

9/10

K öln
u nd
B onn
A rchaeologica



2019/20

Habelt-Verlag · Bonn

K öln
u nd
B onn
A rchaeologica

KuBA 9/10, 2019/20



Habelt-Verlag · Bonn

Kölner und Bonner Archaeologica
KuBA 9/10, 2019/20

Herausgeber

Martin Bentz – Dietrich Boschung – Eckhard Deschler-Erb –
Michael Heinzelmann – Eleftheria Paliou – Frank Rumscheid

Redaktion, Satz und Gestaltung
Patrick Zeidler

Umschlaggestaltung
Patrick Zeidler

Fotonachweis Umschlag
Josa Jungnickel, RRZK Universität zu Köln.

Alle Rechte sind dem Archäologischen Institut der Universität zu Köln und der
Abteilung für Klassische Archäologie der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
vorbehalten. Wiedergaben nur mit ausdrücklicher Genehmigung.

Hinweise für Autoren sind unter <<https://www.ai.uni-bonn.de/kuba-1/hinweise-fuer-autoren>> einsehbar.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detailliertere bibliografische Daten sind im Internet über <<http://dnb.dnb.de>> abrufbar.

© 2021 by Verlag Dr. Rudolf Habelt GmbH, Bonn

ISBN 978-3-7749-4299-8

Wir danken der HypZert und dem vdpResearch dafür, dass sie die Drucklegung ermöglicht haben.

HypZert

vdpResearch

INHALT

Beiträge

MAXIMILIAN F. RÖNNBERG, „... Fett ausschmelzend von einem wohlgenährten Mastschwein“: Zur Interpretation geometrischer Dreifußvotive	5
FERDINAND WULFMEIER, Fischteller als Teil des griechischen Symposiongeschirrs?	27
MAREIKE WUNDERWALD, Das <i>valetudinarium</i> im Römerlager Anreppen, Kreis Paderborn und andere Legionslazarette im Römischen Reich	47

Projektberichte

DENNIS BECK – MARTIN BENTZ – FLORIAN BIRKNER – CHRISTIAN BRIESACK – VALENTINA CARAFA – ALESSANDRA COEN – FEDERICA GALIFFA – FERNANDO GILOTTA – LUCA LUCCHETTI – MARINA MICOZZI – CARMELO RIZZO, Die Monte Abatone-Nekropole von Cerveteri. Vorbericht zur Grabungskampagne 2019	59
FRANK HULEK, Vorbericht zur Grabungskampagne in Ari/Charvalo 2016 und zur Auswertung einer Altgrabung am Frankolimano bei Thorikos 2017 und 2019	69
CATERINA PARIGI – CHRISTINE AVENARIUS, Vom Forschungsprojekt zur Lehrveranstaltung. Untersuchungen zu einem Opferrelief aus der Sammlung des Turiner Museo di Antichità	89
CATERINA PARIGI – THORALF SCHRÖDER, Antike Skulpturen in Mantua: Ein neues Projekt des Forschungsarchivs für Antike Plastik	105
STEFAN PIRCHER, Durch das Burginatumtor und dann gleich links. Ergebnisse der vierten Lehrgrabungskampagne der Universität zu Köln in der Colonia Ulpia Traiana in Xanten	119
KARL OBERHOFER – CONSTANZE HÖPKEN – MANUEL FIEDLER, Ein Windrohr und eine Schmiede? Ausgrabungen im vicus von Călugăreni/Mikháza, Kreis Mureş (Rumänien)	129
MICHAEL HEINZELMANN – CHRISTIAN A. SCHÖNE – DIANA WOZNIOK – TALİ ERICKSON- GINI, Elusa – ein bislang unbeachtetes Landwirtschaftssystem im Negev? Zwischenbericht zum Elusa-Umlandsurvey (2018 bis 2020)	141

Sammlungen

CATHARINA FLÄMIG, Eine minoische Larnax in Bonn	161
---	-----

INHALT

ArchäoInformatik

SEBASTIAN HAGENEUER, Digitale Lehre in der Archäoinformatik	177
ALEXANDER BRAUN, Schau Augustus (?) – Visuelle Kommunikation und politische Veränderungen auf dem Forum Romanum zwischen der späten Republik und der frühen Kaiserzeit mit einem computergestützten Ansatz	189
ECKHARD DESCHLER-ERB – SABRINA GEIERMANN – SEBASTIAN HAGENEUER – DENNIS CHRISTIAN WILK, Das Römergrab Weiden auf dem Weg in die virtuelle Welt	203

Vorbericht zur Grabungskampagne in Ari/Charvalo 2016 und zur Auswertung einer Altgrabung am Frankolimano bei Thorikos 2017 und 2019*

FRANK HULEK

In the mining area of Laurion near Athens, lead-silver-ore was mined in Antiquity. Although many archaeological traces have been preserved at least until the 19th century, many research questions regarding the processing of the ores are still unanswered. Therefore, as part of a project focussing on the Ari mining district near Anavyssos, an ancient ore-washery was excavated in 2016. According to the findings, it was only superficially disturbed by later activities and is preliminarily dated to the 4th century B.C. The findings settle the long-debated question of how the ore-washeries worked: They were so-called plain tables (or buddles), on which the ground ore was separated by density using a water film, and without sluices. Another project started in 2017 and was continued in 2019. It concerned an old excavation at Frankolimano Thorikou near the modern town of Lavrio. The archaeological finds from a battery of melting furnaces and other ancient buildings are currently evaluated. For the time being, they can be dated to the advanced Hellenistic period. The project includes archaeometallurgical analyses by specialists from the NCSR Demokritos.

Στη μεταλλευτική περιοχή της Λαυρεωτικής, κοντά στην Αθήνα, εξορύχθηκε κατά την Αρχαιότητα μόλυβδο-αργυρούχο μετάλλευμα. Παρόλο που πολλά αρχαιολογικά ίχνη έχουν διατηρηθεί τουλάχιστον έως τον 19ο αιώνα, πολλά ερωτήματα σχετικά με τη διαδικασία του μεταλλεύματος παραμένουν ακόμα αναπάντητα. Ως εκ τούτου, ως μέρος ενός ερευνητικού προγράμματος, εστιαζόμενου στη μεταλλευτική περιοχή «Αρύ» κοντά στην Ανάβυσσο, ανασκάφηκε το 2016 ένα αρχαίο πλυντήριο μεταλλεύματος. Σύμφωνα με τα ευρήματα είχε υποστεί μόνο επιφανειακές διαταραχές από μεταγενέστερες δραστηριότητες και χρονολογήθηκε προσωρινά κατά τον 4ο αιώνα π.Χ. Τα ευρήματα ρυθμίζουν το μακράν συζητούμενο ερώτημα του πώς λειτουργούσαν τα πλυντήρια μεταλλεύματος: ήταν λεγόμενες «σταθερές τράπεζες», στις οποίες το τριμμένο μετάλλευμα χωριζόταν από ένα λεπτό στρώμα νερού λόγω της πυκνότητας, και χωρίς ζύλινα ρείθρα.

Ένα άλλο ερευνητικό πρόγραμμα ξεκίνησε το 2017 και συνεχίστηκε το 2019. Αφορά μια παλιά ανασκαφή στο Φραγκολίμανο Θορικού, κοντά στη σύγχρονη πόλη του Λαυρίου. Τα αρχαιολογικά ευρήματα από συστοιχία καμίνων τήξης και άλλα αρχαία κτήρια αξιολογήθηκαν προσφάτως. Μέχρι στιγμής μπορούν να χρονολογηθούν κατά τη μέση-ύστερη ελληνιστική περίοδο. Το πρόγραμμα περιλαμβάνει αρχαιομεταλλουργικές ανάλυσεις από ειδικούς του Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. Δημόκριτος.

Die Bergbaulandschaft Laurion

Das Laurion ist eine hügelige Landschaft im Südosten der Halbinsel von Attika (Abb. 1). Dort florierete in der klassischen Zeit Bergbau auf Blei-Silber-Erze, der nach 1860 wiederaufgenommen

wurde und dann in der Mitte des 20. Jhs. erneut zum Erliegen kam¹. Das Laurion ist etwa 80 km² groß und ist eine polymetallische Lagerstätte. Außer den für den antiken Bergbau wichtigsten Erzen wie Bleiglanz (PbS) und Cerussit (Weiß-

* Für die Genehmigung und beständige Unterstützung ist der Altertümerverswaltung von Ostattika (Εφορεία Αρχαιοτήτων Ανατολικής Αττικής) in Person der Ephorin Eleni Andrikou sowie ihrer Mitarbeiter*innen herzlich zu danken. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft übernahm die Finanzierung im Rahmen des Projektes „Prähistorischer und klassischer Blei-Silberbergbau in Ari/Attika“. – Vorträge über diese drei Forschungskam-

pagnen wurden in Bonn (24.5.18), Köln (25.10.18), Thessaloniki (28.3.19), Jihlava (Tschechien, 10.10.19), Bochum (2.11.19) und Leipzig (13.12.19) gehalten und befinden sich teilweise im Druck (Hulek – Nomicos i. Dr.; Hulek i. Dr.; Hulek i. Vorb.).

¹ s. Conophagos 1980; Kalcyk 1982; Dermatis 2003; Kakavogiannis 2005; Lohmann 2005; Schönhärl 2017, 166–213; Nomicos 2017.

bleiglanz, PbCO_3) kommen auch Zinkblende (ZnS) und Kupferminerale vor².

Es gibt Hinweise darauf, dass schon im Endneolithikum und der frühen Bronzezeit (4. Jt. v. Chr.) in Thorikos in der Mine 3 Bergbau zur Gewinnung von Silber stattgefunden hat³. In Siedlungen in der Mesogeia-Ebene nahe bei, aber außerhalb des Laurion, fanden sich Belege für die Blei-Silber-Metallurgie aus dieser Zeit⁴.

Seit dem Ende der archaischen Zeit und während der klassischen Blüte Athens war laurisches Silber der Rohstoff für die sprichwörtlich gewordenen „Eulenmünzen“ der Polis. Den antiken Quellen zufolge bildete das Silber die Voraussetzung für die Flottenbaupolitik des Themistokles und damit für den Sieg gegen die Perser. Andererseits war der direkte Zugriff auf Münzsilber eine der Grundlagen für den wirtschaftlichen Erfolg Athens in klassischer Zeit und damit auch für die einzigartige kulturelle Blüte der Stadt⁵.

Obwohl sich die antiken Athener allem Anschein nach über die Bedeutung dieser Rohstoffquellen im Klaren waren⁶, fließen die antiken Schriftquellen eher spärlich und die erhaltenen Texte schweigen sich über die Lebensumstände im Revier und über technische Fragen aus. Entsprechende Werke sind, wie die beiden Bücher über Bergbau des Theophrast, die Diogenes Laertius auflistet, seit der Antike verloren gegangen⁷. Eine umso größere Rolle müssen bei der Erforschung die archäologischen Quellen spielen⁸.

Die Hochzeit des Bergbaus war die klassische Zeit. Römische Autoren berichten dann von einer erneuten Nutzung der Hinterlassenschaften dieser Hochphase und sogar davon, dass die urbanen Zen-

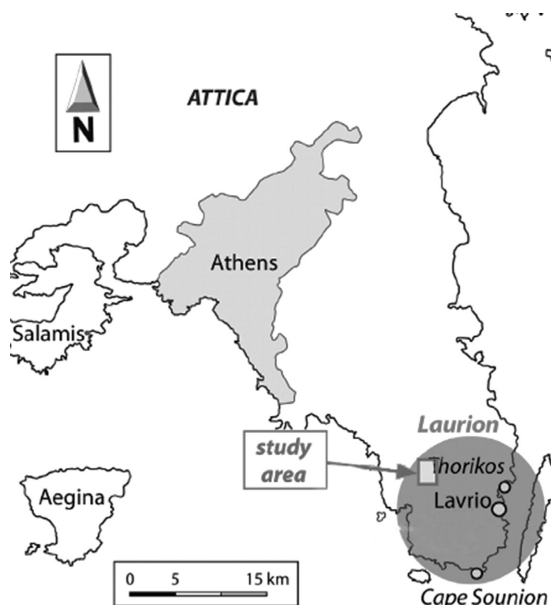


Abb. 1: Lage des Laurion und des Reviers von Ari

tren des Laurion wüst gefallen seien. So schreibt der Geograph Pomponius Mela im 1. Jh. n. Chr., dass Thorikos und Brauron, einstmal Städte, zu seiner Zeit nur noch dem Namen nach bekannt seien⁹.

Das Laurion blieb bis in das fortgeschrittene 19. Jh. weitgehend unbesiedelt und so hatten sich die Überreste des antiken, besonders des klassischen Bergbaus bis dahin hervorragend erhalten. Die erneute Nutzung der Landschaft erfolgte dann wiederum im Zusammenhang mit den Bodenschätzen: 1860 bemühte sich die italienisch-französische Gesellschaft Hilarion Roux et Cie. erfolgreich um eine Konzession, um die antiken Schlacken erneut

2 Marinos – Petrascheck 1956, 224; Skarpelis 2007; Rehren u. a. 2002; Kepper 2005; Kakavogiannis 2005, 91 f.; Dermatis 2006, 14–17; Gale u. a. 2009; Morin – Photiades 2012, 9; Voudouris u. a. 2008a; Voudouris u. a. 2008b; Scheffer u. a. 2017.

3 Spitaels 1984, 170 f.; Lohmann u. a. 2002, 3 f.; Nazou 2013, 53 f.; Nazou 2018, 293; Nazou 2020; Nazou i. Vorb.

4 Andrikou 2013, bes. 179; Andrikou u. a. i. Vorb.; Kakavogianni u. a. 2006; Kakavogianni u. a. 2008; Kakavogianni u. a. 2009, 165; Kakavogianni u. a. 2016, 445 f.; Kakavogianni u. a. i. Vorb.; Georgakopoulou u. a. 2020; vgl. Maran 2000; Gale u. a. 2009, 159 f.; Kayafa 2020.

5 Flament 2007; Ober 2008, bes. 72 f.; van Alfen 2012, bes. 92–96; van Wees 2013, 101–134; Davis 2014; O’Halloran 2019, 128–163. – Bleiisotopenanalysen zufolge wurde das

Silber aus dem Laurion auch für Münzen in anderen Poleis verwendet, s. Birch u. a. 2020.

6 Hdt. 7,144; Aristoph. Av. 1106; Aisch. Pers. 238; Xen. Vect. 4,4.

7 Diog. Laert. 5,44; vgl. Rihl – Tucker 2002, 288 Anm. 54; Craddock 2016, 205 f.

8 Wilsdorf 1951, 133; Rihl – Tucker 2002, 305 f.; vgl. auch Lauffer 1979, 21–40.

9 Pomp. Mela 2,46; Strab. 9,1,5–11; Paus. 1,1,1; Kalcyk 1982, 157; Kahrstedt 1954, 63; Alcock 1993, 110 f.; Nomicos 2017, 225; abweichend Kakavogiannis 2013; Marinos – Petrascheck 1956, 17 f. – Zur Spätantike auch Mussche 1998a, 65; Salliora-Oikonomakou 2004, 143 f.; Mattern 2010.

verhütten zu dürfen. Es folgte die Verhüttung der anderen Bergbaurückstände (vor allem der Waschsände) und die Aufwältigung der antiken Schächte. Dadurch wurden (bis zum Ende des modernen Bergbaus im Laurion 1977¹⁰) viele antike Bergbauspuren überprägt oder zerstört¹¹.

Zum Glück waren manche der damaligen Bergbauingenieure auch an einem Verständnis der antiken Überreste interessiert, so dass einige frühe Publikationen erschienen¹². Ihre Erklärungsansätze orientieren sich allerdings oft am modernen Bergbau, nicht an einer autonomen Interpretation der archäologischen Quellen.

Das Material aus archäologischen Ausgrabungen im Laurion hingegen liegt nur zu einem kleinen Teil in Publikationen vor, oft handelte es sich um Notgrabungen¹³. Daher ist die Datierung von metallurgischen Fundplätzen zumeist nur in einem breiten Rahmen bekannt. Dies ist umso misslicher, wenn man nicht nur technische Fragen oder einen einzelnen Fundplatz betrachten möchte, sondern versucht, übergreifende Fragen für die Bergbaulandschaft Laurion zu beantworten, oder gar in einer interregionalen Perspektive andere Regionen des Mittelmeerraumes einzubeziehen¹⁴.

Das Ari-Projekt

An diesem Punkt setzte ein neues Projekt an. Das verhältnismäßig überschaubare, etwa 6 km² große Revier in der Gemarkung Ari bei Anavyssos (**Abb. 1**, „study area“) wurde durch ein von Hans Lohmann (Ruhr-Universität Bochum) geleitetes, interdisziplinäres Team intensiv erforscht. Dabei wurden sowohl die oberirdischen Hinterlassenschaften zunächst 2012–2015 durch einen Survey

erfasst als auch die untertägigen Bergbauspuren aufgenommen. Besonderes Augenmerk erhielten alle Schritte der Metallurgie wie der Abbau, die Aufbereitung des Erzes sowie die Verhüttung, die alle in Kooperation mit griechischen, französischen und deutschen Spezialisten erforscht werden¹⁵. Vor einigen Jahren von Constantina Tsaimou in Ari durchgeführte Grabungen wurden dabei aufgearbeitet¹⁶ und Denis Morin und sein Team von der Université de Lorraine in Nancy dokumentierten die untertägigen Grubengebäude¹⁷.

Die Ausgrabung 2016 in Ari 63

Der Grabungsplatz liegt auf der Nordwest-Seite des Hügels Charvalo, auf einem Sattel in etwa 120 m Höhe (**Abb. 2**). Das Gelände an dieser Stelle ist eher eben und dadurch für die Bebauung geeignet. Die erhaltenen Grundmauerzüge ließen auf eine mehrräumige Anlage schließen. Wasser für eine Erzwäsche kann auf den unmittelbar anschließenden steilen Hängen gesammelt und in einer erhaltenen benachbarten Zisterne gespeichert werden, wie es auch für andere Anlagen in der Region gesichert ist¹⁸. Durch den vorangehenden Survey waren Reste von wasserfestem Mörtel in einem der Räume der Anlage bekannt. In diesem Raum, in dem die eigentliche Erzwäsche zu vermuten war, wurde der erste Grabungsschnitt angelegt, um diese Hypothese zu überprüfen.

Die Ausgrabung dauerte vom 5.–30.9.2016 und fand als Synergiasie, also unter der Lizenz einer Kooperation zwischen der Ephorie von Ostattika, der Abteilung Athen des Deutschen Archäologischen Instituts sowie der Ruhr-Universität Bochum statt. Andreas Kapetanios (jetzt Ionische Univer-

¹⁰ Conophagos 1980, 35–54; Schönhärl 2017, 166–213.

¹¹ Ardaillon 1897, 78; Konophagos 1974, 266 f.; Lohmann 2005, 105; Dermatis 2006, 44–47.

¹² Cordella 1869, 79–107; Negrin 1881; Kordellas 1888, 86 f.; Kordellas 1894; Ardaillon 1897, 25–125; Treptow 1918, 187 f.; aus archäologischer Sicht Milchoefer 1889, 25. – vgl. Rehren u. a. 2002, 29; Dermatis 2003, 27; Lohmann 2005, 107 f.

¹³ Mussche 1998b, 65 f.; Lohmann 2005, 108 f.; Kapetanios i. Vorb.

¹⁴ Van Liefferinge 2018b, 538 f.; Hulek – Nomicos i. Dr.; Kapetanios i. Vorb. – z. B. Van Liefferinge 2018a, 94–108; Craddock 2016, 211–214; Flament 2019; Bergemann 2020, 97 f.; Brandt 2020, 116–119.

¹⁵ Lohmann 2012; Lohmann 2013; Lohmann 2014; Lohmann 2016a; Lohmann 2016b; Lohmann 2018; Lohmann 2020. – Auch die Dissertation von Sophia Nomicos (Münster) ist im Rahmen des Ari-Projektes entstanden und wurde 2017 abgeschlossen.

¹⁶ Tsaimou 2005; 2006; 2007; Tsaimou – Tsaimou 2011; Lohmann 2012; Nomicos – Tsaimou i. Vorb.

¹⁷ Zu den Gruben in Ari s. auch Kordellas 1888, 10. 33; Lepsius 1893, 68 f.; Ardaillon 1897, 30 f.; Marinos – Petrascheck 1956, 6–8. 104 f.; Lohmann 2016, 91; Lohmann 2018, 84.

¹⁸ Kakavogiannis 2005, 225–229; Van Liefferinge 2013; Van Liefferinge u. a. 2014.



Abb. 2: Luftbild der antiken Werkstätten Ari 63A (Mitte rechts) und Ari 64 (links) am Charvalo-Hügel in Ari

sität Korfu) vertrat die Ephorie¹⁹. Der Grundriss des Gebäudes (**Abb. 3**) ähnelt den Werkstätten, in denen Erz zerkleinert und gewaschen wurde (sog. Ergasterien) im Agrileza-Tal und anderen Teilen des Laurion, die John Ellis Jones ausgegraben und analysiert hat: Räume unterschiedlicher Größe sind innerhalb eines rechteckigen Grundrisses um einen Binnenhof herum angeordnet²⁰. Durch die große Menge an Schutt und Lehm sowie die sorgfältig und stabil gebauten Mauersockel steht zu vermuten, dass der Komplex zumindest teilweise zweigeschossig in Lehmziegelbauweise ausgeführt war. Wahrscheinlich wurden die Räume im Süd-

westen später hinzugefügt, wofür Baufugen und der Umstand sprechen, dass sie aus dem rechtwinkligen Grundriss herausfallen.

Wie erwähnt wurde der erste Grabungsschnitt in einem Raum im Nordostteil des Komplexes angelegt und sukzessive auf die Südosthälfte des Raumes erweitert. Weitere Schnitte betrafen zwei benachbarte Räume im Osten und den Korridor im Westen (**Abb. 4**). Die Ausgrabung bestätigte, dass es sich um eine Erzwäsche des bekannten orthogonalen Typs handelte²¹. Alle Oberflächen der Erzwäsche waren mit wasserdichtem Putz versehen. Im Bereich der drei Schnitte haben moderne Akti-

¹⁹ Marta Korczyńska (Kraków), Emmanuel Giagtzoglou (Bochum), Georg Kalaitzoglou (Hattingen), Hans-Peter Klosssek (Herne), Hans Marg (Mainz) und der Autor führten Grabungsdokumentation und Vermessung durch. Zu danken ist auch den Grabungsarbeitern aus Kalyvia Thorikou, nämlich Zois Vaphakos, Kristaq Halili, Krenar Hoxhallari, Kyriakos Mousis, Dionysos Vythoulkas.

²⁰ Jones 2007.

²¹ Vgl. Negrís 1881; Conophagos 1980, 224–247; Jones 1984, 69–73; Domergue 1998; Rehren u. a. 2002; Kakavogiannis 2005, 229–253; Kapetanios i. Vorb.

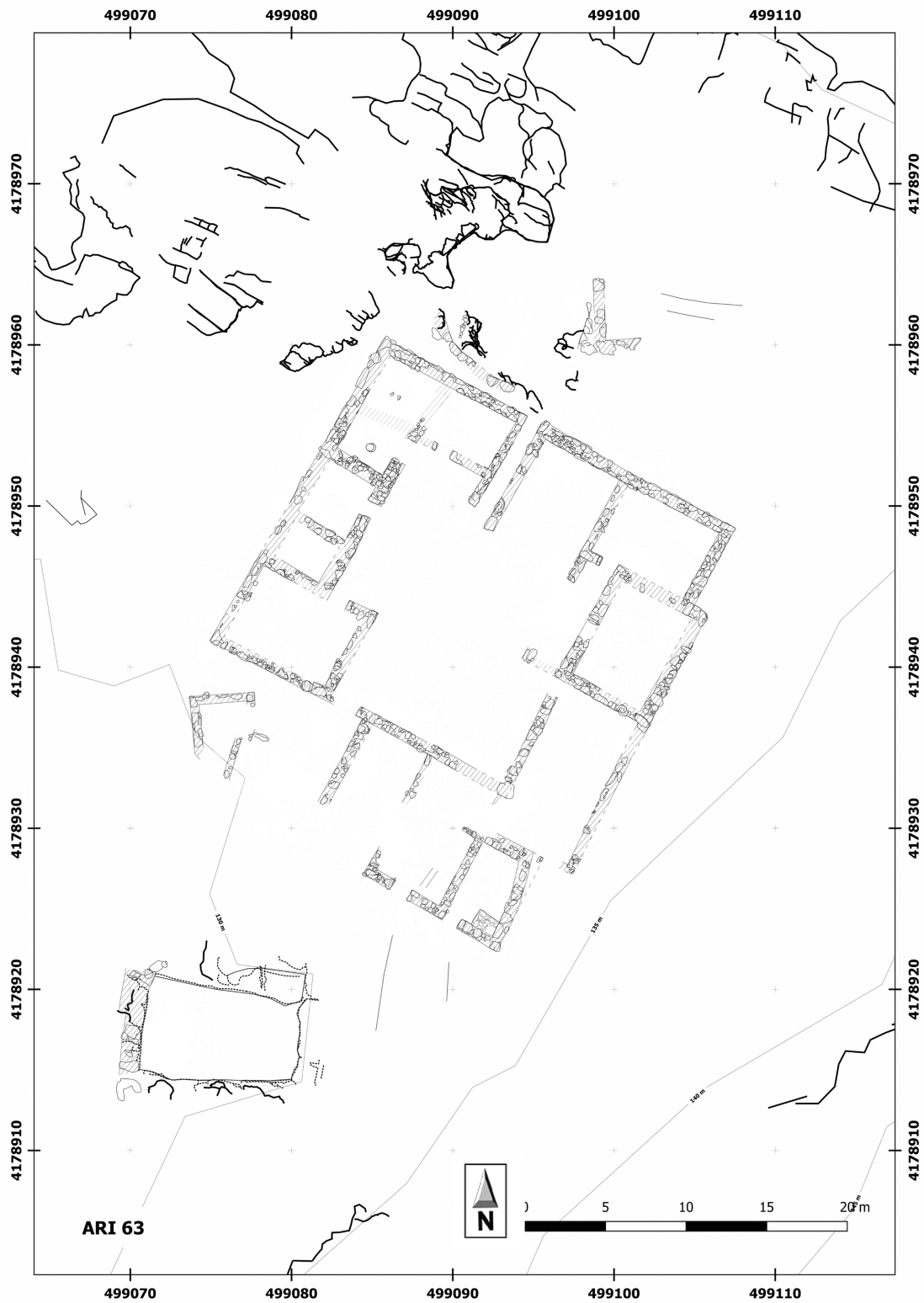


Abb. 3: Ergasterion Ari 63A, Grundriss



Abb. 4: Ergasterion Ari 63A, Orthophotos der Grabungsschnitte in der Erzwäsche (Mitte), den Nachbarräumen 2 (rechts) und 3 (rechts unten) und dem Korridor (oben links)

vitäten den Befund in Ari 63A allenfalls oberflächlich gestört. Die archäologischen Schichten zeigten die Abfolge von Oberboden, Versturz, Mauersteinen und Lehm und darunter den antiken Laufhorizont. Nur zwei Bereiche im Zentrum der Erzwäsche sowie in ihrer östlichen Ecke sind gestört worden, allerdings nicht in der Neuzeit, sondern den Keramikfunden zufolge durch Schatzjäger in spätantiker/frühmittelalterlicher Zeit.

Vor dem Wassertank auf der nordöstlichen Schmalseite erstreckte sich die Waschfläche, vor der eine etwa 0,6 m tiefe und 0,7 m breite Rinne mit eckigem Querschnitt verlief. Sie trennt die Waschfläche von der sog. Trockenfläche. Bei diesem Erzwaschen-Typ schließt an die genannte Rinne stets eine rechtwinklig dazu verlaufende an, die in der nicht ausgegrabenen Nordwesthälfte anzunehmen ist. Jene läuft in aller Regel auf ein tieferes Becken zu, als dessen Überlauf eine wiederum orthogonal verlaufende Rinne dient. Diese ist in der Grabung erfasst worden. Sie entleerte in ein zweites Becken

(ca. 1,5 m × 1,2 m, 0,8 m tief) in der Südecke des Raumes. Von dort läuft eine Rinne auf ein letztes Becken neben der Waschfläche zu, mit dem sie durch eine Röhre verbunden ist. In der Wand dieses Beckens sind Aussparungen vorhanden, die das Befestigen eines (hölzernen) Steges ermöglichen. Auf diesem stehend, konnte ein Arbeiter das Wasser aus dem Becken zurück in den Wassertank schöpfen. Durch diesen Kreislauf über mehrerer Absetzbecken konnte die – im trockenen Südattika wertvolle – Ressource Wasser gereinigt und anschließend wiederverwertet werden.

Die Erzwäsche ist etwa 10 m lang und 5 m breit zu ergänzen. Sie ist verhältnismäßig gut erhalten; wie erwähnt, haben die spätantik/frühbyzantinischen Aktivitäten Teile der Oberfläche der Waschfläche zerstört und auch eine Mauer auf der Ostseite. In Bereichen der Trockenfläche, an denen die Überdeckung mit Erde geringmächtig war, wurde der hydraulische Putz wohl in Folge natürlicher Erosionsprozesse schlecht erhalten ange-



Abb. 5: Ergasterion Ari 63A, Raum 3. Reibtisch mit ausgehöhlter Oberfläche

troffen. Auch die Frontwand des Wassertanks ist nicht erhalten. Da sie aber immer oberirdisch sichtbar gewesen sein muss, ist nicht zu ermitteln, ob sie durch menschliche Aktivitäten oder vielleicht durch Erosion zerstört wurde. An den erhaltenen Frontwänden anderer antiker Bergwäschen gibt es in regelmäßigen Abständen Düsen mit konischem Querschnitt als Wasserauslässe.

An der Erzwäsche in Ari 63A wurden keine Beobachtungen gemacht, die auf Reparaturen oder Umbauten während der Betriebszeit hindeuten würden. Ihre Rinnen und Becken sind augenscheinlich in den gewachsenen Boden eingetieft worden, die beiden hier als Wasch- und Trockenfläche bezeichneten, mit leichtem Gefälle versehenen Oberflächen hingegen sind aus mittelgroßen Steinen als Grundlage und Schottersteinen, gemischt mit lehmigem Boden, in den oberen Bereichen unterfüttert.

Da für die Gruben des antiken Laurion hauptsächlich Schlägel- und Eisenarbeit (mit Hammer/Fäustel und Meißel/Bergeisen) nachgewiesen ist, wurde das Erz in etwa faustgroßen Brocken gefördert²². Sicherlich fand eine Vorsortierung unter Tage statt. Über Tage musste das Erz aber noch zerkleinert und angereichert werden, bevor es verhüttet werden konnte. Es wurde zuerst gepocht, also mit einem hammerartigen Werkzeug zerstoßen. Diese Arbeit hinterlässt charakteristische Löcher, Pochmulden, auf den verwendeten Steinoberflächen, die sowohl unter als auch über Tage in Ari dokumentiert werden konnten²³. Möglicherweise wurden auch Olynthische Mühlen für das Mahlen von Erz (und nicht nur von Getreide) verwendet²⁴, aber ein überzeugender Nachweis dafür steht noch aus. Das zerkleinerte Erz wies Korngrößen von etwa Hirsekorngröße auf und ähnelte damit Sand.

²² Conophagos 1980, 166–218; Morin u. a. 2013.

²³ Survey-Kat. Ari 85; vgl. unter Tage in Thorikos: Morin – Delpech 2018, 44.

²⁴ Conophagos 1980, 220–223; Lynch – Rowland 2005, 3; Van Liefferinge u. a. 2013, 68. 70. 73 Abb. 18.

Ein etwa 1 m breiter Kalksteinblock in Raum 3 von Ari 63A jedenfalls diente auch dazu, das Erz auf die gewünschte Korngröße zu zerkleinern (**Abb. 5**). Seine Oberfläche ist glattgewetzt und zur Mitte hin ausgehöhlt, was auf stetiges Reiben mit einem härteren Material, wie etwa Erz, hindeutet. Raum 3 erstreckt sich über drei verschiedene Niveaus, die der gewachsene Fels an dieser Stelle bildet. Der als Reibisch genutzte Steinblock stand in einer Ecke der mittleren Terrasse und wurde durch eine Plattform aus kleineren Steinen stabilisiert. In Raum 3 befand sich noch eine Steinsetzung, die wohl zur Lagerung von Material gedient hat. Eine benachbarte Tür führte in Raum 2. In Raum 2, der zwischen diesem Reibraum und der Erzwäsche liegt, fanden sich keine Werkzeuge. Der Fußboden war aber mit demselben wasserfesten Putz ausgekleidet, der auch bei der Erzwäsche Verwendung fand. Es könnte sich um eine Waschkau für die Arbeiter, einen Lagerraum für das gemahlene Erz oder einen Raum für den feinsten Mahlvorgang handeln.

Der Aufbereitungsprozess

Bei vielen Erzen sind die Anteile mit dem höchsten spezifischen Gewicht die Metalle, so auch im Laurion, wo Blei- und Silberverbindungen in Silikaten vorkommen. Sie lassen sich also durch eine Dichtentrennung im fließenden Wasser trennen. Nach der heute zumeist vertretenen These, die von dem Aufbereitungsingenieur Konstantinos Konophagos aufgebracht worden ist, erfolgte dies auf sog. Sluices, hölzernen Rinnen mit kleinen Mulden, in denen das gewaschene Material liegenblieb²⁵. Es fehlt aber bisher jeder Hinweis darauf, wie diese Rinnen auf den Waschflächen angebracht worden sein könnten. Eine andere Erklärung hat Evangelos Kakavogiannis vorgeschlagen. Er nahm an, dass die Tonschüsseln (Lekanai), die in den antiken Werkstätten gefunden worden sind, in ähnlicher Weise wie moderne Waschpfannen (für das

Waschen von Goldseifen in Flusssedimenten) Verwendung fanden²⁶.

Die viel ältere These stammt ebenfalls von einem Bergbauingenieur und späteren Minister, Phokion Negrís. Er ging davon aus, dass das Waschgut nach dem Mahlen auf der leicht geneigten Fläche vor dem Tank ausgebreitet worden sei und dann das durch die Düsen ausströmende Wasser die leichteren Teilchen fortgetragen habe. Die mittelschweren Teilchen seien in dem Kanal vor der Waschfläche liegengeblieben und noch ein weiteres Mal gewaschen worden, weitere sog. Mittlinge in die drei Becken geschwemmt worden und so verschiedene Anreicherungsstufen erreicht worden²⁷. In den Absetzbecken habe demnach nicht nur das Reinigen des Wassers, sondern auch eine nachgeordnete Fraktionierung der Mittlinge stattgefunden. Leider schreibt er nicht, wie er auf diese These kommt, sicherlich hatte er zeitgenössische Anlagen vor Augen, die sogenannten Schlammherde²⁸. Vermutlich hat er aber auch ähnliche Beobachtungen gemacht, wie wir bei unseren Ausgrabungen.

Auf der Waschfläche der Erzwäsche in Ari 63A gibt es wiederum keinen Hinweis auf die Befestigung von hölzernen Rinnen (Sluices). Auffällig aber ist, dass bis auf einen 40 cm breiten Streifen am äußeren Ende die gesamte Fläche stark aufgeraut ist, als ob man immer wieder dort etwas entlanggerieben oder gefegt hätte (**Abb. 6**). Dies erinnert an bestimmte Zeichnungen des frühneuzeitlichen Bergbauspezialisten Georg Agricola, auf denen Arbeiter in einer Erzwäsche gezeigt werden, die das Waschgut mit einem Brett an einem Holzstiel bewegen (**Abb. 7**). Diese Methode der sog. Herdarbeit wird heute nicht mehr angewendet. Im Lehrbuch des Freiburger Professors Emil Treptow von 1925 aber wird sie beschrieben²⁹. Demnach bringt man bei stehenden, nicht bewegten „Herden“ das sandfeine Mahlgut zunächst auf eine leicht geneigte Fläche auf und bedeckt es mit einem fließenden Wasserfilm. Dann bewegt man

25 Konophagos 1970, bes. 7–13; Konophagos 1980, 224–245; Rehren u. a. 2002, 38–40; Mussche 2006, 229 f.; vgl. Van Liefveringe 2018a, 91.

26 Kakavogiannis 2001, 367 f.; Kakavogiannis 2005, 230–242; aber s. Domergue 1998, 39; Tsáïmou – Frankiskos 2001; alternativ Verwendung von Sieben: Kakavogiannis 1988, 26 f.

27 Negrís 1881; Ardaillon 1897, 68–70; Marinos – Petrascheck 1956, 9 f.; Trikkalinos 1978, 54 f. 67 f.; Kaleyk 1982, 187.

28 Vgl. Morin-Hamon i. Dr.

29 Treptow 1925, 95–100.



Abb. 6: Ari 63A, Erzwäsche. Nordostabschnitt, von SO aus gesehen. Wassertank (rechts), Waschfläche (Mitte oben), Wasserbecken (Mitte unten), und Rinne (links am Rand), beides noch verfüllt. Der glatte Teil der Waschfläche befindet sich im Zentrum des Bildausschnittes

es mit einem Besen oder einem Brett und spritzt es erneut mit frischem Wasser ab, um das Waschgut in Bewegung zu bringen, damit das Wasser erneut die leichteren Teilchen wegschwemmen kann³⁰. Meines Erachtens rühren die Abnutzungspuren auf unserer Fläche von dem vorgenannten Vorgang. Treptow schreibt weiter, dass dabei ein guter Teil der erzreichen Partikel auf der Herdfläche liegenbleibt, ein Teil aber in einen Kasten davor geschwemmt und sogar noch weiter transportiert wird, weswegen man noch Becken nachschalten muss, um sie aufzufangen und weiter zu fraktionieren³¹.

Genau dies ist an unserer Erzwäsche zu beobachten: Am Boden des anschließenden Kanals hat sich eine sehr feine, leicht metallisch glänzende,

versinterte Schicht abgesetzt, die auch am Boden der ausgegrabenen Becken wieder begegnet. Anno Hein vom NCSR Demokritos (Athen) hat Dünnschliffe (Microsections) dieser Rückstände mit einem optischen Mikroskop, dem Rasterelektronenmikroskop und einem Röntgenspektrometer (SEM-EDS) analysiert. Sie zeigen einen geschichteten Aufbau und haben tatsächlich einen hohen Bleianteil (in Form von Bleiglätte). Weitere Analysen stehen aber noch aus, so dass nicht ganz ausgeschlossen werden kann, dass sie sich infolge von postdepositionalen Prozessen nach Aufgabe der Erzwäsche gebildet haben. Die klar voneinander abgegrenzten Schichten und eine verhältnismäßig homogene Korngrößenverteilung innerhalb der Schichten sprechen aber dagegen. Ähnliche Ergeb-

³⁰ Treptow 1925, 98; Le Neve Foster 1900, 579.

³¹ s. Negris 1881, 160 f.; Treptow 1925, 97. 174 f.; vgl. Rihll

2001, 118. 137 Anm. 12; Photos-Jones – Jones 1994, 353 f. 358.

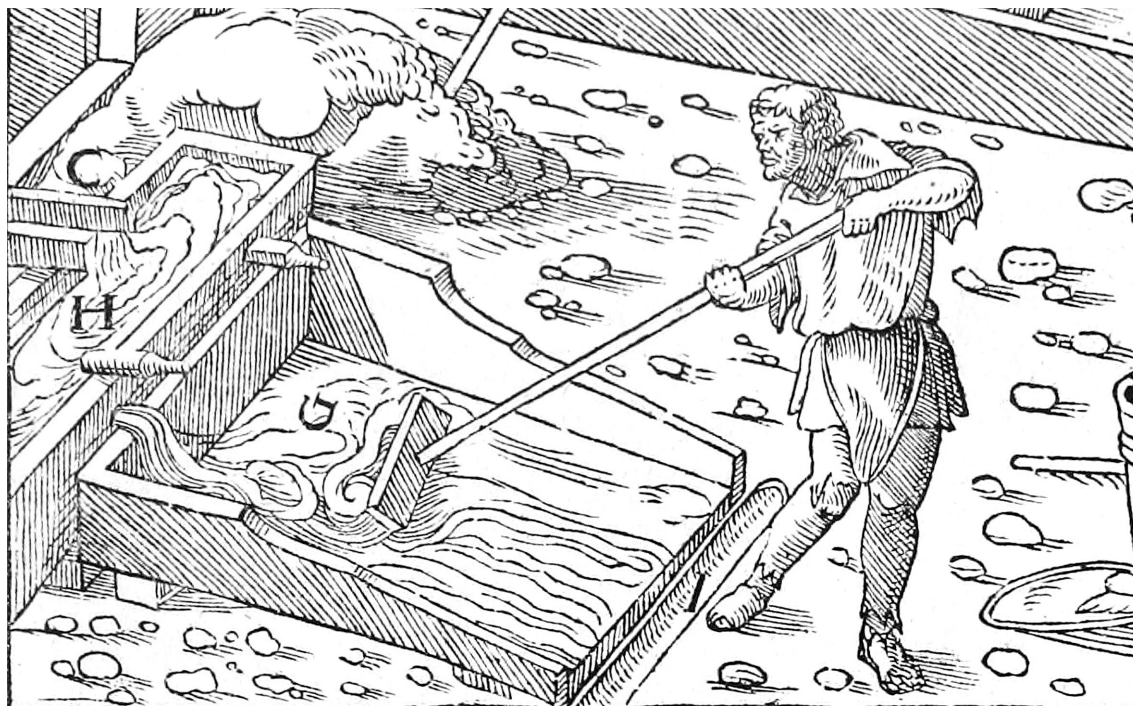


Abb. 7: ‚Herdarbeit‘ bei Georg Agricola. Ein Arbeiter lässt aus dem Wassertank Wasser über das gemahlene Erz strömen und bewegt es gleichzeitig mit einem gestielten Brett

nisse gibt es auch von den Ausgrabungen von Effie Photos-Jones und John Ellis Jones in Agrileza³².

Wenn man Treptow folgt, bedeutet diese Rekonstruktion des Waschvorganges, dass ein einziger Arbeiter zwei Waschvorgänge gleichzeitig betreiben kann³³. Ein zweiter wäre allenfalls nötig, um das Prozesswasser wieder in den Tank zurück zu schöpfen. Dies bedeutet eine sehr effektive Aufbereitung, gerade wenn man es mit den 8–10 Arbeitern von Konophagos’ Rekonstruktion vergleicht³⁴.

Die Grabungsschnitte in den drei Räumen ergaben nur geringe Mengen Keramik (nur einige Dutzend Funde wurden katalogisiert). Dies könnte sich daraus erklären, dass es sich bei den Räumen der Funktion nach um Werkplätze handelte, die regelmäßig gereinigt wurden. Möglich ist auch, dass der Komplex aufgegeben und planmäßig geräumt wurde, um dies zu bestätigen, müssten aber auch

die Wohnräume ausgegraben werden. Der Großteil der bisher gefundenen Keramik datiert in die Zeit vom 2. Viertel bis zum Ende des 4. Jhs. v. Chr., einige Formen kommen auch noch zu Beginn des 3. Jhs. vor. Die Errichtung des Komplexes konnte nicht genauer datiert werden, die Gesamtheit der Fundkeramik gibt immerhin einen Anhalt. Einige Schüsseln (Lekanai) könnten den Parallelen im Standardwerk von Gundula Lüdorf³⁵ zufolge bereits in das 5. Jh. oder aber in das 4. Jh. gehören. Eines der jüngsten Stücke aus der Ausgrabung ist ein Trinkgefäß (sog. One-Handler), das flachgedrückt auf dem Fußboden von Raum 3 gefunden wurde. Beinahe alle Scherben des Gefäßes wurden dort aufgefunden, so dass das Gefäß wohl an dieser Stelle zurückgelassen wurde, als das Gebäude verlassen wurde. Es datiert in das beginnende 3. Jh.³⁶ und bildet einen Terminus post quem für die

32 Photos-Jones – Jones 1994, 331–356; vgl. schon Kordellas 1888, 33; Kordellas 1894, 238 Anm. 2.

33 Treptow 1925, 99; cf. Domergue 1998, 41.

34 Conophagos 1980, 345. 235 Abb. 10–20 im Gegensatz zu Van Liefveringe 2018b, 537 f. Abb. 19.2.

35 Lüdorf 2000.

36 Inv. Ari 63A-3A-63:1; vgl. Rotroff 1997, 329 Nr. 864 Abb. 58: 300–275 v. Chr.; Blondé 2007, 136 Taf. 17 Abb. 1: 375–325 v. Chr.

Aufgabe des Gebäudes. In den angesprochenen spätantik/frühbyzantinischen Störungen verstreut fanden sich Keramikfragmente, viele davon von einem einzigen Krug, die in das 6. oder 7. Jh. n. Chr. zu datieren sind.

Die Grabungsschnitte wie auch die ausgegrabenen Räume wurden regelmäßig mit einer Kamera an einem Teleskopstab in enger, überlappender Bildfolge mit eingemessenen Passpunkten dokumentiert, so dass aus diesen Bildern nach dem Structure-from-Motion-Prinzip Orthophotos und dreidimensionale Modelle erstellt werden konnten. Die mitgebrachte Drohne hingegen konnte wegen der Windverhältnisse erst nach Verfüllen der Grabungsschnitte gestartet werden, nur die beiden kleineren Grabungen auf der anderen Seite des Hügels wurden damit dokumentiert.

Es handelt sich dabei um die Überreste eines VerhüttungsOfens (Ari 8) und einer Erzwäsche (Ari 76), auffälligerweise mit nicht orthogonal verlaufenden Rinnen. Beide Objekte sind durch die Aktivitäten der modernen Bergbaugesellschaften leider sehr stark gestört. Die seltsame Form der Erzwäsche, die allerdings durch umfangreiche Erdbewegungen in der Neuzeit bis zum Felsgrund abradiert worden ist, könnte immerhin darauf hindeuten, dass sie älter als die orthogonalen sein könnte. Bei dem VerhüttungsOfen Ari 8 wurden zahlreiche Fragmente von Platten aus vulkanischem Gestein gefunden, die jeweils auf einer oder auch zwei Oberflächen einen gelblichen Überzug besaßen. Bei von Anno Hein vom NCSR Demokritos (Athen) durchgeführten Analysen stellte sich der Überzug als bleireiche Schlacke heraus, die Steinplatten waren also ursprünglich Ofenwände.

Altgrabung Frankolimano Thorikou 1969/70³⁷

Im Jahr 1969 begann das öffentliche Elektrizitätsunternehmen von Griechenland (ΔΕΗ) an der kleinen Bucht Frankolimano³⁸ etwa 4 km nördlich der modernen Industriestadt Lavrio mit der Errichtung eines Kraftwerkes zur Verstromung von Öl. Auf Anregung von Konstantinos Konophagos beauftragte der Antikendirektor Spyridon Marinatos den damaligen Leiter der örtlich zuständigen Altertümmerverwaltung, Efthymios Mastrokostas, eine Rettungsgrabung auf dem Baugrundstück durchführen zu lassen. In der Folge legten die beiden Archäologen Olga Apostolopoulou und Evangelos Kakavogiannis verschiedene antike Gebäude, zwei Bestattungsplätze, eine Erzwäsche und vor allem eine Ofenbatterie mit fünf Schmelzöfen (**Abb. 8**) sowie einen präsumtiven Kupellationsofen frei.

Bisher blieben diese Grabungen bis auf kurze Erwähnungen³⁹ unpubliziert und die Funde und die Grabungsdokumentation weitestgehend un bearbeitet. Olga Kakavogianni hat dem Autor das Material dankenswerterweise zur Bearbeitung überlassen. Es ergab sich damit die Möglichkeit, auch die Verhüttung des Erzes anhand von Originalmaterial und die Datierung des Fundplatzes zu erforschen. Zunächst waren im Frühjahr 2017 im Museum Lavrio alle Fundkisten zu sichten und die vorrangig zu bearbeitenden zu bestimmen. Außerdem konnte nach und nach in verschiedenen Archiven die Dokumentation ausfindig gemacht werden, Evangelos Kakavogiannis hat während der Ausgrabung alles fotografiert⁴⁰ und beide Archäologen haben detailreich die Befunde in Grabungstagebüchern beschrieben und gezeichnet. Die Tagebücher konnten an ihrem Aufbewahrungsort, dem Epigra-

37 Die Aufarbeitungskampagnen 2017 und 2019 wurden durch die Sachkostenhilfe der DFG für das Ari-Projekt und ein Mobility Grant im Rahmen der Exzellenzstrategie der Universität zu Köln möglich gemacht. Für Genehmigungen und Unterstützung bei der Museumsarbeit sei einmal mehr der Ephorin Eleni Andrikou sowie ihren Mitarbeiter*innen Dimitra Kai, Eleni Asimakou, Poteini Spanou, Prokopis Makris und Manolis Athinaios herzlich gedankt.

38 Zum Namen: Kakavogiannis 1993. Die Bucht wird auch „Vrysaki“ genannt, wegen der Süßwasserquelle, die auch durch das Kraftwerk überbaut wurde.

39 Liankouras – Kakavogiannis 1972, 150; Konophagos 1974, 268–271; Trikkalinos 1978, 59. 72 f. Tab. 12 (konnte die Existenz der Öfen vor Ort nicht verifizieren); Konophagos 1980, 288. Anm. S. 280; Kalcyk 1982, 208 Abb. 24. S. 211; Jones 1984, 78. 80 Abb. 28; Gelaude u. a. 1996, 36 Abb. 6.2; Kakavogiannis 2005, 270 f. Anm. 668; Lohmann 2005, 132 Anm. 69; vgl. Kakavogiannis 1988, 31 f. Abb. 16.

40 Das DAI Athen stellte kurzfristig einen Arbeitsplatz mit Scanner zum Digitalisieren der alten Grabungsfotos zur Verfügung, dafür sei besonders Joachim Heiden und Julia Engelhardt gedankt.

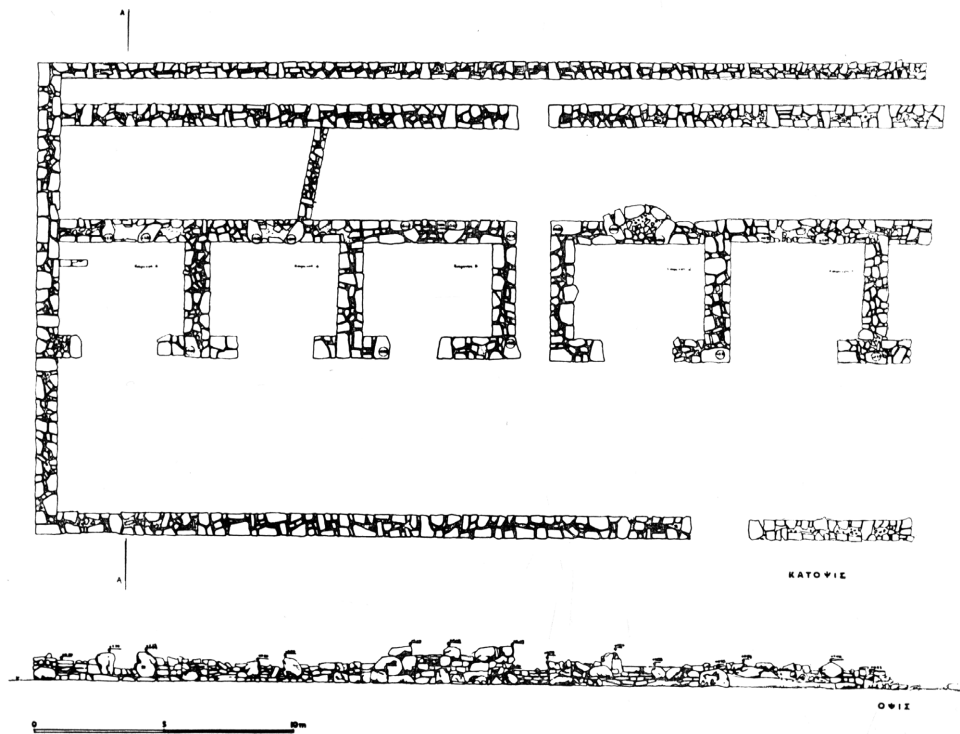


Abb. 8: Grundriss der Schmelzofenbatterie auf dem Gelände des Kraftwerkes am Frankolimano bei Thorikos

phischen Museum in Athen, eingescannt werden⁴¹, mittlerweile liegt auch eine Reinschrift vor⁴².

Museumskampagnen 2017 und 2019⁴³

Die Kampagne 2017 dauerte vier Wochen, vom 20.8.–16.9. Vorrangig wurden Funde aus der Ofenbatterie und dem präsumtiven Verhüttungssofen bearbeitet. Die Ofenbatterie (Abb. 8) befindet sich auf einem kleinen Landvorsprung im Nordteil des Frankolimano und besteht aus den Ost-West orientierten Grundmauern von fünf Ofenkammern (jeweils ca. 5,0 m × 3,2 m groß), mindestens eine sechste ist im Osten zu ergänzen, aber diese Seite der Anlage ist vom Meer unterspült worden⁴⁴. Die Mauern bestehen aus lokalem Kalkstein und vor

allem aus granitartigem Gestein, für die Öfen selbst fand außer Lehmziegeln auch dicker Lehmverstrich Verwendung. An den Nordmauern der Kammern haben sich in halbkreisförmigen Aussparungen Spuren der Schmelzöfen in Form von durch die Hitze verfärbten Steinen, gehärtetem Lehm und Mineralablagerungen erhalten. Nördlich dahinter befinden sich zwei parallele Korridore, von denen aus die Öfen beschickt wurden. Die Ofenkammern öffnen sich südlich auf einen ummauerten Hof. Die Ofenbatterie ist als eingezäunte archäologische Stätte innerhalb des Kraftwerksgeländes erhalten.

Die Ofenbatterie datiert den Funden zufolge in die fortgeschrittene hellenistische Epoche, ein Schwerpunkt der Funde gehört in das 2. Jh. v. Chr.

41 Für die Hilfe im Archiv des Epigraphischen Museums ist Eirini Choremi zu danken.

42 Die Entzifferung der handschriftlich und teilweise in der antikisierenden Sprachform „Katharevousa“ verfassten Grabungsdokumentation wird Efthymios Kakavogiannis (Hamburg/Athen) verdankt.

43 Das Reinigen, Konservieren, Zeichnen, Fotografieren und

Katalogisieren der Funde wurde von der Zeichnerin (und Archäologin) Marta Korczyńska (Kraków), den Kölner Studentinnen Margarita Sardak (2017) und Renate Möller (2019) sowie dem Autor durchgeführt.

44 Konophagos 1974, 269–271 Abb. 3. 4; vgl. Kakavogiannis 1988, 31 f.

Damit ist sie deutlich später zu datieren als die Hochzeit des Bergbaus im Laurion in klassischer Zeit. Ein Zusammenhang mit der Prägung der Tetradrachmen Neuen Stils erscheint damit wahrscheinlich, muss aber noch genauer untersucht werden. Ähnliches gilt auch für andere Schmelzöfen an der attischen Küste⁴⁵. Wahrscheinlich handelt es sich dabei um Hinterlassenschaften einer Wiederverhüttung der Schlacken und Waschrückstände der klassischen Zeit. Die Lage der Schmelzöfen an der Küste weist wohl darauf hin, dass das in großen Mengen als Brennmateriale für die Öfen benötigte Holz mit Schiffen herangebracht wurde. Möglicherweise waren auch die Windverhältnisse an der Küste günstig für den Betrieb der Öfen.

Unter den Funden der Altgrabung gibt es auch zahlreiche unterschiedliche Schmelzprodukte und Abfälle des Schmelzprozesses sowie Fragmente von Ofenwänden. Eleni Filippaki und Ioannis Bassiakos vom nationalen naturwissenschaftlichen Forschungszentrum NCSR Demokritos (Athen) haben vorläufige Analysen daran durchgeführt, endgültige Ergebnisse stehen aber noch aus. Sie werden voraussichtlich ein genaueres Verständnis des Schmelzprozesses ermöglichen.

Der von den Ausgräbern einstweilig als Kupellationsofen interpretierte Befund befand sich etwa 30 m nördlich der Schmelzofenbatterie, wo heute das Kühlwasser des Kraftwerkes ins Meer geleitet wird. Bei der Kupellation wird nach dem Aus-schmelzen des Metalls aus dem Erz, bei dem eine Legierung aus Blei und Silber entsteht, das Silber vom Blei getrennt, indem das Blei oxidiert und vom porösen Tiegel, der Kupelle, absorbiert wird. Das edlere Silber bleibt dabei zurück. Den vorläufigen Analysen von Eleni Filippaki zufolge könnte es sich aber bei dem Befund auch um einen Ofen handeln, der mit der Eisenmetallurgie in Verbindung steht,

also um einen Rennofen oder eine Schmiedeesse. Einen ähnlichen Befund gibt es im nahen Thorikos beim Theater⁴⁶. Die Chronologie ist in diesem Fall noch nicht endgültig geklärt, manche Fundkisten enthielten sowohl hellenistische als auch frühbyzantinische Keramik. Ersteres würde gut zu der vorgenannten Schmelzofenbatterie passen, letzteres eventuell unsere Kenntnis einer anderen Episode der Metallproduktion im Laurion erweitern, nämlich der Spätantike bzw. der frühbyzantinischen Zeit. Denis Morin hat Öllampen mit christlichen Symbolen in den antiken Gruben von Thorikos beobachtet⁴⁷, was dafür sprechen würde, dass sie in der Spätantike oder der frühbyzantinischen Zeit erneut ausgebeutet wurden. Auch der siedlungsarchäologische Befund zeigt, dass für die Spätantike mit einem Anwachsen menschlicher Aktivität im Laurion im Unterschied zur römischen Kaiserzeit zu rechnen ist⁴⁸. Schließlich behauptet Paulus Silentiarius in seinem anlässlich der Einweihung der Hagia-Sophia-Kirche in Konstantinopel (h. Ayasofya Camii in Istanbul) 537 n. Chr. verfassten Enkomion, dass die „...Adern der Berge von Sounion sich wieder öffnen mussten...“, dass also für die Ausschmückung der Kirche erneuter Bergbau im Laurion stattgefunden habe⁴⁹.

Die Kampagne 2019 fand vom 23.9. bis 4.10. statt. Die Aufnahme der Funde aus der Altgrabung wurde fortgesetzt, vorrangig wurden die Funde aus dem sog. „Gebäude 1“ bearbeitet. Das Gebäude könnte der Ausgräberin Olga Kakavogianni zufolge, die sich auf seinen Grundriss bezieht, ein antiker Bauernhof sein, doch wurden auch zahlreiche metallurgische Funde gemacht. Durch eine Auswertung der Funde ist auf eine Funktionsbestimmung und eine bessere chronologische Einordnung zu hoffen, wodurch sich auch das Verhältnis zu den Schmelzöfen genauer ermitteln ließe⁵⁰.

45 Konophagos 1974, 266: 3. Jh. v. Chr. oder später; Kakavogiannis 1988, 40 f.; Salliora-Oikonomakou 2004, 62; Lohmann 2005, 127 f.; Van Liefferinge 2018b, 550; Börker 2018; Tsaimou u. a. 2015, 118 Tab. 1; S. 125 für Ari im Hinterland; abweichende Datierung bei Mussche 1998b, 65 f.; Konophagos 1980, 288; Salliora-Oikonomakou 2004, 70. 74 f.

46 Mussche 1998a, 44 f. 64 f.; Varoufakis 2014; vgl. Kakavogiannis 1988, 39 f.

47 Morin – Delpech 2018, 44 f.; s. auch Butcher 1982; Konstantinidou u. a. 2018, 53 f.

48 Mattern 2010; Docter u. a. 2013; Kakavogiannis 2013; Lagia u. a. 2016; Nomicos 2017, 225.

49 Paul. Sil. Ecphr. 679 f.; de Stefani 2011, 46.

50 Für Spätsommer/Herbst 2020 war eine weitere, vierwöchige Kampagne geplant, die vor allem die hellenistischen Bestattungen vom Kraftwerksgelände zum Ziel haben sollte. Die Kampagne musste infolge der durch das neuartige Corona-Virus Covid-19 verursachten Situation verschoben werden.

Literaturverzeichnis

- Agricola 1556
G. Agricola, *De re metallica libri XII* (Basel 1556).
- Alcock 1993
S. E. Alcock, *Graecia Capta. The Landscape of Roman Greece* (Cambridge 1993).
- Andrikou 2013
Ε. Ανδρίκου, Ο οικισμός της Πρώιμης Εποχής του Χαλκού στο Κορωπί. Η κεραμική και τα άλλα κινητά ευρήματα, in: Μ. Δόγκα-Τόλη – Στ. Οικονόμου (Hrsg.), *Αρχαιολογικές συμβολές. Τόμος Α: Αττική. ΚΣΤ' και Β' Εφορείες Προϊστορικών & Κλασικών Αρχαιοτήτων* (Athen 2013) 173–182.
- Andrikou u. a. i. Vorb.
Ε. Andrikou – Ε. Papafloratou – Ε. Tselepi, Zapani, Kera-
tea (Attica). Early Helladic Silver-Lead Metallurgy and the
Pottery Context, in: F. Hulek – H. Lohmann – S. Nomicos
(Hrsg.), *Laurion – Geology, Archaeology and Archaeo-
metry of an Ancient Mining Landscape. Selected Papers
Presented at the International Conference »Ari and the
Laurion from Prehistoric to Modern Times«, Bochum,
November 1st–3rd 2019, Anschnitt Beih. (Bochum in
Vorb.)*.
- Ardaillon 1897
É. Ardaillon, *Les mines du Laurion dans l'Antiquité*,
BEFAR 77 (Paris 1897).
- Bergemann 2020
J. Bergemann, La sostenibilità dei greci? Fonti archeolo-
giche da Atene e dalla Sicilia, in: J. Bergemann (Hrsg.),
*Cultura e Natura nel Mediterraneo antico. Ricerche
italiane e tedesche in campo archeologico e storico e la loro
importanza nel dibattito moderno sui cambiamenti clima-
tici*, Göttinger Studien zur Mediterranen Archäologie 9
(Rahden 2020) 95–103.
- Birch u. a. 2020
Th. Birch – F. Kemmers – S. Klein – H.-M. Seitz – H. E.
Höfer, Silver for the Greek Colonies. Issues, Analysis and
Preliminary Results from a Large-Scale Coin Sampling
Project, in: K. Sheedy – G. Davis (Hrsg.), *Mines, Metals,
and Money. Ancient World Studies in Science, Archaeo-
logy and History. Proceedings of the International Confe-
rence at the Epigraphic and Numismatic Museum, Athens,
April 20–22, 2015, Metallurgy in Numismatics 6, RNS
Special Publ. 56* (London 2020) 101–147.
- Blondé 2007
F. Blondé, *Les céramiques d'usage quotidien à Thasos au
IVe siècle avant J.-C., Études thasiennes 20* (Athen 2007).
- Börker 2018
Ch. Börker, Amphorenstempel aus dem Laurion, ZPE 207,
2018, 61–72.
- Brandt 2020
S.-Ph. Brandt, Die Erzwaschanlagen in Thorikos und
Souriza als Beispiele für Nachhaltigkeit?, in: J. Berge-
mann, *Kultur und Natur in der antiken Mittelmeerwelt.
Italienische und deutsche Forschungen in Archäologie und
Geschichte und ihre Bedeutung für die moderne Diskus-
sion über Klimawandel*, Göttinger Studien zur Mediterra-
nen Archäologie 9 (Rahden 2020) 115–121.
- Butcher 1982
S. A. Butcher, Late Roman Lamps from a Mining Gallery
at Thorikos, in: P. Spitaels (Hrsg.), *Studies in South Attica
I, Miscellanea Graeca 5* (Gent 1982) 137–148.
- Conophagos 1980
C. Conophagos, *Le Laurium antique et la technique grec-
que de la production de l'argent* (Athen 1980).
- Cordella 1869
A. Cordella, *Le Laurium* (Marseille 1869).
- Craddock 2016
P. T. Craddock, Classical Geology and the Mines of the
Greeks and Romans, in: G. L. Irby (Hrsg.), *A Companion
to Science, Technology, and Medicine in Ancient Greece
and Rome* (Chichester 2016) 197–216.
- Davis 2014
G. Davis, Mining Money in Late Archaic Athens, *Historia*
63/3, 2014, 257–277.
- Dermatis 2003
Γ. Δερμάτης, Λαύρειο το μαύρο φως. Η μεταλλευτική
και μεταλλουργική βιομηχανία στο Λαύρειο 1860–1917.
Ελληνική και ευρωπαϊκή διάσταση (Lavrio 2003).
- Dermatis 2006
Γ. Δερμάτης, Ὡς ἐφάνη τά μέταλλα τά ἐν Μαρωνείᾳ... Τα
μεταλλεία της Καμάριζας στο Λαύρειο (Agios Konstan-
tinos 2006).
- de Stefani 2011
C. de Stefani (Hrsg.), *Paulus Silentarius. Descriptio Sanc-
tae Sophiae. Descriptio Ambonis* (Berlin 2011).
- Docter u. a. 2013
R. Docter – P. Monsieur– W. van de Put, Late Archaic to
Late Antique Finds from Cistern No. 1 at Thorikos (2010
Campaign), in: R. F. Docter (Hrsg.), *Thorikos 10. Reports
and Studies* ²(Gent 2013) 75–128.
- Domergue 1998
C. Domergue, Remarques sur le fonctionnement des lave-
ries planes du Laurion, in: Αργυρίτις Γή. Χαριστήριον
στον Κ. Κονοφάγο (Athen 1998) 33–41.

Flament 2007

Ch. Flament, Une économie monétarisée. Athènes à l'époque classique (440–338). Contribution à l'étude du phénomène monétaire en Grèce ancienne, Collection d'études classiques 22 (Louvain 2007).

Flament 2019

Ch. Flament, The Athenian Coinage, from Mines to Markets, *Journal of Ancient Civilizations* 34/2, 2019, 189–209.

Gale u. a. 2009

N.-H. Gale – M. Kayafa – Z. A. Stos-Gale, Further Evidence for Bronze Age Production of Copper from Ores in the Lavrion Ore District, Attica, Greece, in: 2nd International Conference Archaeometallurgy in Europe, Aquileia, Italy 17–21 June 2007. Selected Papers (Mailand 2009) 158–176.

Gelaude u. a. 1996

P. Gelaude – P. van Kalmthout, – Ch. Rewitzer, Laurion. The Minerals in the Ancient Slags (Nimwegen 1996).

Georgakopoulou u. a. 2020

M. Georgakopoulou – K. Douni – M. Ginalas – O. Kakavogianni – I. Bassiakos, Recent finds from Final Neolithic and Early Bronze Age Silver Production Sites in Southeastern Attica, in: N. Papadimitriou – J. C. Wright – S. Fachard – N. Polychronakou-Sgouritsa – E. Andrikou (Hrsg.), Athens and Attica in Prehistory. Proceedings of the International Conference, Athens, 27–31 May 2015 (Oxford 2020) 185–192.

Hulek i. Dr.

F. Hulek, Metallurgy of the Ancient Athenians. Research Campaigns 2016 and 2017 in Ari and Lavrio, in: P. Hrubý (Hrsg.), History of Old Mining and Metallurgy from Prehistory into the Modern Age. International Conference Stříbrná Jihlava. 10–12 October 2019, Acta Rerum Naturalium 25 (Brünn i. Dr.).

Hulek i. Vorb.

F. Hulek, The Excavations of Evangelos and Olga Kakavogianni in the Power Plant Complex at Frankolimano Thorikou (1969/70). Preliminary Results, in: F. Hulek – H. Lohmann – S. Nomicos (Hrsg.), Laurion – Geology, Archaeology and Archaeometry of an Ancient Mining Landscape. Selected Papers Presented at the International Conference »Ari and the Laurion from Prehistoric to Modern Times«, Bochum, November 1st–3rd 2019, *Anschnitt Beih.* (Bochum in Vorb.).

Hulek – Nomicos i. Dr.

F. Hulek – S. Nomicos, Ancient Mining Landscapes. The Example of Laurion, in: F. Hulek – S. Nomicos (Hrsg.), Ancient Mining Landscapes. Proceedings of the Triple-

Panel 4.2 Held at the 19th International Congress for Classical Archaeology Cologne/Bonn 20–26 May 2018 (Heidelberg i. Dr.).

Jones 1984

J. E. Jones, Ancient Athenian Silver Mines, Dressing Floors and Smelting Sites, *Journal of the Historical Metallurgy Society* 18/2, 1984, 65–77.

Jones 2007

J. E. Jones, »Living Above the Shop«. Domestic Aspects of the Ancient Industrial Workshops of the Laureion Area of South-East Attica, in: R. Westgate – N. R. E. Fisher – J. Whitley (Hrsg.), Building Communities. House, Settlement and Society in the Aegean and Beyond. Proceedings of a Conference Held at Cardiff University, 17–21 April 2001, *British School at Athens Studies* 15 (London 2007) 267–280.

Kahrstedt 1954

U. Kahrstedt, Das wirtschaftliche Gesicht Griechenlands in der Kaiserzeit. Kleinstadt, Villa und Domäne, *Dissertationes Bernenses* 1,7 (Bern 1954).

Kakavogianni u. a. 2006

O. Kakavogianni – K. Douni – F. Nezeri – M. Georgakopoulou – Y. Bassiakos, A Technological Approach to the Silver and Lead Production during the Late Neolithic and the Early Helladic I Period in the Mesogeia Plain, Attica, in: Y. Kazazi (Hrsg.), Proceedings 2nd International Conference on Ancient Greek Technology, Athens, 17–21 October 2005 (Athen 2006) 77–83.

Kakavogianni u. a. 2008

O. Kakavogianni – K. Douni – F. Nezeri, Silver Metallurgical Finds Dating from the End of the Final Neolithic Period until the Middle Bronze Age in the Area of Mesogeia, in: I. Tzachili (Hrsg.), Aegean Metallurgy in the Bronze Age. Proceedings of an International Symposium Held at the University of Crete, Rethymnon, Greece, on November 19–21, 2004 (Athen 2008) 45–57.

Kakavogianni u. a. 2009

Ο. Κακαβογιάννη – Κ. Δημητρίου – Χ. Κουτσοθανάσης – Α. Πέτρου, Οικισμός της Πρωτοελλαδικής Εποχής και δύο μεμονωμένα κτίρια, στην Μερέντα, in: Β. Βασιλοπούλου – Στ. Κατσαρού-Τζεβελέκη (Hrsg.), Από τα Μεσόγεια στον Αργοσαρωνικό. Β' Εφορεία Προϊστορικών και Κλασικών Αρχαιοτήτων. Το έργο μιας δεκαετίας, 1994–2003. Πρακτικά Συνεδρίου. Αθήνα, 18–20 Δεκεμβρίου 2003 (Markopoulo 2009) 159–175.

Kakavogianni u. a. 2016

O. Kakavogianni – E. Tselepi – K. Dimitriou – Ch. Katsavou – K. Douni, The Neolithic and Early Bronze

- Age Settlement in Merenta, Attica, in Its Regional Context, in: Z. Tsirtsoni (Hrsg.), *The Human Face of Radio-carbon. Reassessing Chronology in Prehistoric Greece and Bulgaria, 5000–3000 cal. BC*, Travaux de la Maison de l'Orient et de la Méditerranée 69 (Lyon 2016) 437–451.
- Kakavogianni u. a. i. Vorb.
- O. Kakavogianni – K. Douni – M. Georgakopoulou, The Cupellation of Argentiferous Lead in Mesogeia, East Attica, during the Final Neolithic/Early Bronze Age Period. The Cupellation Workshop at Lambrika, in: F. Hulek – H. Lohmann – S. Nomicos (Hrsg.), *Laurion – Geology, Archaeology and Archaeometry of an Ancient Mining Landscape. Selected Papers Presented at the International Conference »Ari and the Laurion from Prehistoric to Modern Times«*, Bochum, November 1st–3rd 2019, *Anschnitt Beih.* (Bochum in Vorb.).
- Kakavogiannis 1988
- E. X. Κακαβογιάννης, Τα αρχαία μεταλλεία της Λαυρεωτικής. Το μεγαλύτερο βιομηχανικό εργασιακό εγχείρημα στην αρχαία Ευρώπη (Athen 1988).
- Kakavogiannis 1993
- E. Κακαβογιάννης, Το τοπωνύμιο Φραγκολίμανο της Λαυρεωτικής, Νέα της Κερατέας. Μάρτιος/Απρίλιος 1993, 9 f.
- Kakavogiannis 2001
- E. Kakavogiannis, The Silver Ore-Processing Workshops of the Laurion Region, *BSA* 96, 2001, 365–380.
- Kakavogiannis 2005
- E. X. Κακαβογιάννης, Μέταλλα Εργάσιμα και Συγκεχωρημένα. Η οργάνωση της εκμετάλλευσης του ορυκτού πλούτου της Λαυρεωτικής από την Αθηναϊκή Δημοκρατία, Δημοσιεύματα του Αρχαιολογικού Δελτίου 90 (Athen 2005).
- Kakavogiannis 2013
- E. X. Κακαβογιάννης, Ο περιηγητής Πausanίας και τα μεταλλεία αργυρούχου μόλυβδου του Λαυρείου, in: A. Γιαννικουρή (Hrsg.), *Όλβιος Άντηρ. Μελέτες στη μνήμη του Γρηγόρη Κωνσταντινοπούλου*, Ρόδος 4 (Athen 2013) 321–344.
- Kalcyk 1982
- H. Kalcyk, Untersuchungen zum attischen Silberbergbau. Gebietsstruktur, Geschichte und Technik (Frankfurt/Main 1982).
- Kapetanios i. Vorb.
- A. Kapetanios, Ancient Lavrion. Stages, Phases and Landscape, in: F. Hulek – H. Lohmann – S. Nomicos (Hrsg.), *Laurion – Geology, Archaeology and Archaeometry of an Ancient Mining Landscape. Selected Papers Presented at the International Conference »Ari and the Laurion from Prehistoric to Modern Times«*, Bochum, November 1st–3rd 2019, *Anschnitt Beih.* (Bochum in Vorb.).
- Kayafa 2020
- M. Kayafa, The Metal Resources of Laurion during the Early Bronze Age. A Synthesis of the Archaeological and Archaeometric Data, in: N. Papadimitriou – J. C. Wright – S. Fachard – N. Polychronakou-Sgouritsa – E. Andrikou (Hrsg.), *Athens and Attica in Prehistory. Proceedings of the International Conference, Athens, 27–31 May 2015* (Oxford 2020) 193–202.
- Kepper 2005
- J. Kepper, Third Contact Ore Mineralogy at Laurium, *Journal of the Historical Metallurgy Society* 39, 2005, 1–11.
- Konophagos 1970
- K. Κονοφάγος, Ἡ μέθοδος ἐμπλουτισμοῦ τῶν μεταλλευμάτων τῶν ἀρχαίων Ἑλλήνων εἰς τὰ ἐπίπεδα πλυντήρια τῆς Λαυρεωτικῆς, Πραγματεῖαι τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν 29,1 (Athen 1970).
- Konophagos 1974
- K. Κονοφάγος, Κάμινοι τήξεως καὶ τεχνικὴ τήξεως τῶν ἀργυρούχων μεταλλευμάτων μόλυβδου τῆς Λαυρεωτικῆς ὑπὸ τῶν ἀρχαίων Ἑλλήνων, *PraktAkAth* 49, 1974, 262–295.
- Konstantinidou u. a. 2018
- A. Konstantinidou – P. Monsieur – C. Hasenzagl, Ceramics from Roman and Byzantine Thorikos, in: R. F. Docter – M. Webster (Hrsg.), *Exploring Thorikos* (Gent 2018) 53 f.
- Kordellas 1888
- A. Κορδέλλας, Ἡ Βιομηχανία τῆς ἐταιρίας τῶν Μεταλλουργείων Λαυρίου καὶ τὰ μεταλλευτικὰ καὶ μεταλλουργικὰ αὐτῆς προϊόντα ἐν τῇ Δ' Ὀλυμπιακῇ ἐκθέσει (Athen 1888).
- Kordellas 1894
- A. Κορδέλλας, Λαυρεωτικαὶ ἀρχαιότητες, *AM* 19, 1894, 238–247.
- Lagia u. a. 2016
- A. Λάγια – E. Γιαννακοπούλου – A. Καπετάνιος, Βιο-αρχαιολογικές παρατηρήσεις σε πολλαπλές ταφές της ύστερης αρχαιότητας από τη Λαυρεωτική, in: A. Δ. Στεφάνης (Hrsg.), *Πρακτικά ΙΕ' Επιστιμονικής Συνάντησης ΝΑ. Αττικής*, 17–20 Οκτωβρίου 2013 Κορωπί (Kalyvia Thorikou 2016) 577–588.
- Lauffer 1979
- S. Lauffer, Die Bergwerkssklaven von Laureion, *Forschungen zur antiken Sklaverei* 11² (Wiesbaden 1979).

Le Neve Foster 1900

C. Le Neve Foster, *A Text-Book of Ore and Stone Mining*
³(London 1900).

Liankouras – Kakavogiannis 1972

A. Γ. Λιαγκούρας – Ε. Κακαβογιάννης, *Λαυρεωτική*,
ADelt 27 Χρον. Β'1, 1972, 147–151.

Lohmann 2005

H. Lohmann, *Prähistorischer und antiker Blei-Silberbergbau im Laurion*, in: Ü. Yalçın (Hrsg.), *Anatolian Metal III. Symposium*, Deutsches Bergbaumuseum Bochum, 24–26 Octobre 2002, *Anschnitt Beih.* 18 (Bochum 2005) 105–136.

Lohmann 2012

H. Lohmann, *Prähistorischer und antiker Blei-Silberbergbau im Laurion (Attika)*, in: *Jahresbericht des Instituts für Archäologische Wissenschaften für das Akademische Jahr 2011–2012* (Bochum 2012) 70.

Lohmann 2013

H. Lohmann, *Projekt »Prähistorischer und antiker Blei-Silberbergbau im Laurion (Attika)«*, in: *Jahresbericht des Instituts für Archäologische Wissenschaften für das Akademische Jahr 2012–2013* (Bochum 2013) 67 f.

Lohmann 2014

H. Lohmann, *Prähistorischer und antiker Blei-Silberbergbau in Ari / Anavyssos (Attika)*, in: *Jahresbericht des Instituts für Archäologische Wissenschaften für das Akademische Jahr 2013–2014* (Bochum 2014) 77.

Lohmann 2016a

H. Lohmann, *Ari bei Anavyssos*, *AtheNea* 2015/2016, 88 f.

Lohmann 2016b

H. Lohmann, *Prähistorischer und klassischer Blei-Silberbergbau in Ari (Anavyssos / Attika)*, in: *Jahresbericht des Instituts für Archäologische Wissenschaften für das Akademische Jahr 2015–2016* (Bochum 2016) 90 f.

Lohmann 2018

H. Lohmann, *Projekt »Prähistorischer und klassischer Blei-Silber-Bergbau in Ari / Attika«*, in: *Jahresbericht des Instituts für Archäologische Wissenschaften für das Akademische Jahr 2017–2018* (Bochum 2018) 83 f.

Lohmann 2020

H. Lohmann, *Ari – A Classical Mining District at Anavyssos (Attika)*, in: K. Sheedy – G. Davis (Hrsg.), *Mines, Metals, and Money. Ancient World Studies in Science, Archaeology and History. Proceedings of the International Conference at the Epigraphic and Numismatic Museum, Athens, April 20–22, 2015, Metallurgy in Numismatics 6*, *RNS Special Publ.* 56 (London 2020) 43–58.

Lohmann u. a. 2002

H. Lohmann – G. Kalaitzoglou – G. Weisgerber, *Ein endneolithisches Wehrdorf auf dem Megalo Rimpári (Attika) und verwandte Anlagen. Ein Beitrag zur Siedlungsarchäologie des endneolithischen Attika*, *Boreas* 25, 2002, 1–48.

Lüdorf 2000

G. Lüdorf, *Die Lekane. Typologie und Chronologie einer Leitform der attischen Gebrauchskeramik des 6.–1. Jahrhunderts v. Chr.*, *Internationale Archäologie* 61 (Rahden 2000).

Lynch – Rowland 2005

A. J. Lynch – C. A. Rowland, *The History of Grinding* (Littleton, CO 2005).

Maran 2000

J. Maran, *Das ägäische Chalkolithikum und das erste Silber in Europa*, in: C. Işık (Hrsg.), *Studien zur Religion und Kultur Kleinasien und des ägäischen Bereiches. Festschrift für Baki Ögün zum 75. Geburtstag*, *AMS* 39 (Bonn 2000) 179–193.

Marinos – Petrascheck 1956

Γ. Π. Μαρίνος – W. E. Petrascheck, *Λαύριον, Γεωλογικά καὶ Γεωφυσικά Μελέται* 4, 1 (Athen 1956).

Mattern 2010

T. Mattern, *Eine »skythische Wüste«? Attika in spätantiker und frühbyzantinischer Zeit*, in: H. Lohmann – T. Mattern (Hrsg.), *Attika. Archäologie einer »zentralen« Kulturlandschaft. Akten der internationalen Tagung vom 18.–20. Mai 2007 in Marburg*, *Philippika* 37 (Wiesbaden 2010) 202–230.

Milchhoefer 1889

A. Milchhoefer, *Karten von Attika. Erläuternder Text* H. III–IV (Berlin 1889).

Morin-Hamon i. Dr.

H. Morin-Hamon, *Buddling. Lead-Silver Ore Dressing in Laurion (Greece) during Antiquity*, in: R. Docter – M. Webster (Hrsg.), *Thorikos. Reports and Studies* 12, *Babesch Suppl.* (Leuven i. Dr.).

Morin u. a. 2013

D. Morin – P. Rosenthal – R. Herbach – D. Jacquemot, *Les techniques minières de l'antiquité grecque. Approche tracéologique. Les mines du Laurion (Grèce)*, in: F. Janot – G. Giuliano – D. Morin (Hrsg.), *Indices et traces. La mémoire des gestes. Actes du colloque international*, 16, 17 et 18 juin 2011, *UFR d'Odontologie de l'Université de Lorraine* (Nancy 2013) 147–169.

Morin – Delpech 2018

D. Morin – S. Delpech, *Mines and Mining*, in: R. F. Doc-

- ter – M. Webster (Hrsg.), *Exploring Thorikos* (Gent 2018) 43–45.
- Morin – Photiades 2012
D. Morin – A. Photiades, *Les mines antiques du Laurion* (Attique, Grèce), in: A. Orejas – Ch. Rico (Hrsg.), *Minería y metallurgia antiguas. Visiones y revisiones. Homenaje a Claude Domergue*, Collection de la Casa de Velázquez 128 (Madrid 2012) 9–23.
- Mussche 1998a
H. Mussche, *Thorikos. A Mining Town in Ancient Attica, Fouilles de Thorikos 2* (Gent 1998).
- Mussche 1998b
H. F. Mussche, *Looking Back on the Laurion*, in: *Ἀργυρίτις Γῆ. Χαριστήριον στον Κ. Κονοφάγο* (Athen 1998) 65–67.
- Mussche 2006
H. Mussche, *More about the Silver-Rich Lead of Ancient Laurion*, *AntCl* 75, 2006, 225–230.
- Nazou 2013
M. Νάζου, *Η μελέτη της κεραμικής της 4ης και 3ης χιλιετίας π.Χ. από τη Μεταλλευτική Στοά 3 στο Θορικό και η ερμηνεία της*, in: A. Δ. Στεφάνης (Hrsg.), *Πρακτικά ΙΔ' Επιστημονικής Συνάντησης Ν.Α. Αττικής. Καλύβια Θορικού Αττικής*, 6–9 Οκτωβρίου 2011 (Kalyvia Thorikou 2013) 49–58.
- Nazou 2018
M. Nazou, *The End of the Neolithic in East Attica. New Data from Kontra Gliate (Kiapha Thiti) and Thorikos Mine 3*, in: S. Dietz – F. Mavridis – Ž. Tankosić – T. Takaoğlu (Hrsg.), *Communities in Transition. The Circum-Aegean Area During the 5th and 4th Millennia BC. International Conference Athens, June 7–9, 2013, Monographs of the Danish Institute at Athens 20* (Oxford 2018) 289–295.
- Nazou 2020
M. Nazou, *Thorikos in the Neolithic and the Early Bronze Age. A View from the Mine 3 Pottery*, in: N. Papadimitriou – J. C. Wright – S. Fachard – N. Polychronakou-Sgouritsa – E. Andrikou (Hrsg.), *Athens and Attica in Prehistory. Proceedings of the International Conference, Athens, 27–31 May 2015* (Oxford 2020) 203–212.
- Nazou i. Vorb.
M. Nazou, *The Prehistoric Finds from Mine 3 and Their Relationship to the Thorikos Mining Community*, in: F. Hulek – H. Lohmann – S. Nomicos (Hrsg.), *Laurion – Geology, Archaeology and Archaeometry of an Ancient Mining Landscape. Selected Papers Presented at the International Conference »Ari and the Laurion from Prehistoric to Modern Times«, Bochum, November 1st–3rd 2019, Anschnitt Beih.* (Bochum in Vorb.).
- Negris 1881
Ph. Negris, *Laveries anciennes du Laurium*, *Annales des Mines* 7ème sér. 20, 1881, 160–164.
- Nomicos 2017
S. Nomicos, *A Brief Survey of the Development of Silver Mining in Ancient Laurion*, in: P. Eisenach – Th. Stöllner – A. Windler (Hrsg.), *The RITaK Conferences 2013–2014, Anschnitt Beih. 34, Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum 219* (Rahden 2017) 221–227.
- Nomicos – Tsaimou i. Vorb.
S. Nomicos – C. Tsaimou, *Pottery Assemblages from Workshops Excavated by K. Tsaimou at Ari (2005–2008)*, in: F. Hulek – H. Lohmann – S. Nomicos (Hrsg.), *Laurion – Geology, Archaeology and Archaeometry of an Ancient Mining Landscape. Selected Papers Presented at the International Conference »Ari and the Laurion from Prehistoric to Modern Times«, Bochum, November 1st–3rd 2019, Anschnitt Beih.* (Bochum in Vorb.).
- Ober 2008
J. Ober, *Democracy and Knowledge. Innovation and Learning in Classical Athens* (Princeton, N. J. 2008).
- O'Halloran 2019
B. O'Halloran, *The Political Economy of Classical Athens. A Naval Perspective*, *Mnemosyne Suppl.* 425 (Leiden 2019).
- Photos-Jones – Jones 1994
E. Photos-Jones – J. Ellis Jones, *The Building and Industrial Remains at Agrileza, Laurion (Fourth Century BC) and their Contribution to the Workings at the Site*, *BSA* 89, 1994, 307–358.
- Rehren u. a. 2002
Th. Rehren – D. Vanhove – H. Mussche, *Ores from the Ore Washeries in the Lavriotiki*, *Metalla* 9, 1, 2002, 27–46.
- Rihll 2001
T. E. Rihll, *Making Money in Classical Athens*, in: D. J. Mattingly – J. Salmon (Hrsg.), *Economies beyond Agriculture in the Classical World* (London 2001) 115–141.
- Rihll – Tucker 2002
T. E. Rihll – J. V. Tucker, *Practice Makes Perfect. Knowledge of Materials in Classical Athens*, in: C. V. Tuplin – T. E. Rihll (Hrsg.), *Science and Mathematics in Ancient Greek Culture* (Oxford 2002) 274–303.
- Rotroff 1997
S. I. Rotroff, *Hellenistic Pottery. Athenian and Imported Wheelmade Table Ware and Related Material*, *Agora* 29 (Princeton, N. J. 1997).

Salliora-Oikonomakou 2004

Μ. Σαλλιώρα-Οικονομάκου, Ο αρχαίος δήμος του Σουνίου. Ιστορική και τοπογραφική επισκόπηση (Koropi 2004).

Samons 2000

L. J. Samons, *Empire of the Owl. Athenian Imperial Finance*, *Historia Einzelschr.* 142 (Stuttgart 2000).

Scheffer u. a. 2017

C. Scheffer – A. Tarantola – O. Vanderhaeghe – P. Voudouris – T. Rigaudier – A. Photiadis – D. Morin – A. Allouche-rie, The Lavrion Pb-Zn-Fe-Cu-Ag Detachment-Related District (Attica, Greece). Structural Control on Hydrothermal Flow and Element Transfer-Deposition, *Tectonophysics* 717, 2017, 607–627.

Schönhärl 2017

K. Schönhärl, *Finanziers in Sehnsuchtsräumen. Europäische Banken und Griechenland im 19. Jahrhundert*, *Schriftenreihe der Historischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften* 98 (Göttingen 2017).

Skarpelis 2007

N. Skarpelis, The Lavrion Deposit (SE Attica, Greece). Geology, Mineralogy and Minor Elements Chemistry, *Neues Jahrbuch für Mineralogie. Abhandlungen* 183, 3, 2007, 227–249.

Spitaels 1984

P. Spitaels, The Early Helladic Period in Mine No. 3 (Theatre Sector), in: H. F. Mussche – J. Bingen – J. Servais – P. Spitaels (Hrsg.), *Thorikos VIII (1972/1976). Rapport préliminaire sur les 9e, 10e, 11e et 12e campagnes de fouilles* (Gent 1984) 151–174.

Treptow 1918

E. Treptow, *Der älteste Bergbau und seine Hilfsmittel, Beiträge zur Geschichte der Technik und der Industrie. Jahrbuch des Vereins Deutscher Ingenieure* 8, 1918, 155–191.

Treptow 1925

E. Treptow, *Grundzüge der Bergbaukunde einschließlich Aufbereitung und Brikettieren Bd. 2. Aufbereitung und Brikettieren* ⁶(Wien 1925).

Trikkalinos 1978

I. K. Τρικκάλινος, Περὶ τῆς μεταλλείας τοῦ ἀρχαίου Λαυρίου. Βιβλιογραφικὴ ἀνάλυσις, ἔρευναι καὶ κρίσεις, Πραγματεῖαι τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν 42 (Athen 1978).

Tsaïmou 2005

K. Τσάιμου, Ἀρὺ Λαυρεωτικῆς. Καμάριζα. Μπερτσέκο Λαυρεωτικῆς, *ADelt* 60 Χρον. Β'1, 2005, 183–190.

Tsaïmou 2006

K. Τσάιμου, Θέση Ἀρὺ, *ADelt* 61 Χρον. Β'1, 2006, 179–183.

Tsaïmou 2007

K. Τσάιμου, Ἀρὺ Λαυρεωτικῆς, *ADelt* 62 Χρον. Β'1, 2007, 217–225.

Tsaïmou – Frankiskos 2001

K. Τσάιμου – Α. Φραγκίσκος, Σύγκριση εμπλουτισμού με ρεῖθρα ἢ λεκάνες στο Αρχαίο Λαύριο, in: Y. Bassiakos – E. Aloupi – Y. Facorellis (Hrsg.), *Archaeometry Issues in Greek Prehistory and Antiquity. Papers Presented at the 3rd Symposium on Archaeometry of the Hellenic Society of Archaeometry Held in Athens 6.–10.11.1996* (Athen 2001) 699–712.

Tsaïmou – Tsaïmou 2011

K. Τσάιμου – Α. Τσάιμου, Αρχαία μεταλλουργική εγκατάσταση στην περιοχή Ἀρὺ Λαυρεωτικῆς, Εταιρεία Μελετῶν Νοτιοανατολικῆς Ἀττικῆς (Hrsg.), Πρακτικά ΙΓ' Επιστημονικῆς Συνάντησης ΝΑ Ἀττικῆς. Παιανία 29 Οκτωβρίου–2 Νοεμβρίου 2008 (Paiania 2011) 163–170.

Tsaïmou u. a. 2015

C. Tsaïmou – P. E. Tsakiridis – P. Oustakis, Analytical and Technological Evaluation of Ancient Lead Slags from Lavrion, Attika, Greece, *Mediterranean Archaeology and Archaeometry* 15/2, 2015, 113–127.

Van Alfen 2012

P. G. Van Alfen, The Coinage of Athens, Sixth to First Century B.C., in: W. E. Metcalf (Hrsg.), *The Oxford Handbook of Greek and Roman Coinage* (Oxford 2012) 88–104.

Van Liefferinge 2013

K. Van Liefferinge, Water Use and Management in the Classical and Early Hellenistic Silver Industry of Thorikos and the Laurion, *Babesch* 88, 2013, 109–126.

Van Liefferinge 2018a

K. Van Liefferinge, Water and Workshops. Inequality among Mining Sites in Ancient Laurion (Greece), in: E. Holt (Hrsg.), *Water and Power in Past Societies*, *Institute for European and Mediterranean Archaeology Proceedings* 7 (Albany 2018) 89–112.

Van Liefferinge 2018b

K. Van Liefferinge, Technology and Society in Classical Athens: A Study of the Social Context of Mining and Metallurgy at Laurion, in: M. Canevaro – A. Erskine – B. Gray – J. Ober (Hrsg.), *Ancient Greek History and Contemporary Science* (Edinburgh 2018) 529–557.

Van Liefferinge u. a. 2013

K. Van Liefferinge – R. Docter – Th. Pieters – F. van den Eijnde, The Excavation of Cistern No. 1 at Thorikos (2010–2011 Campaigns), in: R. F. Docter (Hrsg.), *Thorikos 10. Reports and Studies* ²(Gent 2013) 57–74.

Van Liefferinge u. a. 2014

K. Van Liefferinge – M. van den Berg – C. Stal – R. Doc-
ter – A. De Wulf – N. E. C. Verhoest, Reconsidering the
Role of Thorikos within the Laurion Silver Mining Area
(Attica, Greece) through Hydrological Analyses, JASc 41,
2014, 272–284.

Van Wees 2013

H. Van Wees, Ships and Silver, Taxes and Tribute. A Fiscal
History of Archaic Athens, Library of Classical Studies 5
(London 2013).

Varoufakis 2014

G. J. Varoufakis, A Roman Metallurgical Furnace at Tho-
rikos, in: H. F. Mussche – D. Vanhove – G. J. Varoufakis
(Hrsg.), Thorikos 11. 1983/1990. Rapport préliminaire sur
les 17e, 18e, 19e, 20e et 21e campagnes de fouilles (Leuven
2014) 119–124.

Voudouris u. a. 2008a

P. Voudouris – V. Melfos – P. G. Spry – T. A. Bonsall – M.
Tarkian – M. Economou-Eliopoulos, Mineralogical and
Fluid Inclusion Constraints on the Evolution of the Plaka
Intrusion-Related Ore System, Laurion, Greece, Minera-
logy and Petrology 93, 2008, 79–110.

Voudouris u. a. 2008b

P. Voudouris – V. Melfos – P. G. Spry – T. A. Bonsall – M.
Tarkian – Ch. Solomos, Carbonate-Replacement Pb–Zn–
Ag±Au Mineralization in the Kamariza Area, Laurion,
Greece. Mineralogy and Thermochemical Conditions of
Formation, Mineralogy and Petrology 94, 2008, 85–106.

Wilsdorf 1951

M. H. Wilsdorf, Bergleute und Hüttenmänner im Altertum
bis zum Ausgang der Römischen Republik, Freiburger For-
schungshefte Reihe D H. 1 (Berlin 1951).

Abbildungsnachweis: Abb. 1: nach Morin u. a. 2013, 149 Abb.
1 – Abb. 2: Foto: D. Gansera, Nr. DG15_P1070840 – Abb. 3:
Ari-Projekt, Bochum, Umsetzung: H.-P. Klossek – Abb. 4:
Ari-Projekt, Bochum, Ausarbeitung: M. Korczyńska – Abb.
5: Foto: H. Lohmann, No. N16_6707 – Abb. 6: Foto: H. Loh-
mann, Nr. N16_6573 – Abb. 7: nach Agricola 1556, 237 – Abb.
8: nach Trikkalinos 1978, Taf. 12 Abb. 20.

Τα δικαιώματα των εικονιζόμενων μνημείων ανήκουν
στο Ελληνικό Δημόσιο και το Υπουργείο Πολιτισμού και
Αθλητισμού (Ν. 3028/2002). Die Rechte der abgebildeten
Monumente gehören dem Griechischen Staat und dem Minis-
terium für Kultur und Sport (Gesetz 3028/2002).

*Anschrift: Dr. Frank Hulek, Universität zu Köln,
Archäologisches Institut, Albertus-Magnus-Platz,
50923 Köln.*

E-Mail: f.hulek@uni-koeln.de