using the lead isotope analysis (LIA) in order to provide further information on the ore samples and iron slag finds and their provenance. The chemical and lead isotopic analysis was also employed on other objects made of non-ferrous metals, silver and iron as well as melting and crucible remains that came from the range of finds discovered at de Alcorrín as well as Acinipo, Ronda and Villa Vieja. 23 archaeologically contextualized objects were examined in order to establish their chemical and lead isotopic values. As a result, it is likely that iron production in Alcorrín made use of ore from locally exploited sites. The results concerning the possible origin of copper-based and lead/silver objects indicate the existence of a complex and large-scale economical network in the 8th century BC.

This pioneering study provides evidence for the dynamics of exploitation and processing of local ore resources, and for the circulation of metal in the hinterland of the Strait of Gibraltar (Málaga), whereby the economic power of the native elites and their relation to the Phoenician colonization at the end of the 9th/beginning of the 8th century BC becomes apparent.

Keywords: Phoenicians – Late Bronze Age – Early Iron Age – mining resources – iron – archaeometallurgy – XRD – ICP-MS – LIA