

# NEUTRONENAKTIVIERUNGSANALYSEN AN MYKENISCHER KERAMIK AUS KUŞAKLI-SARISSA UND SIRKELI (TÜRKEI), KĀMID EL-LŌZ-KUMIDI (LIBANON) UND DEM FAYUM (ÄGYPTEN)

Von Tobias Mühlenbruch,\* und Hans Mommsen\*\*

Keramik der mykenischen Kultur Südgrichenlands ist seit langem aus weiten Teilen des Ostmittelmeerraumes bekannt und aufgrund seiner feinchronologischen Gliederung ein probates Werkzeug zur Synchronisierung. Zudem ermöglicht diese Keramikgattung vielfältige Untersuchungen übergreifender kulturhistorischer Fragen. Insbesondere können Aussagen zum Fernhandel beziehungsweise allgemein kultureller Kontakte gewonnen werden.<sup>1</sup> Zur weiteren Aufhellung dieser Fragestellungen wurde die Herkunft von vier Fragmenten mykenischer Keramik aus unterschiedlichen Zeiten wie Fundorten des Ostmittelmeerraumes mittels Neutronenaktivierungsanalyse (NAA) untersucht, die aus Kuşaklı-Sarissa, Sirkeli (beide Türkei), Kāmid el-Lōz-Kumidi (Libanon) sowie aus Medinet Gurob (Ägypten) stammen (Abb. 1). Die NAA wurde gewählt, da sie zahlreiche Elementkonzentrationen bis in den Spurenelementbereich hinein mit hoher Präzision in Keramik zu bestimmen gestattet und damit für jede Probekeramik ein Elementmuster liefert, das als einmalig gelten kann und deshalb charakteristisch für die produzierende Töpferei ist und auf sie weist. Ist nun durch sog. Referenzmaterial bekannter Herkunft das Muster einer Werkstatt, bzw. einer ‚Produktionserie‘ einer Werkstatt bekannt, können alle weiteren Stücke, die dieses Muster haben, diesem Ursprungsort zugeordnet werden.

Das erste Gefäß (Abb. 2), Probenbezeichnung ‚Kusk 1‘,<sup>2</sup> ist durch zwei Fragmente einer geschweiften Amphore aus Kuşaklı-Sarissa (Türkei) vertre-

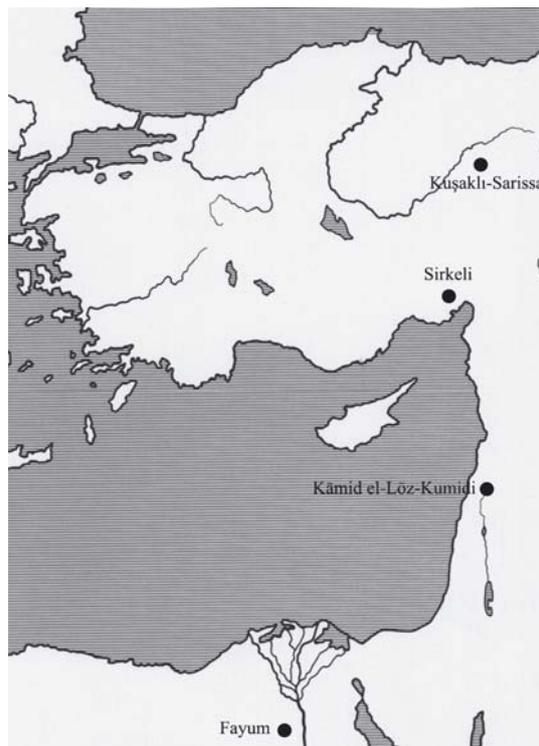


Abb. 1 Karte des Ostmittelmeerraumes mit den relevanten Fundorten (Kartenvorlage von Institut für Vor- und Frühgeschichte der Universität Tübingen)

ten – ein exzeptioneller Fund, da die Anzahl mykenischer Keramik-/Funde aus Zentralanatolien äußerst begrenzt ist.<sup>3</sup> Dies hat zu unterschiedlichen

\* Vorgeschichtliches Seminar, Philipps-Universität Marburg

\*\* Helmholtz-Institut für Strahlen- und Kernphysik, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

\*\*\* Für die Möglichkeit, die Funde naturwissenschaftlich untersuchen zu lassen und publizieren zu dürfen, sowie vielfältige Unterstützung danke ich Andreas Müller-Karpe sehr. Für die Finanzierung des Projektes sei dem „Förder- und Freundeskreis des Vorgeschichtlichen Seminars Marburg e.V.“

gedankt. Weiterer Dank geht an Katja Bieber, Marlies Heinz, Ekin Kozal und Bernd Paffgen sowie an den Bestrahlungsdienst des Reaktorinstitutes in Delft.

<sup>1</sup> Z.B. MÜHLENBRUCH 2009.

<sup>2</sup> Inventarnummer der Ausgrabung Kuşaklı-Sarissa: Kleinfund Ku 2003/270.

<sup>3</sup> MIELKE 2004, 155–157 mit Abb. 13; auch GENZ 2004.

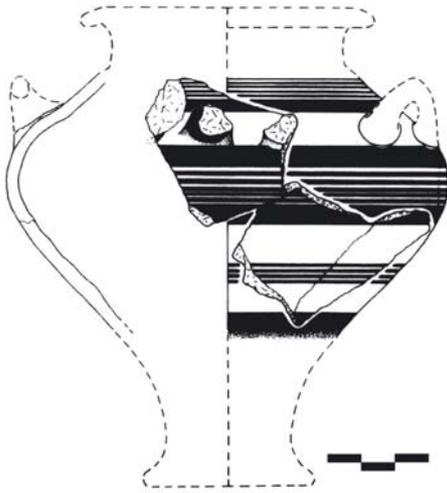


Abb. 2 Geschweifte Amphore aus Kuşaklı-Sarissa  
modifiziert nach MIELKE 2004, 155 Abb. 13b

Interpretationen geführt: Waren die „Hethiter“, die in dieser Zeit das Kerngebiet der heutigen Republik Türkei besiedelten, nicht am Kontakt und/oder Austausch mit Südgriechenland interessiert? Spielte „Außenhandel“ bei ihnen eine untergeordnete Rolle? Gab es gar ein „Handelsembargo“ gegen den westlichen Nachbarn?<sup>4</sup> – Keines dieser Modelle ist bisher meines Erachtens überzeugend,<sup>5</sup> doch ist der Befund mit sehr wenigen Nachweisen mykenischer Objekte in Zentralanatolien eindeutig.

Für Kuşaklı-Sarissa hervorzuheben ist die genaue Befunddokumentation: Die Scherben stammen aus der Aufgangsrampe (Raum 2) des Nordturmes des Nordwesttores und sollen aus dem Obergeschoß des Tores herabgestürzt sein. Erhalten ist ein Schulter- = Henkelfragment, wobei die Henkelzone von breiten horizontalen Bändern gerahmt ist, an die sich jeweils Gruppen feiner Linien anschließen. Über das Wandungsfragment ist ein weiteres breites Band als Abschluss der unteren Gruppe feiner Linien abzusichern, unterhalb des Bauches folgte eine weitere Gruppe feiner Linien, darunter erneut ein breiteres Band. Vielleicht zierten im nicht erhaltenen Teil bogenförmige

ge Elemente die Henkelzone, es kommen aber auch andere Reihemotive in Frage. Angesichts der überlieferten Fragmente ist eine nähere Formansprache schwierig. Es wird sich um eine Vertreterin von FS 45.48 aus der Phase Späthelladisch (SH) III A2/B gehandelt haben, eine Form, die für Westanatolien nicht ungewöhnlich ist.<sup>6</sup> Im Vorbericht zur Grabung wurde die Vermutung geäußert, dass das Gefäß am ehesten über Westanatolien nach Kuşaklı-Sarissa gelangt sein dürfte, vielleicht in der Tat durch einen dort ehemals stationierten Söldner oder auch durch einen Reisenden, bei dessen Kontrolle die Wachen von Kuşaklı-Sarissa das Gefäß beschlagnahmten.<sup>7</sup> Es bleibt zu hoffen, dass von der Amphore weitere Fragmente bei der Aufarbeitung des Kontextes gefunden und angepasst werden können. Der Herstellungsort dieses Gefäßes ist unbekannt. Es zeigt ein durch die NAA bestimmtes Elementmuster, das uns in Bonn bereits bekannt, aber wegen fehlender Referenzstücke nicht einer bestimmten Werkstatt zuzuweisen ist. Dieses Muster, U136 (Unlokalisiert Nr. 36) benannt, konnte bereits in einer Scherbe des Fundortes Ialysos (Ialy 95, eine Spindle Bottle, Red Lustrous Wheelmade Ware [RLWm-W]<sup>8</sup> aus der Spätbronzezeit I, publiziert als NAA-Einzelstück<sup>9</sup>) und in zwei weiteren Scherben vom Fundort Tell Tweini (Twei 24 und 25, beide RLWm-W, unpubliziert) gemessen werden. Die Konzentrationswerte des Gefäßes ‚Kusk 1‘ sind in der Tabelle 1 den Mittelwerten der Elementkonzentrationen der drei bisher bekannten Stücke dieses Musters U136 gegenübergestellt. Wie gut diese Keramikproben übereinstimmen, kann an den angegebenen experimentellen Unsicherheiten und den Standardabweichungen (Wurzel aus der mittleren quadratischen Abweichung unter Einschluss der experimentellen Messunsicherheit) abgelesen werden. Obwohl die NAA-Datenbank in Bonn nun mehr als 9000 Proben des östlichen Mittelmeerraumes enthält, ist dieses Muster keinem all dieser Proben ähnlich, sondern deutlich von allen abgesetzt. Die Herkunft des Gefäßes ‚Kusk 1‘ bleibt somit unbestimmt.

Aufgrund des Bezuges zur RLWm-W wurden publizierte NAA Daten<sup>10</sup> dieser speziellen Warenart

<sup>4</sup> Zuletzt: GENZ 2004; KOZAL 2006.

<sup>5</sup> MÜHLENBRUCH 2009, 99f.

<sup>6</sup> MOUNTJOY 1986, 67, 70–72, 97f., 123f.; siehe auch MIELKE 2004, 155–157 mit Abb. 13.

<sup>7</sup> MIELKE 2004, 155–157 mit Abb. 13; auch GENZ 2004.

<sup>8</sup> Private Mitteilung Efi Karantzali. Das Stück ist publiziert in KARAGEORGHIS und MARKETOU 2006.

<sup>9</sup> MARKETOU *et al.* 2006.

<sup>10</sup> KNAPPETT und KILIKOGLU 2007.

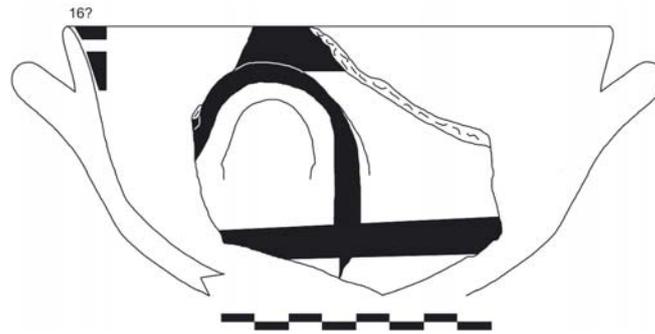


Abb. 3 Skyphos aus Sirkeli (Tobias Mühlenbruch)

aus dem Archäometrie-Laboratorium von Demokritos, Athen, zum Vergleich herangezogen. In Tabelle 1 ist das RLWa-corr genannte Konzentrationmuster von 48 solcher Proben gezeigt, das nach dem Bonner Filterverfahren aus den gegebenen Konzentrationswerten der Einzelproben errechnet und anschließend durch Korrekturfaktoren<sup>11</sup> für einzelne Elemente an die Bonner Daten angepasst wurde (s. Appendix). Die Übereinstimmung ist – ungewöhnlich bei einem Vergleich von Daten verschiedener Laboratorien – unerwartet gut. Allerdings hilft diese Übereinstimmung nicht für eine Zuweisung zu einem Produktionsort der RLWm-W, da keines der als Vergleichsstücke bezeichneten Proben des zypriotischen Ortes Kazaphani und besonders das als dort lokale Imitation bezeichnete Stück in dieser Gruppe der 48 Proben vorkommt. Eine Herkunft dieser speziellen Warenart aus einer Werkstatt in Kazaphani wird durch die erneute statistische Auswertung nach dem Bonner Filterverfahren nicht gestützt, das Muster U136 bleibt unlokalisiert.

Ist das Gefäß aus Kuşaklı-Sarissa in die mykenische Palastzeit zu datieren, als in Südgriechenland in mehreren Regionen „Palaststaaten“ mit entsprechenden Verwaltungs- und Kontrollmechanismen wohl auch für den Handel existierten,<sup>12</sup> so gehört das Fragment eines Skyphos, FS 285, aus

Sirkeli (Türkei),<sup>13</sup> Probenbezeichnung ‚Sirk 1‘, wohl in SH III C (12./11. Jh. v. Chr.) und damit in einen gänzlich anderen historischen Kontext (Abb. 3). Um 1200 vor Christus wurden das hethitische Großreich sowie die mykenischen Paläste zerstört, was mit tiefgreifenden kulturellen Wandlungen verbunden war. Mykenische Keramik wurde nun etwa auf Zypern und in der Levante, aber auch in Kilikien in größerem Maßstab vor Ort gefertigt.<sup>14</sup> Das Exemplar aus Sirkeli zeigt stilistisch enge Verbindungen zu dieser/n Gruppe/n mykenischer Keramik, die ebenfalls zahlreich durch Skyphoi etwa aus Kilise Tepe (Türkei) und Tell Afis sowie Tell Djinderis (Syrien) belegt ist/sind.<sup>15</sup> Das Fragment ist außen lediglich linear verziert, die Randinnenseite trägt ein schmales Band, unter dem ein breiteres folgt. Die gröbere Tonqualität und der Wandungsverlauf sind für Skyphoi aus Südgriechenland ungewöhnlich.<sup>16</sup> Die NAA bestätigte die Erwartungen einer nicht Festland-griechischen Produktion nicht. Die Analyse ergab ein Elementmuster, TanA benannt, das ebenfalls durch zahlreiche Proben in der Bonner Datenbank bereits belegt ist und das Böotien, genauer einem Produktionszentrum in der Gegend von Tanagra, zuzuweisen ist. Eine Tonprobe (K4, Tana 66T)<sup>17</sup> mit diesem Muster und zahlreiche lokale Tanagrafiguren (Publikation in Vorbereitung) machen diese Zuweisung sehr wahrschein-

<sup>11</sup> HEIN *et al.* 2002.

<sup>12</sup> MOUNTJOY 1993, 5–30.

<sup>13</sup> Siehe auch MÜHLENBRUCH 2009, 28.

<sup>14</sup> MOUNTJOY 1993, 163–177.

<sup>15</sup> FRENCH 2007; VENTURI 2007; MÜHLENBRUCH 2009, 25–28, 32–39.

<sup>16</sup> Zur Bestimmung: MOUNTJOY 1986, 149–152, 176–178, 179 Abb. 231, 200; siehe auch MOUNTJOY 1999 zu Boiotien.

<sup>17</sup> TSŌTA, ZACHARIAS und MOMMSEN 2010, 162, Anm. 22.

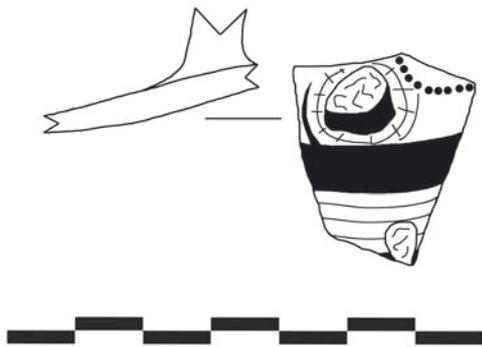


Abb. 4 Bügelkanne aus Kāmid el-Lōz-Kumidi  
(Tobias Mühlenbruch)

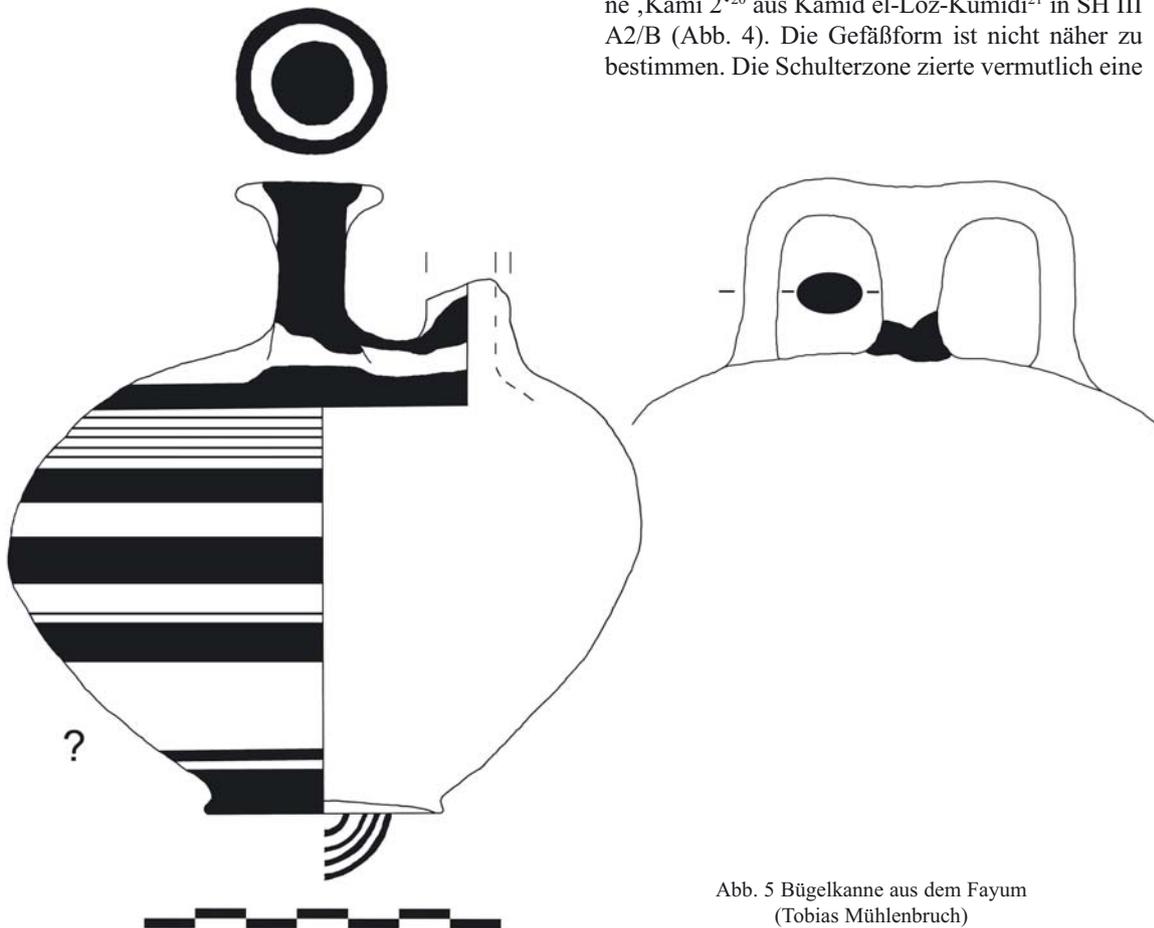


Abb. 5 Bügelkanne aus dem Fayum  
(Tobias Mühlenbruch)

lich. Tabelle 2 zeigt die Übereinstimmung des Elementmusters der Probe ‚Sirk 1‘ und des Musters der Gruppe TanA, wobei ein bester relativer Faktor von 0.92 der Anpassung der Konzentrationen der Probe an diejenigen der Gruppe bereits berücksichtigt ist. Dieser Faktor korrigiert einerseits technisch bedingte Größen, z. B. Intensitätsschwankungen des Neutronenflusses bei den Bestrahlungen im Reaktor, und andererseits produktionsbedingte Verschiebungen durch unterschiedliche Anteile an nicht plastischem Material wie z. B. Sand.<sup>18</sup>

Aus Kāmid el-Lōz-Kumidi (Libanon) ist zwar bereits länger mykenische Keramik in durchaus beachtlicher Anzahl bekannt, im Verhältnis zur Keramik in lokaler Tradition nimmt sie jedoch einen relativ geringen Anteil ein.<sup>19</sup> Wie der Fund aus Kuşaklı-Sarissa gehört das Oberteil einer Bügelkanne ‚Kami 2‘<sup>20</sup> aus Kāmid el-Lōz-Kumidi<sup>21</sup> in SH III A2/B (Abb. 4). Die Gefäßform ist nicht näher zu bestimmen. Die Schulterzone zierte vermutlich eine

<sup>18</sup> MOMMSEN und SJÖBERG 2007.

<sup>19</sup> Siehe PENNER 2006.

<sup>20</sup> Eine erste Probe ‚Kami 1‘ existiert bereits (unpubliziert)

<sup>21</sup> Inventarnummer der Lehrsammlung des Vorgeschichtlichen Seminars: 11403.

mykenische Blume, FM 18.<sup>22</sup> Damit ist die Marburger Scherbe ein Fragment, das sich gut in das vom Fundort bekannte Repertoire mykenischer Keramik einfügt.<sup>23</sup> Die Analyse bestätigt hier die archäologische Ansprache, die Bügelkanne ist ein Exportstück von der nordöstlichen Peloponnes und zeigt das bekannte Muster MYBE<sup>24</sup> (s. Tab. 2).

SH III B-, wohl sogar SH III B2-Keramik aus Ägypten ist bisher kaum bekannt, was allerdings auch mit den Definitionskriterien für die Keramikphase SH III B2 zu begründen ist. Die lediglich linear ver-

zierte Marburger Bügelkanne ‚Fayu 1‘ aus dem Fayum (Abb. 5), höchstwahrscheinlich aus einem Grab von Medinet Gurob,<sup>25</sup> ist dennoch ein ausgesprochen „später“ Vertreter. Auch hier ist von großer Bedeutung, aus welcher Region Südgriechenlands sie stammt, um Rückschlüsse auf Kontakte kurz vor dem Ende der mykenischen Paläste und vor der „Seevölkerbewegung“ ziehen zu können. Wie zu erwarten, zeigt die Keramikprobe der Bügelkanne wieder das Muster MYBE (s. Tab. 2), das auf die nordöstliche Peloponnes als Produktionsort hindeutet.

	Kusk1				UI36				RLWa-corr (Demokritos → Bonn)			
	Faktor 1.01			M	3 Proben			53 Proben				
C	±	δ	δ %		±	σ	σ %	M	±	σ	σ %	
As	6.29	0.088	1.4	10.5	1.69	16.	9.30	1.75	19.			
Ba	339.	35.3	10.	439.	49.8	11.	--	--				
Ca%	6.15	0.18	3.0	5.27	0.70	13.	5.90	1.82	31.			
Ce	81.2	0.44	0.5	81.5	1.00	1.2	85.7	4.29	5.0			
Co	21.2	0.12	0.6	20.7	0.53	2.6	21.5	1.08	5.0			
Cr	114.	0.74	0.7	124.	2.44	2.0	124.	6.21	5.0			
Cs	10.3	0.13	1.2	10.2	0.80	7.8	9.06	0.62	6.2			
Eu	1.33	0.024	1.8	1.26	0.024	1.9	1.31	0.065	5.0			
Fe%	5.54	0.017	0.3	5.60	0.14	2.5	5.51	0.28	5.0			
Ga	28.5	1.08	3.8	32.8	2.75	8.4	--	--				
Hf	4.63	0.061	1.3	4.70	0.088	1.9	4.91	0.28	5.8			
K%	2.36	0.014	0.6	2.27	0.11	5.0	2.18	0.23	11.			
La	39.0	0.085	0.2	38.3	0.26	0.7	38.2	1.99	5.2			
Lu	0.48	0.012	2.6	0.49	0.026	5.2	0.45	0.023	5.1			
Na%	0.28	0.002	0.6	0.19	0.026	14.	0.23	0.055	24.			
Nd	31.8	1.29	4.1	32.0	1.03	3.2	--	--				
Rb	167.	2.98	1.8	173.	5.84	3.4	152.	11.2	7.4			
Sb	1.00	0.092	9.1	1.11	0.094	8.5	1.13	0.093	8.2			
Sc	20.6	0.023	0.1	20.6	0.59	2.9	20.4	1.02	5.0			
Sm	5.84	0.018	0.3	5.70	0.15	2.7	5.73	0.28	4.9			
Ta	1.27	0.052	4.1	1.22	0.043	3.5	1.23	0.061	5.0			
Tb	0.81	0.061	7.6	0.77	0.048	6.3	0.82	0.14	17.			
Th	14.7	0.077	0.5	15.1	0.13	0.8	14.7	0.73	5.0			
U	4.32	0.19	4.3	3.80	0.17	4.3	3.55	0.34	9.6			
W	2.02	0.12	5.8	2.53	0.13	5.1	--	--				
Yb	3.12	0.052	1.7	3.13	0.11	3.4	3.14	0.16				
Zn	93.8	2.09	2.2	92.9	4.71	5.1	--	--				
Zr	129.	24.2	19.	90.5	35.6	39.	--	--				

Tabelle 1 Elementkonzentrationen C und experimentelle Unsicherheiten  $\delta$  (absolut und in % von C), bzw. mittlere Elementkonzentrationen M und Streuungen  $\sigma$  (Wurzel der mittleren quadratischen Abweichungen) (auch absolut und in % von M) für die Einzelprobe Kusk 1 und für die zugehörigen Gruppen UI36, bzw. der Vergleichsgruppe aus der Literatur (s. Text, RLWa-corr: Red Lustrous Wheelmade Ware, angepasst an Bonn Werte) in  $\mu\text{g/g}$  (ppm) oder, wenn angegeben, in %. Faktor ist der beste relative Anpassungsfaktor der Einzelprobe Kusk 1 an die mittleren Werte der Gruppe UI36

<sup>22</sup> MOUNTJOY 1986, 68 Abb. 77, 69, 77–81, 105–108, 126 f.

<sup>23</sup> Siehe PENNER 2006; MÜHLENBRUCH 2009, 75–81.

<sup>24</sup> Siehe z. B. ZUCKERMAN *et al.* 2010; BADRE *et al.* 2005.

<sup>25</sup> Inventarnummer der Lehrsammlung des Vorgeschichtlichen Seminars: 3198. Dazu bereits ausführlicher: MÜHLENBRUCH 2010.

	Sirk 1 1 Probe Faktor 0.92		TanA 22 Proben Faktor 1.00		Kali 2 1 Probe Faktor 1.03		Fayu 1 1 Probe Faktor 0.92		MYBE (Argolis) 102 Proben Faktor 1.00	
	C	$\delta$ (%)	M	$\sigma$ (%)	C	$\delta$ (%)	C	$\delta$ (%)	M	$\sigma$ (%)
As	7.90	(1.2)	8.07	(65.)	9.46	(1.0)	4.31	(2.4)	5.69	(51.)
Ba	478.	(6.8)	273.	(24.)	561.	(6.6)	387.	(9.2)	391.	(21.)
Ca%	7.96	(2.5)	7.29	(48.)	9.43	(2.3)	6.62	(3.6)	9.55	(19.)
Ce	41.1	(0.8)	42.9	(5.6)	61.6	(0.7)	63.3	(0.6)	62.5	(2.2)
Co	30.3	(0.5)	34.0	(15.)	22.6	(0.6)	28.1	(0.5)	27.7	(4.5)
Cr	457.	(0.3)	512.	(21.)	254.	(0.4)	206.	(0.4)	214.	(8.2)
Cs	3.27	(2.8)	3.28	(14.)	7.82	(1.5)	8.52	(1.4)	8.44	(6.9)
Eu	0.88	(2.2)	0.86	(4.3)	1.08	(2.1)	1.05	(2.1)	1.15	(4.5)
Fe%	4.30	(0.3)	4.40	(3.7)	4.69	(0.3)	5.03	(0.3)	5.10	(3.4)
Ga	11.8	(9.5)	14.7	(15.)	21.4	(5.1)	22.4	(5.7)	20.0	(20.)
Hf	3.14	(1.6)	3.50	(7.3)	4.09	(1.4)	3.12	(1.8)	3.65	(6.8)
K%	1.41	(0.8)	1.15	(9.2)	2.48	(0.5)	2.09	(0.7)	2.62	(6.6)
La	19.6	(0.3)	19.4	(5.6)	30.7	(0.2)	31.8	(0.2)	31.2	(2.4)
Lu	0.33	(3.2)	0.33	(6.0)	0.42	(2.8)	0.43	(2.7)	0.42	(6.1)
Na%	0.69	(0.4)	0.47	(24.)	0.55	(0.4)	0.89	(0.3)	0.53	(20.)
Nd	17.4	(6.0)	16.7	(7.3)	25.7	(5.0)	24.5	(4.9)	26.4	(5.6)
Rb	59.8	(3.4)	67.0	(11.)	146.	(1.9)	157.	(1.9)	148.	(4.4)
Sb	0.63	(13.)	0.49	(35.)	0.56	(15.)	0.65	(14.)	0.56	(13.)
Sc	16.6	(0.1)	16.0	(5.0)	19.7	(0.1)	21.6	(0.1)	20.9	(2.6)
Sm	3.41	(0.4)	3.32	(8.5)	4.76	(0.3)	4.63	(0.4)	4.81	(5.2)
Ta	0.64	(6.6)	0.55	(10.)	0.76	(6.3)	0.73	(6.6)	0.80	(6.8)
Tb	0.43	(12.)	0.53	(11.)	0.67	(8.9)	0.74	(8.2)	0.67	(6.9)
Th	6.42	(0.9)	6.80	(8.4)	10.8	(0.7)	10.7	(0.6)	10.9	(2.5)
U	1.48	(12.)	1.39	(11.)	2.31	(8.5)	2.21	(9.9)	2.24	(6.1)
W	1.15	(11.)	1.56	(17.)	2.30	(5.5)	2.20	(6.6)	2.17	(14.)
Yb	2.07	(2.5)	2.11	(4.8)	2.63	(2.2)	2.69	(2.3)	2.75	(3.3)
Zn	89.3	(2.2)	82.1	(12.)	276.	(1.2)	162.	(1.6)	109.	(9.2)
Zr	129.	(16.)	144.	(21.)	91.6	(26.)	103.	(23.)	152.	(22.)

Tabelle 2 Elementkonzentrationen C und experimentelle Unsicherheiten  $\delta$  in % von C für die Einzelproben Sirk 1, Kali 2 und Fayu 1, bzw. mittlere Elementkonzentrationen M und Streuungen (Wurzel der mittleren quadratischen Abweichungen)  $\sigma$  in % von M und für die zugehörigen Gruppen TanA und MYBE in  $\mu\text{g/g}$  (ppm) oder, wenn angegeben, in %. Faktor ist der beste relative Anpassungsfaktor der Einzelprobe an die mittleren Werte der jeweilige zugehörigen Gruppe

## APPENDIX

### *Neuauswertung von publizierten<sup>26</sup> NAA-Daten von Proben der Red Lustrous Wheelmade Ware nach dem Bonner statistischen Filterverfahren*

Die Autoren publizieren in ihrem Konferenzbeitrag NAA-Konzentrationsdaten von 81 Proben von verschiedenen Fundstätten: Kilisi Tepe (8 Proben), Boğazköy (41), Kalavastos (9), Hala Sultan Tekke (6), Kouklia (5), Kazaphani (8) und Memphis-Saqqara (4). Diese Daten sind alle in der Tabelle 1 dieser Arbeit gegeben bis auf 4 Datensätze

(BKY03/08–/11), die nur in Tabelle 2 zu finden sind. Alle anderen Daten der Tabellen 2–4 sind Wiederholungen. Der Hauptteil der 81 Proben stammt von Scherben der RLWm-W. Ausgenommen sind 9 Proben von Stücken, die als lokal in Boğazköy hergestellt beschrieben werden (BKY03/31–33, 35–40) und die hier weiter nicht untersucht werden. Je eine Probe von vermutlich lokalen Imitationen der RLWm-W von den Fundorten Kalavastos (CYP00/09) und Kazaphani (KAZ03/10) sind als mögliches Referenzmaterial für diese Orte eingeschlossen. Mittelwerte von

<sup>26</sup> KNAPPETT und KILIKOGLU 2007.

<sup>27</sup> BEIER und MOMMSEN 1994a; BEIER und MOMMSEN 1994b.

Konzentrationen für Gruppen gleicher Herkunft werden nicht gegeben. Als Ergebnis der petrographischen – und der Elementkonzentrations-Analyse wird – in Übereinstimmung mit der archäologischen Vermutung – als einziger Herkunftsort der RLWm-W das nördliche Zypern, besonders die Region, in der Kazaphani liegt, als wahrscheinlich bezeichnet.

Um das Bonner Muster U136 der RLWm-W mit dem publizierten Datensatz von Proben dieser Warenart zu vergleichen, war es nötig, zunächst die gegebenen Daten zu gruppieren und das oder die Gruppenmuster zu bestimmen. Dazu wurde das in Bonn routinemäßig eingesetzte statistische Filterverfahren<sup>27</sup> verwendet. Bei dieser Auswertung sind die experimentellen Unsicherheiten sowie auch eine beste relative Anpassung der individuellen Datensätze an die Mittelwerte der Konzentrationen der Gruppe berücksichtigt.<sup>28</sup> Diese Anpassung durch einen konstanten Faktor korrigiert auf mögliche Verdünnung/Anreicherung aller gemessenen Elemente in der Tonmasse. Haben die Töpfer z. B. einmal mehr, ein andermal weniger Sand zu der Tonmasse hinzugesetzt, wirkt dies wie eine variierende Verdünnung des Tonanteiles und führt zu gleichmäßig abgesenkten oder erhöhten Konzentrationen aller Spurenelemente, die vor allem in dem Ton zu finden sind.

Da keine Messunsicherheiten der Konzentrationsdaten angegeben sind, wurde bei der statistischen Datenauswertung dieses Satzes von 81 Proben für alle Elemente  $\pm 5\%$  angenommen. Das Ergebnis dieser Untersuchung deckt sich weitgehend mit der bereits publizierten Gruppierung. Es ergibt sich eine Gruppe von 53 Mitgliedern der RLWm-W, deren Elementmuster in der Tabelle A RLWa genannt ist. In dieser Gruppe sind Stücke aus allen untersuchten Fundstellen mit Ausnahme des Ortes Kazaphani vertreten. Eine Liste der Proben der Gruppe RLWa und die besten relativen Anpassungsfaktoren für diese Proben sind in der Tabelle B angegeben. Wie üblich schwanken die Konzentrationswerte von As, Ca und Na des Musters RLWa stark. Diese Elemente werden deshalb bei der Gruppensuche in Bonn nicht berücksichtigt. Die Streuungen (Wurzel aus der mittleren quadratischen Abweichung) einzelner Elementkonzentrationen des Musters sind vielfach  $5\%$  wegen der Annahme der (in diesen Fällen zu großen) Messun-

sicherheit von  $5\%$ . Korrigiert man die Elementwerte von Cr ( $\times 1.18$ ), Lu ( $\times 1.08$ ), Rb ( $\times 1.05$ ), Sc ( $\times 1.09$ ), Sm ( $\times 0.86$ ), Ta ( $\times 0.84$ ) und U ( $\times 0.85$ ) mit den aus Referenz Hein *et al.*<sup>29</sup> berechneten, hier in Klammern angeführten Faktoren, um sie an die Bonner Daten anzupassen, erhält man ein Muster RLWa-corr, das der Probe Kusk 1 und dem Bonner Muster U136 statistisch gleich ist, wie oben schon gezeigt.

Eine weitere Gruppe RLWb der RLWm-W, die in der Tabelle A der Hauptgruppe gegenübergestellt ist, besteht aus 8 Mitgliedern. Sie und ihre Anpassungsfaktoren sind in der Tabelle B genannt. Diese 8 Proben stammen alle von Boğazköy. Sie konnten ebenfalls petrographisch und durch NAA abgetrennt werden und sind als schluffig beschrieben.

Die restlichen 9 Proben von Boğazköy, die lokal hergestellt sein sollen, haben, wie auch bereits publiziert, eine von der RLWm-W ganz verschiedene Elementzusammensetzung.

Die weiteren Gruppen RLWc und RLWd bestehen aus 5, bzw. 2 Proben der RLWm-W, die alle aus Kazaphani stammen. Beide Gruppen zeigen tiefere Konzentrationswerte im Vergleich zu der Hauptgruppe RLWa (s. Tabelle A). Keine der Proben von Kazaphani hat eine Elementzusammensetzung, die dem Hauptmuster entspricht. Das Paar RLWd ist chemisch sehr verschieden von der Hauptgruppe und den anderen Gruppen, es ist keine Herkunftsangabe möglich. Hebt man die Werte der Gruppe RLWc um einen Faktor 1.17 an, erhält man ähnliche Werte wie diejenigen der Hauptgruppe bis auf die Elemente Ca, Co und Cs, die niedriger bleiben. Diese Ähnlichkeit verbindet die beiden Gruppen. Bei der Gruppe RLWc liegt vielleicht eine Rezeptvariation der Tonmasse vor, die für die Herstellung der Hauptgruppe verwendet wurde. Dann sollten RLWa und RLWc gleichen oder doch regional gleichen Ursprungs sein. Es ist allerdings erstaunlich, dass alle untersuchten Stücke der Sondergruppe RLWc nur in Kazaphani gefunden wurden, und dass kein Stück von dort zu der Hauptgruppe RLWa gehört. Eine mögliche Erklärung für diese Sondergruppen RLWc und auch RLWd in Kazaphani könnte auch sein, dass es sich um eine Messdifferenz handelt, falls diese Proben von Kazaphani aus einem zeitlich unterschiedlichen NAA-Messlauf stammen. Da dazu noch die Probe der vermutlich lokalen Imitation KAZ03/10 chemisch ein Einzel-

<sup>28</sup> MOMMSEN und SJÖBERG 2007.

<sup>29</sup> HEIN *et al.* 2002.

stück ist (s. Tabelle A), scheint eine Zuweisung der Hauptgruppe der RLWm-W zu diesem zypriotischen Produktionsort, die die Autoren dieser Untersuchung vorschlugen, durch die NAA nicht belegbar. Ebenso ist die Probe der vermutlich lokalen Imitation eines Gefäßes der RLWm-W von Kalavassos CYP00/09 ein Einzelstück und hilft hier nicht weiter. Damit wird die archäologisch vermutete Herkunft der RLWm-W aus Zypern nur noch durch die publizierte petrographische Untersuchung gestützt.

Auch die anderen Muster und Einzelstücke bleiben unlokalisiert. Denn eine Anpassung dieser

Demokritos Daten an die Bonner Daten, analog der Anpassung, die für die Gruppe RLWa durch die oben angegebenen Korrekturfaktoren vorgenommen wurde, ergibt korrigierte Muster, die in der Bonner Datenbank bisher nicht vorkommen.

### Bibliography

- BADRE, L., BOILEAU, M.-C., JUNG, R. und MOMMSEN, H., with an appendix by KERSCHNER, M.
- 2005 The provenance of Aegean- and Syrian-type pottery found at Tell Kazel (Syria), *Ä&L* 15, 15–47.
- BEIER, TH. und MOMMSEN, H.
- 1994a Modified Mahalanobis filters for grouping pottery by chemical composition, *Archaeometry* 36, 287–306.
- 1994b A method for classifying multidimensional data with respect to uncertainties of measurement and its application to archaeometry, *Naturwissenschaften* 91, 546–548.
- FRENCH, E.B.
- 2007 The Mycenaean Pottery, 373–376, 752f., in: N. POSTGATE und D. THOMAS (Hg.), *Excavations at Kilise Tepe, 1994–98: From Bronze Age to Byzantine in western Cilicia*, BIAA Monograph 30, Cambridge.
- GENZ, H.
- 2004 Eine mykenische Scherbe aus Boğazköy, *AA*, 77–84.
- HEIN, A., TSOLOKIDOU, A., ILIOPOULOS, I., MOMMSEN, H., BUXEDA I GARRIGOS, J., MONTANA, G., KILIKOGLU, V.
- 2002 Standardisation of elemental analytical techniques applied to provenance studies of archaeological ceramics – an interlaboratory calibration study, *The Analyst* 127, 542–553.
- KARAGEORGHIS, V., und MARKETOU, T.
- 2006 LBIA/IB Rhodian imitations of Cypriote ceramics. The evidence from Trianda (Ialysos), 455–469, in: CZERNY, E., HEIN, I., HUNGER, H., MELMAN, D. und SCHWAB, A. (Hg.), *Timelines. Studies in Honour of Manfred Bietak*. *Orientalia Lovaniensia Analecta* 149, Leuven.
- KNAPPETT, C., und KILIKOGLU, V.
- 2007 Provenancing Red Lustrous Wheelmade Ware: Scales of Analysis and Floating Fabrics, 115–140, in: HEIN, I. (ed.), *The Lustrous Wares of Late Bronze Age Cyprus and the Eastern Mediterranean*. Papers of a Conference, Vienna, 5<sup>th</sup>–6<sup>th</sup> November 2004, CChEM 13, Wien.
- KOZAL, E.
- 2006 *Anatolien im 2. Jt. v. u. Z. und die Hinterlassenschaften materieller Kultur aus dem Ostmittelmeerraum, insbesondere Zyperns*, <http://tobias-lib.uni-tuebingen.de/volltexte/2006/2481> (16.02.2010)
- MARKETOU, T., KARANTZALI, E., MOMMSEN, H., ZACHARIAS, N., KILIKOGLU, V. und SCHWEDT, A.
- 2006 Pottery wares from the prehistoric settlement at Ialysos (Trianda) in Rhodes, *ABSA* 101, 1–55, Taf 1.
- MIELKE, D.P.
- 2004 Die Ausgrabung des Nordwest-Tores, 146–157, in: A. MÜLLER-KARPE, mit Beiträgen von V. MÜLLER-KARPE, D.P. MIELKE, A. HÜSER, P.I. KUNIHOLM, M. NEWTON, N. RICHES, H. TSUMOTO, und T. KATSUNO, Untersuchungen in Kuşaklı 2003, *MDOG* 136, 137–172.
- MOMMSEN, H. und SJÖBERG, B. L.
- 2007 The importance of the best relative fit factor when evaluating elemental concentration data of pottery demonstrated with Mycenaean sherds from Sinda, Cyprus, *Archaeometry* 49, 357–369.
- MOUNTJOY, P. A.
- 1986 *Mycenaean Decorated Pottery. A Guide to Identification*, SIMA 73, Göteborg.
- 1993 *Mycenaean pottery. An introduction*, Oxford University Committee for Archaeology Monograph 36, Oxford.
- 1999 *Regional Mycenaean Decorated Pottery*. Rahden.
- MÜHLENBRUCH, T.
- 2009 *Die Synchronisierung der nördlichen Levante und Kilikiens mit der Ägäischen Spätbronzezeit*, CChEM 19, Wien.
- 2010 Eine mykenische Bügelkanne aus Ägypten in Marburg und ihre Implikationen für den Handel zwischen Südgriechenland und dem östlichen Mittelmeerraum in SH III B2, *Ä&L* 20, 357–361.
- MÜHLENBRUCH, T., STERBA, J.H. und SÜRENHAGEN, D.
- 2009 Neutronenaktivierungsanalysen an Keramik aus Tell Djinderis, *Ä&L* 19, 219–227.

	RLWa 53 Proben		RLWb 8 Proben		RLWc 5 Proben		RLWd 2 Proben		CYP00/09 1 Probe		KAZ03/10 1 Probe	
	M	$\sigma$ (%)	M	$\sigma$ (%)	M	$\sigma$ (%)	M	$\sigma$ (%)	C	$\delta$ (%)	C	$\delta$ (%)
As	9.30	(19.)	21.6	(90.)	8.99	(12.)	8.75	(9.9)	9.20	(5.0)	13.0	(5.0)
Ca%	5.90	(31.)	1.85	(35.)	2.64	(23.)	2.21	(81.)	4.77	(5.0)	1.26	(5.0)
Ce	85.7	(5.0)	96.5	(5.0)	73.8	(5.0)	55.4	(6.2)	112.	(5.0)	88.1	(5.0)
Co	21.5	(5.0)	24.6	(7.4)	14.2	(10.)	13.5	(31.)	13.2	(5.0)	10.8	(5.0)
Cr	105.	(5.0)	176.	(5.0)	95.8	(5.0)	92.8	(5.0)	164.	(5.0)	94.7	(5.0)
Cs	9.06	(6.8)	10.0	(12.)	6.16	(9.0)	5.59	(11.)	3.93	(5.0)	6.44	(5.0)
Eu	1.31	(5.0)	1.46	(5.0)	1.13	(7.0)	0.88	(5.3)	1.30	(5.0)	1.35	(5.0)
Fe%	5.51	(5.0)	4.95	(5.0)	4.83	(5.0)	4.78	(5.0)	5.29	(5.0)	4.53	(5.0)
Hf	4.91	(5.8)	6.22	(5.0)	4.28	(5.7)	4.35	(5.5)	7.56	(5.0)	5.01	(5.0)
K%	2.18	(11.)	3.13	(5.5)	1.70	(13.)	1.43	(5.0)	--		1.99	(5.0)
La	38.2	(5.2)	44.1	(5.0)	33.8	(6.2)	21.9	(5.0)	41.1	(5.0)	43.9	(5.0)
Lu	0.42	(5.0)	0.46	(5.0)	0.36	(5.0)	0.31	(5.0)	0.41	(5.0)	0.42	(5.0)
Na%	0.23	(24.)	0.49	(19.)	0.42	(28.)	0.44	(15.)	0.29	(5.0)	0.78	(5.0)
Rb	145.	(7.4)	148.	(6.5)	108.	(11.)	100.	(7.5)	37.0	(5.0)	111.	(5.0)
Sb	1.13	(8.2)	1.02	(21.)	0.95	(8.3)	0.89	(5.1)	2.00	(5.0)	0.80	(5.0)
Sc	18.7	(5.0)	22.2	(5.0)	16.5	(5.0)	15.3	(5.0)	16.5	(5.0)	15.0	(5.0)
Sm	6.66	(5.0)	7.11	(5.0)	5.64	(5.0)	4.00	(5.0)	6.66	(5.0)	7.30	(5.0)
Ta	1.46	(5.0)	1.49	(5.0)	1.37	(5.0)	1.34	(5.0)	1.90	(5.0)	1.60	(5.0)
Tb	0.82	(17.)	0.84	(6.0)	0.76	(12.)	0.64	(5.8)	0.90	(5.0)	0.80	(5.0)
Th	14.7	(5.0)	15.0	(5.0)	12.8	(5.0)	12.1	(5.0)	12.4	(5.0)	12.7	(5.0)
U	4.18	(9.6)	3.42	(6.3)	3.77	(10.)	3.43	(11.)	3.20	(5.0)	3.40	(5.0)
Yb	3.14	(5.0)	3.47	(5.2)	2.84	(5.6)	2.44	(5.0)	3.40	(5.0)	3.20	(5.0)

Tabelle A Mittlere Elementkonzentrationen M und Streuungen  $\sigma$  (Wurzel der mittleren quadratischen Abweichungen) in % von M für die 4 chemischen Muster der Red Lustrous Wheelmade Ware RLWa, RLWb, RLWc, RLWd und die Elementkonzentrationen C und die experimentelle Unsicherheiten  $\delta$  in % von C für die Einzelproben CYP00/09 und KAZ03/10, beides vermutete lokale Imitation der RLWm-W. Die Elementkonzentrationen sind in  $\mu\text{g/g}$  (ppm) oder, wenn so bezeichnet, in % gegeben. Alle Muster sind statistisch deutlich zu unterscheiden

Gruppe RLWa (53 Proben) CYP00/01 (0.99), CYP00/02 (0.96), CYP00/03 (0.93), CYP00/04 (0.93), CYP00/06 (1.02), CYP00/08 (0.92), CYP00/10 (1.13), HST03/H (1.03), HST03/02 (0.97), HST03/03 (0.97), HST03/04 (0.97), HST03/05 (0.95), HST03/06 (1.04), KOU03/01 (1.11), KOU03/03 (0.97), KOU03/04 (1.05), KOU03/05 (1.03), KOU03/06 (1.02), EGY00/01 (1.00), EGY00/02 (1.02), EGY00/03 (1.03), EGY00/04 (1.00), BKY03/01 (0.92), BKY03/02 (0.99), BKY03/03 (0.94), BKY03/04 (0.96), BKY03/06 (1.03), BKY03/07 (1.05), BKY03/08 (0.95), BKY03/09 (1.02), BKY03/10 (0.96), BKY03/11 (1.01), BKY03/12 (1.04), BKY03/13 (0.94), BKY03/14 (1.00), BKY03/15 (0.94), BKY03/16 (0.96), BKY03/17 (1.02), BKY03/18 (0.95), BKY03/19 (1.06), BKY03/20 (0.98), BKY03/21 (0.97), BKY03/22 (1.02), BKY03/23 (1.00), BKY03/27 (1.07), BKY03/29 (0.97), KLT99087 (0.95), KLT99088 (0.95), KLT99094 (1.02), KLT99097 (0.92), KLT99098 (0.99), KLT99099 (1.11), KLT99101 (1.04).
Gruppe RLWb (8 Proben) BKY03/05 (0.99), BKY03/24 (0.99), BKY03/25 (0.97), BKY03/26 (1.10), BKY03/28 (0.99), BKY03/29 (0.97), BKY03/41 (0.99), BKY03/42 (0.98),
Gruppe RLWc (5 Proben): KAZ03/02 (0.95), KAZ03/03 (1.00), KAZ03/04 (1.00), KAZ03/07 (1.04), KAZ03/09 (0.99),
Gruppe RLWd (2 Proben): KAZ03/05 (0.96), KAZ03/06 (1.03),
Chemische Einzelstücke der RLWm-W (4 Proben): Cyp00/07, Cyp00/09 (lokale Imitation?, s. Tab. A), KAZ03/10 (lokale Imitation?, s. Tab. A), KLT99095

[Fundorte der Red Lustrous Wheelmade Ware: CYP: Kalavassos; HAST: Hala Sultan Tekke; KOU: Kouklia; EGY: Memphis-Saqqara; BKY: Boğazköy; KLT Kilise Tepe; KAZ: Kazaphani]

Tabelle B Probenliste und beste relative Anpassungsfaktoren der 72 Proben der Red Lustrous Wheelmade Ware in Bezug auf die Konzentrationsmittelwerte der jeweiligen Gruppen

PENNER, S.

2006 *Kāmid el-Lōz 19. Die Keramik der Spätbronzezeit. Tempelanlagen T3 bis T1, Palastanlagen P5 bis P1/2, Königsgrab („Schatzhaus“) und „Königliche Werkstatt“, Saarbrücker Beiträge zur Altertumskunde 63.* Bonn.

PODZUWEIT, CHR.

2007 *Studien zur spätmykenischen Keramik.* Tiryns 14. Forschungen und Berichte. Wiesbaden.

TSŌTA, E., ZACHARIAS, N. und MOMMSEN, H.

2010 Ysterorōmaiko ergastērio paragōgēs pēlinōn proiontōn stēn Tanagra. Prokatartikē parousiasē stoicheiōn,

97–107, in: *Keramikē tēs ysterēs archaiotētas apo ton Elladiko chōro (3 ōs.–7 ōs ai. m. Ch.)*, Thessaloniki.

VENTURI, F.

2007 *La Siria nell'età delle trasformazioni (XIII–X sec.). Nuovi contributi dallo scavo Tell Afis*, Studi e testi oriental, serie archaeologica 8.1, Bologna.

ZUCKERMAN, S., BEN-SHLOMO, D., MOUNTJOY, P. und MOMMSEN, H.

2010 A provenance study of Mycenaean Pottery from Northern Israel, *JAS* 37, 409–416.