



<https://publications.dainst.org>

iDAI.publications

ELEKTRONISCHE PUBLIKATIONEN DES
DEUTSCHEN ARCHÄOLOGISCHEN INSTITUTS

Dies ist ein digitaler Sonderdruck des Beitrags / This is a digital offprint of the article

Hans Mommsen – Max von Haugwitz – Gerhard Jöhrens **Herkunftsbestimmung von Amphoren mit gestempelten Henkeln aus Grabungen von Milet durch Neutronenaktivierungsanalyse**

aus / from

Archäologischer Anzeiger

Ausgabe / Issue **2 • 2010**

Seite / Page **47–60**

<https://publications.dainst.org/journals/aa/80/4760> • urn:nbn:de:0048-journals.aa-2010-2-p47-60-v4760.4

Verantwortliche Redaktion / Publishing editor

Redaktion der Zentrale | Deutsches Archäologisches Institut

Weitere Informationen unter / For further information see <https://publications.dainst.org/journals/aa>

ISSN der Online-Ausgabe / ISSN of the online edition **2510-4713**

Verlag / Publisher **Hirmer Verlag GmbH, München**

©2017 Deutsches Archäologisches Institut

Deutsches Archäologisches Institut, Zentrale, Podbielskiallee 69–71, 14195 Berlin, Tel: +49 30 187711-0

Email: info@dainst.de / Web: dainst.org

Nutzungsbedingungen: Mit dem Herunterladen erkennen Sie die Nutzungsbedingungen (<https://publications.dainst.org/terms-of-use>) von iDAI.publications an. Die Nutzung der Inhalte ist ausschließlich privaten Nutzerinnen / Nutzern für den eigenen wissenschaftlichen und sonstigen privaten Gebrauch gestattet. Sämtliche Texte, Bilder und sonstige Inhalte in diesem Dokument unterliegen dem Schutz des Urheberrechts gemäß dem Urheberrechtsgesetz der Bundesrepublik Deutschland. Die Inhalte können von Ihnen nur dann genutzt und vervielfältigt werden, wenn Ihnen dies im Einzelfall durch den Rechteinhaber oder die Schrankenregelungen des Urheberrechts gestattet ist. Jede Art der Nutzung zu gewerblichen Zwecken ist untersagt. Zu den Möglichkeiten einer Lizenzierung von Nutzungsrechten wenden Sie sich bitte direkt an die verantwortlichen Herausgeberinnen/Herausgeber der entsprechenden Publikationsorgane oder an die Online-Redaktion des Deutschen Archäologischen Instituts (info@dainst.de).

Terms of use: By downloading you accept the terms of use (<https://publications.dainst.org/terms-of-use>) of iDAI.publications. All materials including texts, articles, images and other content contained in this document are subject to the German copyright. The contents are for personal use only and may only be reproduced or made accessible to third parties if you have gained permission from the copyright owner. Any form of commercial use is expressly prohibited. When seeking the granting of licenses of use or permission to reproduce any kind of material please contact the responsible editors of the publications or contact the Deutsches Archäologisches Institut (info@dainst.de).

Herkunftsbestimmung von Amphoren mit gestempelten Henkeln aus den Grabungen von Milet durch Neutronenaktivierungsanalyse

Diese Arbeit liefert die kürzlich bereits angekündigten Ergebnisse¹ der Neutronenaktivierungsanalysen (NAA) an 39 ausgewählten, gestempelten Amphorenhenkeln aus den Grabungen von Milet. Ziel solcher Analysen ist die Bestimmung des Produktionsortes der Amphoren, denn für Tone und Keramik ist dies durch eine präzise Analyse der Elementzusammensetzung möglich.

Zur Methode der Herkunftsbestimmung von Keramik

Die Herkunftsbestimmung von Keramik durch eine Elementanalyse ist heute ein wohl etabliertes Verfahren, das seit nun etwa 50 Jahren in der Archäometrie eingesetzt wird². Denn die Elementzusammensetzung von Keramik hängt zum einen ab von den ausgebeuteten Tonlagerstätten, die als nicht zu weit von den herstellenden Werkstätten liegend angenommen werden können, zum anderen aber auch von den Ton-Aufbereitungsrezepturen der Töpfer, die grobe Anteile ausgeschlämmt oder auch Magerungsmaterial hinzugesetzt oder sogar Tone verschiedener Lagerstätten gemischt haben können. Somit kann angenommen werden, dass jede Produktionsserie einer Töpferei, die nach einem gleichen Rezept – d. h. gleicher Ton bzw. Tonmischung und auch gleiche Aufbereitung – aufgelegt wurde, ein ganz typisches Elementprofil oder Muster aufweist, das für diese Serie charakteristisch ist. Eine Elementanalyse von Keramik erlaubt es also, bereits als ein erstes Ergebnis festzustellen, dass alle Gefäße mit gleichem Muster aus ein und derselben Produktionsserie einer Töpferei stammen, also alle einen gleichen Produktionsort haben. Ist dieses Muster nun des Weiteren durch Messungen an Stücken, die bekannte Herkunft haben, sogenanntem Referenzmaterial, bereits einer Töpfereiwerkstatt zugeordnet, ergibt sich der geographische Herkunftsort. Mathematische statistische Verfahren zum Vergleich von Elementmustern werden unten kurz beschrieben.

Voraussetzen bei diesen Herkunftsbestimmungen ist allerdings, dass die Messung des Elementmusters genügend viele Elemente bis in den Spurenelementbereich hinein mit einer möglichst hohen Präzision erfasst, um eine zufällige Übereinstimmung zweier Muster verschiedener Orte als sehr unwahrscheinlich erscheinen zu lassen. Dies liefert die Neutronenaktivierungsanalyse (NAA), die es erlaubt, bis zu 30 Elemente, falls über der Nachweisgrenze vorhanden, mit experimentellen Unsicherheiten von wenigen Prozent zu erfassen. In Bonn wird diese Methode als Weiterentwicklung des von Perlman und Asaro 1969 beschriebenen Verfahrens³ nun seit etwa 30 Jahren routinemäßig eingesetzt⁴. Mit einem Saphir (Korund)-Spitzbohrer

1 Jöhrens 2009, 207. 230 sowie die Einträge im Katalog mit NAA 08 und laufender Milet-Nr.

2 s. z. B. Mommsen 2007.

3 Perlman – Asaro 1969.

4 Mommsen u. a. 1991; Akurgal u. a. 2002; Kerschner – Mommsen 2005; Kerschner – Mommsen 2009; Mommsen – Japp 2009.

mit einem Durchmesser von 10 mm nimmt man eine Pulverprobe von etwa 80 mg, wobei eine runde Mulde dieses Durchmessers mit einer Tiefe von etwa 1,0–1,5 mm zurückbleibt, die auf die Probennahme und damit auf die Analyse hinweist. Die Position der Beprobung ist für die Elementuntersuchung unwichtig und kann sich nach dem Wunsch des jeweiligen Besitzers des zu analysierenden Stückes richten, denn bei der Tonaufbereitung in der Töpferei wird die Tonmasse im Allgemeinen sehr gut von den Töpfern homogenisiert, wie eigene Messungen an Proben von unterschiedlichen Stellen eines Gefäßes zeigten. Veränderungen der Elementzusammensetzung durch den Brand der Tonmasse und auch von der gebrannten Keramik durch lange Zeiten der Bodenlagerung betreffen nur einige wenige Elemente wie As, Ca und/oder Na, die bei einer Herkunftsbestimmung zunächst weggelassen werden sollten oder mit Vorsicht zu behandeln sind.

Das Probepulver wird nach Zusatz von Zellulose zu Pillen mit einem Durchmesser von 10 mm gepresst, die in Al-Folie eingeschlagen und gewogen werden. Ein Satz von 36 dieser Pillen zusammen mit vier Pillen des Bonn-Keramikstandard und zwei Calcit-Pillen und einer Leerpille kann dann an einem Forschungsreaktor mit Neutronen mit einem Fluss von 5×10^{13} Neutronen/(cm² und s) bestrahlt werden. Nach dem Transport der Proben in das Bonner Labor beginnen am fünften Tag nach der Bestrahlung die Messungen der Spektren der Gammastrahlung, die von den erzeugten radioaktiven Kernen mit gegebener Halbwertszeit emittiert wird. In den folgenden vier Wochen wird jede Probe viermal gemessen, um möglichst präzise Daten sowohl für die kurzlebigen als auch die längerlebigen Isotope zu erhalten. Die Tatsache, dass bei dieser Vorgehensweise verschiedene Elementkonzentrationen in den Proben mehrfach bestimmbar sind, erhöht das Vertrauen in die Güte der Daten.

Um die erhaltenen Elementmuster miteinander zu vergleichen, benutzen wir in Bonn ein selbstentwickeltes statistisches Verfahren⁵, das wie ein Datenfilter arbeitet. Es sortiert aus einem großen Datensatz all diejenigen Proben heraus, die statistisch innerhalb der experimentellen Unsicherheiten gleiche Zusammensetzung haben wie das vorgegebene Muster einer Probe oder einer Gruppe von Proben. Oder anders ausgedrückt, es testet die Hypothese, dass ein Muster statistisch dem vorgegebenen Muster unter Berücksichtigung der Messunsicherheiten gleich ist und damit die betrachteten Proben gleiche Herkunft haben. Falls das vorgegebene Muster bereits ein Gruppenmuster ist, ist die untersuchte Probe zu der Gruppe hinzuzunehmen. Die Berücksichtigung der experimentellen Unsicherheiten unterscheidet das Filterverfahren von den üblicherweise verwendeten Methoden der Gruppensuche, der Hauptkomponentenanalyse oder der Clusteranalyse⁶. Neben dieser berechenbaren Wahrscheinlichkeit einer Gruppenzugehörigkeit hat das Filterverfahren noch den weiteren Vorteil, dass geringe Variationen bei der Tonmasse-Aufbereitung korrigierbar sind. Wenn der Anteil von Sand (Siliziumoxid) schwankt, z. B. höher oder tiefer in einer Charge Tonmasse ist, wirkt dies wie eine variable Verdünnung bzw. Anreicherung des Tones, alle Elementkonzentrationen außer Si und O sind gleichmäßig abgesenkt oder angehoben. Dies kann durch einen konstanten Faktor korrigiert werden, mit dem alle Konzentrationen der Elemente, die nicht im variablen ›Verdüner‹ sind, zu multiplizieren sind. Man erhält ihn durch eine beste relative Anpassung der Daten der Einzelprobe in Bezug auf die Konzentrationsmittelwerte ihrer Gruppe. Häufig sind diese Verdünnungs- oder Anreicherungskorrekturen nur in der Größenordnung von einigen Prozent, können aber auch besonders beim Vergleich von Daten grober und feiner Keramik viel grö-

5 Beier – Mommsen 1994.

6 Baxter 2003.

ßer sein. Eine Berücksichtigung dieses Verdünnungs- bzw. Anreicherungs-effektes reduziert vor allem die Schwankungen der Konzentrationsdaten einer Gruppe von Keramik. Es ergeben sich Konzentrationsmittelwerte der Gruppe mit reduzierter Streuung (= Wurzel aus der mittleren quadratischen Abweichung = Standardabweichung) und damit besser definierte ›schärfere‹ Muster. Dies ermöglicht bzw. erhöht auch die Unterscheidbarkeit von Elementmustern, die nicht sehr stark voneinander abweichen, und kann so zu präziseren Herkunftsbestimmungen führen.

Messungen und Ergebnisse

Nach der Beprobung der Henkel im Herbst 2008 fanden die Probenaufbereitung, Bestrahlung und Messungen in den folgenden Monaten nach dem oben beschriebenen Routineverfahren in Bonn statt (Messungs-Nr. P163 und P164). Die Konzentrationsdaten für diese 39 Amphorenhenkel sind im Appendix und auch auf unserer Webseite aufgeführt unter: <http://mommsen.hiskp.uni-bonn.de>.

Die statistische Auswertung der Daten zeigte, dass der größte Anteil der Proben (34 von den 39 untersuchten Henkeln, s. Liste Tabelle 1) gleiche Elementzusammensetzung hat und zu nur einem Elementmuster passt. Alle diese Gefäße haben deshalb den gleichen Produktionsort. Ihr Elementmuster ist hier schon bekannt und bereits in der Bonner Datenbank gespeichert. Es wurde in einer Serie von Solohaka-I-Amphoren, die vom Fundort Milet stammen, gemessen⁷. Allerdings ist der zu diesem Muster gehörende Herkunftsort, d.h. die geographische Lage der Werkstatt, die eine Tonmasse mit diesem Elementmuster zur Herstellung der Amphoren verwendete, bisher noch nicht lokalisierbar gewesen und hat deshalb den Namen Ulo5 (Unlokalisiertes Muster 5) erhalten. Das mittlere Muster der 34 Proben und seine Varianz (Wurzel der mittleren quadratischen Abweichung in %) ist für 30 Elemente in der Tabelle 2 gegeben. Vor der Mittelung fand für jede Probe die oben beschriebene individuelle Korrektur auf ›Verdünnung‹ durch einen besten relativen Anpassungsfaktor (Verdünnungs- bzw. Anreicherungsfaktor) in Bezug auf die Gruppenmittelwerte der noch nicht korrigierten Konzentrationen statt. Diese ermittelten Faktoren sind in der Tabelle 1 für jede Probe ebenfalls angeführt. Für zahlreiche Elemente sind die Varianzen mit nur einigen Prozent sehr klein, alle 34 Proben passen für diese Elemente gut zu dem Muster. Die großen Varianzen für die Konzentrationswerte der Elemente As, Ba und Na, obwohl sie mit der NAA mit experimentellen Unsicherheiten von nur einem oder wenigen Prozent messbar sind, rühren daher, dass diese Elemente in Keramik nicht stabil sind und sich entweder beim Brand (As) oder durch lange Zeiten der Bodenlagerung (Ba, auch Ca) verändern können. Für die Elemente Ga, Ni und Zr geht dagegen die große Varianz auf die weniger gute Messbarkeit dieser Elemente mit der NAA zurück, die experimentellen Unsicherheiten bei der Konzentrationsbestimmung sind für sie hoch.

Neben der großen Gruppe Ulo5 zeigen drei Amphoren ein Muster, das uns ebenfalls bereits bekannt ist und das wir RHc1 genannt haben, da es erstmals in bronzezeitlichen Gefäßen von Rhodos gemessen wurde⁸. Die Konzentrationswerte sind ebenfalls in der Tabelle 2 gegeben. Es sind deutliche Unterschiede zu der Gruppe Ulo5 zu bemerken, vergleicht man z.B. die ungewöhnlich hohen Konzentrationen für das Element Th und für die Seltenen Erden (Ce, Eu, La, Nd). In einem anderen Muster, das der Insel Kos

7 Unpubliziertes Projekt in Zusammenarbeit mit F. Sacchetti. Sieben von den 13 untersuchten Amphoren dieses Typs (MILE 120, 124, 127, 128, 129, 130, 131) passen gut zu diesem Muster und eine Probe einer weiteren Amphore (MILE 125) ist diesem Muster assoziiert.

8 Marketou u. a. 2006.

zuzuordnen ist, KosA genannt⁹, treten diese hohen Konzentrationen ebenfalls auf. Archäologisch wurden als Herkunft dieser Gruppe RHc1 Leros, Kalymnos oder Kos vermutet. Nun ist mit diesen gestempelten Amphoren, die mit hoher Wahrscheinlichkeit als Referenzstücke für Kos zu betrachten sind, eine Zuweisung dieses Musters zu Kos sehr wahrscheinlich. Stücke, die von Kos selbst stammen, haben wir noch nicht analysiert. Die Werkstätten, die dort die Tonpaste RHc1 verarbeiteten, haben wenigstens seit der Bronzezeit ihre Produkte weithin exportiert. Inzwischen kennen wir neben weiteren zahlreichen Funden in Karien und Ionien Stücke von Troia¹⁰, Tarsus¹¹, Enkomi und Naukratis¹². Das Muster RHc1 der drei Amphoren von Milet ist in der Tabelle 2 mit dem Muster der übrigen inzwischen 38 Mitglieder dieser Gruppe, die alle Exportstücke sind, verglichen.

Nur zwei Amphoren MILE 293 und 320 haben Elementzusammensetzungen, die uns bisher unbekannt sind. Solche Einzelstücke lassen archäometrisch keine Aussage zu. Sie können durch eine Kontamination der Tonmasse schon in der Töpferei oder heute bei uns im Labor verursacht sein, sie können aber auch, was sich bei unseren vielen Messungen der letzten Jahre als wahrscheinlicher erwiesen hat, erste Vertreter einer noch unbekannteren Produktionsserie sein. In zukünftigen Projekten wird sich die Herkunft dieser Einzelstücke vielleicht noch ermitteln lassen.

H. M. – M. v. H.

Archäologische Diskussion zur Herkunft der Amphoren

Die Ergebnisse der Neutronenaktivierungsanalysen haben meine Zuschreibungen gestempelter Amphorenhenkel an Milet¹³ sicher bestätigt, da alle Objekte einer Tongruppe angehören (Ulo5, s. o.). Auch meine These, dass nicht nur Kos in hellenistischer Zeit Transportamphoren mit gestempelten Doppelhenkeln produzierte, sondern auch in der Milesia dieser Typus hergestellt wurde, fand eine Bestätigung, da zahlreiche in Milet gefundene gestempelte Doppelhenkel¹⁴ ebenfalls die Tonpaste Ulo5 aufweisen. Aufgrund der Daten kommt jetzt zu den auf Henkeln genannten Namen milesischer Münzbeamter¹⁵ Menon hinzu (Tabelle 1: MILE 295) sowie zu den Stempeln mit einem Monogramm diejenigen mit den Buchstaben Eta Alpha (Tabelle 1: MILE 302 und 318).

Meine Zuschreibung zweier Fragmente an Phokaia¹⁶ aufgrund des Monogramms Iota Omega erwies sich allerdings dank der Messungen und Ergebnisse als falsch, da beide Fragmente ebenfalls der Gruppe Ulo5 angehören (Tabelle 1: MILE 287 und 304). Also galt es, nach einer anderen Auflösung zu suchen. Die vermeintliche Wiedergabe des Stadtmonogramms von Phokaia hatte mich daran gehindert, überhaupt eine andere Auflösung der Abkürzung mit diesen beiden Buchstaben in Betracht zu ziehen, dabei lag die Lösung so nahe: Iota Omega, das sind wohl die beiden ersten Buchstaben von Ioniapolis; es handelt sich also um das abgekürzte Ethnikon von Ioniapolis, dem Hafen Milets am Südufer des ionischen Golfes¹⁷, d. h. am südlichen Ufer des heutigen Bafa-Sees¹⁸. Von Ioniapolis aus wurde das Baumaterial für den Apollontempel in Didyma zum Hafen Panormos gebracht¹⁹. A. Peschlow-Bindokat gelang die – bis dahin nur vermutete – sichere Lokalisierung von Ioniapolis bei Pinarcik Yaila (früher Mersinet Iskelesi)²⁰. Ioniapolis ist (neben den Bauurkunden aus Didyma) erwähnt in zwei Inschriften aus Milet (n. 149 und n. 150), die in die 80er Jahre des 2. Jhs. v. Chr. zu datieren sind²¹. In dem Sympolitievertrag Milets mit Pidasa

⁹ Marketou u. a. 2006.

¹⁰ Mountjoy – Mommsen 2006, dort wird RHc1 noch als rhodisches Produkt vermutet.

¹¹ Mommsen u. a. 2011, wird veröffentlicht in *Archaeometry*.

¹² Mommsen u. a. 2006.

¹³ Jöhrens 2009, 208–216 Kat.-Nr. 1–30.

¹⁴ Außer den bereits sicher Milet zugeschriebenen gestempelten Doppelhenkeln Jöhrens 2009, 212–215 Kat.-Nr. 16. 21. 24. 26. 28 a. b trifft dies dank der NAA jetzt auch für die mit »(?)« versehenen Doppelhenkel Jöhrens 2009, 216–219 Kat.-Nr. 31. 32. 37–40 zu.

¹⁵ Jöhrens 2009, 208–210 Kat.-Nr. 2–8.

¹⁶ Jöhrens 2009, 220 Kat.-Nr. 45. 46. Zu der dort aufgeführten Lit. s. ferner Olcay – Seyrig 1965, 15 Nr. IV 1. Phocée Nr. 290. 291 Taf. 13.

¹⁷ Lohmann 2002, 201 s. v. Ionia polis; 252 Abb. 1.

¹⁸ Peschlow-Bindokat 1996, Beilage Abb. 1 »Übersichtskarte des Bafa-Sees und seiner Umgebung« Ziffer 5.

¹⁹ s. Rehm – Harder 1958, n. 40, Ze. 16f.; n. 41, Ze. 22f. 27f.

²⁰ Peschlow-Bindokat 1977/1978, 131–136. s. auch o. Anm. 18.

²¹ Die genaue Datierung beider Inschriften (innerhalb der Zeitspanne 188/7 bis 184/3) ist nach der Revision der Chronologie der milesischen Stephanephoren durch Wörrle 1988 weiterhin in Diskussion, s. Errington 1989, 280 Anm. 9. 10; 284 Anm. 32; 287f.; Herrmann 1997, 184 n. 149 und 185 f. n. 150 (mit der jeweils älteren Lit.); Blümel 1997, 139; Herrmann 2001, 112f.; Wörrle 2004, 45–57 und zuletzt Habicht 2005, 139f.

22 Übersetzung Herrmann 1997, 185 n. 149 § 9; zu diesem (etwa 10 km langen) Fahrweg von Pidasa nach Ioniapolis (n. 149, Ze. 44f.) s. Gauthier 2001, 125; Herrmann 2001, 114; Migeotte 2001, 132; Wörrle 2003 b, 1370 mit Anm. 38. – Pidasa ist sicher bei dem heutigen Cert Osman Kalesi lokalisiert: Cook 1961, 90–101; Radt 1973/1974, 169–174; Müller 1997, 368–373 Pedasos Nr. 2; DNP 9 (2000) 1008 s. v. Pidasa (H. Lohmann); Lohmann 2002, 240 s. v. Pidasa; Wörrle 2003 a, 140 mit Anm. 95; Wörrle 2003 b, 1366–1369 Abb. 2–4.

23 Übersetzung Herrmann 1997, 188 n. 150 § 10. 12. Zu dieser (gut 20 km langen) Strecke von Ioniapolis nach Milet (n. 150, 99–105) s. Migeotte 2006, 383 mit Anm. 21.

24 Nachdem ich die Ergebnisse von H. Mommsen erhalten hatte, sah ich bei der Diskussion um den Widerspruch Ulo5/Stadtmonogramm von Phokaia, dass auch die Kollegen meine Zuschreibung an Phokaia als sicher akzeptiert hatten.

25 Ich danke dem Präsidenten des Deutschen Archäologischen Instituts, H.-J. Gehrke, für eine finanzielle Unterstützung der Teilnahme an diesem Colloquium.

26 BCH Suppl. (in Druckvorbereitung).

wird in § 9 festgelegt: »Es soll denjenigen der Pidaseer, die durch Eintragung in die Bürgerschaft aufgenommen werden und die im Gebiet von Euromos Landbesitz haben, gestattet sein, von der auf ihren eigenen Besitzungen erzielten Weinernte bis zu einer Höchstgrenze von 1 000 Metreten (Wein) einzuführen ... Die Milesier sollen (für diesen Zweck) einen für Gespanne befahrbaren Weg aus dem Gebiet von Pidasa nach Ioniapolis anlegen«²². Die zweite Inschrift (n. 150) ist der Vertrag Milet mit Herakleia am Latmos, in dem in § 10 ein zwischen Milet und Herakleia umstrittener Platz Gegenstand des Vertrages ist, ein Platz, »von dem die Milesier erklären, dass er zum Gebiet von Ioniapolis ... gehört« (n. 150, 81–84); in § 12 (Z. 99–105) schließlich werden die Bedingungen genannt, aufgrund derer milesische Beamte »den Verkauf (d. h. die Vergabe der Konzession durch Verpachtung) der Aufgabe des Fährdienstes nach dem Golf von Ioniapolis« vornehmen sollen²³. Als ich Kollegen diese mögliche Auflösung von Iota Omega in Ioniapolis mitteilte, erhielt ich weitere Argumente für diese These: So danke ich H. Lohmann für den Hinweis, dass »die geologische Situation in Ioniapolis m. E. die Existenz einer guten Tonlagerstätte sehr begünstigen würde«; M. Kerschner informierte mich ausführlich, dass sich Ulo5 chemisch »von den sicher stadtmilesischen Herkunftsgruppen A und D unterscheidet« und dass alles, »was wir über die Lokalisierung der Herkunftsgruppe Ulo5 bislang aussagen können, auf Ioniapolis explizit zutrifft«. Ohne die Ergebnisse der NAA wäre die Zuschreibung der zwei erwähnten Fragmente an Phokaia wohl kaum ins Wanken geraten²⁴; den endgültigen Beweis für ein Produktionszentrum milesischer Transportamphoren verschiedener Typen in Ioniapolis am latmischen Golf würden aber erst Proben aus (dort anstehenden) Tonlagern ergeben, die das Elementmuster der Gruppe Ulo5 aufweisen. Auf dem von der Französischen Schule in Athen vom 3.–5. Februar 2010 veranstalteten Internationalen Colloquium »Analyse et exploitation des timbres amphoriques grecs«²⁵ konnte ich im Kreis der Fachkollegen über »Milesische Amphorenstempel« vortragen; in den Akten des Colloquiums²⁶ habe ich ausführlich die epigraphischen und archäologischen Zeugnisse zu Ioniapolis, Pidasa und Panormos zusammengetragen.

G.J.

Tab. 1 Liste der 39 untersuchten Amphoren und Ergebnisse der NAA. Faktor ist der beste relative Anpassungsfaktor in Bezug auf die Gruppenmittelwerte

Proben-Nr. NAA	Inventarnummer	Kat.-Nr. Jöhrens 2009	Gattung	Faktor	NAA-Gruppe
MILE 282	MAS 5, AT70.28	22	Handelsamphore mit Stempel	0.90	U1o5
MILE 283	MAS 10, AT 96.267.3 (Brunnen Q5)	37	Handelsamphore mit Stempel	1.03	U1o5
MILE 284	MAS 19, H III OXIII.8	34	Handelsamphore mit Stempel	1.03	RHc1
MILE 285	MAS 22, MK 77.31 VF2	32	Handelsamphore mit Stempel	0.94	U1o5
MILE 286	MAS 29 N63.Kiste 3 (Streu.)	33	Handelsamphore mit Stempel	1.00	RHc1
MILE 287	MAS 30, N 71. Areal VI 44	45	Handelsamphore mit Stempel	0.90	U1o5
MILE 288	MAS 32, N71. Areal VI 47	21	Handelsamphore mit Stempel, hart	1.08	U1o5
MILE 289	MAS 33, N71 Areal VI 48	38	Handelsamphore mit Stempel	0.96	U1o5
MILE 290	MAS 41, N71 Areal VI 54	39	Handelsamphore mit Stempel	1.04	U1o5
MILE 291	MAS 50, Wiegand-Depot 97.7.26	31	Handelsamphore mit Stempel	0.97	U1o5
MILE 292	MAS 169, HU 01.1.13	36	Handelsamphore mit Stempel	0.96	RHc1
MILE 293	MAS 218, W 59.61	35	Handelsamphore mit Stempel	–	s
MILE 294	MAS 165, Z04.99	2	Handelsamphore mit Stempel	0.92	U1o5
MILE 295	MAS 126, AT 70.13	s. 42	Handelsamphore mit Stempel	1.00	U1o5
MILE 296	MAS 144, N 63.23	10	Handelsamphore mit Stempel, innen hart	1.07	U1o5
MILE 297	MAS 48	28	Handelsamphore mit Stempel	1.07	U1o5
MILE 298	MAS 226	s. 29	Handelsamphore mit Stempel	0.93	U1o5
MILE 299	MAS 173	s. 30	Handelsamphore mit Stempel	0.98	U1o5
MILE 300	MAS 2	1	Handelsamphore mit Stempel, innen hart wie 296	0.98	U1o5
MILE 301	MAS 17	20	Handelsamphore mit Stempel	0.98	U1o5
MILE 302	MAS 113	43	Handelsamphore mit Stempel	0.93	U1o5
MILE 303	MAS 35	16	Handelsamphore mit Stempel	0.96	U1o5
MILE 304	MAS 21	46	Handelsamphore mit Stempel	1.05	U1o5
MILE 305	MAS 24	s. 26	Handelsamphore mit Stempel (Solohaka-Amph.)	1.04	U1o5
MILE 306	MAS 214	14	Handelsamphore mit Stempel	0.94	U1o5
MILE 307	MAS 156	12	Handelsamphore mit Stempel	0.98	U1o5

Proben-Nr. NAA	Inventarnummer	Kat.-Nr. Jöhrens 2009	Gattung	Faktor	NAA-Gruppe
MILE 308	MAS 152	s. 4	Handelsamphore mit Stempel	1.03	U1o5
MILE 309	MAS 212	15	Handelsamphore mit Stempel	0.99	U1o5
MILE 310	MAS 7	24	Handelsamphore mit Stempel	1.03	U1o5
MILE 311	MAS 135	9	Handelsamphore mit Stempel	1.02	U1o5
MILE 312	MAS 28	40	Handelsamphore mit Stempel	1.08	U1o5
MILE 313	MAS 143	11	Handelsamphore mit Stempel	1.00	U1o5
MILE 314	MAS 47	41	Handelsamphore mit Stempel	1.01	U1o5
MILE 315	MAS 210	7	Handelsamphore mit Stempel	0.98	U1o5
MILE 316	MAS 11	25	Handelsamphore mit Stempel	1.01	U1o5
MILE 317	MAS 12	23	Handelsamphore mit Stempel, innen hart	1.07	U1o5
MILE 318	MAS 176	s. 43	Handelsamphore mit Stempel, hart	1.08	U1o5
MILE 319	MAS 13	17	Handelsamphore mit Stempel, hart	1.04	U1o5
MILE 320	MAS 249 Z 07.110.3	3	Handelsamphore mit Stempel	–	s

Tab. 2 Konzentrationen von 30 Elementen der beiden Gruppen Ulo5 (sehr wahrscheinlich zu einer Werkstatt in der Gegend von Milet [Ioniapolis?] gehörend) und RHc1 (durch diese Messungen als zu Kos gehörend bestimmt) und der beiden Einzelstücke unbestimmbarer Herkunft. Gegeben sind die Mittelwerte M bzw. Einzelwerte C in $\mu\text{g/g}$ (ppm), wenn nicht anderes bezeichnet, und die prozentualen Standardabweichungen σ bzw. die experimentellen prozentualen Unsicherheiten δ , nach einer individuellen Anpassung der Werte an die Gruppenmittelwerte

	Ulo5 34 Proben		RHc1-hier 3 Proben		RHc1 38 Proben		MILE 293 1 Probe		MILE 320 1 Probe	
	M \pm	$\sigma(\%)$	M \pm	$\sigma(\%)$	M \pm	$\sigma(\%)$	C \pm	$\delta(\%)$	C \pm	$\delta(\%)$
As	23.7	30.	22.0	7.2	15.2	58.	18.9	0.5	10.4	1.3
Ba	461.	17.	616.	3.5	716.	19.	467.	3.3	438.	3.5
Br	2.99	39.	1.94	19.	3.51	78.	2.34	7.0	8.72	5.5
Ca%	8.75	16.	6.73	20.	3.81	34.	7.18	2.3	6.93	2.4
Ce	68.6	3.0	111.	3.7	104.	5.4	64.8	1.8	70.0	1.7
Co	23.7	5.2	22.4	21.	19.4	13.	26.1	0.5	23.9	0.5
Cr	265.	10.	276.	3.6	268.	17.	317.	0.4	352.	0.4
Cs	7.79	6.7	13.3	9.5	12.3	8.2	7.38	1.2	7.58	1.1
Eu	1.09	2.9	1.55	1.6	1.47	4.5	1.01	2.1	1.12	1.9
Fe%	4.08	5.4	4.38	1.4	4.22	6.1	4.94	0.4	4.33	0.4
Ga	19.9	16.	21.4	12.	21.6	23.	18.9	8.4	27.3	14.
Hf	5.14	8.3	6.71	2.3	7.26	9.4	6.35	1.0	6.25	1.0
K%	2.53	10.	3.17	21.	3.05	6.7	2.31	0.9	1.14	3.6
La	32.6	3.1	57.6	2.3	52.8	6.5	29.7	0.8	32.2	0.9
Lu	0.38	5.0	0.40	5.0	0.41	7.9	0.40	3.6	0.45	3.6
Na%	0.82	19.	1.09	14.	1.26	19.	0.67	0.5	1.25	0.6
Nd	26.5	3.6	41.3	4.4	38.7	9.3	22.9	3.4	27.0	3.0
Ni	306.	14.	262.	18.	234.	23.	365.	9.8	398.	8.7
Sc	13.5	4.1	14.2	1.3	14.0	6.3	15.8	0.1	14.3	0.1
Sm	5.09	3.5	6.87	5.4	6.69	7.9	4.68	0.3	5.22	0.3
Ta	1.05	4.2	1.46	3.2	1.47	5.0	1.21	2.6	1.14	2.6
Tb	0.75	5.6	0.84	5.2	0.83	7.9	0.65	6.8	0.79	5.6
Th	13.8	5.2	29.2	3.2	27.0	7.1	13.7	0.5	13.9	0.5
U	3.86	9.2	5.85	15.	5.12	14.	3.30	2.6	3.37	2.9
W	2.24	13.	3.50	5.5	3.39	14.	2.36	5.3	2.02	9.9
Yb	2.76	4.9	3.03	1.8	3.05	6.6	2.72	1.8	3.06	1.7
Zn	76.9	9.5	88.9	4.8	87.5	15.	77.2	2.5	74.1	2.5
Zr	207.	14.	295.	7.5	180.	50.	245.	9.4	244.	9.1

Appendix zu den Konzentrationsdaten der 39 Handelsamphoren mit gestempeltem Henkel, Rohdaten ohne beste relative Anpassung (Faktor = 1.0) gegeben in µg/g (ppm), falls nicht anders bezeichnet, und mittlere Messunsicherheiten absolut (mittl. Mess.) und in %

Probe	As	Ba	Br	Ca%	Ce	Co	Cr	Cs	Eu	Fe%
MILE 282	22.5	555.	2.50	9.04	73.3	26.6	288.	11.5	1.20	4.70
MILE 283	18.4	431.	9.11	8.17	65.8	22.4	229.	8.08	1.04	4.65
MILE 284	20.1	608.	2.26	7.98	107.	18.1	264.	11.8	1.50	4.23
MILE 285	20.9	507.	2.73	7.60	76.1	22.7	266.	9.08	1.23	4.05
MILE 286	23.7	616.	1.95	6.16	107.	20.6	267.	13.1	1.53	4.31
MILE 287	23.0	462.	2.33	8.03	78.2	25.1	234.	8.80	1.18	4.56
MILE 288	49.7	578.	2.85	9.43	62.7	22.7	257.	6.18	1.01	3.87
MILE 289	31.5	445.	4.21	8.98	70.2	26.8	317.	8.18	1.13	4.22
MILE 290	24.7	416.	2.93	10.8	65.7	24.1	278.	7.78	1.07	4.07
MILE 291	13.7	504.	2.13	8.53	73.2	23.9	259.	7.43	1.13	4.16
MILE 292	22.1	633.	1.66	5.98	120.	28.9	298.	15.2	1.63	4.62
MILE 293	18.9	467.	2.34	7.18	64.8	26.1	317.	7.38	1.01	4.94
MILE 294	11.6	488.	15.9	5.06	76.6	24.7	327.	7.48	1.19	4.57
MILE 295	48.2	392.	3.69	9.89	66.0	24.8	278.	8.21	1.07	4.23
MILE 296	29.6	415.	4.99	11.0	62.0	22.8	269.	7.13	1.05	3.75
MILE 297	24.1	466.	3.07	8.82	63.0	22.3	231.	6.96	1.00	3.73
MILE 298	24.3	617.	2.67	9.04	69.2	25.9	275.	8.99	1.15	4.66
MILE 299	26.9	480.	1.90	8.40	71.1	24.6	284.	8.35	1.09	4.13
MILE 300	23.9	435.	3.35	9.31	70.7	25.4	254.	8.09	1.07	4.40
MILE 301	18.2	391.	4.50	8.88	70.5	25.0	273.	7.69	1.15	4.22
MILE 302	26.1	524.	2.00	8.24	73.2	25.7	250.	8.68	1.19	4.52
MILE 303	29.1	446.	2.10	7.16	74.6	21.3	268.	8.94	1.19	3.96
MILE 304	22.0	405.	1.69	9.93	63.4	23.2	321.	7.33	1.06	3.95
MILE 305	33.8	533.	3.81	8.91	64.6	22.7	225.	7.32	1.04	3.78
MILE 306	29.6	477.	2.75	7.07	71.7	27.1	246.	8.21	1.11	4.37
MILE 307	18.2	351.	2.15	9.55	70.4	24.6	258.	8.37	1.10	3.99
MILE 308	12.4	406.	1.66	8.81	66.8	23.6	267.	7.88	1.05	3.96
MILE 309	21.4	402.	1.91	7.46	66.8	21.6	260.	8.61	1.11	4.16
MILE 310	20.4	432.	4.76	8.47	68.8	22.4	277.	6.92	1.08	3.58
MILE 311	18.2	710.	3.79	9.03	69.1	22.9	244.	7.89	1.07	4.00
MILE 312	20.0	570.	2.12	7.05	68.1	22.0	256.	6.63	1.05	3.47
MILE 313	23.9	378.	2.27	10.4	66.4	23.6	275.	8.67	1.10	3.86
MILE 314	16.9	488.	2.14	9.33	69.5	22.5	282.	7.44	1.09	3.93
MILE 315	25.7	440.	2.38	8.00	68.3	25.5	273.	8.14	1.02	4.64
MILE 316	22.1	392.	6.51	8.53	71.0	21.3	270.	7.58	1.10	3.77
MILE 317	23.1	376.	4.20	9.79	62.5	22.5	302.	6.91	0.97	3.78
MILE 318	29.0	406.	2.20	9.41	62.9	22.7	210.	6.37	1.03	3.84
MILE 319	29.0	405.	3.48	8.53	66.5	22.5	232.	7.14	1.03	3.72
MILE 320	10.4	438.	8.72	6.93	70.0	23.9	352.	7.58	1.12	4.33
mittl. Mess. in %	0.13 0.5	17. 3.6	0.26 7.6	0.17 2.0	1.2 1.7	0.13 0.5	1.2 0.4	0.088 1.1	0.021 1.9	0.015 0.4

Appendix Fortsetzung

Probe	Ga	Hf	K %	La	Lu	Na%	Nd	Ni	Rb	Sb
MILE 282	20.7	5.07	2.68	35.1	0.45	0.80	28.5	342.	149.	1.70
MILE 283	18.0	5.36	2.46	32.0	0.40	1.07	24.7	236.	124.	1.26
MILE 284	18.9	6.35	3.61	55.9	0.39	1.13	38.5	207.	157.	1.77
MILE 285	22.4	5.32	2.80	37.0	0.40	0.79	29.9	317.	141.	1.40
MILE 286	26.4	6.69	3.32	56.0	0.42	1.19	40.1	265.	175.	1.91
MILE 287	24.3	5.27	3.05	36.9	0.41	0.86	27.8	268.	153.	1.66
MILE 288	13.4	4.58	2.42	30.4	0.34	0.68	25.0	341.	111.	1.28
MILE 289	17.5	5.26	2.67	33.4	0.37	0.66	27.1	296.	123.	1.59
MILE 290	15.2	4.43	2.51	31.5	0.33	0.69	25.2	354.	112.	1.51
MILE 291	18.3	5.26	2.60	34.0	0.40	0.86	28.1	302.	128.	1.67
MILE 292	21.8	7.14	2.55	61.0	0.40	0.96	44.7	322.	153.	2.44
MILE 293	18.9	6.35	2.31	29.7	0.40	0.67	22.9	365.	123.	1.69
MILE 294	20.4	6.15	2.24	35.7	0.42	0.71	30.0	384.	109.	1.44
MILE 295	22.7	4.99	2.63	32.0	0.38	0.71	25.8	353.	122.	1.41
MILE 296	14.7	4.47	2.26	30.2	0.38	0.67	25.4	230.	114.	1.48
MILE 297	19.7	5.07	2.79	30.5	0.36	0.85	23.7	302.	123.	1.27
MILE 298	19.8	5.05	2.16	33.1	0.46	0.88	27.3	370.	123.	1.70
MILE 299	21.9	5.16	2.52	33.2	0.38	0.81	28.4	255.	133.	1.34
MILE 300	20.9	4.86	2.75	32.7	0.36	0.77	27.8	352.	136.	1.47
MILE 301	18.0	5.35	2.55	33.3	0.38	0.80	27.5	337.	123.	1.37
MILE 302	23.0	4.72	2.86	34.8	0.41	0.82	29.0	316.	141.	1.55
MILE 303	20.3	5.48	2.55	35.5	0.40	1.13	28.9	260.	129.	1.34
MILE 304	19.6	5.56	2.31	30.2	0.36	0.60	24.5	363.	113.	1.43
MILE 305	20.6	4.56	2.43	31.5	0.37	0.85	24.8	295.	129.	1.44
MILE 306	26.4	5.05	2.89	34.0	0.42	0.91	27.2	230.	144.	1.44
MILE 307	17.7	5.22	2.75	33.8	0.36	0.75	28.7	327.	126.	1.28
MILE 308	21.5	5.50	1.58	31.7	0.39	1.26	27.3	333.	99.0	1.13
MILE 309	16.8	5.15	2.64	32.0	0.36	0.93	27.0	326.	137.	1.32
MILE 310	20.3	5.99	2.40	33.2	0.37	1.10	26.9	309.	115.	1.35
MILE 311	21.7	5.10	2.42	32.3	0.38	0.99	25.4	253.	124.	1.45
MILE 312	21.5	5.13	2.57	32.5	0.34	0.72	24.0	233.	108.	1.26
MILE 313	22.9	5.44	2.47	32.0	0.39	0.70	25.4	303.	118.	1.57
MILE 314	23.2	5.58	2.33	33.6	0.35	0.73	26.8	315.	116.	1.45
MILE 315	24.0	5.30	2.52	31.1	0.40	0.58	25.5	379.	134.	1.63
MILE 316	26.4	5.90	2.44	33.2	0.38	0.84	26.6	295.	119.	1.30
MILE 317	12.0	4.75	2.52	29.2	0.38	0.83	24.0	269.	116.	1.42
MILE 318	27.0	4.24	2.55	29.9	0.35	0.69	24.8	322.	116.	1.36
MILE 319	21.4	4.71	2.88	31.3	0.37	0.82	24.7	325.	120.	1.34
MILE 320	27.3	6.25	1.14	32.2	0.45	1.25	27.0	398.	73.1	1.22
mittl. Mess. in %	2.4 12.	0.060 1.1	0.034 1.3	0.28 0.8	0.014 3.7	0.005 0.6	0.90 3.3	32. 10.	2.4 1.9	0.069 4.7

Appendix Fortsetzung

Probe	Sc	Sm	Ta	Tb	Th	U	W	Yb	Zn	Zr
MILE 282	15.6	5.54	1.13	0.81	14.6	4.25	2.39	2.95	88.0	211.
MILE 283	12.9	4.84	1.02	0.67	14.7	3.23	2.18	2.80	73.4	236.
MILE 284	13.9	6.45	1.39	0.77	27.9	6.32	3.14	2.92	90.8	293.
MILE 285	13.6	5.35	1.09	0.79	16.2	3.76	2.66	3.04	79.8	205.
MILE 286	14.1	6.63	1.51	0.86	28.4	6.13	3.67	3.03	86.2	277.
MILE 287	14.9	5.75	1.22	0.86	16.3	4.13	2.74	3.15	84.8	235.
MILE 288	12.8	4.99	0.94	0.70	12.3	3.99	1.70	2.54	72.3	167.
MILE 289	14.0	5.38	1.02	0.76	13.8	4.05	2.31	2.75	98.3	24.
MILE 290	13.4	4.82	0.97	0.72	12.7	3.66	1.95	2.45	79.2	188.
MILE 291	14.0	5.45	1.05	0.78	13.9	3.67	2.04	2.85	78.4	20.
MILE 292	14.5	7.58	1.49	0.91	31.4	5.06	3.68	3.13	89.7	317.
MILE 293	15.8	4.68	1.21	0.65	13.7	3.30	2.36	2.72	77.2	245.
MILE 294	14.9	5.93	1.21	0.82	15.8	3.56	2.01	3.16	77.6	20.
MILE 295	14.2	5.10	1.01	0.74	13.0	4.73	1.91	2.64	82.3	201.
MILE 296	12.5	4.76	0.96	0.72	11.9	3.71	1.84	2.61	86.8	181.
MILE 297	12.5	4.72	0.99	0.75	12.2	3.62	1.80	2.68	77.4	196.
MILE 298	15.3	5.40	1.08	0.87	14.0	3.99	2.26	3.49	83.5	201.
MILE 299	13.8	5.30	1.08	0.72	14.0	3.69	2.31	2.88	74.7	206.
MILE 300	14.5	5.24	1.11	0.77	13.9	3.92	2.25	2.64	85.5	13.
MILE 301	14.1	5.37	1.03	0.84	13.5	3.56	2.21	2.79	73.6	259.
MILE 302	14.9	5.67	1.14	0.79	14.9	4.33	2.23	2.91	76.9	29.
MILE 303	13.1	5.69	1.15	0.81	15.4	4.34	1.97	2.95	73.5	23.
MILE 304	13.3	4.74	0.94	0.66	12.0	3.94	1.93	2.47	67.3	2.
MILE 305	12.7	4.88	1.04	0.79	13.1	3.94	2.16	2.66	75.3	148.
MILE 306	14.5	5.56	1.16	0.85	15.1	4.28	2.50	3.00	83.4	217.
MILE 307	13.5	5.33	1.05	0.78	13.6	4.32	2.48	2.68	77.8	25.
MILE 308	13.4	5.13	1.02	0.77	13.0	3.62	2.10	2.86	63.7	22.
MILE 309	14.0	5.06	1.11	0.75	14.2	4.70	2.51	2.62	73.5	167.
MILE 310	12.0	4.82	1.00	0.69	13.5	3.66	2.20	2.68	64.1	297.
MILE 311	13.3	5.09	1.07	0.77	13.5	3.24	2.12	2.76	64.3	163.
MILE 312	11.6	4.58	0.92	0.62	13.5	3.61	2.23	2.42	71.5	219.
MILE 313	13.0	4.92	1.07	0.75	13.5	4.42	2.41	2.79	72.1	2.
MILE 314	13.2	4.88	1.04	0.74	14.5	3.89	2.50	2.72	71.3	205.
MILE 315	15.0	4.89	1.18	0.69	13.8	3.93	2.66	2.68	77.1	223.
MILE 316	12.4	4.87	1.11	0.80	15.0	3.35	2.44	2.79	66.6	208.
MILE 317	12.5	4.49	0.95	0.72	12.0	3.30	2.47	2.64	81.0	164.
MILE 318	12.7	4.58	0.93	0.70	12.7	3.81	2.20	2.59	79.0	178.
MILE 319	12.3	4.56	0.95	0.75	13.7	3.48	3.19	2.55	87.2	208.
MILE 320	14.3	5.22	1.14	0.79	13.9	3.37	2.02	3.06	74.1	244.
mittl. Mess.	0.019	0.015	0.029	0.043	0.069	0.093	0.16	0.049	1.9	22.
in %	0.1	0.3	2.7	5.6	0.5	2.3	6.7	1.8	2.4	10.

Zusammenfassung

Hans Mommsen – Max von Haugwitz – Gerhard Jöhrens, Herkunftsbestimmung von Amphoren mit gestempelten Henkeln aus den Grabungen von Milet durch Neutronenaktivierungsanalyse

Die Elementkonzentrationen in einer Auswahl von 39 Henkelfragmenten mit Stempeln von Handelsamphoren überwiegend hellenistischer Zeit aus den Grabungen in Milet wurden mit Hilfe der Neutronenaktivierung gemessen und untersucht. Ziel war es, die Produktionsorte dieser Gefäße zu bestimmen, um so mehr über die Verwendung der Stempel zu erfahren. Es ergab sich, dass fast alle (34) Henkel aus derselben Tonmasse hergestellt sind und aus Werkstätten stammen, die wohl in der Gegend von Milet – Ioniapolis gelegen haben wie archäologisch bereits vermutet. Aber diese große Gruppe enthält auch Henkel mit Stempeln bisher unbekannter Herkunft und auch solche, die Phokaia zugewiesen wurden. Nur drei Gefäße stammen von Kos wie schon archäologisch durch die Stempel selbst erschlossen, und zwei weitere bleiben Einzelstücke unbekannter Herkunft.

Abstract

Hans Mommsen – Max von Haugwitz – Gerhard Jöhrens, Provenance of Amphoras with Stamped Handles from the Excavations at Miletos Using Neutron Activation Analysis

Using neutron activation analysis, elemental concentration patterns of a selection of 39 fragments of stamped handles from amphoras, predominantly of the Hellenistic period, from the excavations at Miletos have been measured and studied. The aim was to determine the production places of these vessels in order to learn more about the usage of the stamps. The result was, as already archaeologically assumed, that the majority of the vessels (34) were produced with the same clay paste in workshops that were presumably located in the surroundings of Miletos – Ioniapolis. But this large group also includes vessels with stamps of hitherto unknown provenance and pieces with stamps that have been assigned to a production at Phocaia. Only three handles were found to come from the island of Kos, confirming the archaeological attribution, and two vessels remain of unknown provenance.

Schlagworte

Milet • Ioniapolis • Henkel • Stempel • Herkunftsbestimmung • Neutronenaktivierung

Keywords

Miletos • Ioniapolis • handles • stamps • provenance • neutron activation analysis

Abkürzungen

- Akurgal u. a. 2002 • M. Akurgal – M. Kerschner – H. Mommsen – W.-D. Niemeier, Töpferzentren der Ostägäis. Archäometrische und archäologische Untersuchungen zur mykenischen, geometrischen und archaischen Keramik aus Fundorten in Westkleinasien (mit einem Beitrag von S. Ladstätter), *ÖJh Ergh.* 3 (Wien 2002)
- Baxter 2003 • M. Baxter, *Statistics in Archaeology* (London 2003)
- Beier – Mommsen 1994 • Th. Beier – H. Mommsen, Modified Mahalanobis Filters for Grouping Pottery by Chemical Composition, *Archaeometry* 36, 1994, 287–306
- Blümel 1997 • W. Blümel, Vertrag zwischen Latmos und Pidasä, *EpigrAnat* 29, 1997, 135–142
- Cook 1961 • J. M. Cook, Some Sites of the Milesian Territory, *BSA* 56, 1961, 90–101 Taf. 15. 16
- Errington 1989 • R. M. Errington, The Peace Treaty between Miletus and Magnesia (I.Milet 148), *Chiron* 19, 1989, 279–288
- Gauthier 2001 • P. Gauthier, Les Pidaséens entrent en sympolitie avec les Milésiens. La procédure et les modalités institutionnelles, in: A. Bresson – R. Descat (Hrsg.), *Les cités d'Asie Mineure occidentale au II^e siècle a.C.*, Ausonius publications. Études 8 (Bordeaux 2001) 117–127
- Habicht 2005 • C. Habicht, Datum und Umstände der rhodischen Schlichtung zwischen Samos und Priene, *Chiron* 35, 2005, 137–146
- Herrmann 1997 • P. Herrmann, Inschriften von Milet 1. A. Inschriften n. 187–406 (Nachdruck aus den Bänden I 5 – II 3). B. Nachträge und Übersetzungen zu den Inschriften n. 1–406, *Milet* 6, 1 (Berlin 1997)
- Herrmann 2001 • P. Herrmann, Milet au II^e siècle a.C., in: A. Bresson – R. Descat (Hrsg.), *Les cités d'Asie Mineure occidentale au II^e siècle a.C.*, Ausonius publications. Études 8 (Bordeaux 2001) 109–116
- Jöhrens 2009 • G. Jöhrens, Funde aus Milet XXVII. Amphorenstempel aus den Grabungen von Milet 1899–2007, *AA* 2009/1, 205–235
- Kerschner – Mommsen 2005 • M. Kerschner – H. Mommsen, Transportamphoren milesischen Typs in Ephesos. Archäometrische und archäologische Untersuchungen zum Handel im archaischen Ionien, in: B. Brandt – V. Gassner – S. Ladstätter (Hrsg.), *Synergia. Festschrift für Fritz Krinzing I* (Wien 2005) 119–130
- Kerschner – Mommsen 2009 • M. Kerschner – H. Mommsen, Imports of East Greek Pottery to Sicily and Sicilian Productions of East Greek Type. Archaeometric Analyses of Finds from the Votive Deposit in Katane, in: A. Pautasso, *La ceramica greco-orientale. Stipe votiva del santuario di Demetra a Catania* 2, *Studi e materiali di archeologia greca* 9 (Catania 2009)
- Lohmann 2002 • H. Lohmann, Zur historischen Topographie des südlichen Ionien, *OrbTerr* 8, 2002, 163–272
- Marketou u. a. 2006 • T. Marketou – E. Karantzali – H. Mommsen – N. Zacharias – V. Kilikoglou – A. Schwedt, Pottery Wares from the Prehistoric Settlement at Ialysos (Trianda) in Rhodes, *BSA* 101, 2006, 1–55
- Migeotte 2001 • L. Migeotte, Le traité entre Milet et Pidasä (Delphinion 149). Les clauses financières, in: A. Bresson – R. Descat (Hrsg.), *Les cités d'Asie Mineure occidentale au II^e siècle a.C.*, Ausonius publications. Études 8 (Bordeaux 2001) 129–135
- Migeotte 2006 • L. Migeotte, La haute administration des finances publiques et sacrées dans les cités hellénistiques, *Chiron* 36, 2006, 379–394
- Mommsen u. a. 1991 • H. Mommsen – A. Kreuser – E. Lewandowski – J. Weber, Provenancing of Pottery. A Status Report on Neutron Activation Analysis and Classification, in: M. Hughes – M. Cowell – D. Hook (Hrsg.), *Neutron Activation and Plasma Emission Spectrometric Analysis in Archaeology*, *British Museum Occasional Paper* 82, 1991, 57–65
- Mommsen u. a. 2006 • H. Mommsen – M. R. Cowell – Ph. Fletcher – D. Hook – U. Schlotzhauer – A. Villing – S. Weber – D. Williams, Neutron Activation Analysis of Pottery from Naukratis and other Related Vessels, in: U. Schlotzhauer – A. Villing (Hrsg.), *Naukratis. Greek Diversity in Egypt*, *British Museum Research Publication* 162 (London 2006) 69–76
- Mommsen 2007 • H. Mommsen, Tonmasse und Keramik. Herkunftsbestimmung durch Spurenanalyse, in: G. Wagner (Hrsg.), *Einführung in die Archäometrie* (Berlin 2007) Kap. 10 179–192
- Mommsen – Japp 2009 • H. Mommsen – S. Japp, Neutronenaktivierungsanalyse von 161 Scherben aus Pergamon und Fundorten der Region, *IstMitt* 59, 2009, 269–282
- Mountjoy – Mommsen 2006 • P. Mountjoy – H. Mommsen, Neutron Activation Analysis of Mycenaean Pottery from Troy (1988–2003 Excavations), *StTroica* 16, 2006, 97–123

- Müller 1997 • D. Müller, Topographischer Bildkommentar zu den Historien Herodots. Kleinasien und angrenzende Gebiete mit Südostthrakien und Zypern (Tübingen 1997) 662–664 Abb. 1. 2
- Olçay – Seyrig 1965 • N. Olçay – H. Seyrig, Le trésor de Mektepini en Phrygie. Trésors monétaires Séleucides publiés sous la direction de M. H. Seyrig, Institut français d'archéologie de Beyrouth. Bibliothèque archéologique et historique 82 (Paris 1965)
- Perlman – Asaro 1969 • I. Perlman – F. Asaro, Pottery Analysis by Neutron Activation, *Archaeometry* 11, 1969, 21–52
- Peschlow-Bindokat 1977/1978 • A. Peschlow-Bindokat, Ioniapolis. Zur Topographie einer milesischen Hafenstadt am latmischen Golf, *IstMitt* 27/28, 1977/1978, 131–136 Taf. 37
- Peschlow-Bindokat 1996 • A. Peschlow-Bindokat, Der Latmos. Eine unbekannte Gebirgslandschaft an der türkischen Westküste, Sonderheft der Antiken Welt. Zaberns Bildbände zur Archäologie (Mainz 1996)
- Radt 1973/1974 • W. Radt, Pidasa bei Milet. Ergänzende Bemerkungen zu einer »karischen« Stadtanlage, *IstMitt* 23/24, 1973/1974, 169–174 Taf. 77. 78
- Rehm – Harder 1958 • A. Rehm – R. Harder, Didyma II. Die Inschriften (Berlin 1958)
- Wörrle 1988 • M. Wörrle, Inschriften von Herakleia am Latmos I. Antiochos III., Zeuxis und Herakleia, *Chiron* 18, 1988, 421–470
- Wörrle 2003 a • M. Wörrle, Inschriften von Herakleia am Latmos III. Der Synoikismos der Latmioi mit den Pidaseis, *Chiron* 33, 2003, 121–143
- Wörrle 2003 b • M. Wörrle, Pidasa du Grion et Héraclée du Latmos. Deux cités sans avenir, *CRAI* 2003, 1361–1379
- Wörrle 2004 • M. Wörrle, Der Friede zwischen Milet und Magnesia. Methodische Probleme einer Communis opinio, *Chiron* 34, 2004, 45–57

Anschriften

Dr. Hans Mommsen
 Max von Haugwitz
 Universität Bonn
 Helmholtz-Institut für Strahlen- und
 Kernphysik
 Nussallee 14–16
 53115 Bonn
 DEUTSCHLAND
 mommsen@hiskp.uni-bonn.de
 m.v.Haugwitz@gmx.de

Dr. Gerhard Jöhrens
 Lichtenbergstr. 60
 14612 Falkensee
 DEUTSCHLAND
 gjoehrens@gmx.de