

# CHARAKTERISIERUNG BRONZEZEITLICHER KERAMIK VON ÄGINA DURCH NEUTRONENAKTIVIERUNGSANALYSE

H. Mommsen, W. Gauß<sup>§</sup>, St. Hiller<sup>#</sup>, D. Ittameier<sup>&</sup> und J. Maran<sup>&</sup>

Institut für Strahlen- und Kernphysik, Universität Bonn, Nussallee 14-16, 53115 Bonn  
(email: mommsen@iskp.uni-bonn.de),  
Deutsches Archäologisches Institut, Athen<sup>§</sup>  
Institut für klassische Archäologie, Universität Salzburg<sup>#</sup> und  
Institut für Ur- und Frühgeschichte, Universität Heidelberg<sup>&</sup>

## 1. Prinzip der Herkunftsbestimmungen: Tone und Aufbereitungs-'Rezepte'

Wie C. Zerner bei ihrer Bearbeitung der mittelhelladischen Keramik von Lerna<sup>1</sup> betont hat, ist es wichtig, die verschiedenen Aspekte der Keramikproduktion zu berücksichtigen. Als Hauptklassifikationskriterium benutzt sie deshalb die mit bloßem Auge sichtbaren Merkmale der Waren (engl. fabric). Dies heißt, sie gruppiert nach der Tonauswahl und auch den Aufbereitungstechniken der alten Töpfer, demnach nach der Masse (engl. paste, Tonpaste), wie die Töpfer den aufbereiteten Ton im Gegensatz zu dem Rohton von einer Lagerstätte nennen. Andere technologische Unterkriterien ihres Klassifikationsschemas sind dann die Art der Formgebung, die Brennbedingungen und andere mehr. Weiterhin spielen Stil, Oberflächenbehandlung und Funktionsformen bei ihrer archäologischen Klassifikation eine Rolle.

Bei archäometrischen Keramikuntersuchungen durch eine chemische Elementanalyse, um die es in dieser Arbeit geht, kann man besonders dieses primäre Klassifikationskriterium, das von der verwendeten Tonpaste abhängt, überprüfen. Während man bei petrographischen Untersuchungen nur die natürlich vorhandenen oder intentionell zugesetzten Beimengungen per Mikroskop analysiert - die Tonminerale selbst sind zu klein, um sichtbar zu sein -, ist die chemische Analyse der Keramik spezifisch für die gesamte Ware. Es ist sicher richtig, daß alle Produkte, die aus einer gut homogenisierten Tonpaste in einer Werkstatt hergestellt sind, gleiche Elementzusammensetzung haben. Die Grundannahme bei der chemischen Herkunftsbestimmung ist, daß auch der Umkehrschluß gilt: Gefäße, die chemisch gleich analysieren, haben den gleichen Produktionsort. Dies wird bei der Vielzahl der Werkstätten nie streng beweisbar sein, es lassen sich jedoch Kriterien aufstellen, die diese Annahme als sehr wahrscheinlich erscheinen lassen. Führt man die chemische Analyse mit hoher Meßpräzision für eine große Anzahl von etwa 30 Elementen durch, erhält man ein Elementmuster, das derart spezifisch ist, daß die Wahrscheinlichkeit für das Vorkommen eines gleichen Musters in Keramik an einem anderen Ort verschwindend gering ist. Dies ist bis auf wenige Ausnahmefälle heute auch bestätigt. Ein solches Elementmuster kann deshalb als charakteristisch für eine Töpferei angesehen werden, weshalb diese Methode auch häufig im Englischen als 'chemical fingerprinting' bezeichnet wird. Demnach stammen alle Keramikscherben, die ein gleiches Elementmuster zeigen, aus der gleichen Töpferei oder auch aus mehreren verschiedenen, jedoch eng benachbarten Töpfereien und sind alle aus dem gleichen Ton und nach dem gleichen Aufbereitungsrezept hergestellt.

---

<sup>1</sup> Zerner, C., 1986, Middle Helladic and Late Helladic I Pottery from Lerna, Hydra - Working Papers in Middle Bronze Age Studies, No 2, 58-74

Wenn in einer Werkstatt jedoch unterschiedliche 'Rezepte' zum Einsatz kamen, z. B. wenn die Töpfer durch Ausschlämmen grober Anteile unterschiedlich feine Tonfraktionen auswählten oder wenn sie unterschiedliche Mischungsverhältnisse von Tonen aus geochemisch verschiedenen Lagerstätten verwendeten, dann ist sogar eine Unterscheidung verschiedener 'Produktionsserien' in nur einer Töpferei möglich, wie es an römischer Keramik von einem Werkstattbereich in Bonn schon nachweisbar war<sup>2</sup>. Denn das gemessene Elementmuster enthält ja nicht nur Information über den Ton, sondern gleichzeitig auch, wenn auch in schwächerem Maße, über die Aufbereitungstechniken.

Da die Magerungsbestandteile im Normalfall eine weit geringere Spurenelementkonzentration im Vergleich zu den Tonen haben, sind die Ergebnisse chemischer Keramikanalysen hauptsächlich durch den Elementgehalt des bei der Produktion verwendeten Tones bestimmt und somit als weitgehend komplementär zu petrographischen Analysen anzusehen. Wegen dieser Abhängigkeit der chemischen Elementmuster in Keramik von den geochemischen Eigenschaften des vor Ort ausgebeuteten Tonlagers weisen diese Muster auf die produzierende Werkstatt und damit auf die Herkunft der Keramik hin. Ist das oder sind die Muster einer Töpferei einmal durch Vermessen von Referenzmaterial bekannt, so sind Herkunftsbestimmungen, also Zuweisungen einzelner Gefäße zu ihrem Produktionsort durch Mustervergleich mit diesen Stücken, die bekannten Produktionsort haben, möglich. Voraussetzung ist natürlich, daß der Rohton selbst nicht verhandelt wurde. Je größer die Datenbank der bereits einem Ort zugewiesenen Muster eines Laboratoriums ist, um so eher wird das Elementmuster einer Scherbe in ihr auffindbar und sie damit ihrem Ursprungsort zuweisbar sein. Die Methode verlangt also die Analyse von zahlreichen Proben aus allen möglichen Herkunftsgebieten eines Fundstückes, um erfolgreich zu sein.

In Bonn setzen wir seit nun über 15 Jahren die Neutronenaktivierungsanalyse (NAA) zur Bestimmung der Elementmuster in Keramik routinemäßig ein<sup>3</sup>. Hier sollen die Ergebnisse der Analyse von 251 Keramikfragmenten vorgestellt werden, deren Hauptteil aus der Sammlung des Magazins der Grabung am Kolonna-Hügel in Ägina stammt (unsere Serie 2, Bez.: Aegik). Diese bei den Ausgrabungen der letzten 90 Jahre festgestellte, befestigte Ansiedlung im Westen der Insel dürfte der Hauptort dieser Insel in der Bronzezeit gewesen sein. Der Besiedlungsschwerpunkt auf dem Kolonna-Hügel lag im 3. und 2. Jt. v. Chr. in den Abschnitten des Früh-, Mittel- und Späthelladikums<sup>4</sup>. Weitere äginetische Scherben (Serie 1, Bez.: Aegi) stammen aus verschiedenen Scherbensammlungen, darunter auch aus dem Archäologischen Nationalmuseum in Athen und aus dem Akademischen Kunstmuseum der Universität Bonn. Ihre entsprechend dem heutigen Forschungsstande archäologische Klassifikation ist der chemischen Gruppierung nach ähnlicher Elementzusammensetzung hier gegenübergestellt.

## **2. Ägina, archäologischer Stand der Forschung**

Die Untersuchung der bronzezeitlichen Keramik der im Saronischen Golf gelegenen Insel Ägina hat eine lange Tradition. Schon vor dem Ersten Weltkrieg bezeichnete D. Fimmen<sup>5</sup> eine bestimmte Art der monochromen mattbemalten Keramik der 1. Hälfte des 2. Jahrtausends v. Chr. als 'Äginaware' und gab damit einen Hinweis auf ihre mögliche Herkunft. Er folgerte dies aus der Fundverteilung dieser Scherben, die sehr zahlreich in Ägina und mit abnehmender Häufigkeit bei

---

<sup>2</sup> Mommsen, H., Beier, Th., Heimermann, D., Kesselring-Poth, L., Gechter, M. und Kaiser, M., 1994: Neutron Activation Analysis of Sherds from Roman Pottery Workshops in 'Bonna', 1 European workshop on archaeological ceramics, F. Burrigato, O. Grubessi and L. Lazzarini(eds.), Università degli studi di Roma 'La Sapienza', Rom, 281-290

<sup>3</sup> Mommsen, H., 1999, Provenance Determination by Trace Element Analysis: Problems, Solutions and Applications, Workshop Archaeometry in Archaeology: New Trends, Rhodes, 3-7 Nov., wird veröffentlicht in Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 247, No 3, 2001

<sup>4</sup> Walter, H. und Felten, F., 1981, Die vorgeschichtliche Stadt, Befestigungen, Häuser, Funde, Alt-Ägina III,1; Felten, F. und Hiller, St., 1996, Ausgrabungen in der vorgeschichtlichen Innenstadt von Ägina-Kolonna(Alt-Ägina), Jahreshefte ÖAI 65, 28ff.

<sup>5</sup> Fimmen, D., 1921, Die kretisch-mykenische Kultur

wachsender Entfernung von der Insel auftauchten. J.P. Harland<sup>6</sup> unterstützte Fimmens Annahme und bereicherte sie um die Beobachtung, daß in der Keramik Äginas mit dem bloßen Auge Glimmerpartikel (Biotit) auszumachen sind, die nicht wie üblich silbern, sondern golden glänzen. Dieser Goldglimmer war von ihm auch in anderen Töpfereiprodukten Äginas aus anderen Zeitperioden festgestellt worden. Auf Ägina existierte und existiert eine bis in die jüngste Zeit überregional bedeutende Töpfereiindustrie. Neben dieser mattbemalten Keramik Fimmens wies D. French<sup>7</sup> dann zwei weitere mittelhelladische Keramikgattungen der Insel Ägina zu, die eine mit rotem Überzug, die andere mit polychromer Bemalung, die er 'red slipped: Aegina type', bzw. 'polychrome: Aegina type' benannte, wieder auf Grund der Fundortverteilung dieser Warenarten. Auf ihren Herstellungsort wollte er sich jedoch nicht festlegen. Andere Forscher wie St. Hiller<sup>8</sup> oder R. Wünsche<sup>9</sup> wagten jedoch bereits eine Zuweisung zu dem Herstellungsort Ägina, Hiller für die polychrome und Wünsche für die mattbemalte Ware. Letzterer begründete dies durch Fehlbrandfunde dieser Ware bei der Grabung am Kolonna-Hügel und erwähnt auch den Goldglimmer.

Seit den Untersuchungen von Zerner<sup>10</sup> in den 80er Jahren ist die Verbindung von Keramik, die eine Reihe von Magerungsbestandteilen, vor allem Goldglimmerplättchen und schwarze glänzende Partikel, zeigen, mit äginetischer Produktion zunehmend gesichert. Denn Zerner konnte bei ihrer Untersuchung des Materials von der Grabung Lerna den Nachweis führen, daß nicht nur die von Fimmen und French, sondern auch weitere mittel- und späthelladische Keramikarten in ihrer Magerung sehr ähnlich untereinander sind. Dies und weitere Hinweise führten zu der Vermutung, daß all diese Gattungen von nur einem Produktionszentrum stammen könnten. Dafür spricht auch das in dieser Zeitperiode seltene Vorkommen von Töpferzeichen auf diesen durch ihre Magerungsart verbundenen Arten. Zudem weisen erste, von Zerner<sup>11</sup> publizierte, petrographische Untersuchungen des Mineralgehaltes der Magerung dieser Waren auf die Insel Ägina als Produktionsort hin. Ein gleiches Ergebnis liefert auch eine ebenfalls petrographische Analyse äginetischen Kochgeschirrs aus klassischer Zeit, durchgeführt von Farnsworth<sup>12</sup>. In spätmittelhelladischen bis frühmykenischen Befunden aus Kiapha Thiti wurde fast immer ein bei über 20 % der Gesamtkeramik liegender Anteil mutmaßlicher äginetischer Importe festgestellt, und in Asine wurden zwischen 22 und 23 % der mittelhelladischen Keramik als äginetisch klassifiziert<sup>13</sup>.

Nach diesen Erkenntnissen gab es in Ägina mindestens seit dem Beginn des Mittelhelladikums an, seit dem frühen 2. Jt., eine Keramikproduktion, die, wie schon gesagt, bis in die heutige Zeit, allerdings in geringerem Umfang, anhielt. Besonders in der mittelhelladischen und frühmykenischen Zeit blühte die Produktion von Kochgefäßen, die weithin in den benachbarten griechischen Raum exportiert wurden. In einem Bericht über die Keramik von Kiapha Thiti, einer frühmykenischen Burg in Attika, schreibt Maran<sup>14</sup>: 'Nach all dem scheint die Insel also bereits in der 1. Hälfte des 2. Jt. v. Chr. Teile Mittel- und Südgriechenlands mit Kochgeschirr beliefert zu haben. Darüber hinaus läßt die Tatsache, daß erhebliche Mengen des Kochgeschirrs importiert wurden, obwohl andere, lokale Arten der Kochkeramik zur Verfügung standen, darauf schließen,

---

<sup>6</sup> Harland, J. P., 1925, Prehistoric Aigina. A History of the Island in the Bronze Age

<sup>7</sup> French, D. H. und E., 1971, Prehistoric Pottery from the Area of the Agricultural Prison at Tiryns, in: Tiryns V, 21ff.

<sup>8</sup> Hiller, St., 1975, Mykenische Keramik. Alt-Ägina IV, 1

<sup>9</sup> Wünsche, R., 1977, Studien zur äginetischen Keramik der frühen und mittleren Bronzezeit; ders.: 1977, Die Entwicklung der mittelhelladischen, mattbemalten Keramik, Münchner Jahrb. 28, 7ff.

<sup>10</sup> a. a. O. 1986

<sup>11</sup> a. a. O. 1986

<sup>12</sup> Farnsworth, M., 1964, Greek Pottery, a Mineralogical Study, American Journal of Archaeology 68, 221ff.

<sup>13</sup> Maran, J., 1992, Kiapha Thiti, Ergebnisse der Ausgrabungen II2 (2. Jt. v. Chr.: Keramik und Kleinfunde), Marburger Winkelmann-Programm 1990, 211f.; Nordquist, G., 1987, A Middle Helladic Village. Asine in the Argolid, Acta Univ. Upsaliensis Boreas 16, 49; ferner Zerner, C, 1993, New Perspectives on Trade in the Middle and Late Helladic Periods on the Mainland, in: C. Zerner, P. Zerner und J. Winder (Hrsg.), Wace and Blegen, Pottery as Evidence for Trade in the Aegean Bronze Age 1939 - 1989, Amsterdam, 53

<sup>14</sup> a. a. O. 1992, 186

daß das äginetische Kochgeschirr wegen besonderer Eigenschaften geschätzt wurde.' Aber auch andere Warenarten wurden in ganz erstaunlichem Ausmaß exportiert. Im Jahre 1994 schließlich konnte bei einer ersten Untersuchung mutmaßlich äginetischer Keramik aus der frühmykenischen Siedlung von Prophitis Ilias (Argolis) mit Hilfe der NAA ein spezifisches chemisches Muster bei Vertretern rot überzogener und polychrom bemalter Goldglimmerkeramik nachgewiesen werden<sup>15</sup>. Zerner selbst hat diese Exporte ebenfalls in hohen Stückzahlen in Lerna festgestellt. Als Absatzgebiet für äginetische Keramik gibt sie Lakonien, Arkadien, die Argolis, Korinthia, Megara, Attika, Euböa, Bötien, Phokis, Phthiotis, Thessalien, verschiedene kykladische Inseln und Kreta an<sup>16</sup>. Als Erkennungskriterium diente ihr dabei, wie schon gesagt, die nur visuelle Untersuchung der Waren, vor allem das Vorhandensein von Goldglimmer in Verbindung mit kleinen schwarzen Partikeln und ihre Kenntnis der gebräuchlichen Keramikgattungen.

### 3. Ziele der chemischen Analysen

Hauptziel unserer Analysen in Bonn war es, der archäologisch festgestellten Ähnlichkeit der Magerungsbestandteile der Goldglimmerkeramik eine Ähnlichkeit des Spurenelementgehaltes der verwendeten Tone oder Tonmischungen gegenüberzustellen. Wenn wir bestätigen können, daß alle von uns untersuchten Scherben mit diesen Goldglimmer-Beimengungen aus Tonen von Ägina hergestellt sind, kann in Zukunft auf solche aufwendigen chemischen Analysen verzichtet werden. Denn der glückliche Umstand, daß eine Magerung mit golden glänzendem Glimmer schon mit dem bloßen Auge leicht erkennbar ist, führt dann unter Berücksichtigung der weiteren äußeren Merkmale der Keramik zu einer leichten und abgesicherteren Zuweisung einzelner Scherben zu äginetischem Ursprung. Durch eine Reihe von Messungen an möglichen Fehlbrandstücken sollten sich das oder die für äginetische Produktion typischen Elementmuster und damit die lokal auf der Insel hergestellten Waren erkennen lassen. Ein weiteres, bei allen chemischen Analysen verfolgtes Ziel ist hier auch die Bestimmung des Herkunftsortes von Importwaren nach Ägina, falls möglich.

### 4. NAA - Methode und Gruppierung

Die in Bonn eingesetzte NAA ist eine in der Archäometrie wohlbekannte, alte Methode (s. z. B. Perlman and Asaro<sup>17</sup>). Für diese Analysen ist eine Pulverprobe von etwa 80 mg Material ausreichend, die wir durch Anbohren der Scherben an der Rückseite mit einem Saphir-Spitzbohrer entnehmen. Ein Satz von etwa 40 Proben einschließlich einiger Proben unseres Keramikstandards wird zu einem Forschungsreaktor zur Aktivierung durch thermische Neutronen geschickt und anschließend nach dem Rücktransport in unser Labor mehrfach vermessen<sup>18</sup>. Da der Bonner Keramikstandard mit dem bekannten Standard von Berkeley kalibriert ist, sind unsere Daten direkt vergleichbar mit den Ergebnissen dieses Laboratoriums. Unsere Methode gestattet einen Durchsatz von etwa 70 Proben pro Monat, in denen etwa 30 Elementgehalte als das für die Herkunft charakteristische Muster bestimmbar sind. Der nächste Schritt, der Mustervergleich verschiedener Proben und die Bildung von Gruppen chemisch ähnlich zusammengesetzter Proben erfolgt durch einen Satz von in Bonn entwickelten Rechnerprogrammen, die Meßfehler und mögliche

---

<sup>15</sup> Mommsen, H., Beier, Th., Heimermann, D., Hein, A., Ittameier, D. and Podzuweit, Ch., 1994, Neutron Activation Analysis of Selected Sherds from Prophitis Ilias (Argolid): a Closed Late Helladic II Settlement Context, *J. Arch. Science* 21, 163-171

<sup>16</sup> a. a. O. 1993, 56

<sup>17</sup> Perlman, I. and Asaro, F., 1969, Pottery Analysis by Neutron Activation, *Archaeometry* 11, 21-52

<sup>18</sup> Mommsen, H., Kreuser, A., Lewandowski, E. and Weber, J., 1991, Provenancing of Pottery: Status Report and Grouping, *British Museum, Occ. paper* 82, Neutron Activation and Plasma Emission Spectrometric Analysis in Archaeology, M. Hughes, M. Cowell und D. Hook (Hrsg.), 57-65

Tonverdünnungen, z. B. durch variierende, rezeptabhängige Anteile von Sand oder Calcit, zu berücksichtigen gestatten<sup>19</sup>.

Es hat sich gezeigt, daß bei der Formung der Gruppen gleicher chemischer Zusammensetzung Elementkonzentrationen, die in Keramik derselben Herkunft oft stark variieren, wie z. B. As, Ba, Ca oder Na, nicht oder nur mit Vorsicht einzubeziehen sind. Denn diese Elemente sind entweder häufig in den verdünnenden Beimengungen zu finden (Ca, Na) oder ihre Konzentrationen können durch die Brennbedingungen (As<sup>20</sup>) oder die Bodenlagerung (Ba, Ca, Na<sup>21</sup>) beeinflusst sein und weisen nicht auf die verwendete Tonpaste hin.

Als Ergebnis erhält man schließlich Gruppen von Proben ähnlicher Zusammensetzung, die nur aus einer Produktionsserie stammen. Sie sind charakterisiert durch die Konzentrationsmittelwerte und deren Streuungen  $\sigma$  definiert als die Wurzel aus der mittleren quadratischen Abweichung (Standardabweichung). Die Größe der Streuungen, die für die meisten Elemente bei 5 - 10 % liegen sollte, dient als Maß für die Güte der geformten Gruppe.

## 5. Ergebnisse: lokale und importierte chemische Keramikgruppen

Der Satz von 258 Scherben (1. Serie: 106, 2. Serie: 152 von 199 gemessenen) aus Ägina datiert in den Zeitbereich etwa 2600 bis mindestens 1100 v. Chr. (Perioden Früh-, Mittel-, Späthelladisch [FH, MH, SH]). Zwei Scherben der ersten Serie könnten sogar eisenzeitlich datieren (Gruppe 22). Der chronologische Schwerpunkt der in die Untersuchung einbezogenen Scherben liegt jedoch auf dem Zeitraum zwischen der Stufe FH III und der frühmykenischen Zeit (SH I-II). Die Probenauswahl strebte an, einen Querschnitt durch die wichtigsten, bei den Ausgrabungen auf dem Kolonna-Hügel festgestellten bronzezeitlichen Keramikgattungen zu erhalten. Dieses Ziel wurde annähernd erreicht, wenngleich die große Gruppe der minoisierenden Keramik des Mittelhelladikums ebenso unterrepräsentiert ist wie Keramikgattungen der Stufe FH II. Der Datensatz ließ sich in 9 unterschiedliche chemische Gruppen mit mehr als drei Mitgliedern unterteilen. Ihre Elementmuster sind in der Tab. 1 zusammengestellt<sup>22</sup>. Gegeben sind jeweils die Mittelwerte M der Konzentration von 30 Elementen in  $\mu\text{g/g} = \text{ppm}$  (parts per million) oder in % und ihre Streuungen  $\sigma$  ausgedrückt in % von M. Die 9 Gruppen sind gut voneinander abgesetzt, wie das in Abb. 1 abgebildete Ergebnis einer Diskriminanzanalyse zeigt. Die verschiedenen Gruppen sind bei ihr derart dargestellt, daß die Zwischengruppenabstände maximal sind. Proben, die sich in nur einem oder 2 Elementen von einem Gruppenmuster unterscheiden, werden als zu der Gruppe assoziiert bezeichnet und sind der Gruppe hinzugerechnet (die abweichenden Elementwerte sind allerdings bei der Berechnung der Mittelwerte und Streuungen weggelassen). Zwei nicht gezeigte Probenpaare repräsentieren 2 weitere Gruppen.

Nur 28 Stücke (11 %) der analysierten äginetischen Scherben sind chemische Einzelstücke, sie gehören nicht zu einer der Gruppen. Ein Anteil an Einzelstücken von 10 - 15 % ist nicht ungewöhnlich bei chemischen Keramikanalysen, es kann eine Kontamination im Labor bei uns oder auch schon in der alten Zeit vorliegen oder es kann sich um einen ersten Vertreter einer noch unbekanntem, neuen Gruppe handeln. Diese Einzelstücke werden hier nicht weiter berücksichtigt.

---

<sup>19</sup> Beier, Th. and Mommsen, H., 1994, Modified Mahalanobis Filters for Grouping Pottery by Chemical Composition, *Archaeometry* 36, 287-306; dieselben, 1994, A Method for Classifying Multidimensional Data with Respect to Uncertainties of Measurement and its Application to Archaeometry, *Naturwissenschaften* 91, 546-548

<sup>20</sup> private Mitteilung von Frau U. Wagner, München

<sup>21</sup> s. Picon, M., 1985: Un exemple de pollution aux dimensions kilométriques: La fixation du Baryum par les céramiques, *Revue d'Archeométrie*, 9, 27-29; Buxeda i Garrigos, J., 1999, Alteration and Contamination of Archaeological Ceramics: the Perturbation Problem, *Journal of Archaeological Science* 26, 295-313

<sup>22</sup> In der Tabelle ist die in Referenz: Strange, J. F., Groh, D. E., Longstaff, Th. R., with Adan-Bayewitz, D., Asaro, F., Perlman, I. and Michel, H. V., 1995, Excavations at Sapphoris: The Location and Identification of Shikhin, Part II, *Israel Exploration Journal* 45, 171-187 gegebene Neukalibrierung der Elemente Cr (11.4 tiefer) und Yb(5.7 höher) des Berkeley Standards und damit des Bonn Standards bereits berücksichtigt.

Wenn die untersuchte Keramik einen Querschnitt der äginetischen Keramik darstellt und die Probenauswahl repräsentativ war, ist es zunächst ungewöhnlich, daß in dem langen betrachteten Zeitraum von weit über 1000 Jahren nur so wenige Gruppen = Produktionsrezepte oder -serien zu finden sind. Falls die verschiedenen chemischen Einzelstücke nicht jeweils weiteren größeren Gruppen zuzuweisen sind, läßt dies auf relativ konstante Produktionsverfahren ohne experimentelle Versuche der Töpfer in dieser Zeitperiode schließen.

Die Verteilung der Scherben in die einzelnen Gruppen ist in der Tab. 2 gezeigt. Die Hauptgruppe A von 122 Proben (inklusive 3 Wiederholungsmessungen) ist in mehr als der Hälfte aller gruppierten Proben zu messen. Sie gehört (inklusive der 10 dieser Gruppe als assoziiert zugeordneten Scherben) mit hoher Sicherheit zu einer lokalen Töpferei auf Ägina. Dies erscheint schon auf Grund der Häufigkeit, mit der dieses Muster in dem Material von Ägina vertreten ist, als sehr wahrscheinlich. Weiterhin wird diese Zuweisung zu lokaler Produktion noch dadurch gestützt, daß 12 als mögliche Fehlbrände angesprochene Scherben, davon 3 sicher nicht sekundär verbrannt, zu dieser Gruppe A gehören (z. B. Taf. 3,12-17). Schließlich zeigt eine Analyse einer Tonprobe, die am Kolonna-Hügel innerhalb des Grabungsgeländes genommen wurde, ein Muster, das zwar nicht gleich A ist, das jedoch A näher steht als alle unsere anderen analysierten Proben Griechenlands.

Ein weiterer möglicher Fehlbrand gehört zur Gruppe P (Taf. 2,20) und erlaubt es, auch für dieses Muster lokale, äginetische Produktion anzunehmen. Bei dieser Gruppe handelt es sich vor allem um die schon archäologisch Ägina zugeordneten Kochtöpfe<sup>23</sup>. Muster A und P sind deutlich verschieden. Im Vergleich zu Muster A ist in dem Muster P z. B. Ce viel höher und Cr und Ni deutlich tiefer als in dem Muster A (vgl. Tab. 1).

Die Gruppe E ist nach Anpassung um den Faktor 1.04 bis auf die Elemente Th ( $5 \bar{\sigma}$ ), La, Sc und Fe (je  $3 \bar{\sigma}$ ), die die angegebenen geringen Abweichungen in Einheiten der mittleren Streuung aufweisen, gleich der Gruppe A und kann eine Rezeptvariation der Tonpaste A in der FH III Periode darstellen, ist also wahrscheinlich ebenfalls von lokaler Produktion.

Aufgrund der archäologischen Klassifikation der Scherben mit Muster F und da dieses Muster demjenigen von P chemisch sehr ähnlich ist, liegt es nahe, auch für diese Scherben eine lokale Produktion zu vermuten. Die Ähnlichkeit dieser beiden Gruppen ist aus den in Tab. 1 gegebenen Werten ersichtlich, wobei die Werte der Gruppe F im Mittel um 20 % anzuheben sind. Die größten Unterschiede sind dann nur noch bei den Werten von Eu ( $5 \bar{\sigma}$ ) und Co ( $4 \bar{\sigma}$ ) zu beobachten. Welche Elemente für die mittlere Verdünnung der Tonpaste des Musters F gegenüber derjenigen des Musters P verantwortlich sind, kann aus unserer Analyse nicht erschlossen werden.

Die restlichen Gruppen mit Ausnahme der Gruppe C sind als Importe nach Ägina einzustufen. Ihr Muster deckt sich mit Material von anderen griechischen Regionen, die in Tab. 2 und 3 angegeben sind.

Die Importgruppen M und D sind uns bereits aus früheren Untersuchungen vertraut. M repräsentiert das im bronzezeitlichen Griechenland sehr häufig zu findende Muster, das mit Mykene/Berbati (MYBE) bezeichnet wurde<sup>24</sup> und das mit hoher Wahrscheinlichkeit der Töpferei Berbati in der Nähe von Mykene in der nördlichen Argolis zuzuordnen ist, da ein in Berkeley gemessener Fehlbrand dieser Töpferei gleiche Elementzusammensetzung aufweist<sup>25</sup>. Die Muster M und MYBE sind identisch innerhalb einer Streuung von  $\pm 2 \bar{\sigma}$  für alle Elemente, ein konstanter Anpassungsfaktor wird nicht gebraucht (berechneter Faktor 1.02). Das der Gruppe MYBE sehr ähnliche Muster in der Keramik von Achaia ist durch 2 Elemente (Cs, Rb) von dem Muster MYBE

<sup>23</sup> In dem Beitrag Mommsen et al., a. a. O. 1994 konnte wegen der geringen Zahl beprobter Scherben von Goldglimmer-Kochtöpfen das chemische Muster P noch nicht definiert werden.

<sup>24</sup> Mommsen, H., Lewandowski, E., Weber, J. and Podzuweit, Ch., 1988, Neutron Activation Analysis of Mycenaean Pottery from the Argolid: The Search for Reference Groups, Proc. Int. Symp. Archaeometry, Toronto, eds. R. M. Farquhar, R. G. V. Hancock und L. A. Pavlish, University Toronto, 165-171

<sup>25</sup> Mommsen, H., Beier, Th. and Hein, A.: A Complete Chemical Grouping of the Berkeley Neutron Activation Analysis Data on Mycenaean Pottery, wird veröffentlicht

unterscheidbar<sup>26</sup>. Ebenso ist das für lokale troianische Keramik erhaltene Muster TROIA-A nicht sehr verschieden von dem Muster MYBE<sup>27</sup>, erweist sich jedoch nach der statistischen Analyse für die äginetischen Scherben der Gruppe M als weniger gut anpassend. Ein Import aus Troia - nach archäologischem Wissen ganz unwahrscheinlich - ist deshalb für diese Stücke auch aufgrund der NAA Daten weniger wahrscheinlich. Es kann deshalb angenommen werden, daß die in Ägina gefundenen Scherben mit dem Muster M aus der Argolis stammen und von dort nach Ägina importiert wurden.

Auch das uns bekannte zweite Muster der Argolis, das wir durch Analysen von Fehlbränden aus Tiryns einer Produktionsserie einer argivischen Werkstatt in der Gegend von Tiryns/Asine zuordnen möchten<sup>28</sup>, ist in Ägina vertreten, allerdings nur in 2 Scherben (Paar T, s. Tab. 3, Gruppe 4). Wie schon bei anderen Untersuchungen zeigt sich hier wieder die geringere Bedeutung dieser Werkstatt für den Export.

Die Werkstatt des Musters D dagegen ist noch nicht exakt lokalisiert. Wegen der archäologischen Klassifikation der Scherben mit diesem Muster, die keinen Goldglimmer zeigen, und auch wegen der Ähnlichkeit der Konzentrationswerte des Musters D zu denjenigen des Musters MYBE der Argolis vermuten wir eine Herkunft vom Festland. Größere Unterschiede treten nur in den Elementkonzentrationen von Co, Ni und Th auf. Das Muster D kommt seit der frühhelladischen Periode vor und ist vor allem in frühmykenischen Waren zu finden. Dies wird gestützt durch NAA-Daten von dem Laboratorium in Berkeley. Die kürzlich durchgeführte und schon erwähnte Untersuchung (Mommsen et al., wird veröffentlicht) der Daten dieses Laboratoriums zeigt ebenfalls das Vorkommen des Musters D (dort EMBP genannt) in vorwiegend frühmykenischen Scherben, die aus der Argolis und aus Messenien (Nichoria) stammen. Es könnte sich bei diesem Muster um eine frühe Rezeptvariation der Mykene/Berhati-Töpferei in der Argolis handeln, aber auch um eine andere Werkstatt, vielleicht wegen der Fundverteilung der in Berkeley gemessenen Scherben in Messenien gelegen. Scherben mit diesem Muster D sind deshalb sehr wahrscheinlich wie die mit Muster MYBE Importstücke nach Ägina.

Ebenso noch nicht exakt lokalisiert ist die Werkstatt des Musters B. Scherben mit diesem Muster B tauchten allerdings bereits in Material von Theben und Orchomenos<sup>29</sup> und vereinzelt auch in mehreren anderen Orten auf. Drei der 5 bereits analysierten grauminyschen Scherben von Orchomenos und 3 weitere grauminysche Scherben vom Fundort Theben gehören zu dieser Gruppe. Da auch andere Waren aus Bötien zu dieser Gruppe gehören, darunter auch eine der untersuchten figürlich bemalten Scherben aus Theben<sup>30</sup>, ist eine Zuweisung dieser Gruppe B zu einer böotischen Werkstatt vermutbar. Hier sind weitere Untersuchungen nötig. Für die äginetischen Scherben mit diesem Muster ist ein Import von Bötien sehr wahrscheinlich.

Ein in zahlreichen mykenischen Scherben von der Akropolis in Athen vertretenes und bisher unpubliziertes Muster G ist in 16 Scherben des äginetischen Materials zu finden. Dieses neue Muster ist sehr wahrscheinlich einer attischen Werkstatt zuzuordnen, da es bisher in unserer Datenbank nur für Scherben von attischen Fundorten festzustellen war und die von uns analysierten Stücke der Akropolis von Mountjoy als lokal hergestellt klassifiziert sind<sup>31</sup>.

---

<sup>26</sup> Mommsen, H., Hein, A., Ittameier, D., Kolonas, L. and Maran, J., 1997, New Reference Patterns of Mycenaean Pottery from Achaia, Western Peloponnese, by Neutron Activation Analysis, Abstracts Ceramic Technology and Production, British Museum, 20-22 Nov.

<sup>27</sup> Mommsen, H., Hertel, D. and Mountjoy, P. A., Neutron Activation Analysis of the Pottery from Troy in the Berlin Schliemann Collection, wird veröffentlicht in: Archäologischer Anzeiger, 2001

<sup>28</sup> Mommsen et al., 1988, a. a. O.

<sup>29</sup> Mommsen, H., Andrikou, E., Aravantinos, V., Maran, J., 1998, Neutron Activation Analysis Results of Bronze Age Pottery from Boeotia including ten Linear B Inscribed Stirrup Jars, Int. Symp. Archaeometry, Budapest, erscheint in British Arch. Reports, dort Gruppe ctheb genannt

<sup>30</sup> Mommsen, H. and Maran, J., Production places of some Mycenaean pictorial vessels - the contribution of chemical pottery analysis, *Opuscula Atheniensia*, in press

<sup>31</sup> Mountjoy, P. A., 1981, Four Early Mycenaean Wells from the South Slope of the Acropolis at Athens, *Misc. Graeca* 4, 74ff.; Maran, a. a. O. 1992, 136f.

Ein weiteres Probenpaar analysiert sehr ähnlich wie Scherben von Mittelkreta (Paar K, s. Tab. 3). Für sie nehmen wir einen Import von dort an. Über die Herkunft der Gruppe C sind keine gesicherte Aussagen möglich, ihre Mitglieder können lokal produziert oder auch nach Ägina importiert worden sein.

## 6. Ergebnisse: chemische und archäologische Gruppen im Vergleich

Nach der Vorstellung der gefundenen chemischen Gruppen, die sich in den analysierten Scherben von Ägina finden lassen, sollen nun einige spezifische Keramikgattungen im einzelnen behandelt und unsere Ergebnisse mit der archäologischen Klassifizierung verglichen werden. Denn es läßt sich für die einzelnen Gattungen eine Zugehörigkeit zu den verschiedenen chemischen Gruppen feststellen und deshalb eine unterschiedliche Herkunft für unterschiedliche Gattungen ableiten. Die in der Tab. 2 bereits summarisch zusammengestellten NAA-Ergebnisse für die 23 gebildeten archäologischen Gruppen sind in Tab. 3 derart aufgeschlüsselt, daß für eine jede Probe die chemische Gruppenzugehörigkeit ersichtlich ist. Damit können die chemischen Ergebnisse mit den zu erwartenden petrographischen Befunden von E. Kiriati und I. Whitbread (private Mitteilung) verglichen werden.

Bei der archäologischen Bestimmung der beprobten Scherben, besonders bei derjenigen der zweiten Probenreihe, spielte das Vorkommen von Goldglimmer, der für Ägina als Herstellungsort spricht, eine wichtige Rolle. In der Tab. 2 und 3 sind deshalb alle Scherbengruppen, bei denen Goldglimmer bemerkt wurde, als äginetisch bezeichnet. Es zeigt sich, daß diese archäologische Klassifizierung in den meisten Fällen ihre Bestätigung durch die chemische Analyse findet.

Es sollen hier nur einige Ergebnisse, die sich aus den Angaben in den Tabellen erschließen lassen, beispielhaft beschrieben werden. So enthält die archäologische Gruppe 14 (z. B. Taf. 2, 21-23, Keramik mit rotem Überzug [Äginetisch Rot, red slipped and burnished] oder auch schwarzer Bemalung) oder die Gruppe 15 (z. B. Taf. 3, 1-18, Äginetisch Monochrom Mattbemalte Ware [Mn-Schwarz]), beide mit Goldglimmer, bis auf wenige Ausnahmen Stücke des als lokal eingestuften Musters A. Gleiches gilt für das Äginetische Kochgeschirr (z. B. Taf. 2, 15-20, Gruppe 13), das zwar mit einer von der Gruppe 14 verschiedenen, jedoch ebenfalls als lokal anzusehenden Tonpaste produziert wurde und das das Muster P zeigt. Schon eine Reihe von ersten Analysen von äginetischen Scherben dieser Gattungen, die hier eingeschlossen sind, erbrachte diese Muster<sup>32</sup>.

Ein weiteres Beispiel, das die Bedeutung des Goldglimmers für eine Zuweisung zu äginetischer Produktion demonstriert, ist die Gruppe 3a der bemalten äginetischen FH III Ware (z. B. Taf. 1, 1-6). Ihre Stücke haben überwiegend die Elementzusammensetzung A und auch die als lokal anzunehmende Zusammensetzung E, während die Gruppe 3c (z. B. Taf. 1, 8-9) der als nicht äginetisch klassifizierten Stücke dieser Gattung sich (bis auf ein Fragment, das zu überprüfen ist) als importiert erweist. Die Analysen zeigen, daß sich eine lokale Produktion von Keramik auf Ägina bereits in FH III nachweisen läßt. Welchen Anteil die einheimischen Töpfereien in der Stufe FH II am Gesamtaufkommen der Keramik hatten, können wir aus unserem Datenbestand, der nur sehr wenige Stücke dieser Zeitstellung umfaßt, nicht ablesen. Immerhin jedoch weist ein FH II-zeitliches Gefäßfragment der Gruppe 2 das Muster A auf. Die Analysen legen ferner den Schluß nahe, daß die äginetischen Töpfereien sich in der späthelladischen Zeit an der Herstellung feiner bemalter Keramik mykenischen Stils beteiligten<sup>33</sup>. So kann die Elementzusammensetzung A in mykenischer Zeit nach unseren Analysen zumindest bis in SH III B verfolgt werden. Andererseits fällt der vergleichsweise hohe Anteil nicht-äginetischer Keramik unter dieser Feinkeramik des Späthelladikums auf. Dies unterstützt die These, daß während des Späthelladikums die auf Ägina angesiedelten Töpfereien bei der Herstellung von feiner bemalter Ware einer zunehmenden von außen kommenden Konkurrenz ausgesetzt waren<sup>34</sup>.

---

<sup>32</sup> Mommsen, H., Beier, Th., Hein, A., Ittameier, D. und Podzuweit, Ch., 1995, Ceramic Production and Distribution in Bronze Age Settlements in Greece - Status Report of Neutron Activation Analysis, in: The Ceramics Cultural Heritage, P. Vincenzini (Hrsg.), Techna - Monographs in Materials and Society, 2, Faenza, 513-20

<sup>33</sup> Zur lokalen Herstellung bemalter mykenischer Keramik schon Hiller, 1975, a. a. O. 12f.

<sup>34</sup> Maran 1992, a. a. O. 205f.

Gleichzeitig deutet die chemische Analyse auch an, daß Fragmente ohne Goldglimmer meist nach Ägina importiert wurden. So stammen fast alle grauminyschen Stücke der FH III - MH Perioden mit hoher Wahrscheinlichkeit aus Bötien oder der Argolis (z. B. Taf. 2, 8-13), während 2 der 4 als mögliche Imitationen betrachteten grauminyschen Scherben das lokale Muster A zeigen und die beiden weiteren chemische Einzelstücke sind, über die keine Aussagen möglich sind. Starke Importströme der bemalten mykenischen Ware hoher Qualität (Gruppe 21) nach Ägina sind auch während der SHIII Periode vom Festland und auch von Attika festzustellen, die in ihrer Anzahl in dem von uns betrachteten Scherbensatz die lokalen Imitationen dieser Gattung überwiegen. Die Tatsache, daß das Muster D in dieser Importgruppe häufig auftritt, bestärkt die Annahme einer Herkunft vom Festland. Die unbemalte Ware dieser Periode, vertreten allerdings nur durch 9 Fragmente, ist dagegen lokal in Ägina mit Muster A produziert.

Die archäologische Unterscheidung der in ihrem Erscheinungsbild sehr ähnlichen Gattungen der äginetisch rot/braun/schwarz polierten Waren der Gruppen 4 und 5 (z. B. Taf 1, 10-17; 2, 1-7) erfährt durch die chemische Analyse ihre Bestätigung. Während Gruppe 5 ausnahmslos das bekannte äginetische Muster A zeigt, ist in Gruppe 4 das Muster des Kochgeschirrs P und ein ihm nahe stehendes Muster F zu finden. Muster F könnte als frühe Vorstufe von P oder auch als Rezeptvariation von P mit höherem Magerungsanteil betrachtet werden. Dies macht eine Zuordnung dieses Musters zu lokaler Produktion sehr wahrscheinlich. Gruppe F könnte aber auch auf einen Import dieser Ware von woanders her hinweisen. Es ist nötig, weitere Proben dieser Gattung aus den Perioden FHIII - MH zu analysieren. Das Paar T in der Gruppe 4, das wir der argivischen Töpferei Tiryns/Asine zuweisen, sollte auf das Vorkommen von Goldglimmer überprüft werden.

Eine gute Übereinstimmung zwischen archäologischer Klassifikation und dem Ergebnis der NAA-Untersuchung liegt noch für ein Fragment eines mattbemalten geschlossenen Gefäßes (Taf. 3, 19, Gruppe 16) vor. Es war von archäologischer Seite als potentieller Import von der Insel Melos angesprochen worden, was eine Bestätigung durch die NAA findet.

Aus der genaueren Betrachtung der Ergebnisse in den Tab. 2 und 3 lassen sich noch verschiedene weitere Fakten ableiten, die dem Leser überlassen bleiben. Für diejenigen bronzezeitlichen Gattungen, die in unserem Satz nur unzureichend mit einigen Stücken oder gar nicht vertreten sind, wären weitere Analysen wünschenswert, z. B. für die umfangreiche Gruppe der minoisierenden Waren, um ihre möglichen Produktionsorte zu bestimmen. Bei unseren Analysen von Scherben von anderen griechischen Fundorten haben wir bereits des öfteren die hier vorgestellten äginetischen Muster A und P in einzelnen Fragmenten festgestellt. Jetzt können wir den vermuteten Export der Scherben mit diesen Mustern von Ägina zu diesen Orten, z. B. in die Argolis, aber auch nach Attika oder Bötien mit hoher Sicherheit bestätigen.

## **7. Zusammenfassung**

Ägina war zumindest ab dem späten Frühhelladikum und anschließend bis in die frühmykenische Zeit ein bedeutendes Töpfereizentrum, das zahlreiche verschiedene Keramikgattungen produzierte und in der späthelladischen Periode auch imitierte. Die sicherlich zu einer äginetischen Produktion gehörenden chemischen Muster A und P und auch die beiden Muster E und F, für die man eine äginetische Herkunft vermuten kann, finden sich vorwiegend in den Waren mit Goldglimmer-Gehalt. Bei den Stücken, die nach der archäologischen Klassifizierung fragliche äginetische Herkunft haben, kann die NAA die Frage nach einer möglichen Herkunft von Ägina häufig beantworten. Die nach der chemischen Analyse nicht in Ägina hergestellten und demnach importierten Gefäße sind archäologisch meist gut erkannt. Neben der grauminyschen Ware ohne Goldglimmer, die vermutlich größtenteils von Bötien importiert ist, finden sich vor allem argivische und attische Importe in dieser goldglimmerfreien Gruppe. Damit bestätigt die chemische Analyse der äginetischen Warenarten weitgehend die archäologische Klassifizierung, die hauptsächlich auf dem Vorkommen dieser speziellen Magerung mit Goldglimmer beruht.

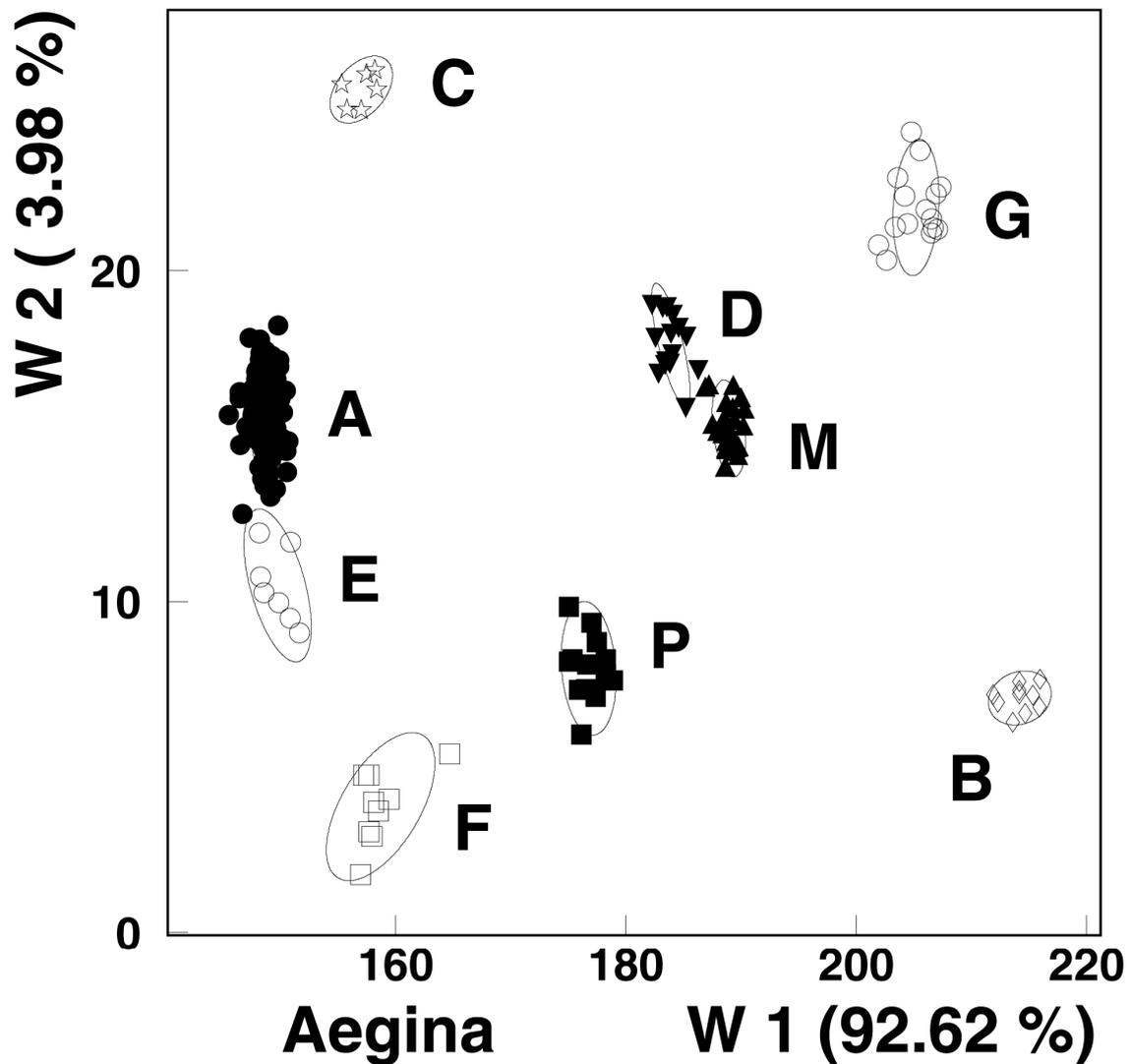
#### Danksagung:

Wir danken der Mannschaft des Forschungsreaktors der GKSS in Geesthacht für die kompetente Durchführung der Neutronenbestrahlungen und dem damaligen Direktor des Griechischen Antikendienstes, Herrn Dr. J. Tzedakis, sowie dem Direktor der zweiten Ephorie des griechischen Antikendienstes, Herrn Dr. G. Steinhauer, für die Erlaubnis zur Entnahme der Proben. Diese Arbeit wurde teilweise aus Mitteln des Bundesministers für Forschung und Technologie (BMFT) unter Kennzeiche PO9BON gefördert.



**Tabelle 1:** NAA Konzentrationswerte (30 Elemente) der gefundenen 9 chemischen Gruppen (A-G, M, P) in dem Scherbensatz von Ägina, Mittelwerte M in µg/g, wenn nicht anders bezeichnet, und Streuungen  $\sigma$  in % von M

	A		P		E		F		G		B		D		M		C	
	M ( $\sigma$ (%))		M ( $\sigma$ (%))		M ( $\sigma$ (%))		M ( $\sigma$ (%))		M ( $\sigma$ (%))		M ( $\sigma$ (%))		M ( $\sigma$ (%))		M ( $\sigma$ (%))		M ( $\sigma$ (%))	
As	9.25	38.	4.73	34.	8.42	74.	7.45	57.	24.4	52.	24.0	53.	9.79	24.	6.91	51.	8.36	37.
Ba	306.	23.	630.	23.	387.	35.	540.	16.	426.	14.	677.	9.9	316.	18.	378.	20.	246.	12.
Ca %	11.0	23.	3.73	26.	8.48	14.	3.20	18.	9.25	36.	5.23	56.	10.2	27.	11.7	27.	9.56	18.
Ce	46.1	4.1	63.5	3.5	48.6	3.6	60.8	11.	68.8	4.9	80.3	3.5	62.9	3.0	65.2	3.5	43.1	2.9
Co	20.3	11.	20.6	7.9	17.4	7.4	11.5	13.	34.4	12.	23.4	3.3	35.7	6.6	28.3	3.5	31.8	2.2
Cr	402.	13.	126.	16.	322.	4.0	70.5	18.	549.	7.6	151.	2.1	238.	6.9	218.	7.5	581.	2.3
Cs	5.69	12.	5.54	12.	5.79	3.9	4.77	6.9	17.4	17.	9.92	2.2	11.6	23.	9.25	12.	7.87	11.
Eu	0.94	3.4	1.16	2.7	0.96	3.3	1.12	3.1	1.24	3.2	1.40	2.1	1.16	4.4	1.14	4.7	0.94	2.7
Fe %	4.15	3.8	5.03	4.3	3.61	2.6	4.09	5.0	5.41	4.6	5.29	2.6	4.94	5.1	5.38	3.3	5.31	2.4
Ga	12.9	36.	21.5	25.	16.7	40.	17.6	35.	20.0	20.	34.5	20.	20.5	19.	25.4	21.	6.66	26.
Hf	4.06	5.6	5.39	12.	4.18	7.4	5.35	6.6	4.35	6.7	4.33	6.7	3.33	6.1	3.47	8.2	3.01	3.1
K %	1.98	13.	2.04	10.	2.37	11.	1.89	9.9	2.70	9.6	3.34	3.6	2.87	6.6	2.91	7.8	2.11	14.
La	22.2	3.4	28.6	4.3	24.1	3.5	26.7	10.	31.4	5.1	38.2	1.8	29.7	3.2	32.3	2.4	19.7	1.8
Lu	0.35	5.7	0.43	6.3	0.35	9.5	0.39	8.7	0.46	6.6	0.48	3.2	0.42	4.0	0.44	6.2	0.35	6.2
Na %	1.04	15.	1.70	12.	1.28	06.2	1.90	12.	0.65	19.	0.97	7.0	0.41	28.	0.57	28.	0.76	21.
Nd	20.0	7.1	25.0	6.7	19.6	17.	21.5	17.	28.6	4.2	34.0	11.	25.2	4.8	26.6	5.2	18.2	8.8
Ni	332.	13.	88.9	18.	255.	5.2	57.7	21.	429.	10.	138.	9.4	319.	6.4	217.	10.	549.	4.5
Rb	74.0	9.8	96.8	13.	84.1	3.7	82.5	6.1	144.	7.8	167.	3.3	150.	6.0	162.	7.6	88.9	9.1
Sb	0.77	19.	0.50	15.	0.64	9.5	0.36	18.	1.56	38.	2.14	8.0	0.90	8.1	0.59	13.	0.85	19.
Sc	16.1	3.6	20.3	10.	14.0	2.5	14.8	4.1	22.9	2.5	22.1	1.9	20.5	3.1	22.1	4.2	20.0	2.3
Sm	3.80	5.4	4.55	4.0	3.62	7.5	4.43	9.9	5.54	4.0	6.22	2.7	4.70	7.3	4.91	3.5	3.74	3.9
Ta	0.65	5.9	0.87	5.7	0.66	6.3	0.80	5.6	0.87	4.8	1.02	3.8	0.79	6.6	0.80	4.0	0.57	5.7
Tb	0.57	7.7	0.66	8.0	0.57	7.8	0.64	7.5	0.72	4.7	0.88	6.1	0.68	12.	0.68	8.2	0.54	8.0
Th	7.55	5.1	12.1	4.8	9.69	6.4	11.5	4.7	10.8	4.2	14.1	1.9	10.1	2.8	11.2	2.4	6.64	1.9
Ti %	0.39	29.	0.40	10.	0.41	40.	0.35	30.	0.55	12.	0.46	22.	0.40	16.	0.47	23.	0.52	13.
U	2.14	14.	1.93	10.	2.15	8.6	1.67	11.	2.95	22.	2.55	11.	2.37	10.	2.35	5.6	2.83	19.
W	1.43	14.	1.92	11.	1.51	16.	1.46	16.	2.13	7.8	3.78	13.	2.19	16.	2.22	11.	1.34	9.4
Yb	2.30	5.4	2.67	6.1	2.23	4.1	2.58	5.7	2.91	4.9	3.15	3.7	2.69	2.9	2.79	3.6	2.34	8.8
Zn	90.2	12.	84.0	6.5	85.9	7.1	73.1	7.2	130.	13.	107.	11.	99.3	13.	108.	8.3	130.	18.
Zr	172.	22.	240.	12.	131.	60.	217.	32.	168.	36.	124.	69.	121.	48.	115.	53.	126.	22.



**Abbildung 1:** Diskriminanzanalyse der 214 gruppierten Scherben des Datensatzes von Ägina unter Annahme von 9 Gruppen (vgl. Tabelle 2). Aufgetragen sind die Diskriminanzfunktionen W1 und W2, die 93 % und 4 % der Zwischengruppenvarianz beschreiben. Die Ellipsen zeigen die  $2\sigma$  Grenzen der Gruppen. Die äginetischen (A, P) und vermutlich äginetischen Gruppen (E, F) sind gut von den Importgruppen (M, D, B, G) und der Gruppe unbekannter Herkunft (C) getrennt.

**Tabelle 2:** Zusammenstellung der Ergebnisse der Gruppierung der 266 Proben von Ägina, archäologische Gruppen im Vergleich zu den NAA Gruppen und deren ermittelte Herkunft (+: assoziierte Proben, w= Wiederholungsmessung, s chemische Einzelstücke, Herkunftsbezeichnung s. Tab. 3)

archäologische Gruppen	NAA Gruppen											Sum.
	Ägina		Ägina?		Att.	Böot.	Pelop.?	Berb.	unbek.	andere	s	
	A	P	E	F	G	B	D	M	C			
1 FH? feine graue Ware					1							1
2 FH II, fein, z.T. Saucieren	1				6+1		1	1	6+1	1 M'	1	19
3a FH III bemalt, äg.	4		6+1							1 B'	2	14
3b FH III bemalt, äg.?	1							1				2
3c FH III bemalt., nicht äg.			1				1+1w	1			1	5
4 FH III poliert		1+1		9						2 T	3	16
5 FH, MH, rot-schw. poliert	10											10
6 MH, grauminysch, äg?	2										2	4
7 FH, MH, grauminysch, n. äg.						10		2			3	15
8 MH, firnisbem., minois.	1							2				3
9 vor SH, hell a. dkl, äg.		1										1
10 MH, hell a. dkl, äg?											1	1
11 vor SH, lila/weiß, äg?							1					1
12 frühm., 'lustrous' Ware	1											1
13 Küchenware, äg.		10+1									1	12
14 MH, äginet. Rot/Schwarz	28+1										2	31
15 MH, mattbemalt, äg.	28+6											37
16 " , äg?	1+1							2		1 K	2	7
17 " , nicht äg.											1	1
18 frühmyk., firnisbem., äg.	8+1				1					1 K		11
19 frühmyk., unbem., äg.	3+1										1	5
20 SH, unbem. fein, äg?	7										2	9
21 SH, bemalt fein, äg?	10				4		8	16+1		1 M"	3	43
od. argiv.?	+3w				+1w		+1w	+2w		1 G'		8
22 geom., fein, bem.	2											2
23 unbestimmt	2	1			2			1			1	7
Summen Proben(inkl. w)	112	13	7	9	15	10	15	26	6	8	28	250
+ assoz. Prob.	+10	+2	+1		+1			+1	+1			+16
Total (inkl. 8 Wdh.-Mess.)	122	15	8	9	16	10	15	27	7	8	28	266

**Tabelle 3:** Liste der Gattungen der beprobten Keramikscherben von Ägina, 1. Serie: Proben-Nrn. *kursiv* 1 - 106; 2. Serie: Proben-Nrn. 1 - 199, [( ) = Nr. nicht gemessen, verbrannt = Fehlbrand od. sek. verbrannt; äg. = lokal äginetisch, ? = archäologische Klassifikation fraglich] und ihre NAA-Gruppenzugehörigkeit [Herkunft der Gruppen: A, P (beide Ägina), E, F (beide lokal Ägina?), G, G' (attische Gruppen), B, B' (böotische Gruppen), M (Mykene/Berbati), M', M'' (Achaia od. M), T (Tiryns/Asine), D (Import Pelop.?), K (Kreta), Me (Melos), C (Gruppe unbekannter Herkunft), s = chem. Einzelstück (Gruppe - = assoziiert zu der Gruppe, im Randbereich)]

Gattung	Periode	Proben-Nrn.	Anz.	Gruppenzugehörigkeit
1 feine graue Ware	FH?	47	1	G
2 feine bis mittelfeine Ware (35-43 Saucieren)	FHII	25 – 29 30 – 34 35 – 39 40 - 43	19	GDGGG AGGCM CM'CsC C-CG-C
3a äg., bemalt	FHIII	158-160,163,164, 165,166,169-171, 174-177	14	E-,EAsE AEB'EA AEEs
3b äg.? bemalt	FHIII	167,173	2	MA
3c bemalt, nicht äg.  +firnisbem. schwarz (Import?)	FHIII FHIII	161,168?,172 +172 Wdh. 162	3 +1w 1	EMD +D s
4 äg. rot/braun/ schwarz pol.	FHIII	178-182, 183,184,187-189 190-194 195	16	sFFFT FPFsT sFFFF P-
5 äg. rot/braun/ schwarz pol.	FHIII- MH	76-80, 87-89, 90?, 91 (81-82, 83?, 84- 86,92,93,94?)	10	AAAAA AAAAA

Tabelle 3ff: Liste der Gattungen der beprobten Keramikscherben von Ägina

Gattung	Periode	Proben-Nrn.	Anz.	Gruppenzugehörigkeit
6 äg? grauminysch	MHII-III	90,64,72,75	4	AsAs
7 grauminysch	FHIII-MH	59-63, 65-69, 70,71,73,74,186?	15	BMsBB BBBBB sBsBM
8 firnisbem., minoisier.	MH	95,106,198	3	ADD
9 äg. hell auf dkl. Var.	vor SH	197	1	P
10 äg? hell auf dkl. Var.	MH	89	1	s
11 äg?bichrom:lila/weiß	vor SH	196	1	D
12 'lustrous dec.' Ware	MHIII-SHII	51	1	A
13 äg. Kochgeschirr ( <u>verbrannt</u> )	MH-SHI	24, 95-98, 99, 107-110, 111, <u>156</u> (100-106,112-118)	12	PP-PPP PsPPP PP
14 ag. Rot (red slipped and burnished)	MH-SHI/II	44-46,49,52, 53-57, 58-62, 63-66, 68	29	AAAAA AAAAA AAAAA AAAAA
und		70, 38-41, 42, 43, 55, 57 (44-54)		AssAA AA-AA
äg. schwarze glänz. Bemalung	handgef.	56,58	2	AA
15 äg. monochrom matt bemalt ( <u>verbrannt</u> )	MH	3,22,50,84,85, 86?, <u>91-93</u> , 97, <u>101,103</u> ,119-121, 122-126, 127-131, 136-139, <u>149</u> , <u>150,151,153-155</u> , 157,199 (132-135,140-144, 146,147)	37	AAAAA A-AAAA sAAAA AAA-A-A AAAA-A A-AAAA AasAA KA

Tabelle 3ff: Liste der Gattungen der beprobten Keramikscherben von Ägina

Gattung	Periode	Proben-Nrn.	Anz.	Gruppenzugehörigkeit
16 äg? mattbem. und	MHII-III	98-100, 102, 104, 105	6	A-ssAMM
äg? mattbem. Phylakopi I?		145	1	Me
17 mattbem., nicht äg	MH	23	1	s
18 äg. firnisbem.	MHIII- SHI/II	74-78, 79-82, 34, 35	11	AAGAK AAAA-AA
19 äg. unbem. fein bis mittelfein ( <u>verbrannt</u> )	MHIII- SHI/II	<u>94</u> , 23, 31-33	5	AA-AAs
20 äg. od. argiv. unbem. fein (27=grünes äg. Aussehen)	SHIII	21,22,24-26, 27,28,30(bem?), 37 (29)	9	AAAAA ssA A
21 äg. od. argiv. mykenisch bemalt, fein (Probe 5,10 anpass.) (21, 96 = Palaststil) (71-73 = große Bügelk.)	SHI-III	1,4-7, 8-11,13 14-18 19-21, 71, 72 73, 87, 88, 96 1-5 6-10 11-15 16-20 wdh: 5, 7-10, 11,20	44	AM"AMG AMAMA AGADM DDM-AA sMMs MDMAD DMsMM MGDGD MMM'G'M AGAMA MD
(myk. bem., nicht argiv.)	SH	36)	+7w	
22 fein bemalt	SH III od. Eisenzeit	12,83	2	AA
23 unbestimmt (Import?)	MH	185	1	s
+unbestimmt, nicht äg.	FH-MH	48	1	P
+unbestimmt, <u>verbrannt</u>	?	<u>148, 152</u>	2	AA
+unbestimmt	?	2, 67, 69	3	GGM
Summe			266	

## Tafelunterschriften

### Tafel 1

Ägina, Kolonna-Hügel. Auswahl an beprobten Stücken der 2. Serie. 1-6 Gattung 3a;  
7 Gattung 3b; 8-9 Gattung 3c; 10-17 Gattung 4. Zu den Analyseergebnissen vgl. Tabelle 3

### Tafel 2

Ägina, Kolonna-Hügel. Auswahl an beprobten Stücken der 2. Serie. 1-3 Gattung 4;  
4-7 Gattung 5; 8-13 Gattung 7; 14 Gattung 11; 15-20 Gattung 13; 21-23 Gattung 14.  
Zu den Analyseergebnissen vgl. Tabelle 3

### Tafel 3

Ägina, Kolonna-Hügel. Auswahl an beprobten Stücken der 2. Serie. 1-18 Gattung 15;  
19 Gattung 16; 20-21 Gattung 18; 22-23 Gattung 20. Zu den Analyseergebnissen vgl. Tabelle 3