

1

K öln  
u nd  
B onner  
A rchaeologica



2011

**K** öln

**u** nd

**B** onn

**A** rchaeologica

**KuBA 1 / 2011**

# **Kölner und Bonner Archaeologica**

**KuBA 1 / 2011**

Herausgeber

Martin Bentz – Dietrich Boschung – Thomas Fischer –  
Reinhard Förtsch – Michael Heinzelmann – Frank Rumscheid

Redaktion, Satz und Gestaltung

Torsten Zimmer, Jan Marius Müller und Stefanie Ostendorf

Umschlaggestaltung

Torsten Zimmer

Fotonachweis Umschlag

Gisela Geng (CoDArchLab), FA-SPerg000055-02

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.

## **Inhalt**

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Vorwort der HERAUSGEBER | 5 |
|-------------------------|---|

## **Beiträge**

|                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| BENJAMIN GEISSLER, Arzthäuser in Pompeji                                                                                             | 7  |
| PAUL SCHEDING, Der römische Stuck eines kaiserzeitlichen Großbaus. Zur Bedeutung monumentaler Stuckausstattung im römischen Karthago | 37 |

## **Projektberichte**

|                                                                                                                                                                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| JON ALBERS – MARTIN BENTZ – JAN MARIUS MÜLLER – GABRIEL ZUCHTRIEGEL, Werkstätten in Selinunt. Ein neues Forschungsprojekt                                                                                                        | 45  |
| WOLFGANG EHRHARDT, Knidische Sakralbezirke im Hellenismus                                                                                                                                                                        | 49  |
| MICHAEL HEINZELMANN – MANUEL BUESS, Untersuchungen zur Siedlungsstruktur der Oase Siwa in hellenistisch-römischer Zeit. Vorbericht zu einer ersten Forschungskampagne am Birket Zaytun 2009                                      | 65  |
| MICHAEL HEINZELMANN – DAVID JORDAN – MANUEL BUESS, Amiternum. Eine archäologische Regionalstudie zum zentralen Abruzenraum. Vorbericht zur Sommerkampagne 2009                                                                   | 77  |
| ALEXANDRA W. BUSCH, Von der Kaiservilla zu den <i>castra</i> . Das Lager der legio II Parthica in Albano Laziale und seine Vorgängerbebauung. Ein Vorbericht zu den Projektarbeiten in 2009                                      | 87  |
| GREGOR DÖHNER – MANUEL FIEDLER – CONSTANZE HÖPKEN – CHRISTOPH MERZENICH – SZILAMÉR PÉTER PÁNCZÉL – VEIT STÜRMER – ZSOLT VASÁROS, Neue Forschungen im Kastell von Porolissum (Dakien, Rumänien). Bericht zur ersten Kampagne 2009 | 95  |
| MARION BRÜGGLER – MANUEL BUESS – MICHAEL HEINZELMANN – MATTHIAS NIEBERLE, Ein neues Militärlager bei Steincheshof am Niederrhein (Bedburg-Hau, Kreis Kleve)                                                                      | 105 |
| THOMAS FISCHER – CONSTANZE HÖPKEN, Untersuchungen im Südvicus von Sorviodurum / Straubing. Alte Ergebnisse und neue Erkenntnisse                                                                                                 | 111 |
| NORBERT HANEL, Auf der Spur des Bleis. Das Corpus römischer Bleibarren (CMPR)                                                                                                                                                    | 119 |
| SALVATORE ORTISI – MANUEL BUESS – MATTHIAS NIEBERLE – STEFANIE STEIDLE, Der römische <i>vicus</i> von Nettersheim                                                                                                                | 125 |

### Aus den Sammlungen

|                                                                                                                                                                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| NINA FENN, Korinthische und korinthisierende Keramik in Köln. Eine Schenkung korinthischer sowie etrusko-korinthischer Alabastra und Aryballoi an die Sammlung des Archäologischen Instituts der Universität zu Köln | 135 |
| ANNETTE PAETZ GEN. SCHIECK, Ein Spinnwirtel mit Vogelfries in der Sammlung des Archäologischen Instituts der Universität zu Köln                                                                                     | 145 |
| CHRISTIANE RÖMER-STREHL – ROBINSON PETER KRÄMER – KLAUS MAXIMILIAN JO SCHUSTER, Hellenistische und römische Amphorenstempel in der Sammlung des Akademischen Kunstmuseums Bonn                                       | 149 |
| ANDREAS BETHKE – ANNA KIEBURG, Beobachtungen zu Techniken der etruskischen Metallbearbeitung. Untersuchungen im Akademischen Kunstmuseum Bonn                                                                        | 165 |

### ArchäoInformatik

|                                                                                                                                                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| REINHARD FÖRTSCH – MARIAN KEULER, Cologne Digital Archaeology Laboratory – Arbeitsstelle für Digitale Archäologie                                    | 174 |
| MARIAN KEULER – MELANIE LANG, Projekt EMAGINES. Datenbank-Aufbereitung historischer Glasnegative des Deutschen Archäologischen Institutes in ARACHNE | 177 |
| DIETRICH BOSCHUNG – STEFANIE STEIDLE, Der Kölnplan des Arnold Mercator und seine Kontextualisierung in der Datenbank Arachne                         | 179 |
| ANNETTE RIEGER – HANNELORE ROSE – JOANNA RYCHERT – STEFANIE STEIDLE, Rezeption der Antike im semantischen Netz                                       | 182 |
| SVEN OLE CLEMENS – ANDREAS VORWERK, TeiEdit. Erfassung historischer Texte in Arachne                                                                 | 184 |
| MICHAEL REMMY, Kontextualisierung der Gemmensammlung des Barons Philipp von Stosch                                                                   | 187 |
| SEBASTIAN CUY – PAUL SCHEDING, Projekt Image-Grid. Information und Bild. Automatisierte Kontexte                                                     | 189 |
| MICHAEL REMMY, Das Berliner Skulpturennetzwerk. Kontextualisierung und Übersetzung antiker Plastik                                                   | 191 |
| AGNES THOMAS, CIDOC CRM und Textdaten. Thukydides im Semantischen Web                                                                                | 194 |
| SVEN OLE CLEMENS, Das CARARE-Projekt. Bringing Arachne to Europeana                                                                                  | 199 |
| FELIX F. SCHÄFER, iDAI.field – Ein modulares Dokumentationssystem für archäologische Feldforschungsprojekte                                          | 201 |

## Vorwort

Die Archäologischen Institute der Universitäten Köln und Bonn können auf eine lange Zeit guter Beziehungen und intensiven Austauschs zurückblicken. Mit ihren unterschiedlichen Schwerpunkten, griechische und etruskische Archäologie in Bonn bzw. römische Archäologie in Köln, ihren verschiedenen methodischen Ausrichtungen und Infrastrukturen ergänzen sich die beiden Institute in idealer Weise. Tatsächlich bildet die Region Köln-Bonn im Verbund mit den hier vorhandenen Sammlungen, Bibliotheken und anderen archäologischen Institutionen einen der attraktivsten Lehr- und Forschungsstandorte Deutschlands. Um das vorhandene Potential besser zu nutzen und die Vernetzung zu intensivieren, erfolgte jüngst die Gründung des ‚Verbundes archäologischer Institutionen Köln-Bonn‘ (VarI), in dem alle archäologischen sowie weitere altertumswissenschaftliche Disziplinen vertreten sind, die sich mit den materiellen Hinterlassenschaften alter Kulturen beschäftigen. Um die bereits bestehenden langjährigen Kooperationen in der Lehre im Zuge (und trotz) der Bologna-Reformen zu verbessern, sind einige Fächer darüber hinaus in gemeinsamen Studiengängen verbunden.

Dieser engeren Zusammenarbeit ist auch die Geburt der vorliegenden Zeitschrift ‚Kölner und Bonner Archaeologica‘ (KuBA) zu verdanken. KuBA wird von den beiden archäologischen Instituten Köln und Bonn getragen und soll der gemeinsamen Darstellung laufender Projekte ebenso dienen wie vor allem jungen Wissenschaftlern die Möglichkeit bieten, erste Forschungsergebnisse zu präsentieren. Wie in diesem ersten Band soll es auch künftig neben Beiträgen übergreifender Art regelmäßig Berichte aus den Universitätssammlungen geben sowie aktuelle Berichte von den zahlreichen Forschungsprojekten. Einen weiteren Schwerpunkt bilden die Projekte der Arbeitsstelle für Digitale Archäologie – Cologne Digital Archaeology Laboratory (ehem. Forschungsarchiv für Antike Plastik).

Wir möchten allen Autoren dieser ersten Ausgabe für ihre Beiträge und Geduld herzlich danken. Besonderer Dank gebührt Torsten Zimmer (Köln) und Jan Marius Müller (Bonn) für ihre umsichtige Redaktion.

Köln/Bonn im Dezember 2010

Martin Bentz & Michael Heinzelmann



## Auf der Spur des Bleis – Das Corpus römischer Bleibarren (CMPR)

NORBERT HANEL

Blei war in römischer Zeit ein wichtiges Metall, das in der modernen Forschung lange Zeit vernachlässigt wurde. Eine besondere Bedeutung hatte es als ‘Silberträger’, wobei durch das Kupellationsverfahren aus silberhaltigen Bleierzen das Edelmetall extrahiert werden konnte<sup>1</sup>. Trotz seiner negativen Eigenschaften (Giftigkeit) spielte Blei in verschiedenen Bereichen des täglichen Lebens, des Handwerks, der Architektur, Technik, Kunst, Medizin, Schifffahrt und beim Militär eine wichtige Rolle<sup>2</sup>. Der Abbau erfolgte meist in großem Umfang in den Bergbauzentren verschiedener Provinzen<sup>3</sup>. Als Massenware wurde Blei innerhalb des Imperium Romanum in Form von Barren verhandelt<sup>4</sup>. Zur Zeit wird die Zahl der überlieferten Bleibarren auf ungefähr 2000–3000 Exemplare geschätzt.

Bereits beim derzeitigen Stand der Forschungen zeichnen sich regionale und chronologische Unterschiede der verhandelten Barren ab. Bleibarren aus den spanischen Bergbauregionen um Cartagena hatten z. B. einen gerundeten Rücken und ein Gewicht von etwa 30 kg (d. h. circa 100 librae). Die Standardlänge betrug ungefähr 45 cm. Römische Barren aus Britannien, die meist eine langgestreckte pyramidenstumpfförmige Form haben, waren mit durchschnittlich 74 kg deutlich schwerer als die hispanischen Exemplare. In einigen Fällen können Bleibarren bis 150 und sogar 257 kg wiegen<sup>5</sup>. Als Produkte des Bergbau- und Hüttenwesens tragen sie oft Produzenteninschriften sowie Kontroll- und/oder Besitzermarken.

Nach heutigem Kenntnisstand sind Bleibarren der frühen und mittleren Kaiserzeit neben dem italienischen Mutterland auch aus folgenden Regionen belegt: von den drei Mittelmeerinseln Sizilien, Sardinien und Korsika, von der Iberischen Halbinsel,

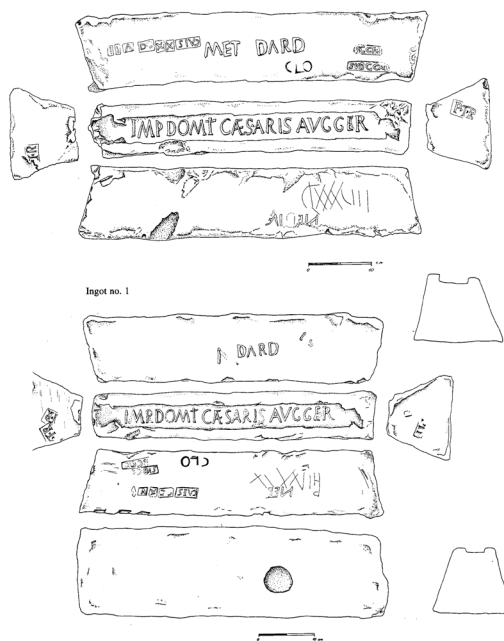


Abb. 1: Bleibarren mit Gussinschrift, Schlagstempeln und Graffito aus Caesarea Maritima (Israel).

aus den gallischen und germanischen Provinzen, aus Britannien und den Donauprovinzen, ferner aus der Dacia Superior, Kreta, aus dem heutigen Israel und Nordafrika. Auch außerhalb der Reichsgrenzen werden zuweilen römische Bleibarren gefunden; antike Autoren erwähnen den Export des Schwermetalls z. B. bis nach Indien<sup>6</sup>.

### Fragestellungen

Die zentralen Fragen des Projektes lauten: Woher kommen die Bleibarren, wo und in welchem Kontext finden wir sie? Um Provenienzstudien erfolgreich durchführen zu können, ist eine enge Zusam-

1 Conophagos 1980, 305–330; Bachmann 1991; ders. 1993; Moesta/Franke 1995, 60–70.

2 Krysko 1979, 57–65; 110–116; Meier 1995, 253–260.

3 Meier 1995, 14–136; Bode/Hauptmann/Mezger 2007, 110–115; Domergue 2008, 20 f. Karte 3; 84–87 mit Taf. 4.

4 Domergue 1990, 253; 258; Meier 1995, 219–225.

5 Hour 1987, 117 f.; Täckholm 1937, 172.

6 z. B. FO: Achlum, Niederlande; CIL XIII 10029,27; zum römischen Bleihandel mit Indien vgl. Plin. nat. 34, 163; periopl. m. Erythr. 49; 56.





**Abb. 2:** Arbeiten am Massenspektrometer zur Bestimmung der Bleiisotopen- und chemischen Zusammensetzung.

menarbeit verschiedener Wissenschaftsdisziplinen der Altertumskunde – Archäologie, Alte Geschichte, Archäometallurgie – erforderlich<sup>7</sup>. Anhand von epigraphischen Elementen wie Gussinschriften, Schlagstempeln und Graffiti ist das Problem der Provenienz und die Organisation des Abbaus (kaiserlich oder privat) zu klären (**Abb. 1**). Ausgehend von den Lagerstätten und den jeweils genannten Produzenten sollen die Struktur der römischen Bleigewinnung und die Besitzverhältnisse untersucht werden. Ferner ist die Verbreitung von Barren gleicher Produzenten von besonderem wirtschaftshistorischem Interesse, wobei sich in diesem Zusammenhang die Frage stellt, wie viele Barren mit identischem Formular aus derselben Gussform gewonnen werden konnten. Darüber hinaus soll geprüft werden, ob anhand der Verbreitungsbilder der Bleibarren, die im mediterranen Raum hauptsächlich aus Schiffswracks stammen, eine Rekonstruktion der antiken Transportrouten möglich ist. Interessant ist die Frage nach der Verwendung der Barren nach ihrer Ankunft an den Bestimmungs-



**Abb. 3:** Freilegung der Bleibarrenladung des spätrömischen Schiffswracks von Ploumanac'h (Frankreich).

orten. Äußerst instruktiv ist z. B. der Fund zweier Barren in Herculaneum, die vor Ausbruch des Vesuvs im Jahr 79 zur Weiterverarbeitung in einer Taberna eines Bronzegießers der Casa del Salone Nero (VI. 11.13) bereitlagen (**Abb. 2**)<sup>8</sup>. Schließlich gilt es, die Rolle der beteiligten Produzenten und Händler zu analysieren, um Auskunft über ihre soziale Stellung innerhalb der römischen Gesellschaft und über mögliche Familien von Bleiunternehmen zu erhalten<sup>9</sup>.

### Methodik und Zielsetzung

Es wird eine Materialsammlung aller bekannten Bleibarrenfunde angestrebt, die im Zeitraum etwa zwischen dem 2. vorchristlichen Jahrhundert und bis zum Ende des 5. nachchristlichen Jahrhunderts im Imperium Romanum produziert wurden. Zu

<sup>7</sup> An dem Projekt, das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert wird, sind Dr. Peter Rothenhöfer, Kommission für Alte Geschichte und Epigraphik des Deutschen Archäologischen Instituts (München), Prof. Dr. Andreas Hauptmann, Dr. Michael Bode, Deut-

ches Bergbau-Museum (Bochum) und Dr. Norbert Hanel, Archäologisches Institut, Universität zu Köln beteiligt.

<sup>8</sup> Monteix 2004; Pagano 2004.

<sup>9</sup> Koch 2009, 159 f.



**Abb. 4:** Herculaneum, Casa del Salone Nero (Ins. VI 12), Werkstatt eines Metallhandwerkers u. a. mit zwei Bleibarren (Bildmitte, Vordergrund) aus Carthago Nova (Cartagena, Spanien).

diesem Zweck ist eine Datenbank im Aufbau, in der alle relevanten Daten (Fundort, Fundumstände, Datierung, Typologie, Gewicht, Inschriften, Markierungen, Metallanalysen, Provenienz, Literatur etc.) in einheitlicher Form gesammelt werden<sup>10</sup>. Diese Materialsammlung soll in einem Corpus der Wissenschaft zugänglich gemacht werden, das als Grundlagenwerk Ausgangspunkt für weitergehende Forschungen zum römischen Bergbauwesen und zum Handel mit Metallen ist.

Die oben skizzierten Fragen erfordern die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Altertums- und Naturwissenschaften (Archäometallurgie). Obwohl zahllose Bleifunde aus den Jahrhun-

derten römischer Geschichte bekannt sind, gibt es nur verhältnismäßig wenige naturwissenschaftliche Untersuchungen zu ihrer Herkunft<sup>11</sup>. Dies ist prinzipiell durch den Einsatz von Bleisotopen- und Spurenelementmessungen möglich; denn die meisten Bleilagerstätten Europas unterscheiden sich durch ihren geochemischen und bleisotopischen Fingerabdruck<sup>12</sup>. Eine wichtige Voraussetzung bei der Provenienzbestimmung der Barren ist, dass das Blei aus einer Quelle, das heisst aus einer Bergwerksregion, stammt. Entgegen früherer Meinungen hat sich bisher ein umfassendes Recycling von Blei nicht bestätigt.

Die Mehrheit der römischen Bleibarren wurde

<sup>10</sup> Dr. F. F. Schäfer (Berlin/Köln) erstellte diese Datenbank mit Hilfe des Datenbanksystems iDAI.field des Deutschen Archäologischen Instituts.

<sup>11</sup> Bode 2008; vgl. auch die Beiträge in: Melzer/Capelle 2007.

<sup>12</sup> Bode/Hauptmann/Mezger 2007, bes. 115 f.; Bode/Hauptmann/Mezger 2009, 184–188; Hauptmann 2008, bes. 137–139.

in Schiffswracks vor allem des Mittelmeers gefunden, die oftmals anhand der Beifunde eine enge Datierung erlauben. Ein Beispiel wie das Wrack von Mal di Ventre vor der Westküste Sardinien mit seinen circa 1000 Barren und einem Gesamtgewicht von ungefähr 30 Tonnen verdeutlicht, welche Massen des Schwermetalls in der römischen Zeit auf dem Seeweg verhandelt wurden<sup>13</sup>. Die FundstellendieserSchiffswrackslassenRückschlüsse auf die Schifffahrtsrouten sowie den Transport und Handel mit diesem Schwermetall zu. Wichtig sind aber auch Funde von Einzelbarren wie z. B. aus Haltern am See, Herculaneum, Sarmizegetusa, St. Aldegund, die helfen, die Herkunftsregionen, Versorgungswege, Nutzung des Schwermetalls beim Verbraucher etc. zu rekonstruieren.

Ein Methodenbündel archäologischer, epigraphischer und naturwissenschaftlicher Analysen ist deshalb Erfolg versprechend, um einen Überblick über die Versorgung des Römischen Imperiums mit Blei zu erlangen.

*Anschrift: Dr. Norbert Hanel, Archäologisches Institut der Universität zu Köln, Albertus-Magnus-Platz, 50923 Köln.  
e-Mail: norbert.hanel@uni-koeln.de*

*Abbildungsnachweis: Abb. 1: nach Raban 1999, 181 Abb. 5. – Abb. 2: Deutsches Bergbau-Museum Bochum. – Abb. 3: nach Pagano 2004, 355 Abb. 3. – Abb. 4: nach L'Hour/Pomey/Long/Richez 1985, Einband.*

#### Literaturverzeichnis

- Bachmann 1991  
H.-G. Bachmann, Archäometallurgie des Silbers. *Die Geowiss.* 9, 1991, 12–17.
- Bachmann 1993  
H.-G. Bachmann, The Archaeometallurgy of Silver. In: R. Francovich (Hrsg.), *Archeologia delle attività estrattive e metallurgiche. V Ciclo di Lezione sulla Ricerca applicata in Archeologia* (Certosa di Pontignano). 9.–12.9.1991. *Quaderni Dipartimento Arch. e Storia delle Arte, Sezione Arch.* 32/33 (Florenz 1993) 487–496.
- Bode 2008  
M. Bode, Archäometallurgische Untersuchungen zur Blei-/Silbergewinnung im Germanien der frühen Römischen Kaiserzeit (Diss. Münster 2008).
- Bode/Hauptmann/Mezger 2007  
M. Bode/A. Hauptmann/K. Mezger, Rekonstruktion frühkaiserzeitlicher Bleiproduktion in Germanien: Synergie von Archäologie und Materialwissenschaften. In: W. Melzer/T. Capelle (Hrsg.), *Bleibergbau und Bleiverarbeitung während der römischen Kaiserzeit im rechtsrheinischen Barbaricum*. *Soester Beitr. Arch.* 8 (Soest 2007) 105–123.
- Bode/Hauptmann/Mezger 2009  
M. Bode/A. Hauptmann/K. Mezger, Tracing Roman lead sources using lead isotope analyses in conjunction with archaeological and epigraphic evidence – a case study from Augustan/Tiberian Germania. *Arch. Anthr. Scien.* 1, 2009, 177–194.
- Conophagos 1980  
C. E. Conophagos, *Le Laurium antique et la technique grecque de la production de l'argent* (Athen 1980).
- Domergue 2008  
C. Domergue, *Les mines antiques. La production des métaux aux époques grecque et romaine* (Paris 2008).
- Hauptmann 2008  
A. Hauptmann, Vom Erz zum Metall – Naturwissenschaftliche Untersuchungen innerhalb der Metallurgiekette. In: A. Hauptmann/V. Pingel (Hrsg.), *Archäometrie. Methoden und Anwendungsbeispiele naturwissenschaftlicher Verfahren in der Archäologie* (Stuttgart 2008) 125–140.
- L'Hour/Pomey/Long/Richez 1985  
M. L'Hour/P. Pomey/L. Long/F. Richez, *Archéologie sous-marine sur les côtes de France. Vingt ans de recherche*. Ausstellungskatalog Nantes 28.6.–1.12.1985 (Nantes 1985).

<sup>13</sup> Salvi 1992.

- Koch 2009  
M. Koch, Noch einmal: die „Großen Familien“ in Carthago Nova. *Madridener Mitt.* 50, 2009, 158–171.
- Krysko 1979  
W. W. Krysko, *Lead in History and Art. Blei in Geschichte und Kunst* (Stuttgart 1979).
- Meier 1995  
St. W. Meier, *Das Blei in der Antike. Bergbau, Verhüttung, Fernhandel.* Diss. Zürich 1995.
- Melzer/Capelle 2007  
W. Melzer/T. Capelle (Hrsg.), *Bleibergbau und Bleiverarbeitung während der römischen Kaiserzeit im rechtsrheinischen Barbaricum.* *Soester Beitr. Arch.* 8 (Soest 2007).
- Moesta/Franke 1995  
H. Moesta/P. R. Franke, *Antike Metallurgie und Münzprägung. Ein Beitrag zur Technikgeschichte* (Basel, Boston, Berlin 1995).
- Monteix 2004  
N. Monteix, *Les lingots de plomb de l'atelier VI, 12 d'Herculanum et leur usage. Aspects épigraphiques et techniques.* In: A. Lehoërff (Hrsg.), *L'artisanat métallurgique dans les sociétés anciennes en Méditerranée occidentale. Techniques, lieux et formes de production.* Collect. l'école française Rome 332 (Rom 2004) 365–377.
- Pagano 2004  
M. Pagano, *Un'officina di plumbarius a Ercolano.* In: A. Lehoërff (Hrsg.), *L'artisanat métallurgique dans les sociétés anciennes en Méditerranée occidentale. Techniques, lieux et formes de production.* Collect. l'école française Rome 332 (Rom 2004) 353–363.
- Raban 1999  
A. Raban, *The lead ingots from the wreck site (area K8).* In: K. G. Holum/A. Raban/J. Patrick (Hrsg.), *Herod's temple, the provincial governor's praetorium and granaries, the later harbor, a gold coin hoard, and other studies.* *Caesarea papers 2; Journal Roman Arch. Suppl. Ser.* 35 (Portsmouth 1999) 179–188.
- Salvi 1992  
D. Salvi, *Le massae plumbae di Mal di Ventre.* In: A. Mastino (Hrsg.), *L'Africa romana. Atti IX convegno studio Nuoro, 13.–15.12.1991.* *Pubbl. Dipartimento Storia Univ. Stud. Sassari* 20 (Sassari 1992) 661–672.
- Täckholm 1937  
U. Täckholm, *Studien über den Bergbau der römischen Kaiserzeit* (Uppsala 1937).

